

X  
V  
-  
n  
c  
o  
n  
t  
r  
o  
-  
g  
e  
-  
n  
a  
-  
e  
-  
a  
-  
a  
-  
S  
p  
e  
l  
e  
o  
-  
g  
a  
-  
p  
u  
b  
b  
l  
i  
c  
o  
-  
e  
s  
e  
-  
e  
-  
a  
-  
a



S  
p  
e  
l  
e  
o  
n  
i  
a  
n  
2  
0  
1  
0  
B  
a  
r  
i



parco nazionale  
dell'alta murgia



Bari 10, 11 e 12 dicembre 2010  
Villaggio del Fanciullo "San Nicola" - Piazza Giulio Cesare





# SPE'LAION 2010

XV Incontro Regionale della Speleologia Pugliese





Finito di editare nel 2013

A cura del Gruppo Speleologico Vespertilio

con una tiratura limitata del CD/DVD con file originali 1\200

Copia digitale scaricabile dai siti del Gruppo Speleologico Vespertilio CAI Bari  
e della Federazione Speleologica Pugliese.

**Redazione:** Marco Mondanese, Umberto Trimigliozzi, Marco Petruzzelli.

**Progettazione grafica:** Marco Mondanese, Umberto Trimigliozzi.

**Impaginazione:** Umberto Trimigliozzi, Marco Petruzzelli, Rosanna Laragione.

**Logo Spélaion 2010:** Marco Petruzzelli.

**Foto Copertina:** Foto di Alfonso Lacalamita, Ipogeo oggi distrutto,  
Grotta della Cava o “la Fregna” presso Minervino Murge,

© Gruppo Speleologico Vespertilio



Nel presente volume sono riportati i riassunti dei lavori che sono stati presentati nelle tre giornate del convegno come relazioni orali o poster.

I contenuti degli atti del convegno sono di proprietà intellettuale dei singoli autori: vengono concessi al Gruppo Speleologico Vespertilio per la pubblicazione su questo volume e per la sola consultazione e divulgazione.

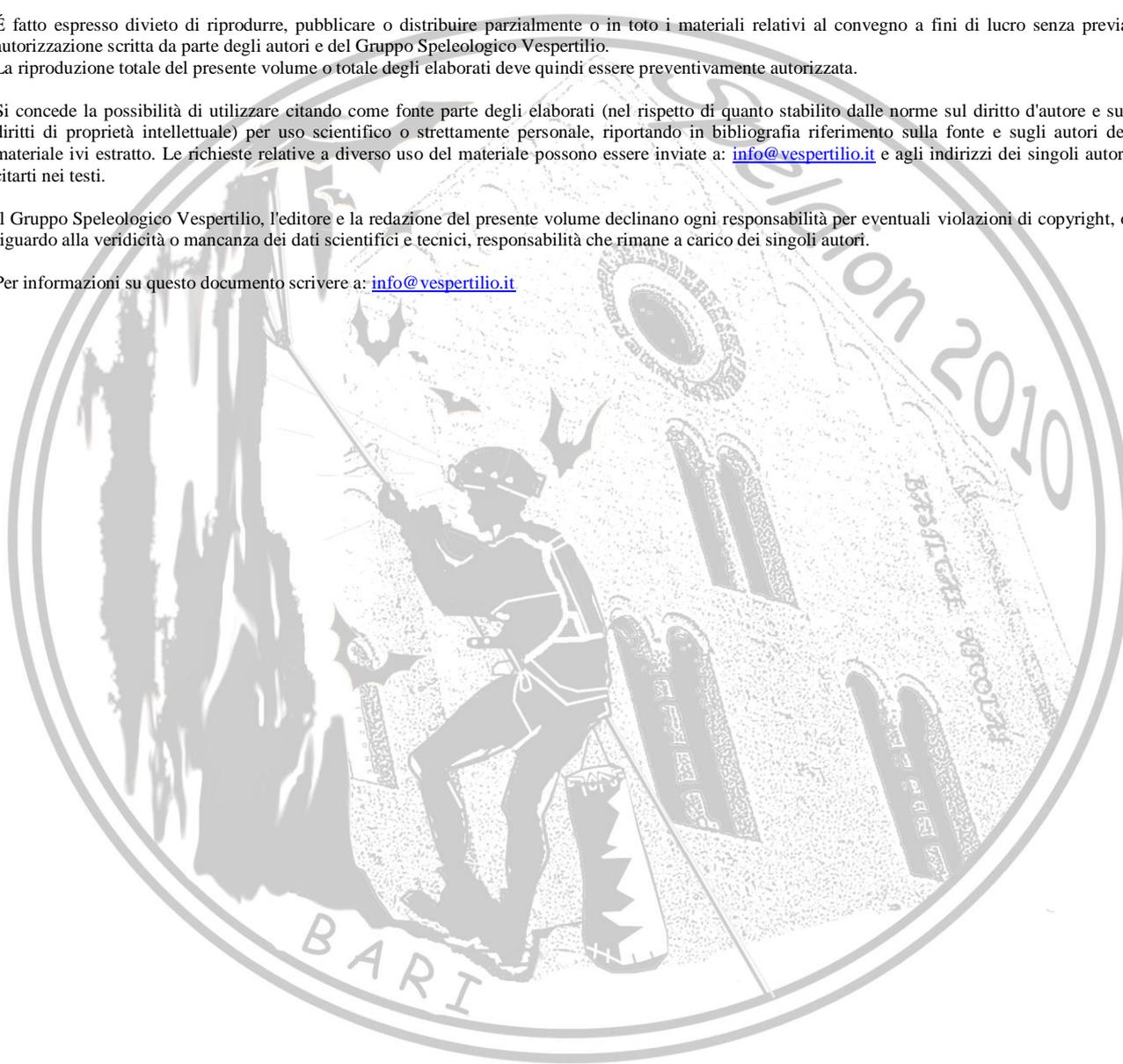
É fatto espresso divieto di riprodurre, pubblicare o distribuire parzialmente o in toto i materiali relativi al convegno a fini di lucro senza previa autorizzazione scritta da parte degli autori e del Gruppo Speleologico Vespertilio.

La riproduzione totale del presente volume o totale degli elaborati deve quindi essere preventivamente autorizzata.

Si concede la possibilità di utilizzare citando come fonte parte degli elaborati (nel rispetto di quanto stabilito dalle norme sul diritto d'autore e sui diritti di proprietà intellettuale) per uso scientifico o strettamente personale, riportando in bibliografia riferimento sulla fonte e sugli autori del materiale ivi estratto. Le richieste relative a diverso uso del materiale possono essere inviate a: [info@vespertilio.it](mailto:info@vespertilio.it) e agli indirizzi dei singoli autori citati nei testi.

Il Gruppo Speleologico Vespertilio, l'editore e la redazione del presente volume declinano ogni responsabilità per eventuali violazioni di copyright, o riguardo alla veridicità o mancanza dei dati scientifici e tecnici, responsabilità che rimane a carico dei singoli autori.

Per informazioni su questo documento scrivere a: [info@vespertilio.it](mailto:info@vespertilio.it)





## Programma della manifestazione Programma SPELAION 2010

**Moderatori:** Dino Grassi  
Giuseppe Savino

### *Venerdì 10 dicembre 2010*

17:30 **Apertura segreteria ed Iscrizioni**  
18:00 **Mostra dell'adesivo speleo**  
Francesco Del Vecchio (CARS Altamura)

### *Sabato 11 dicembre 2010*

#### Sezione presentazioni orali – Sala Conferenze

08:00 **Apertura segreteria ed Iscrizioni**  
09:00 **Saluto delle Istituzioni**  
09:30 **Maggio 2010, lo sprofondamento/sinkhole in località San Procopio - Barletta. Tecniche e procedure per l'esecuzione dei rilievi** - CARS Altamura; GS Vespertilio CAI Bari; M. Parise  
09:45 **Lama Le Grotte a Grottaglie** - GG Grottaglie  
10:00 **Fauna cavernicola nelle grotte di Martina Franca** - GS Martinese  
10:15 **La galleria artificiale Pantano-Mondragone a Ruvo di Puglia** - GS Ruvese  
10:30 **Monitoraggio abiotico complesso ipo-epigeo alla Grotta del Trullo di Putignano** - AS Karsico; GRC di Putignano  
10:45 **Fenomeni di dissesto nelle gravine di Statte** - GS Statte  
11:00 **Coffee Break**  
11:15 **Nuovi dati topografici su alcune cavità pugliesi** - GS 'Ndronico  
11:30 **Puliamo il buio 2010, un anno alla memoria** - SSI; FSP; Gruppo Puglia Grotte  
11:45 **SS (Speleologia Scientifica): alcune riflessioni** - M. Parise  
12:00 **Dueça 2010 - Cooperazione internazionale tra CISED di Penela (Portogallo) e Federazione Speleologica Pugliese (Italia) La gruta do Soprador do carvalho. Sistematizzazione di un rilievo speleologico** - V. Martimucci e Equipe Portogallo 2010  
12:15 **Discussione**  
12:45 **Alfredo De Giovanni presenta "Otto.L'Abisso di Castel del Monte"**  
13:30 **Pausa Pranzo**  
15:00 **Riscoprire la storia recente: I rifugi antiaerei di Monopoli** - Gruppo Puglia Grotte  
15:15 **Distribuzione biogeografica della fauna sotterranea Pugliese nel contesto dell'evoluzione paleogeografica dell'area** - S. Inguscio, E. Rossi, M. Parise  
15:30 **Grava di Zazzano: bonifica e oltre** - GS San Giovanni Rotondo; GS Montenero; ASC Rignano  
15:45 **La gestione di un centro di educazione ambientale. Riflessioni sull'evoluzione dello speleologo da geografo ad educatore** - GS Martinese  
16:00 **Intervista a Raffaele Onorato**  
16:30 **1941. L'incredibile "Bat Bomb Project": chiroterri in battaglia** - GS Salentino "P. de Lorentiis"  
16:45 **Aggiornamento delle ricerche sugli speleotemi delle Mannute** - GS Neretino  
17:00 **Carlos Solito presenta "Il Contrario del Sole"**  
17:15 **Attività del Gruppo Grotte Salento in cavità artificiali** - GG Salento  
17:30 **Trent'anni del Gruppo Speleologico Vespertilio CAI Bari intervengono F. Caizzi, E. Fabiano, B. Gernone e S. Veronico**



- 18:00 **Caratterizzazione archeometrica di ossidiana, ceramica e malta dall'area archeologica del Pulo di Molfetta (BA)** - P. Acquafredda (UniBa); I. M. Muntoni (UniRoma2)
- 18:15 **Il Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico e le convenzioni con le strutture dello Stato per attività di soccorso e formazione** - W. Formicola; F. Alò; G. Perrucci (CNSAS)
- 18:30 **Presentazione del Volume “Il Patrimonio Geologico della Puglia - Territorio e Geositi”** - Oronzo Simone (Gruppo di Lavoro "Geositi" SIGEA sez. Puglia)
- 18:45 **Discussione**
- 19:00 **Tavola Rotonda sul "Progetto Catasto 2011 - 2012. Programmazione esecutiva"**  
intervengono V. Martimucci, V. Iurilli, M. Rodi, M. Parise, V. Meuli, V. Borneo
- 20:00 **Coro degli alpini del CAI di Bari**
- 20:30 **Chiusura dei lavori**
- 21:00 **Festa di fine manifestazione “Serata al BIUorG”**

### Sezione video non stop – Sala Video

- "Grava del Fumo e Grava I del Confine: campo esplorativo Alburni estate 2010" (O. Lacarbonara, M. Marraffa, C. Pastore - GSM)
- "Italian-vietnamese speleological multidisciplinary expedition 2010" (Squadra Ka.w.e - Karst Water Exploring)
- "Socotra" (G. Zaccaria - La Venta)
- "Tepui 2010" (V. Crobu-La Venta)
- "Chiapas 2010" (V. Crobu - La Venta)
- "Naica - la grotta dei cristalli" (La Venta-C/Producciones)

### Sezione riunioni – Sala Riunioni

- 15:00 - 17:00 **Riunione Scuole Regionali Pugliesi SSI**
- 17:00 - 18:30 **La nuova Scheda Attività on-line dei Gruppi Federati Pugliesi**
- 18:30 - 20:00 **Alburni Team. Riunione**

### Sezione poster

- Caratterizzazione delle cavità carsiche mediante tomografie elettriche. Un caso di studio, Mezzoprete** - Pierpaolo Moretti; Gnurlantino Maria Pia (CARS Altamura)
- Il problema delle voragini ad Agliano Terme - Il primo approccio di tipo speleologico integrato** - V. Tiberi, M. Mottin, E. Minuzzo, F. Minuzzo, R. Cantele (Geo CAI Bassano del Grappa)

### *Domenica 12 dicembre 2010*

- 09:00 **Assemblea Ordinaria della Federazione Speleologica Pugliese**





# Spélaion 2010

XV Incontro Regionale della Speleologia Pugliese



## Atti del Convegno

10 – 11 – 12 Dicembre 2010  
Villaggio del Fanciullo “San Nicola” – Bari



COMUNE DI BARI



SOCIETÀ  
SPELEOLOGICA  
ITALIANA





## La Speleologia in Puglia

Annualmente la Federazione Speleologica Pugliese conferisce ad un Gruppo Speleologico federato l'incarico di organizzare il raduno annuale "SPELAION". Il convegno associato all'evento rappresenta occasione di confronto tra le esperienze di ricerca condotte dai gruppi speleologici pugliesi e promuove sinergie culturali, non solo tra i gruppi.

I risultati delle attività di ricerca e di esplorazione vengono esposti durante gli interventi ed illustrati con mostre fotografiche, proiezioni di documentari, pubblicazioni a tema.

Rappresentanti degli organismi regionali e nazionali (la Federazione Speleologica Pugliese, la Commissione Scuole di Speleologia, il Corpo Nazionale di Soccorso Alpino) contribuiscono ad arricchire la manifestazione con riunioni tecniche e di taglio scientifico.

Quest'anno l'incontro, organizzato dal Gruppo Speleologico Vespertilio, è occasione particolare per prendere atto della nuova Legge Regionale (la n. 33 del 4.12.2009 "Tutela e valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico") che riguarda da vicino la FSP, i Gruppi e i loro obiettivi. Occasione idonea anche a programmare insieme a tutti i Gruppi Speleologici pugliesi le attività relative al "Progetto Catasto" che verrà avviato nel 2011 per completare il censimento delle grotte e delle cavità artificiali

Ad Ottobre 2010 infatti, la Federazione Speleologica Pugliese (FSP) è stata individuata dalla Regione Puglia quale soggetto attuatore del progetto "Catasto delle grotte e delle cavità artificiali", finanziato dal PO FESR Puglia 2007/2013 Asse IV – Linea d'intervento 4.4 – Azione 4.4.1 – Attività E.

Il progetto, redatto in collaborazione con il Servizio Ecologia della Regione Puglia avvia una prima fase conoscitiva dell'intero corpus di cavità naturali ed artificiali della regione, elementi primari del Patrimonio Speleologico Regionale, attraverso azioni che renderanno complessivamente accessibili e fruibili i dati catastali relativi a 2100 grotte e 1000 cavità artificiali (il Catasto delle Grotte e Cavità Artificiali, previsto dalla nuova Legge Regionale). Sono previste, nel progetto, l'acquisizione di dati e immagini in campo, l'informatizzazione e la restituzione degli stessi tramite un webgis, sotto il coordinamento della FSP e con la partecipazione attiva di tutti i Gruppi federati e, quindi, degli speleologi pugliesi.

A tal proposito, possiamo così riassumere la presenza della Speleologia nella nostra regione: a fine 2010 alla Federazione Speleologica Pugliese, fondata nel **1979**, aderiscono **21** gruppi speleologici che contano un totale di circa **600** speleologi che svolgono annualmente approssimativamente **800** escursioni ed esplorazioni in grotte e cavità naturali ed artificiali, documentando, fotografando, rilevando, collaborando con istituzioni scientifiche e culturali. Le ricerche, i rilievi topografici e le relative restituzioni grafiche di vuoti sotterranei, le osservazioni idrogeologiche del sottosuolo, le misurazioni di microclima, le segnalazioni di fauna biospeleologica, di archeologia, di antropologia, confluiscono in buona parte in varie pubblicazioni scientifiche diventando spesso anche supporto a studi scientifici di vari Enti e Istituti di Ricerca pubblici e privati.

Se si confronta il numero degli speleologi pugliesi con i quasi **3000** speleologi tesserati alla Società Speleologica Italiana rappresentano **un quinto** del totale nazionale di speleologi: la Puglia speleologica è quindi attualmente la regione più popolosa d'Italia.

Guardando agli obiettivi di diffusione della speleologia e di ricambio generazionale, in Puglia abbiamo ogni anno circa **200** nuovi aspiranti speleologi che si iscrivono a corsi di primo livello, organizzati e gestiti dai Gruppi Speleologici federati con Istruttori e Aiuto Istruttori qualificati e riconosciuti dagli standard nazionali delle scuole di speleologia SSI e CAI. Di questi allievi, aspiranti speleologi, solo una piccola parte (circa il 10%) entra a far parte costantemente delle attività dei gruppi creando il ricambio generazionale fondamentale per le attività dei gruppi, ma per i restanti, il corso e le attività svolte restano un bel ricordo e un'occasione di arricchimento delle proprie conoscenze, ottimi fondamenti per diffondere nella società la coscienza del ruolo ecologico e della fragilità dell'ambiente carsico.

Questo volume in conclusione raccoglie le relazioni di dettaglio delle presentazioni orali che sono state esposte durante la due giorni barese e testimonia il grosso impegno assunto dal Gruppo Speleologico Vespertilio nell'organizzare l'evento a cui va il ringraziamento della Federazione Speleologica Pugliese e di tutti i Gruppi Speleologici federati.

**Il Presidente FSP**  
Vincenzo MARTIMUCCI



## Prefazione

Annualmente la speleologia pugliese si incontra e si confronta in occasione della manifestazione regionale *Spélaion*, la cui organizzazione, di anno in anno, viene affidata ad un gruppo federato. Per il 2010 l'impegno è stato assunto dal Gruppo Speleologico Vespertilio CAI Bari.

E' così che è cominciata un'avventura durata un intero anno.

La scelta del 2010, per tutti noi del Gruppo Vespertilio, non è stata casuale. Abbiamo infatti voluto segnare e ricordare, attraverso *Spélaion*, un momento importante della nostra storia: il trentesimo anniversario dalla fondazione.

Nonostante fossimo alla nostra prima esperienza organizzativa di manifestazioni di questo genere, non ci siamo arresi. Ci siamo cimentati nell'impegno con la stessa determinazione e la stessa passione che anima il nostro essere speleologi. Non è stato facile, ma gli obiettivi attesi sono stati raggiunti.

Nei due giorni di incontro, svariati ed interessanti sono stati gli elaborati presentati da speleologi e non, sia pugliesi sia di altre regioni. Oltre cento sono stati i partecipanti all'evento e non sono mancati i saluti delle istituzioni, recati dalle autorità che numerose hanno partecipato, data la vicinanza alle sedi istituzionali presenti nel capoluogo barese.

*Spélaion 2010* è stato un punto d'arrivo per noi, ma è stato sicuramente un momento di partenza per l'intera speleologia pugliese. In occasione della manifestazione, infatti, si è dato ufficialmente avvio ai lavori del Progetto "Catasto delle grotte e delle cavità artificiali" che per due anni impegnerà tutti i gruppi federati.

A conclusione dell'incontro, consapevoli dell'importanza che riveste la conoscenza e soprattutto la divulgazione dell'attività che pratichiamo, abbiamo voluto completare il lavoro avviato, lasciando una traccia delle giornate, pubblicandone gli Atti. Abbiamo scelto un duplice formato, cartaceo (con un limitato numero di copie stampate) e digitale, fedeli alla tradizione ma convinti che la seconda modalità sia forse la migliore soluzione per una più ampia diffusione.

Come presidente del Gruppo non posso che ringraziare tutti coloro i quali hanno profuso, instancabilmente, impegno, sia prima sia durante la manifestazione. Ringrazio, inoltre, tutti i partecipanti che, insieme a noi, hanno vissuto le giornate della manifestazione e ci hanno sostenuto con la loro presenza.

**Presidente del G.S.Vespertilio CAI Bari**  
Rosanna LARAGIONE



## MAGGIO 2010, LO SPROFONDAMENTO/SINKHOLE IN LOCALITÀ SAN PROCOPIO - BARLETTA. TECNICHE E PROCEDURE PER L'ESECUZIONE DEI RILIEVI

*Mario Parise<sup>1,2</sup>, Vincenzo Martimucci<sup>2,3</sup>, Alfredo De Giovanni<sup>4</sup>, Michele Marzulli<sup>2,5</sup>,  
Nunzia Pentimone<sup>2,3</sup>, Daniele Sportelli<sup>2,6</sup>*

<sup>1</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche, IRPI, Bari, Italy, [m.parise@ba.irpi.cnr.it](mailto:m.parise@ba.irpi.cnr.it)

<sup>2</sup> Federazione Speleologica Pugliese.

<sup>3</sup> Centro Altamurano di Ricerche Speleologiche, Altamura.

<sup>4</sup> Geologo, libero professionista Ordine dei Geologi della Puglia n. 334, Barletta.

<sup>5</sup> Gruppo CAI Vespertilio, Bari.

<sup>6</sup> Gruppo Puglia Grotte, Castellana-Grotte.

### Riassunto

Tra la sera del 2 maggio e le prime ore del 3 maggio 2010 si è aperto uno sprofondamento in zona rurale del comune di Barletta, in località San Procopio. La voragine, di forma all'incirca circolare, di diametro pari a circa 32 m e superficie netta di 800 m<sup>2</sup> circa, ha interessato svariati alberi d'ulivo, un traliccio Enel, e interrotto una strada comunale. Ai margini dello sprofondamento, profondo dai 5 ai 12 m, si intravedevano strutture cunicolari di chiara origine antropica riconducibili a gallerie sotterranee per l'estrazione della calcarenite quale materiale da costruzione, dall'interno delle quali i dissesti si erano propagati in superficie, determinando la formazione della voragine. Gli ambienti ipogei sono state interamente rilevati nell'arco di 4 giornate di lavoro, utilizzando tecniche di rilievo ormai collaudate dalla Federazione Speleologica Pugliese, che hanno consentito di abbinare a una notevole accuratezza e precisione dei rilievi una altrettanto importante rapidità nella restituzione dei dati. Sulla base del rilievo plano-altimetrico così eseguito, sono poi state eseguite analisi dello stato di fratturazione all'interno della rete caveale, cartografando nel dettaglio i distacchi osservati ed esaminando le condizioni di stabilità dei singoli pilastri. I dati così raccolti sono stati utilizzati al fine di redigere una zonazione preliminare della suscettibilità da crolli nell'area in esame. Allo stesso tempo, indagini geofisiche e rilievi in aree limitrofe sono state svolte per individuare eventuali ulteriori prosecuzioni degli ambienti ipogei, o altre cave sotterranee. In questo lavoro si descrivono le principali attività eseguite, con particolare riferimento alle tecniche di rilievo speleologico utilizzate dalla FSP.

**Parole chiave:** Sprofondamento, Cavità artificiali, Cave sotterranee, Tecniche di rilievo, Barletta

CONTRIBUTO NON PUBBLICATO PER VOLONTÀ DEGLI AUTORI.

## LAMA LE GROTTI A GROTTAGLIE

*Emanuela Devita<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Gruppo Grotte Grottaglie

### Riassunto

Lama Le Grotte (Grottaglie). In questa presentazione si descrivono i risultati delle ricerche in corso ma che già negli anni '80 furono avviate dalla Soprintendenza archeologica della Puglia. A causa delle sue modeste dimensioni rispetto le altre Lame di Grottaglie, Lama Le Grotte è spesso stata tralasciata dagli interessi di studio sul territorio, ma in realtà trattasi di insediamento rupestre adiacente a quello ben più noto di Casalpiccio o Lama di Penziero. Il Gruppo Grotte Grottaglie intende continuare gli studi e dimostrare l'importanza ambientale, archeologica e geomorfologica del sito in esame.

**Parole chiave:** Grottaglie, Lame, Grotte, Grotta dell'Ulivo.

### Inquadramento e descrizione

Il territorio di Grottaglie è compreso tra gli orli di due terrazzi marini che con andamento parallelo NW-SE caratterizzano l'area compresa nelle quote di 100 e 150 mt s.l.m. Le formazioni geologiche che si rinvencono in questa area sono due: il calcare Cretaceo e le calcareniti tufacee Calabriane, in funzione delle differenti condizioni geomorfologiche ci occupiamo non più di profonde ed estese gravine ma piccoli solchi erosivi in cui comunque si rinvencono ancora piccoli nuclei di abitazioni in grotta o grotte adibite ad attività produttive (Fig. 1).

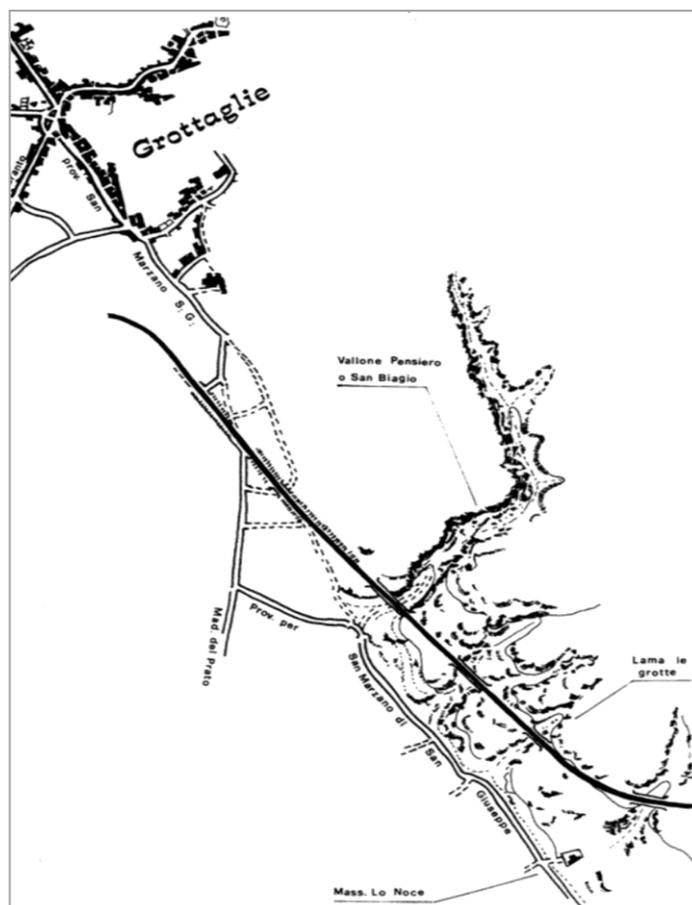


Fig. 1 - Inquadramento geografico del complesso di grotte e lame circostanti Grottaglie

Di dimensioni assai più piccole rispetto alle altre Lame che circondano il territorio di Grottaglie, non per questo merita minori attenzioni, anzi meriterebbe più approfonditi studi trattandosi di un sito interessante dal punto di vista geomorfologico, che ha restituito parecchio materiale archeologico e che conserva una grande abbondanza di erbe ed essenze selvatiche. La Lama Le Grotte misura poco più di 200 mt. di lunghezza e una profondità massima di 10 mt. Nonostante le dimensioni “ridotte” della Lama Le Grotte, in essa sono state rinvenute, catalogate e catastate ben 5 grotte sotto il nome di Grotta dell’ulivo 1,2,3,... In quest’habitat rupestre si sviluppò il fenomeno non solo abitativo, ma anche sociale e culturale del vivere in grotta, le cui radici sono legate alla particolare natura del territorio e alla vicinanza al tracciato della via Appia.

Nel territorio di Grottaglie e in particolare lungo la strada provinciale Grottaglie - San Marzano la strada si affianca a vecchie carrarecce e a Lama “Le Grotte”, ce ne è una identificata dal Lugli come un tratto della via Appia antica.

La Grotta dell’Ulivo 1 (Pu Ta1330) si affaccia sulla strada provinciale Grottaglie San Marzano, vi si accede attraverso un ampio ingresso, la grotta misura 12 x15 mt. di larghezza e un’altezza massima di 4 mt. utilizzata certamente come riparo.

La Grotta dell’Ulivo 2 (Pu Ta 1329) a pochi metri di distanza dalla prima, anche questa grotta si presenta dopo un grande ingresso, di notevoli dimensioni 25x8 mt. di larghezza e un’altezza massima di 3 mt. Numerosi massi sono presenti all’interno e la facciata esterna è evidentemente erosa dal vento, in fondo alla grotta ci sono cunicoli chiusi di piccole dimensioni.

Grotta dell’Ulivo 3 (Pu Ta 1331) , misura 15x13 mt. di larghezza e 3,20 mt. di altezza massima. Presenze di massi sul pavimento ed evidenti segni di erosione dovuta al vento, all’interno di questa grotta sono stati rinvenuti cocci ceramici di varie dimensioni classificati come Ceramica Medievale del tipo ad Uccelli molto diffuso nel tarantino datata fra la fine del XIV e il XVI sec d.C. in effetti secondo un primo ed approssimativo studio il periodo di massima popolazione, di questo piccolo nucleo insediativo, è stato il Medioevo (Fig. 2, Fig. 3).

Grotta dell’Ulivo 6 (Pu Ta 1332), grande ingresso, la grotta misura 8x6 mt. di larghezza e altezza massima di 3 mt.

Grotta dell’Ulivo 7 (Pu Ta 1333), misura 10x4 mt. di larghezza (manca il dato relativo all’altezza), l’ingresso è quasi occultato da 2 grandi massi squadrati presumibilmente caduti dalla volta.



*Fig. 2 - Ceramiche trovate nella grotta dell’Ulivo 3*

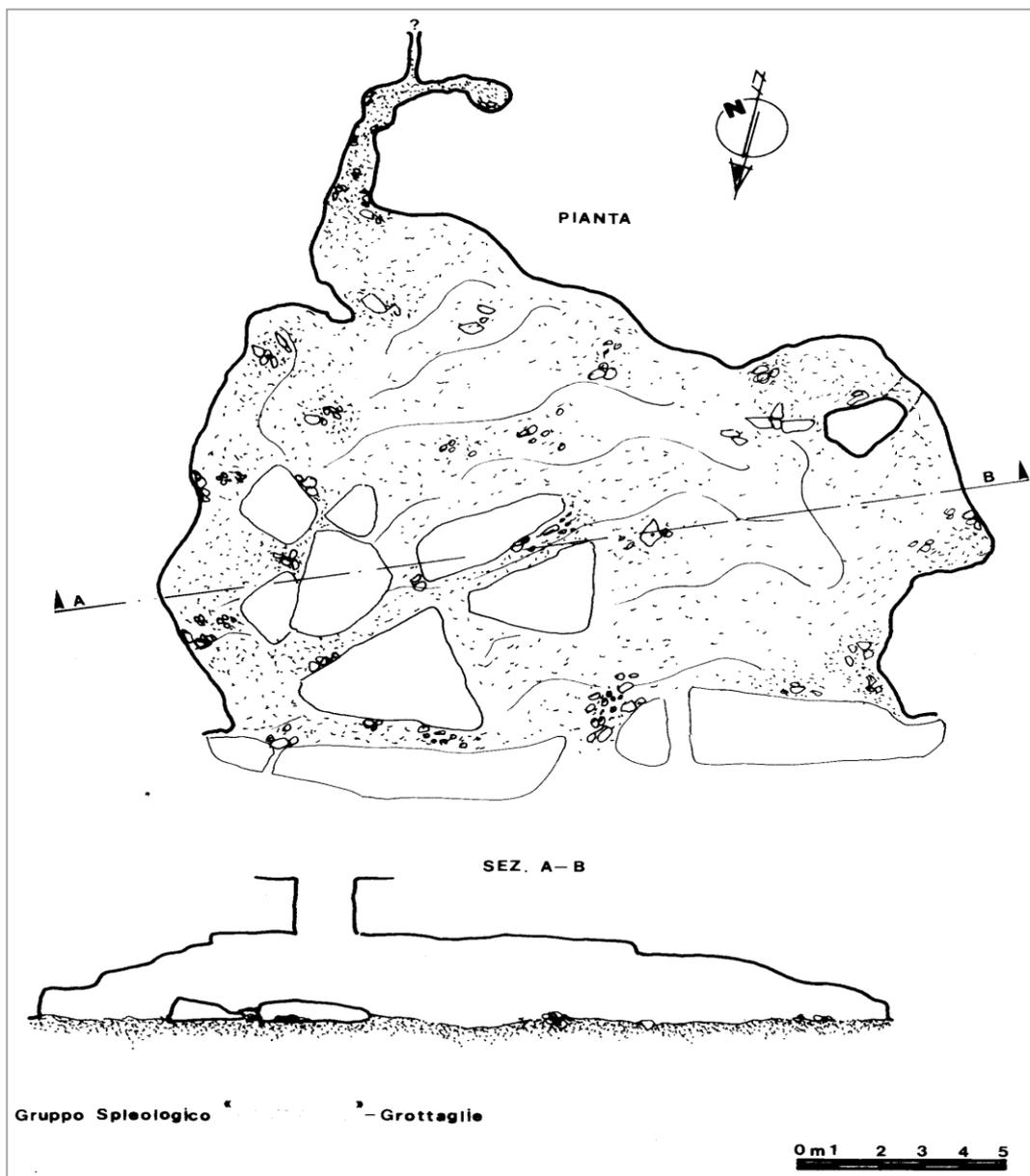


Fig. 3 - Rilievo dell'ipogeo Grotta dell'Ulivo 3

## Bibliografia

CAFFORIO C. (1961) - *Riggio, casale disabitato nel territorio di Grottaglie*, Taranto 1961.

RICCHETTI G. (1967) - *Osservazioni preliminari sulla geologia e morfologia dei depositi Quaternari del mar Piccolo di Taranto*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., Catania, s. VI, Vol XVIII.

UGGERI G. (1977) - *La via Appia tra Taranto e Brindisi. Problemi storico-topografici*. in "Ricerche e studi" (Brindisi, 1977)

CASAVOLA E. (1976) - *Tentativi di salvaguardia e valorizzazione delle "lame" di grottaglie (Taranto)*. Estratto dal Vol. degli Atti del VI Simposio Nazionale sulla Conservazione

della Natura Organizzato dall'Istituto di Zoologia dell'Università di Bari. Bari, 26-29 Aprile 1976  
Cacucci Editore - BARI

FORNARO A. (1977) - *Ricerche archeologiche nelle Gravine di Grottaglie*, in "Annali della Facoltà di Lettere e filosofia dell'Università di Bari", XIX-XX in Patitucci & Uggeri "La ceramica medioevale pugliese alla luce degli scavi di Mesagne" Museo civico Archeologico "UGO GRANAFEI" 1977.

ALLEN E. (1979) - *Pietre di Puglia*. Dolmen, trulli ed insediamenti rupestri. Bari 1979.



## CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELLA FAUNA CAVERNICOLA NELLE GROTTE DI MARTINA FRANCA

Tiziana Quartulli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gruppo Speleologico Martinese

### Riassunto

Il territorio di Martina Franca si presenta estremamente ricco di fenomeni carsici, in particolare lungo la fascia che degrada a SE verso Taranto e la provincia di Brindisi.

Questa zona è stata oggetto di esplorazioni e ricerche già da alcuni decenni, anche se sotto alcuni aspetti scientifici riscontra una notevole carenza (osservazioni geologiche, morfologiche, biospeleologiche ecc.).

Il Gruppo Speleologico Martinese ha iniziato un lavoro di ricerca finalizzato a monitorare lo stato di conservazione e tutela del patrimonio speleologico fino ad ora conosciuto, ma anche e in particolare, attraverso un'indagine faunistica, alla compilazione di una "checklist" delle specie cavernicole in esso presenti.

Lo studio presente rappresenta un primo contributo a questo lavoro di ricerca e mette in particolare evidenza la descrizione delle specie faunistiche più significative fin'ora rinvenute, una breve descrizione delle cavità campionate, cenni sui metodi di cattura e ubicazione dei punti di campionamento.

**Parole chiave:** fauna cavernicola, Martina Franca, Puglia.

### Abstract

The territory of Martina Franca is extremely rich of karst areas, particularly along the band that degrades to SE, from Taranto and Brindisi.

This area has been the subject of exploration and research for several years, although scientific contributions are limited (the main are based on geological and morphological observations, biospeleology etc).

The Gruppo Speleologico Martinese, has begun a job of research finalized to observe the state of maintenance and guardianship of the speleological patrimony until now known, but also and particularly, through an investigation of the fauna and the compilation of one "checklist" of the caves species that live in it.

The present study represents a first contribution to this job of research and puts particularly evidence into the description of the caves species until now recovered, a brief description of the caves analyzed, overview of the methods of capture and location of the sampling sites chosen.

**Keywords:** Cave's Fauna, Martina Franca, Apulia

### Introduzione

Il popolamento faunistico degli ambienti cavernicoli, fortemente condizionato dalla peculiarità dei fattori abiotici (assenza di luce, temperatura e umidità costanti) e biotici (scarsa disponibilità di risorse trofiche, in particolare quelle di origine vegetale), è limitato a pochi taxa rispetto alle comunità animali degli habitat epigei ed è costituito prevalentemente da entità saprofaghe, coprofaghe, limivore o carnivore.

Le specie animali fino ad oggi rinvenute in cavità naturali o artificiali sono state suddivise in diverse categorie, in considerazione della loro maggiore o minore presenza nelle grotte, del livello di adattamento e della capacità di riprodursi.

Secondo la classificazione di PAVAN (1958), oggi ancora riconosciuta valida, si possono distinguere 6 gruppi:

- *eutroglosseno*: organismo che evita le grotte e la cui presenza è incidentale, non vi si riproduce;
- *subtroglosseno*: organismo che evita le grotte e la cui presenza è incidentale, ma vi si può riprodurre;
- *troglosseno*: organismo che non evita le grotte (afiletico se non vi si riproduce, filetico se vi si può riprodurre);

- *subtroglifilo*: organismo che tende ad eleggere a proprio habitat la grotta ma non vi si riproduce;
- *eutroglifilo*: organismo che tende ad eleggere a proprio habitat la grotta e vi si riproduce;
- *troglobio*: organismo che vive e si riproduce esclusivamente nelle grotte.

Ad un relativamente limitato numero di specie troglobie, fanno riscontro numerosi elementi *troglosseni* e *troglofili*, la maggior parte dei quali appartengono agli Artropodi (Pavan M. 1958; Latella L., Stoch F. 2001; Caoduro G., Latella L. 2004; Malagrino P. 2005).

La Puglia è tra le regioni italiane più importanti dal punto di vista biospeleologico, infatti, fino ad oggi sono state scoperte 42 specie troglobie. Di queste, 22 sono endemiche, ossia si trovano solamente in Puglia.

L'alto grado di endemismo della Puglia è dovuto alle vicende geologiche di questa regione che ha subito in passato numerose trasgressioni marine e quindi fasi di isolamento o sommersione di parte del territorio.

Sulle Murge, in particolare, troviamo 14 specie troglobie e di queste solo due sono endemiche murgiane: *Murgeoniscus anelii* e *Castellanethes sanfilippoii* (Inguscio S., Rossi E. 2007).

## Inquadramento geografico

Il vasto territorio di Martina Franca fa parte delle cosiddette Murge sud-orientali e occupa da NO a NE una vasta area compresa nel margine meridionale del tavolato murgiano (F° 190 I.G.M. Monopoli), mentre da SE a SO le Murge degradano con una serie di scarpate nell'arco Jonico (F° 202 I.G.M. Taranto) (AA.VV. 1980).

Questo paesaggio presenta numerosi fenomeni carsici, sia di superficie che di profondità (a sviluppo orizzontale e verticale), che si sviluppano nella formazione del calcare di Altamura: si tratta di calcari micritici stratificati, frequentemente laminati ed alternati a calcari micritici con concentrazioni fossilifere di rudiste e foraminiferi bentonici e con presenza di livelli brecciati (Pieri P., 1980).

Dal gennaio 2010 ho iniziato un lavoro di ricerca e analisi riguardante, soprattutto, gli aspetti biologici delle cavità naturali più significative (per estensione e profondità) presenti nel territorio martinese (fig. 1).

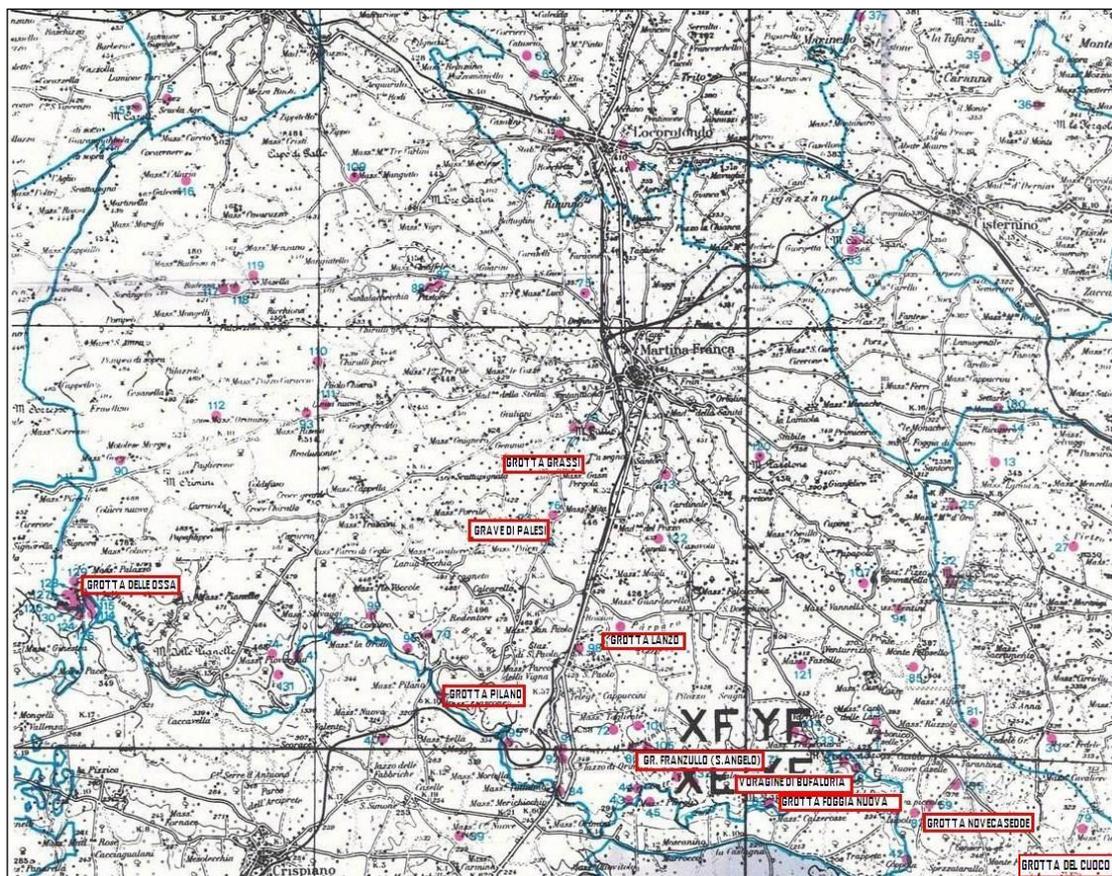


Fig.1- Le 10 cavità carsiche più significative in fase di studio.

## Materiali e metodi

I metodi utilizzati per il censimento della fauna sono stati due:

- Caccia libera o raccolta a vista (fig. 7);
- Trappolaggio con esche alimentari ( formaggio e/o carne), atte ad attirare gli individui in punti accessibili della grotta.

Si tratta di “trappole a caduta” semplici barattoli di conserva, senza tappo o fondi di bottiglie di plastica, in cui si pone l’esca (fig. 6).

Nelle figure 2, 3 e 4 è messa in evidenza la diversa disposizione delle trappole nelle grotte.

Ogni trappola è stata contrassegnata con numeri progressivi, inoltre le stesse sono state disposte ad una distanza superiore a 2 metri l’una dell’altra.

Delle 14 trappole totali, 3 sono state inserite in *Voragine di Bufaloria*, 6 nella *Grotta di Foggianuova* e 5 nella *Grotta delle Ossa*.

Il controllo delle trappole è avvenuto a distanza massima di una settimana.

Gli animali, una volta raccolti, sono stati conservati in barattoli contenenti una soluzione di alcol al 70% e classificati con chiavi dicotomiche a seconda della categoria tassonomica di appartenenza.

## Siti di campionamento

### VORAGINE DI BUFALORIA (fig. 2)

Comune: Martina Franca , Località: Difesa del Duca, n° catasto: 396 Pu

Coordinate geografiche: 17° 22' 14'' E / 40° 37' 14.4'' N

Quota: 370 s.l.m., Sviluppo planimetrico: 26 metri; Rilievo: Orofino F., GGS

La cavità si apre, nei calcari del Cretaceo superiore, quasi al fondo di una lama, 250 metri a sud est della masseria omonima.

L’imbocco di circa un metro di diametro immette con un salto di 22 metri, in una caverna allungata secondo un asse nord ovest – sud est.

Il fondo, in forte pendio, è ingombro di abbondante sfasciame roccioso di varie dimensioni, proveniente del disfacimento clastico delle pareti laterali che mostrano evidenti tracce di un lontano sfaldamento.

La volta della cavità, la parete opposta al punto di discesa ed un ripiano calcareo che si erge sul fondo, sono abbondantemente decorate da concrezioni stalatto-stalagmitiche di colore rosso ocre molto intenso.

Al disotto del ripiano citato la cavità prosegue con un cunicolo che si immette in un pozzetto di 4 metri ed una cavernetta terminale di 6.

Complessivamente si tratta di un inghiottitoio fossile impostato su frattura NO-SE.

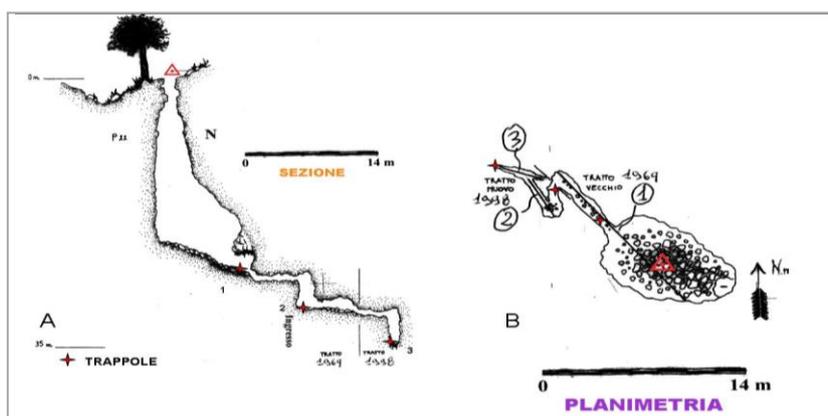


Fig.2 - Sezione e planimetria della “Voragine di Bufaloria” con la posizione delle trappole.

**GROTTA DI FOGGIANUOVA** (fig. 3)

Comune: Martina Franca , Località: Monti del Duca, n° catasto: 534 Pu

Coordinate geografiche: 17° 22' 24.49''E / 40° 37' 07.8''N

Quota:375 s.l.m., Sviluppo planimetrico: 175 metri; Rilievo: F. Orofino

Il complesso carsico si apre al margine occidentale di un'ampia dolina al bordo del gradone terrazzato delle Murge di Martina.

Dall'ingresso a voragine, a pianta triangolare, originatosi per l'assottigliamento e cedimento della volta della sottostante cavità, si perviene alla sommità di un alto cono detritico degradante più o meno ripidamente all'ampia caverna basale.

La grotta, tipica cavità carsica di frattura, allungata secondo la direzione assiale dell'Altopiano delle Murge (NO - SE), consta di due parti morfologicamente distinte: un unico vasto ambiente ad oriente del cono detritico ed una serie di cunicoli di difficile percorribilità ad occidente.

L'ampia sala con pavimento coperto da sfasciume roccioso, con massi di notevole dimensioni, provenienti dal disfacimento meccanico (gravi clastico) della volta e delle pareti, è divisa per un terzo della sua lunghezza da un colonnato stalatto-stalagmitico di notevole spessore.

Al termine del colonnato un blocco calcareo lungo 12 metri, largo x alto 4, nasconde la cavernetta terminale e crea un vano inferiore. Lungo la parete meridionale, a 12 metri dall'ingresso, un cunicolo laterale lungo 10 metri immette in una bassa cavernetta riccamente concrezionata.

La parte occidentale del complesso carsico, lungo 72 metri, inizia con tre cavernette in rapida successione.

Dall'ultima delle tre si accede sia al lungo corridoio finale, sia ad una caverna di discrete dimensioni con diverticoli laterali molto allungati, stretti e alti.

A 50 metri circa dall'ingresso, in corrispondenza di un bacino di acqua di stillicidio, la volta del corridoio si abbassa repentinamente; dopo pochi metri la volta si alza fino alla caverna terminale (Orofino F., 1981).

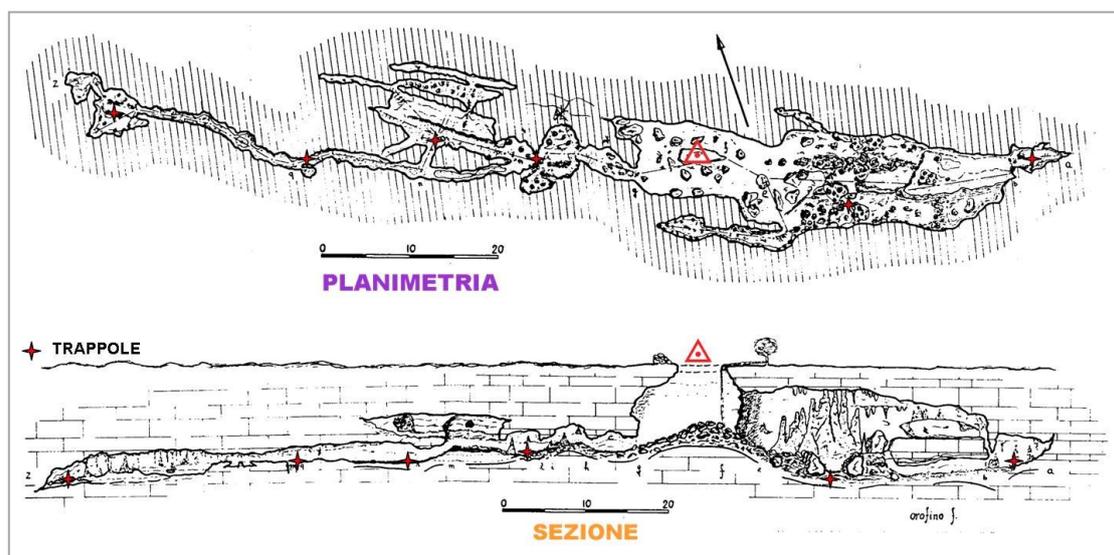


Fig. 3 - Planimetria e sezione della "Grotta di Foggianuova" con la posizione delle trappole

**GROTTA DELLE OSSA** (fig. 4)

Comune: Martina Franca, Località: Gravina del Vuolo, n° catasto:1053 Pu

Coordinate geografiche: 17° 10' 58.8'' E / 40° 39' 39.64''N

Quota:432 s.l.m., Sviluppo planimetrico: 77 metri

Rilievo: Marraffa, M., Chiatante C.

L'imbocco, caratterizzato dalla presenza di un albero di fico selvatico, immette, con un salto di 2 metri circa in una cavità ricoperta da ossa di bovini e equini (fig. 5). Il complesso si sviluppa in tre ambienti, forati per crollo; riempiti di blocchi. Le concrezioni sono presenti soltanto in un ambiente che ha conservato le fattezze pre - frane.

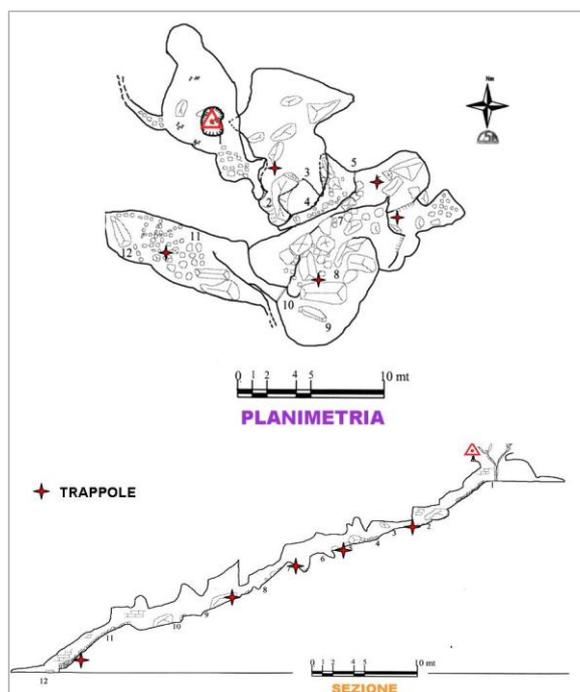


Fig. 4 - Planimetria e sezione della "Grotta delle Ossa", con la posizione delle trappole.



Fig. 5 - Imbocco della "Grotta delle Ossa".



## Risultati

Nel complesso sono state rinvenute 15 categorie tassonomiche; di cui 9 classificate a livello di specie. Nella *Voragine di Bufaloria* e nella *Grotta di Foggianuova* sono stati raccolti e determinati esemplari appartenenti a 5 famiglie.

Inoltre tra la fauna studiata in queste due grotte ci sono specie prettamente troglobie, cioè adattate a vivere in ambiente ipogeo.

Al contrario, nella *Grotta delle Ossa*, sono state determinate 6 famiglie, tutte prettamente troglofile, subtroglofile e eutroglofile (tab. 1).

CLASSE	ORDINE	FAMIGLIA	GENERE, SPECIE	Cat. Biospel.	V. BUFALORIA	G. DELLE OSSA	G. FOGGIA NUOVA
Gasteropoda	Stylommatophora	Zonitidae	<i>Oxychilus</i> sp.	eutroglifilo			*
Aracnida	Araneae	Tetragnathidae	<i>Meta bourneti</i>	troglofilo		*	
			<i>Metellina merianae</i>	troglofilo		*	
Malacostrada	Isopoda	Nesticidae	<i>Nesticus eremita</i>	troglofilo	*	*	*
		Triconiscidae	<i>Murgeoniscus anelii</i>	troglobio			*
		Philosciidae	<i>Chaetophiloscia cellaria</i>	eutroglifilo		*	
Insecta	Diptera	ind.			*	*	*
	Coleoptera	Carabidae	<i>Italodytes stammeri</i>	troglobio	*		
	Orthoptera	Raphidophoridae	<i>Troglophilus andreinii</i>	troglofilo	*	*	*
	Trichoptera	Limnophilidae	<i>Micropterna</i> sp	subtroglifilo		*	
Mammalia	Chiroptera	Lepidoptera	ind.			*	
		Collembola	Tomoceridae	troglofilo	*		
		Entomobryidae	<i>Heteromurus nitidus</i>	troglofilo	*		
		Rhinolophidae	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	troglofilo		*	
		<i>Rhinolophus</i> sp	troglofilo				*

Tab.1 - Categorie tassonomiche rinvenute nelle 3 cavità carsiche campionate, \* presenza

(Parenzan P., 1951; Parenzan P., 1955; Baccetti B., 1982; Parenzan P., 2004; Ruffo S., Stoch F., 2005; AA.VV., 2006; <http://www.collembola.org/>)

### Descrizione delle specie faunistiche più significative rinvenute nelle 3 cavità

*Meta bourneti* Simon, 1922 (fig. 5)

Appartiene alla famiglia dei Tetragnathidae e misura fino a 17 mm.

È specie troglifila con una distribuzione di tipo euro-maghrebina, manca tuttavia dall'Europa centro-settentrionale.

Presenta il prosoma e le zampe ambulacrali di un bruno cioccolato uniforme e l'opistosoma è bruno più chiaro senza disegni evidenti.

Una particolarità è l'ovisacco (che all'interno contiene le uova), dalla forma ovale a pendaglio del diametro di circa 2 cm, di colore candido, che solitamente viene attaccato, mediante un peduncolo di tela, alla volta delle grotte.



Fig.6 - Costruzione in situ di una trappola e suo

Fig.7 - Caccia libera.



Fig. 8 - *Meta bourneti* (Simon, 1922) Foto T. Quartulli

#### *Metellina merianae*, Scopoli 1763

Appartiene alla famiglia dei Tetragnathidae e misura da 5 a 9 mm; il prosoma è bruno chiaro con una tacca triangolare scura sulla regione cefalica dorsale e striature scure radiate sulla parte dorsale toracica; l'opistosoma è bruno con disegni longitudinali più chiari.

E' specie troglodila e predilige le zone d'ombra; la sua distribuzione è europea.

#### *Nesticus eremita*, Simon 1879

E' specie che ama le zone umide e teme la luce. Misura da 3 a 4 mm e in assenza di luce presenta una colorazione tipica beige chiaro, mentre in luoghi ombrosi più foci si delineano dei disegni bruni più o meno mancanti; le zampe ambulacrali, in particolare il primo paio, sono ben sviluppati.

E' un ragno troglodilo (igrofilo e lucifugo) ad amplissima distribuzione probabilmente nord mediterraneo-orientale ( Ruffo S., 1955; Pepe R., Inguscio S., 1999; Rossi E., Inguscio S., 2003; Inguscio S., Rossi E., 2003).

*Murgeoniscus anelii*, Arcangeli 1938

Isopodo troglobio che appartiene alla famiglia dei Trichoniscidae, endemico delle Murge; lungo intorno ai 4 mm, ha il dorso, le antenne ed il telson coperti da lunghi peli distribuiti in modo disordinato.

Le antennule sono formate da tre articoli, di cui l'ultimo ornato da tre tozzi bastoncini sensori.

Caratteristica, sulle antenne, la presenza di setole lunghe e rigide sulla superficie del peduncolo.

Il pereion e il pleon sono sostituiti da segmenti convessi. Il telson ha forma triangolare con l'apice arrotondato (Arcangeli A., 1938; Inguscio S., Rossi E., 2003).

*Italodytes stammeri*, Muller 1938 (fig. 9)

Coleottero Scaritino troglobio, lungo tra 4,5 – 4,7 mm, endemico della Puglia centro-meridionale e della Basilicata orientale.

E' caratteristico il suo addome a palloncino che funziona da elemento igroregolatore dell'aria respirata: l'umidità, infatti, rappresenta un fattore limitante per la sopravvivenza dei troglobi.

Se nella grotta si ha un periodo di siccità essi si ritirano nelle fessure più profonde. Generalmente vive in zone con temperatura oscillante tra 13 e 17°C.

Si nutre di pseudoscorpioni, acari, collemboli e crostacei (De Marzo L., 1985; Inguscio S., Pellegrino, 1990; Vanni S. *et al.*, 1991; Inguscio S., Rossi E., 2003).

Questo coleottero presenta due sottospecie: *Italodytes stammeri stammeri* Muller 1939, che vive in gran parte della Puglia centro meridionale e *Italodytes stammeri antoniettae* Magrini e Vanni 1986, che si trova a sud dell'abitato della città di Nardò (Inguscio S., Rossi E., 2003).



Fig.9 - *Italodytes stammeri* (Muller 1938) Foto T. Quartulli, F. De Natale

*Chaetophiloscia cellaria*, Dollfus 1884 (fig. 10)

Isopodo eutroglofilo che appartiene alla famiglia dei Philoscidae; lungo intorno ai 5 - 8 mm, presenta una parziale depigmentazione, e una colorazione tipicamente bruno - giallastra.

Ogni segmento del pereion ha una coppia di macchie chiare circolari disposte su entrambi i lati della linea mediana. I bordi laterali dei segmenti sono pigmentati e la punta posteriore del VI e VII pereionite sono di un colore beige. I bordi laterali del telson sono diritti e la punta è arrotondata (Séchet E., Noël F., 2007).

Secondo Arcangeli (1952) è un elemento con una geonemia di tipo paleoogenico transionico (Ruffo S., 1955).



Fig. 10 - *Chaetophiloscia cellaria* (Dollf. 1884) Foto T. Quartulli

## Conclusioni

Questo primo contributo al nostro lavoro di ricerca ha ampliato la distribuzione di numerose specie cavernicole presenti sia su scala nazionale che su scala regionale, nonostante sia stato effettuato un solo campionamento in tutte e 3 le cavità indagate.

In particolare delle 2 specie troglobie pugliesi: *Murgeoniscus anelii* e *Italodytes stammeri*.

Questo ci spinge ad una prosecuzione delle ricerche biospeleologiche in queste stesse cavità per migliorare la conoscenza di eventuali altre specie in esse presenti.

## Ringraziamenti

Ringrazio tutti i membri del GSM, in particolare, il presidente Michele Marraffa e Vincenzo Curri, per l'aiuto e la disponibilità durante i campionamenti e Enzo Pascali per i suoi consigli.

Ringrazio i proprietari delle masserie: masseria della Signora, masseria Foggianuova e masseria di Bufaloria per averci consentito l'accesso alle grotte.

## Bibliografia

AA.VV. (1980) - *Murgia sotterranea*, bollettino del G.S.M. Martina Franca, II, 2, Taranto, Briziografiche, 126 pp.

AA.VV. (2006) - *Sottoterra: Rivista di Speleologia del G.S.B.- U.S.B* – Atti del 2226° corso di II livello, sui pipistrelli, Bologna: 111pp.

ARCANGELI A. (1938) - *Murgeoniscus anelii*, nuovo genere e nuova specie di isopodo terrestre cavernicolo italiano, *Le grotte d'Italia*, II, 3: 37-49 .

BACCETTI B. (1982 ) - *Ortotteri cavernicoli italiani (Notulae orthoperologicae ,XXXVI)*, Lavori della società italiana di Biogeografia, nuova Serie,7(1978), 195-206 .

CAODURO G., LATELLA L (2004) - *La fauna cavernicola*, In: LATELLA L. (ed.), Il

Monte Pastello. Mem. Museo Civ. St. Nat., Verona (II ser.), Monografie naturalistiche 1: 293-298 .

DE MARZO L. (1985) - *Primi risultati di ricerche entomologiche in una grotta di Puglia*, In *Vita nelle grotte: Incontro nazionale di biospeleologia*, Città di Castello, 135- 140 .

INGUSCIO S, ROSSI E.(2007) - *Biospeleologia*, In Inguscio S., Lorusso D., Pascali V., Ragone G, Savino G, (eds) *Grotte e carsismo in Puglia*, Ficarra & Mastrosimini, Castellana Grotte, 167 – 172 .

INGUSCIO S, ROSSI E. (2007) - *Biospeleologia*, In Pascali V., Tamborrino D., *Grotte di Cisternino*, La Litografia – Martina Franca, 18-19 .



INGUSCIO S., ROSSI E. (2003) - *Animalia Tenebrarum*, Nardò, Ideemultimediale: 95 pp.

INGUSCIO S., PELLEGRINO E. (1990) - *Puglia: alcuni resti di Italodytes stammeri e loro distribuzione*, Itinerari Speleologici, Riv. Fed. Spel. Puglia, 2, 4: 91-92.

LATELLA L., STOCH F. (2001) - *Biospeleologia*, In: Grotte e fenomeno carsico. Quaderni Habitat, Museo Friulano di Storia Naturale, Udine: 158 pp.

MALAGRINO P. (2005) - *Franco Anelli - Lezioni di speleologia*, In Grotte e dintorni, V, 9: 5- 43,

OROFINO F. ( 1981) - *Grotte e voragini di Martina Franca*”, Itinerari speleologici, Alabastro, Castellana Grotte, suppl 5: 1-40.

PARENZAN P., ( 2004) - *Animalia Speluncarum Italiae*, Congedo Editore, Galatina (Lecce): 160 pp.

PARENZAN P. (1951a ) - *Stato attuale delle conoscenze sulla speleobiologia dell'Italia meridionale*, Atti V Congr. Naz. Speleol., Salerno: 89-98.

PARENZAN P., ( 1955. ) - *Speleobiologia delle Murge*, *Boll. Zool.* 22 (2): 293-307.

PAVAN M. (1958) - *Relazione sulla classificazione biologica degli animali cavernicoli*, Atti VIII Congr. Naz. Speleol., Como 1956. In: *Rass. Speleol. It. e Soc. Speleol. It.*, Mem.4: 217-224.

PEPE R., INGUSCIO S. (1999) - *Contributo alla conoscenza dei ragni di grotta del Salento*, Itinerari Speleologici, II, 8; Martina F., Ed F.S.P. : 45-51.

PIERI P. (1980 ) - *Principali caratteri geologici e morfologici delle Murge*, Murgia Sotteranea, Taranto, II, 2, 13-19.

ROSSI E., INGUSCIO S. (2003) - *Fauna ipogea pugliese: nuovi dati e osservazioni*, 2° incontro di studi su: Il carsismo nell'area mediterranea. *Geo, Paleogeogr., Biol.* (Castro-Le) 6, Thalassia Salentina: 219-224.

RUFFO S. (1955) - *Le attuali conoscenze sulla fauna cavernicola della regione pugliese*, *Memorie di Biogeografia Adriatica*, 2, 1-143.

RUFFO S., STOCH F. ( 2005) - Eds. *Checklist e distribuzione della fauna italiana*, *Memorie del Museo Civico di Verona*, 2. serie, Sezione Scienze della Vita, 16, 301pp.

SÉCHET E., NOËL F. (2007) - *Deux espèces d'Isopodes terrestres nouvelles en Massif armoricain: Chaetophiloscia cellaria (Dollfus, 1884) et Porcellio gallicus Dollfus,*

1904 (*Crustacea, Isopoda, Oniscidea*), *Invertébrés Armoricains*, 1: 35-39.

VANNI S., MAGRINI P., INGUSCIO S. (1991) *Nuovi dati su Italodytes stammeri antonietae Magrini e Vanni, 1986*, *Redia*, LXXIV,1: 141- 146.

<http://www.collembola.org/> “verificato il 12 /12/2010”.



## LA GALLERIA DI BONIFICA PANTANO-MONDRAGONE A RUVO DI PUGLIA (BA)

Vincenzo Iurilli<sup>1,2</sup>, Luigi Berardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gruppo Speleologico Ruvese

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università degli Studi di Bari “A. Moro”

### Riassunto

La galleria Pantano-Mondragone, rappresenta senza dubbio l'elemento più rilevante, almeno per estensione, nel contesto di quelle “architetture del buio” che attraversano il tessuto ipogeo ruvese, aggiungendosi ad altri passaggi e cunicoli orditi (presumibilmente) in modo da collegare il centro antico con chiese e monasteri oltre le sue mura. La storia della galleria Pantano-Mondragone, però, è la più recente e documentata, non soltanto dagli aneddoti di coloro (ormai pochi ultranovantenni) che ricordano di aver giocato nelle acque del Pantano o di aver osservato i lavori di scavo della galleria, ma anche da una serie di documenti custoditi presso gli enti competenti (Ufficio Tecnico Comunale ed Archivio di Stato). Le recenti indagini, avviate nel 1988 dal Gruppo Speleologico Ruvese, sono giunte ad una nuova, seppur parziale, ricognizione dell'opera, con la quale i dati acquisiti sono stati messi a disposizione dell'Autorità di Bacino della Puglia e del Piano Urbanistico Generale di Ruvo di Puglia, in via di redazione nel 2010. La conoscenza del tracciato consente di ipotizzare alcune implicazioni tecniche sull'interazione tra la galleria e gli edifici soprastanti. Il complesso degli aspetti di quest'opera sotterranea ne evidenzia le diverse valenze che la fanno risaltare, dopo un lungo oblio, nel patrimonio culturale e storico del territorio (non solo comunale), suggerendo la ricerca di opportunità per un suo completo recupero, che sarebbe facilitato dal buono stato di conservazione e dalla stabilità della roccia calcarea in cui è stata realizzata.

**Parole chiave:** Ruvo di Puglia, Galleria artificiale, Speleologia urbana.

### Abstract

The artificial gallery Pantano-Mondragone, is certainly the most important cavity, at least by extension, in the context of the so-called "architecture in the darkness" underground the city of Ruvo di Puglia which is known to have passages and tunnels excavated (presumably) in order to connect the old town with churches and monasteries built outside the old city walls. The history of the gallery is also the most recent and documented. Some people (over ninety years old today) who used to play into the Pantano pond still remember the excavation works. Moreover a number of original official documents have been found at the Town Engineering Department (UTC) in Ruvo di Puglia and at the Public Record Office in Bari. Since 1988 the Caving club of Ruvo (GSR) is carrying on some studies on the current conditions of this cavity. All data and information collected in a recent inspection of the gallery and the surroundings are available for both the Apulian Basin Authority and for the General Town Planning Scheme (PUG). Finally, the information gathered about the actual path of the gallery permits to discuss some possible interactions with some recent constructions built up few decades after the excavation works. Overall, after so many years the artificial gallery of Pantano-Mondragone still represents cultural and historical heritage of this land which deserve opportunities for its restoration. The good structural status as well as the stability of the calcareous rock where it is located would make easier such kind of interventions.

**Keywords:** Ruvo di Puglia, artificial gallery, urban speleology.

### Introduzione

L'area suburbana di Ruvo di Puglia denominata “Pantano” corrisponde ad una depressione situata presso il margine meridionale del centro urbano. Per la sua orografia e struttura geologica quest'area è sempre stata soggetta a fenomeni di ristagno d'acqua più o meno prolungato ed evidente. Dal punto di vista orografico, infatti, essa ricade in una più vasta depressione dalla forma molto allungata (un *graben*), che localmente corrisponde ad un più ristretto bacino chiuso. In particolare la zona più bassa, storicamente soggetta ad

allagamenti, si trova tra due importanti vie di comunicazione: a Sud, la S.P. 231 che collega Ruvo a Bari e Canosa di Puglia e, a Nord, la linea ferroviaria gestita dalle Ferrovie del Nord Barese. Ad Est, Sud e Ovest confina con terreni agricoli, mentre è delimitata a nord dalla collina sulla quale si sviluppa il centro abitato.

Dal punto di vista geologico l'area si connota come una depressione strutturale del basamento calcareo mesozoico, effetto di dislocazioni tettoniche di età pliocenica, con asse di allungamento parallelo alla catena appenninica. L'originaria antica depressione si presenta parzialmente riempita da depositi databili al Pleistocene (Ruta, 2010); questi sono costituiti da uno strato argilloso di base, spesso circa 20 m nell'area più depressa, e da una sottile copertura di depositi alluvionali più recenti e riporti artificiali. Recenti indagini geognostiche (geosismica a rifrazione, geoelettrica e carotaggi) hanno rivelato la presenza di un substrato roccioso calcareo fessurato altamente permeabile (permeabilità  $k = 10^{-3} \div 10^{-4}$  cm/s). Lo strato di argilla impermeabile è limitato a N - NE dal versante del rilievo, costituito dalla roccia calcarea fessurata che rappresenta il terreno di fondazione del centro abitato.

I rilievi finora eseguiti non hanno rilevato nell'area singolarità di origine carsica (voragini, doline o anche inghiottitoi minori) nonostante le notizie riportate nella documentazione storica parlino dell'esistenza di una o più voragini che consentivano la regolazione naturale degli afflussi al Pantano.



Fig. 1.1 - Aspetto attuale del Pantano dopo un'abbondante pioggia. Sulla destra si intravede il centro abitato.

D'altra parte, le cavità carsiche sono frequenti nei terreni calcarei, particolarmente quelli costituenti il substrato dell'abitato. Tra queste, il "capovento di Mondragone" costituisce il recapito finale della galleria; la sua parte accessibile è profonda circa 9 metri, e la galleria vi si immette a m 3 dalla superficie.

Fino al 2009 la zona più depressa del bacino ospitava una cisterna in pietra, realizzata in un primo tentativo di bonifica nel 1908. Era lunga circa 70 m e larga 10 e, prima della realizzazione della galleria, raccoglieva parte del volume d'acqua invasato nel Pantano. La cisterna è stata demolita durante i recenti lavori per la realizzazione di un impianto di trattamento delle acque di prima pioggia raccolte da una parte della rete di drenaggio urbano a servizio del centro abitato. A causa della conformazione e della natura dei depositi, in occasione di eventi di pioggia particolarmente intensi, le parti depresse del bacino del *graben* sono soggette ad allagamento, compresa l'area più bassa del Pantano storico (fig. 1.1).

## Cenni storici

Alla fine del secolo XIX e all'inizio del XX lo specchio d'acqua era una presenza abbastanza costante a Sud dell'abitato. Vi si rispecchiavano le vicine fornaci per la cottura delle terrecotte, visibili nelle fotografie dell'epoca che ritraggono una visione di Ruvo piuttosto inconsueta (fig. 2.1).



Fig. 2.1 - Una veduta di Ruvo dal Pantano, in una cartolina d'epoca.

I primi documenti relativi alla bonifica del Pantano risalgono al 1907 e riguardano l'incarico per eseguire l'analisi dello stato dei luoghi e la proposta di soluzioni tecniche per la bonifica affidato all'ing. De Bernardis di Bari. Il tecnico propose al Comune la bonifica mediante pozzi assorbenti da mettere in comunicazione con pozzi preesistenti nelle aree limitrofe. Il Comune decise di richiedere l'intervento dello Stato invocando l'art.195 del Regio Decreto del 22 Marzo del 1900 che prevedeva "...il risanamento igienico di ambienti malsani, limitrofi ai centri abitati...". L'anno successivo il medico provinciale e l'Ingegnere Capo del Regio Corpo del Genio Civile, inviarono parere favorevole a Roma circa la necessità dell'intervento. Vennero proposte due soluzioni progettuali alternative: la prima, analoga a quella di De Bernardis, prevedeva il drenaggio delle acque nella parte più depressa messa in comunicazione con i circostanti pozzi assorbenti mediante cunicoli scavati nella roccia; la seconda, consisteva nella costruzione di un "emissario in galleria" nella collina ad est del Pantano fino a raggiungere la superficie delle campagne degradanti verso Terlizzi. Nel 1909, il Genio Civile venne incaricato dalla Commissione Tecnica Centrale per le bonifiche (Ministero dei Lavori Pubblici) per redigere il progetto di bonifica e nello stesso anno venne eseguita una ricognizione delle voragini presenti in prossimità dell'area. L'esito di questa indagine non è documentato ma è presumibile che non ci fosse nessuna possibilità di smaltire le acque né in prossimità del Pantano né verso Terlizzi. In realtà, l'esistenza di una o più cavità carsiche in grado di recepire, almeno in parte, le acque del Pantano è testimoniata dalla naturale regolazione degli afflussi – deflussi che in precedenza aveva consentito l'utilizzo della cisterna localizzata nella parte più depressa del bacino menzionato nell'introduzione. Tale cisterna presentava infatti alcune aperture laterali nelle pareti atte all'invaso delle acque stagnanti. Peraltro, gli aneddoti di coloro che da bambini giocavano in prossimità del Pantano (prima del 1929) riferiscono del pericolo di un "capovento" temuto dagli anziani dell'epoca, che probabilmente ne avevano memoria (testimonianza di T. Bernardi, 2008).

Nel 1910 si verificò un'epidemia di malaria a Ruvo, favorita senza dubbio dal proliferare nell'area paludosa della zanzara anofele, fortunatamente scomparsa. Per fronteggiare l'epidemia, lo Stato intervenne fornendo alla popolazione pillole di chinino. Come diretta conseguenza, le opere di bonifica da eseguirsi a Ruvo vennero iscritte tra i "comprensori di bonifica di I categoria" menzionati nella Legge del 20 Giugno 1912 n.712. Questa è l'ultima traccia documentale sul tema, prima della Grande Guerra del 1915-1918.

Il primo dopoguerra, peraltro, fu caratterizzato da una povertà dilagante, soprattutto nel Meridione d'Italia. La realizzazione delle opere pubbliche fu in quegli anni elemento decisivo per attenuare l'altissimo tasso di disoccupazione e anche la bonifica del Pantano si inserisce in questo scenario. Dalla corrispondenza intercorsa tra la Presidenza del Consiglio dei Ministri, il Sottoprefetto e il Sindaco di Ruvo si rileva che l'importo dei lavori di bonifica ammontava a 247.000 lire e che la redazione del primo progetto esecutivo, affidato ad una cooperativa di contadini, risale al 1919. Del progetto del 1919 non è stata rinvenuta la

documentazione originale, ma da incartamenti successivi si deduce che doveva comprendere lo scavo di un canale in galleria della lunghezza di circa 1700 m, in parte rivestito artificialmente in pietra, con un ingresso dalla parte del Pantano, chiuso da un cancello con funzione di “griglia” per i materiali più grossolani, due vasche di decantazione (all’ingresso e allo sbocco) e lo scavo di cinque pozzetti di aerazione ed ispezione distribuiti lungo il tracciato.

In una lettera del 1920, dal Commissario di Ruvo al Prefetto, si quantifica in soli 5 ettari l’estensione dei terreni che sarebbero stati concessi alla cooperativa esecutrice dei lavori. Questo dato conferma la singolarità della bonifica del Pantano nel panorama delle opere di bonifica idraulica eseguite in Puglia in quegli stessi anni (e soprattutto a cavallo tra il 1925 e il 1935). Evidentemente essa non ebbe come finalità il solo recupero di terreni coltivabili, elemento comune alla maggior parte delle aree interessate dalla riforma agraria di quegli anni, quanto piuttosto l’eliminazione di un fattore di rischio per l’incolumità delle popolazioni. D’altro canto è proprio la politica sociale di quegli anni che giustifica l’entità così rilevante delle opere progettate e poi realizzate.

Dopo ripetute interruzioni dei lavori, il 1923 vede un progetto di completamento delle opere, del quale è oggi reperibile la planimetria del tracciato della galleria. È anche interessante rilevare nella tavola del progetto una cartografia a colori dell’area allagata (fig. 2.2). A differenza dell’ipotesi di sversamento delle acque ad Est, sulle campagne verso Terlizzi, il recapito finale è individuato nella voragine naturale di Mondragone, a Nord dell’abitato, poco oltre la “Tramvia Bari-Barletta” in direzione di Molfetta ed in prossimità dell’incrocio tra la strada comunale “Mondragone” e la strada vicinale “Sciesole”. Probabilmente la scelta di un percorso siffatto era legata alla necessità di mantenere lo scavo ad una profondità quasi costante e non eccessiva, evitando anche interferenze col sottosuolo del centro abitato.

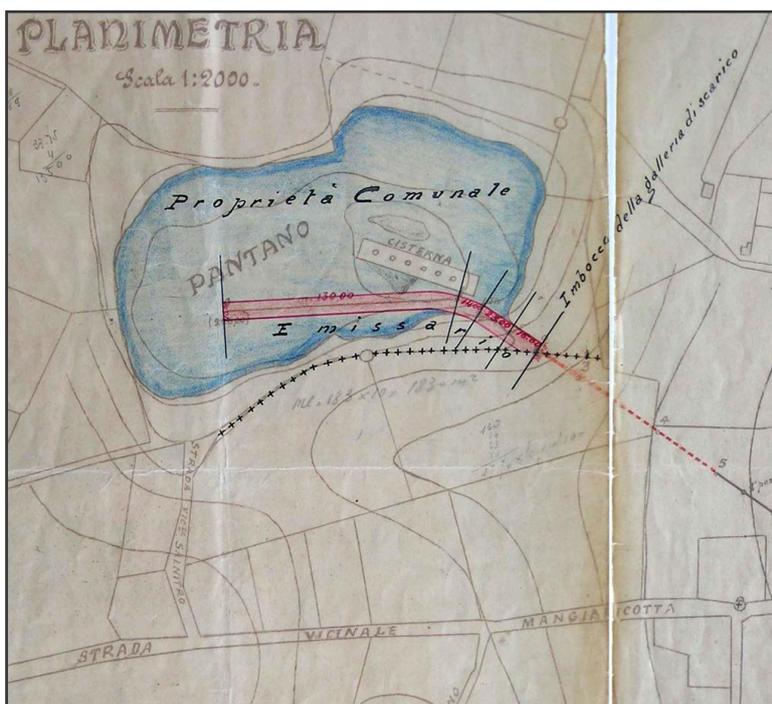


Fig. 2.2 - Cartografia del Pantano risalente al 1923. Disegno a mano su base topografica della fine del sec. XIX. Fonte: Archivio di Stato.

L’esatta collocazione del tracciato rispetto all’attuale tessuto urbano non risulta immediata, anche osservando la planimetria del progetto. Peraltro la sua base topografica è senza dubbio precedente al 1923 (probabilmente risale alla fine del secolo precedente), e riporta aree non ancora edificate lungo gran parte dello sviluppo della galleria offrendo pochi riferimenti in superficie. Esistono ancora oggi alcune testimonianze circa la posizione di qualche pozzo d’ispezione, sebbene molti di questi risultino inaccessibili, occultati dalle più recenti opere di urbanizzazione (marciapiedi, giardini, una scuola).

Tornando ai documenti, nel 1928 fu redatto dal Genio Civile il progetto di completamento delle opere che prevedeva, tra l’altro, l’ampliamento della sezione della galleria fino a 2 m in larghezza ed altezza al fine di migliorare le condizioni di lavoro e accelerare i tempi di scavo. Le opere continuarono fino al 1929, data

della consegna, come è indicato sull'imbocco della galleria dal Pantano in cui è riportata l'iscrizione "Anno VII" a sinistra di un fascio littorio; lo stesso simbolo è riportato anche sulla porta del manufatto attraverso il quale si accede alla voragine di Mondragone. Di quest'ultima fase dei lavori restano memorie nei racconti di chi, allora bambino, ricorda i giochi tra i cumuli di riporto presso i pozzetti, le raccomandazioni di non caderci, il viavai di operai e degli inusuali carrelli su piccole rotaie, o le ultime battute di caccia alle anatre presso lo specchio d'acqua in via di prosciugamento (testimonianze di C. Iurilli e F. Stragapede).

### Condizioni attuali della galleria

La galleria è stata oggetto di una nuova ispezione da parte del Gruppo Speleologico Ruvese (G.S.R.) nel febbraio 2009. Essendo impraticabile l'accesso dal Pantano a causa delle piogge nei giorni immediatamente precedenti, l'ispezione è iniziata a partire dallo sbocco della galleria in corrispondenza della voragine di Mondragone.

A differenza delle condizioni dell'imbocco, l'intero tratto ispezionato non ha presentato alcun segno di deflusso recente. Piuttosto, il fondo del canale è ricoperto da uno strato di terreno di spessore variabile tra 10 e 50 cm con profonde fessure di essiccazione.

Dopo aver attraversato il tratto terminale rivestito artificialmente in pietra (70 m circa) è stato possibile addentrarsi soltanto fino al pozzo di aerazione, indicato come "5° pozzo" sulla tavola di progetto del 1923 (il secondo procedendo in questa direzione). In questo punto la progressione è impedita perché la sezione è completamente ostruita da detriti di varia natura (fig. 3.1) sversati dalla superficie attraverso il pozzetto. D'altra parte, il pozzetto più prossimo allo sbocco è agevolmente superabile presentando un più modesto accumulo di detriti (fig. 3.1); il suo imbocco in superficie è stato messo in sicurezza coprendolo con un pesante masso.



Fig. 3.1 - I depositi di materiali di risulta scaricati abusivamente dalla superficie attraverso i pozzetti di ispezione. A sinistra, un cumulo superabile, a destra il cumulo impedisce la progressione sotto il pozzo n.5.

Risulta evidente, dunque, che il funzionamento idraulico dell'opera non è più quello originario di un emissario in galleria atto ad allontanare le acque reflue dal Pantano ma, piuttosto, quello di una galleria drenante. I tempi di permanenza delle acque reflue nella zona di imbocco (fino a qualche giorno dopo eventi meteorici anche di normale entità) peraltro, trovano spiegazione nel drenaggio attraverso il calcare fessurato che costituisce le pareti e il fondo della galleria stessa. Una rappresentazione schematica di questo funzionamento è riportata in figura 3.2.

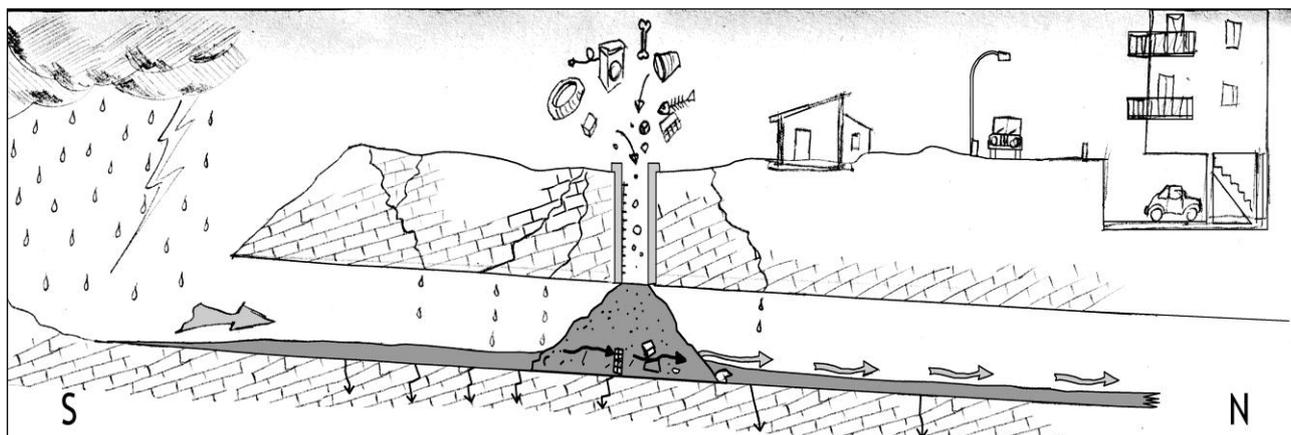


Fig. 3.2 - Sezione schematica longitudinale (non in scala) di un tratto di galleria, con ostruzione in corrispondenza di un pozzetto di aerazione. Le frecce indicano le direzioni dei flussi idrici in galleria e nelle diaclasi.

### Aspetti naturali

Alcuni aspetti di naturalità non possono mancare in questa infrastruttura, sebbene creata artificialmente, poiché essa attraversa l'ammasso roccioso naturale, con brevissimi tratti rivestiti in conci di pietra. Lungo quasi tutto il tracciato, pertanto, è osservabile la successione carbonatica che costituisce il substrato roccioso di fondazione dell'edificato urbano. Si tratta di calcari compatti, dalla stratificazione suborizzontale più o meno evidente, fratturati, in cui oltre l'aspetto litologico sono osservabili e misurabili anche le strutture tettoniche. Le pareti e la volta sono, in genere, costituite dalle superfici di rottura della roccia prodotte dallo scavo, a ciò fanno eccezione alcuni tratti di volta costituiti dalla superficie piana dello strato sovrastante (come in fig. 3.3), che funge da "architrave" grazie alle sue elevate caratteristiche meccaniche, e alcuni tratti di parete che seguono diaclasi naturali aventi orientazione circa parallela a quella della galleria. Si sono osservate anche alcune intersezioni con cavità carsiche naturali, sicura fonte di infiltrazione di acqua e terra, ma non percorribili dall'uomo (fig. 3.4).



Fig. 3.3 - Un aspetto della galleria nei tratti non rivestiti. Sezione quadrata, per via della stabilità dello strato calcareo al tetto, presenza di radici e infiltrazioni di terra rossa (a sinistra) attraverso cavità carsiche intercettate dallo scavo.



Fig. 3.4 - Forme carsiche: a sinistra, una delle piccole cavità intercettate dalla volta della galleria; a destra, concrezionamento alla volta, in forma di cortine e cannule ad uno stato iniziale di accrescimento, con evidente stillicidio.

Altre forme naturali, riscontrate nella struttura artificiale, sono quelle carsiche da concrezionamento (fig. 3.4), sviluppatesi per stillicidio (tuttora attivo) a partire dal 1929: per inciso, esse risultano anche interessanti in quanto accresciutesi naturalmente ma in ambiente controllato, per cui è possibile valutarne la velocità di accrescimento, ed eventualmente altri parametri. Sono osservabili, ma in minor misura, anche gli aspetti faunistico e floristico: pochi esemplari di aracnidi (fig. 3.5) e una certa abbondanza di radici localizzabile in corrispondenza di sovrastanti alberi e di diaclasi che ne hanno consentito l'approfondimento fino alla galleria (figg. 3.5 e 3.3).



Fig. 3.5 - Forme di vita riscontrabili nella galleria: a sinistra due aracnidi (un ragno, in alto, e uno scorpione, in basso); a destra, un caratteristico aspetto delle radici di piante viventi in superficie.

### Possibili relazioni con l'edificato

Da quanto si è detto, la galleria costituisce una discontinuità del sottosuolo, situata mediamente a 10-15 m di profondità dal piano campagna; dagli strati calcarei sovrastanti, fratturati, essa riceve le infiltrazioni di acque meteoriche che danno luogo a stillicidio dopo le piogge e trasportano detrito fine che si depone sul fondo (vedi fig. 3.2). Allo stesso modo, le acque percolanti possono infiltrarsi sotto il fondo, attraverso fratture e diaclasi più o meno carsificate, di fatto riducendo il potenziale deflusso idrico lungo la galleria. Entrando nello specifico, si può ritenere che le ostruzioni in corrispondenza dei pozzetti di aerazione, rallentando o bloccando il deflusso, possano provocare l'innalzamento del tirante idrico a monte fino all'eventuale locale riempimento della sezione. Questo implicherebbe il verificarsi di due effetti: da un lato l'aumento delle perdite per infiltrazione nelle fratture a scapito del deflusso verso lo sbocco della galleria; d'altra parte in queste condizioni la stessa infiltrazione può interessare oltre al fondo anche le pareti della galleria, lungo i giunti d'interstrato, che sono comunque discontinuità nella compattezza della roccia, ancor più se carsificati. Quest'ultimo meccanismo di deflusso potrebbe veicolare le acque in direzione sub-orizzontale secondo la giacitura degli strati e, combinandosi con il naturale declivio della collina, verso i locali interrati degli edifici posti a valle (vedi schema in fig. 3.6).

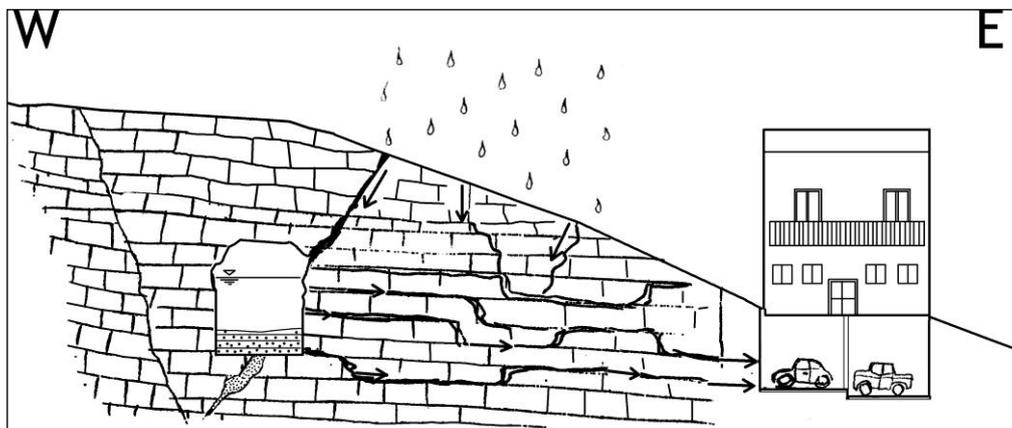


Fig. 3.6 - Sezione schematica trasversale (non in scala) della galleria. Illustra l'ipotesi di infiltrazione lungo i giunti di interstrato in caso di riempimento della sezione a causa del rallentamento del deflusso (il triangolo e la linea orizzontale nella galleria indicano un ipotetico livello dell'acqua).

Altro potenziale elemento di rischio va visto nella relazione tra la galleria e le fondazioni di infrastrutture sovrastanti. Sebbene per gran parte del tracciato, già interessato dall'urbanizzazione recente, la notevole profondità e la modesta sezione rendano tale rischio trascurabile, in prossimità delle sezioni di estremità della galleria ciò potrebbe non essere vero. Infatti, la presenza di radici, di infiltrazioni di terra rossa, e l'esistenza di sezioni artificialmente rinforzate in muratura testimoniano la minore profondità del tratto terminale, peraltro desumibile dai dati geometrici e cartografici. In particolare, quel tratto corre al di sotto di un'area periferica non urbanizzata ma ricadente nella fascia di espansione del centro abitato. Dal punto di vista geomorfologico, la stessa area si presenta lievemente depressa, corrispondente se non a una dolina, al tratto di testa di una "lama", ossia una valle, diretta verso NE. Questo lascia presupporre la possibilità di riscontrare, tra il tetto della galleria e il piano campagna (come nello schema della fig. 3.7), un maggiore spessore di terreni sciolti (colluvium) e un più accentuato grado di fratturazione e/o carsificazione degli strati calcarei, fenomeno piuttosto comune in questo tipo di depressioni. Quanto detto definisce un quadro di rischio rispetto ad eventuali attività di scavo o a sovraccarichi trasmessi da opere di fondazione; ciò potrebbe materializzarsi con dissesti del sottosuolo che pregiudicherebbero tanto l'integrità della galleria quanto quella delle sovrastrutture.

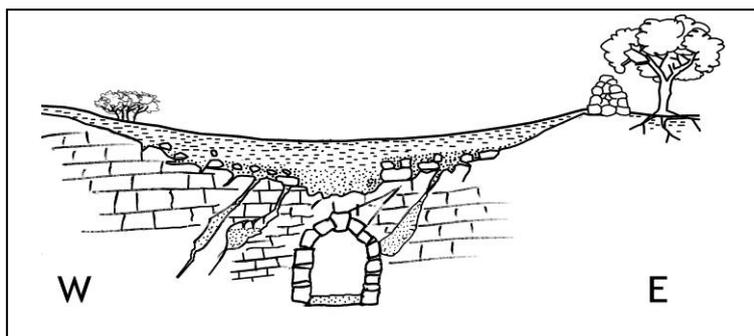


Fig. 3.7 - Ipotetica sezione trasversale (non in scala) della galleria, in corrispondenza del tratto presso il punto di recapito (voragine di Mondragone), al di sotto di una depressione determinata da una incisione valliva (lama) e/o da una dolina.

## Iniziative del gruppo speleologico ruvese

Il Gruppo Speleologico Ruvese (G.S.R.) si è occupato in più occasioni della galleria Pantano-Mondragone, a partire dai sopralluoghi effettuati, saltuariamente, dal 1987. In primo luogo, l'associazione ha curato la registrazione dell'opera nel Catasto delle Cavità Artificiali della Puglia, ove compare al n. 99, classificata come "Opera di regimazione e bonifica" (tipologia A.1 secondo il Catalogo delle Commissioni Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana).

Un rapporto sullo stato delle conoscenze sulla galleria è stato presentato nell'ambito del programma "Vie di fuga" curato da associazioni ruvesi nel dicembre del 2008, al quale il G.S.R. contribuì con una tavola rotonda intitolata "Le vie nascoste della Murgia", patrocinata dalla Federazione Speleologica Pugliese e dall'Ordine Regionale dei Geologi.

Come gran parte delle cavità note, è stata oggetto di una indagine ricognitiva da parte dell'Autorità di Bacino della Puglia, in convenzione con il CNR-IRPI di Bari (2009), ai fini della prevenzione dei rischi in aree urbane. In tale occasione il GSR ha fornito una scheda sintetica con i dati essenziali dell'opera, purtroppo mancante ancora di un rilievo topografico dettagliato. Nello stesso anno, in occasione della redazione del Documento Programmatico Preliminare al Piano Urbanistico Generale, la galleria è stata inserita, per la prima volta dalla sua realizzazione, negli strumenti conoscitivi urbanistici. Pertanto è da allora un dato acquisito (invariante strutturale) nel nuovo Piano Urbanistico, è soggetta alle norme dettate dal Piano stesso nonché dal Piano di Assetto Idrogeologico e dall'Atto di indirizzo per la messa in sicurezza dei territori a rischio di cavità sotterranee (AdB-Puglia, Comitato Tecnico 25.07.2006, riportato in Fiore, 2006). Questo Atto prescrive uno standard per le indagini a corredo dei progetti insistenti in aree individuate dall'Autorità di Bacino.

Lo stato attuale della galleria è stato anche documentato in un recente servizio realizzato in collaborazione con l'emittente locale Tele Norba e trasmesso nel 2009. Infine, per effetto del Progetto "Catasto delle Grotte e delle Cavità Artificiali", in attuazione della Legge Regionale 4 dicembre 2009, n.33 "Tutela e valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico" (art. 4), è inserita nell'elenco delle Cavità Artificiali, intese come "...l'insieme delle strutture ipogee realizzate dall'azione dell'uomo, di particolare valore storico, etc. ..."

## Conclusioni

Nel poco conosciuto panorama ipogeo di Ruvo di Puglia, la galleria di bonifica Pantano-Mondragone rappresenta l'opera più rilevante, oltre che la più recente. Le indagini sui pochi documenti esistenti, custoditi in gran parte presso l'Archivio di Stato, hanno permesso di ripercorrere le fasi salienti della realizzazione dell'opera e, soprattutto, di individuarne il tracciato sulla base del progetto di completamento del 1923.

L'ispezione del GSR ha rilevato una condizione di completo abbandono della galleria, peraltro facilmente ipotizzabile vista l'assenza di qualsiasi riferimento ad essa negli strumenti urbanistici vigenti (fino al 2010).

In particolare, lo sversamento di detriti di varia natura (figg. 3.1, 3.2) attraverso i pozzetti di aerazione ha determinato occlusioni della sezione con pregiudizio della sua funzione di trasporto delle acque reflue verso il recapito finale, nella voragine di Mondragone. Questa alterazione delle condizioni di deflusso originarie porta ad ipotizzare l'attivazione di percorsi di filtrazione delle acque attraverso il fondo e le pareti della



galleria, soprattutto in concomitanza di afflussi cospicui nell'area del Pantano. Non è esclusa, pertanto, l'interazione tra l'opera e gli edifici realizzati (o da realizzarsi) in superficie, qualora questi incontrino strati di roccia calcarea interessati dagli stessi fenomeni di infiltrazione.

L'analisi plano-altimetrica del tracciato ha, inoltre, permesso di ricostruire la profondità del cielo della galleria rispetto al piano campagna. Anche questa analisi evidenzia possibili elementi di rischio nella realizzazione di sovrastrutture nella parte terminale (presso Mondragone). Infatti, la ridotta potenza dello strato calcareo sovrastante l'opera e le possibili alterazioni dovute alla presenza di una depressione in superficie (fig. 3.7), suggeriscono particolare cautela nella realizzazione di sovrastrutture, cautela peraltro prescritta dalle Norme Tecniche a corredo del P.U.G. di prossima attuazione e da un "atto di indirizzo" dell'Autorità di Bacino.

Le risultanze delle indagini riproposte in questa memoria sono state infatti acquisite dall'Autorità di Bacino e dal Piano Urbanistico Generale del Comune di Ruvo, al fine di integrare le conoscenze del sottosuolo a servizio della pianificazione del territorio.

A questo punto appare pertinente l'interrogativo circa l'opportunità di mantenere la galleria aperta e interamente percorribile. Si è già detto che i detriti accumulatisi ne inficiano l'efficienza idraulica, per cui si può ritenere quantomeno auspicabile la loro rimozione soprattutto alla luce della tendenza riscontrata nella distribuzione delle piogge nell'attuale fase climatica. Gli studi climatologici in Puglia (Boenzi *et al.*, 2007) evidenziano infatti la concentrazione delle piogge in eventi più rari ma più intensi che, unitamente ai cambiamenti di uso del suolo verso una progressiva impermeabilizzazione delle aree scolanti, favoriscono i deflussi superficiali e, di conseguenza, gli allagamenti delle zone depresse. D'altra parte la Legge Regionale tutela con i divieti di "...a) abbandonare rifiuti; b) alterare il regime idrico con l'effettuazione di scavi, sbancamenti e colmamenti; c) alterare la morfologia del terreno" (art. 6, L.R. n.33/2009).

A ciò va aggiunta la possibilità di utilizzare la galleria in qualità di "sondaggio geognostico permanente", accessibile ed esteso per quasi 1700 m, in caso si voglia indagare su eventuali problemi di dissesto idrogeologico e/o contaminazione, anche successivamente ad eventi di qualsiasi natura (anche sismici). Analogamente potrebbe essere sfruttata per didattica, per contribuire alla consapevolezza dei caratteri del sottosuolo dell'abitato o, in altre parole, per quella che con neologismo si può chiamare "geocultura".

Altro fattore a sostegno del recupero dell'opera è il suo valore storico che la vede come un elemento identitario di prima grandezza nel centro abitato, testimone di eventi storici, sociali, economici e tecnologici vissuti nel ventesimo secolo dall'intera comunità; non esistono, infatti, opere di tal genere e dimensione in alcuno dei centri abitati della zona.

## Ringraziamenti

Si ringrazia per l'utile collaborazione alla ricostruzione della storia recente il geom. Michele Barile, in passato appartenente all'Ufficio Tecnico Comunale, e coloro che hanno fornito testimonianze interessanti ed utili alla comprensione del contesto locale e alla ricostruzione storica, memori dei lavori del 1929 e del Pantano così com'era prima del prosciugamento. Purtroppo il tempo le ha portate via materialmente, lasciandone tuttavia il ricordo nel nostro sapere, grazie ai racconti che ci hanno tramandato. Si ricordano qui il prof. Cataldo Iurilli (1916-1991), il geom. Francesco Stragapede (1912-2007), e il sig. Tommaso Bernardi (1915-2009).

## Bibliografia

BOENZI F., CALDARA M.A., CAPOLONGO D., PENNETTA L., PICCARRETA M. (2007) – *Analisi statistica degli eventi pluviometrici estremi in Puglia dal 1951 al 2003*. Geologi e Territorio, Periodico dell'Ordine dei Geologi della Puglia, n. 3-4/2007, 39-47.

FIGLIORE A. (2006) – *Pericolosità geologica connessa alla presenza di cavità sotterranee. Atto di indirizzo dell'Autorità di Bacino della Puglia*. Geologi e Territorio, Periodico dell'Ordine dei Geologi della Puglia, n. 1-2-3/2006, 3-11.

RUTA A. (2010) – Allegato 3 al *Documento Programmatico Preliminare del Piano Urbanistico Generale: Quadro delle conoscenze e prime interpretazioni: stratigrafie di sondaggi*.

REGIONE PUGLIA – Legge Regionale n. 33 del 4 dicembre 2009. Bollettino Ufficiale della Regione Puglia, n. 196 del 7-12-2009.

SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA – *Catasto Nazionale delle Cavità Artificiali*, sito verificato il 10 settembre 2011. <http://catastoartificiali.speleo.it/applications/1.0/>.



## MONITORAGGIO ABIOTICO COMPLESSO IPO-EPIGEO DELLA GROTTA DEL TRULLO DI PUTIGNANO (BARI, Italy)

*Giacomo Laterza<sup>1</sup>, Benny Danilo Belviso<sup>1</sup>, Pietro Lippolis<sup>2</sup>, Enrico Intini<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>KARSIKO (Associazione per la ricerca scientifica e tecnologica – Putignano - Bari)

<sup>2</sup>GRUPPO RICERCHE CARSIICHE (Associazione spelologica – Putignano – Bari)

### Riassunto

La Grotta del Trullo è stata la prima cavità naturale aperta al pubblico in Puglia (1935). La prima caverna è separata dall'esterno da uno strato di roccia di circa 2 m e ospita mediamente 10000 visitatori all'anno. Essa rappresenta un ottimo modello per la nostra ricerca in quanto dimostra interazioni rapide con l'ambiente epigeo. Il monitoraggio si è tenuto tra i mesi di Novembre 2009 e Luglio 2010 ed è consistito in un monitoraggio parallelo ipo-epigeo delle condizioni meteorologiche, delle concentrazioni di gas più caratteristici delle aree antropizzate (CO, NO e NO<sub>2</sub>) e non (CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>) e della radioattività naturale correlata alla presenza di <sup>222</sup>Rn.

L'obiettivo è quello di capire quali variabili influenzino il paesaggio sotterraneo, quale sia lo stato di salute attuale della grotta e quali possano essere eventuali criticità da monitorare per un periodo più lungo al fine di permettere una regolazione del flusso turistico all'interno della grotta, migliorando lo stato di salute della cavità e delle persone.

**Parole chiave:** Meteorologia, Monitoraggio, Anidride carbonica, Radon, Carsismo, Modello matematico

### Introduzione

Il progetto “MONITORAGGIO ABIOTICO COMPLESSO IPO – EPIGEO”, prevede il monitoraggio sistematico ed annuale di parametri chimico-fisici (abiotici) all'interno di un ambiente sotterraneo (paesaggio ipogeo) ed al suo esterno (paesaggio epigeo) al fine di verificare le relazioni tra la meteorologia epigea e quella ipogea e la presenza di condizioni potenzialmente pericolose per l'uomo.

Il paesaggio ipogeo scelto per il monitoraggio è la Grotta del Trullo, sita nella periferia del Comune di Putignano, luogo dal grande fascino storico e naturalistico con i suoi 75 anni di turismo, scoperta il 29 maggio 1931, durante lavori di scavo.

La vicinanza della cavità all'ambiente esterno, da cui è separata da soli 2m di roccia e la sua limitata estensione, ne permettono l'utilizzo come grotta modello per il tipo di progetto proposto, permettendo scambi di energia più rapidi tra gli ambienti.

Il paesaggio ipogeo è in lenta, ma continua evoluzione. Vi sono, ad esempio, fenomeni a lungo termine come la deposizione del carbonato di calcio che modifica la morfologia o a breve termine come i flussi di masse d'aria atti a ristabilire rapidamente l'equilibrio termodinamico con l'ambiente esterno. Lungi dall'essere un sistema isolato, la grotta interagisce con l'ambiente esterno per mezzo di scambi di massa e di energia, la cui conoscenza è indispensabile al fine di una corretta comprensione della sua evoluzione.

Al fine di verificare tali ipotesi i parametri monitorati sono riportati nella tabella seguente:

Parametro	Paesaggio Epigeo	Paesaggio Ipogeo
Temperatura delle rocce	X	X
Temperatura aria	X	X
Umidità relativa	X	X
Pressione barometrica	X	
Velocità del vento	X	
Direzione del vento	X	
Pioggia	X	
Concentrazione CO <sub>2</sub>	X	X
Concentrazione CO	X	X



Concentrazione NO <sub>2</sub>	X	X
Concentrazione NO	X	X
Concentrazione O <sub>2</sub>		

Tab. I - Parametri abiotici rilevati durante il monitoraggio.

La messa a punto del sistema di monitoraggio è stata eseguita sull'esempio di campagne di monitoraggio simili, già eseguite in altri siti presenti sul territorio nazionale (1) (2) e non (3) (4). In molti, casi come nel nostro, il monitoraggio ha anche una valenza nell'ambito della migliore fruibilità turistica. Questi monitoraggi hanno sfruttato solo pochi punti di monitoraggio per aree molto vaste o un campionamento a bassa frequenza: si consideri che per i 60Km di gallerie ipogee dell'Antro di Corchia (5) sono state usate solo 3 stazioni meteo interne e 2 esterne ed un analizzatore multifunzione per il controllo di qualità delle acque. Tali caratteristiche di monitoraggio vengono generalmente usate, poiché si è soliti indagare su fenomeni la cui evoluzione avviene su scale di tempo molto grandi ed in sistemi carsici morfologicamente uniformi. Il punto di forza del nostro studio consiste nella possibilità di sfruttare un più alto rapporto tra il numero di punti di campionamento e l'estensione degli ambienti da monitorare, nonché una elevata frequenza di campionamento in modo da caratterizzare meglio nel tempo e nello spazio la meteorologia della cavità.

## La teoria

La reciproca influenza tra ambiente ipogeo ed epigeo si realizza anche grazie ai flussi delle masse d'aria attraverso gli ingressi della grotta, i suoi cunicoli ed i canali di percolazione dell'acqua. Le variazioni meteorologiche non vengono avvertite in modo immediato, poiché attenuate da una bassa velocità di diffusione dell'aria causata dalle modeste differenze di densità tra le masse d'aria ipo/epigee, da una limitata area di interfaccia tra le masse d'aria, nonché dalla stratificazione periodica delle masse d'aria all'interno delle grotte.

<i>Molecola</i>	<i>Composizione chimica</i>	<i>% volume</i>
Azoto	N <sub>2</sub>	78.084
Ossigeno	O <sub>2</sub>	20.946
Argon	Ar	0.934
Anidride carbonica	CO <sub>2</sub>	0.033
Neon	Ne	0.0018
Elio	He	0.00053
Metano	CH <sub>4</sub>	0.00010
Potassio	K	0.00010
Kripto	Kr	0.00010
Idrogeno	H	0.00005
Protossido di Azoto	N <sub>2</sub> O	0.00003
Altri gas		tracce

Tab. II - Composizione dell'aria atmosferica in condizioni normali.

Per cui, la cavità ipogea, nonostante non sia un sistema isolato, tende a riequilibrarsi termodinamicamente in modo lento, conferendo al clima ipogeo una notevole stabilità. Lo stato di equilibrio raggiunto può essere statico (stratificazione delle masse d'aria) o dinamico che impone una circolazione d'aria all'interno della cavità.

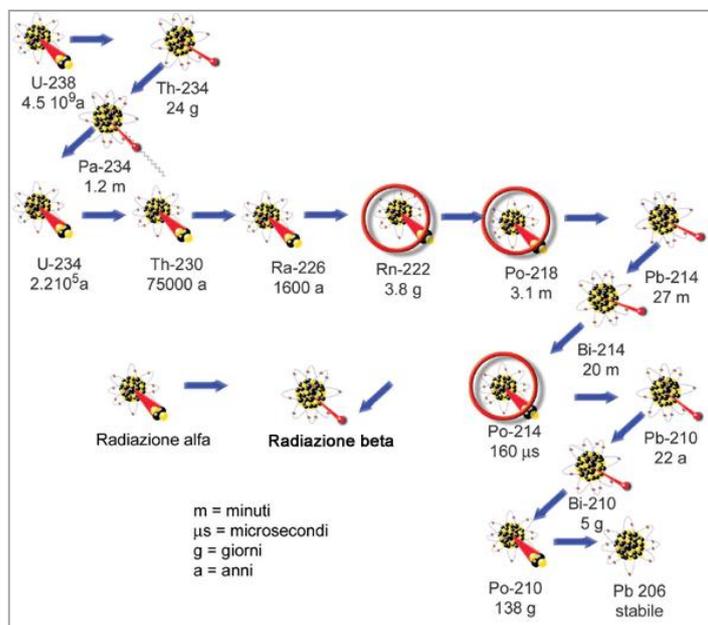


Fig. 1 - Serie radioattiva dell'uranio 238. Per ogni elemento è riportato il numero atomico e il tempo di dimezzamento per decadimento radiattivo.

La circolazione d'aria che può instaurarsi all'interno della grotta è dovuta alla differenza di densità tra le masse d'aria ipogee ed epigee ed alla presenza di correnti. Gli spostamenti delle masse d'aria all'interno di una grotta non influenzano solo le condizioni termo-igrometriche della stessa, ma anche la composizione chimica volumetrica dell'aria in essa presente. Mentre l'aria atmosferica ha una composizione media giornaliera abbastanza stabile (Tab. II) durante l'anno, i fenomeni di stratificazione dell'aria in grotta sono in grado di variarla al punto da renderla pericolosa per l'uomo.

L'aria atmosferica contiene una quantità di vapor d'acqua variabile, ma in ambiente ipogeo il suo valore si stabilizza attorno a valori prossimi alla saturazione (95% circa). L'aria ipogea non differisce da quella atmosferica solo per il quantitativo di vapor d'acqua: ad esempio l'anidride carbonica è presente in concentrazioni tra l'1% e 3% che sono dalle 30 alle 100 volte maggiori di quelli presenti all'esterno. Si osservi che l'agenzia americana OSHA ha stabilito per la CO<sub>2</sub> valori di TWA<sup>1</sup> = 0,5% e STEL<sup>2</sup> = 3% e la normativa italiana ripropone questi limiti. Tale gas proviene o da fenomeni di stratificazione dell'anidride carbonica atmosferica o dai processi metabolici di respirazione, fermentazione o degradazione operati dai microrganismi presenti nella cavità. In prossimità di sorgenti sulfuree, di attività industriali o nelle vicinanze della cavità sotterranea è possibile riscontrare anche concentrazioni ipogee elevate di composti volatili dello zolfo e dell'azoto (per gli ossidi di azoto il limite imposto dal D.M. 60/2 del 2002 ammonta a 200mg/m<sup>3</sup>, mentre il valore TWA dell'ossido NO è pari a 0,0025%).

Anche il radon, un gas nobile presente in natura principalmente come <sup>222</sup>Rn e <sup>220</sup>Rn mostra concentrazioni ipogee alte. Il <sup>222</sup>Rn è l'isotopo più longevo (tempo di emivita di 3,82 giorni contro i 55s dell'<sup>220</sup>Rn), e si forma a seguito del decadimento dell'<sup>238</sup>U, schematizzato in Fig. 1, con emissione di particelle  $\alpha$  o  $\beta$  (radioattività naturale). Lungo la serie di decadimento, la concentrazione degli elementi centrali, in assenza di perturbazioni esterne, è in equilibrio dinamico, poiché il loro decadimento è compensato dal decadimento degli elementi a monte nella serie che ne aumentano la quantità. Ad ogni modo, la presenza di perturbazioni può modificare sensibilmente l'equilibrio apportando variazioni alle concentrazioni degli elementi centrali. In una cavità naturale possono essere presenti i capostipiti della serie radioattiva: <sup>230</sup>Th e l'<sup>238</sup>U a causa della deposizione di materiali argillosi e dell'intercalazione dei sali uranici trasportati dalle acque di percolamento nel

<sup>1</sup> TLV-TWA (time-weighted average): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore/giorno; 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno senza effetti avversi per la salute per tutta la vita lavorativa.

<sup>2</sup> TLV-STEL (short-term exposure limit): è il valore massimo consentito per esposizioni brevi - non oltre 15 minuti - ed occasionali - non oltre quattro esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno ad un'ora di distanza l'una dall'altra.

reticolo cristallino della calcite. Le reazioni nucleari che trasformano l' $^{238}\text{U}$  in  $^{230}\text{Th}$  avvengono in tempi molto lunghi (il tempo di emivita dell' $^{238}\text{U}$  è di 4,5 miliardi di anni) pertanto essi contribuiscono poco alla radioattività presente nelle cavità stesse, ma producono elementi con tempi di vita inferiori, come il radon che, in assenza di altre sorgenti di radioattività a, rappresenta il principale responsabile della radioattività in grotta. Come richiesto dalla Commissione EURATOM della Comunità Europea nel 1990, il limite di legge per la radioattività è fissato a 200Bq/m<sup>3</sup> nelle abitazioni di nuova progettazione ed a 400Bq/m<sup>3</sup> per gli stabili già esistenti (come luogo di lavoro o turismo, la grotta rientra nella seconda categoria).

## Metodi e strumenti

Il lavoro si è svolto partendo da una mappatura topografica della cavità intera (incluse le caverne della zona speleologica. Sulla base di questa mappa, riportata in figura 2, sono stati individuati 14 punti di misura per tutti i parametri abiotici elencati in Tabella I.

Sono state anche condotte indagini per la determinazione della struttura cristallografica di alcune concrezioni di diversa natura presenti nella grotta; determinazione della radioattività naturale in grotta condotta con rilevatori ad elettrodi e rivelatori polimerici a tracce (CR39), questi ultimi forniti dall'ENEA di Bologna.

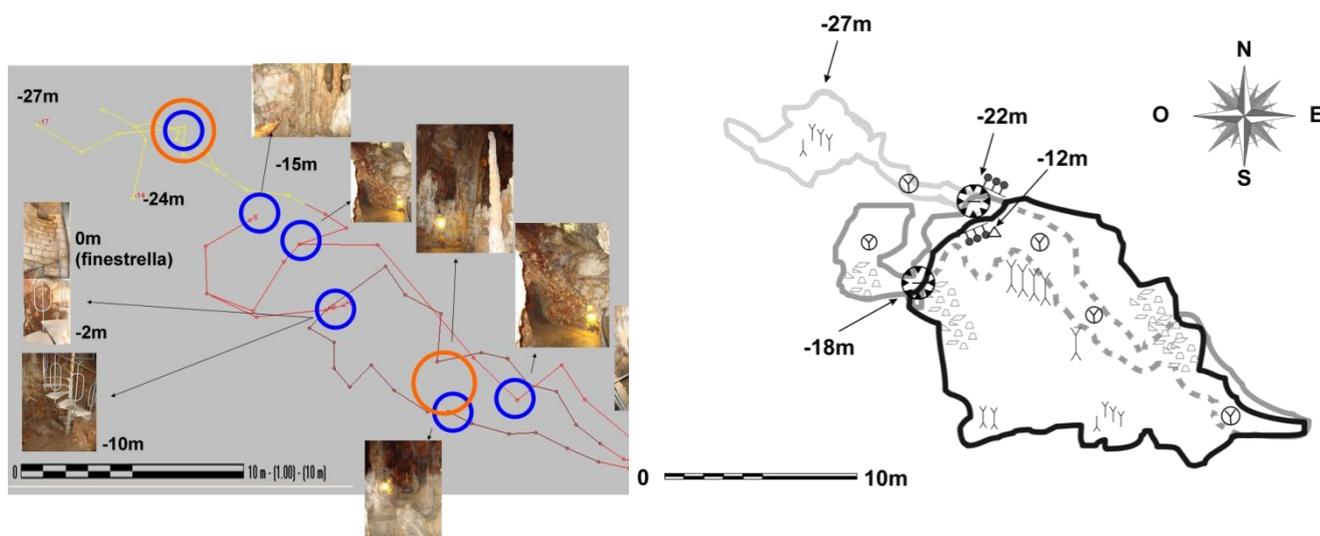


Fig. 2 - Punti di monitoraggio all'interno della Grotta del Trullo. Con i cerchi in blu vengono individuate le regioni per il monitoraggio mobile (termoigrometria, gas e temperatura delle rocce) mentre quelli arancione indicano la presenza dei datalogger monitoraggio continuo (termoigrometria e radon). Vengono inoltre indicate le profondità rispetto al soffitto della grotta.

Per le rilevazioni meteorologiche epigee è stata utilizzata una stazione Fourier WeatherLab Station Multi-LogPro (accuratezza temperatura + 2%, accuratezza umidità relativa + 2%, accuratezza pressione barometrica + 15mbar, accuratezza indice pluviometrico + 0,2mm, accuratezza velocità del vento + 0,36Km/h, accuratezza direzione del vento + 0,46°). Invece le rilevazioni meteorologiche ipogee di temperatura ed umidità sono state condotte con datalogger Lacrosse Technology ws8610 (accuratezza umidità relativa +1%, accuratezza temperatura +0,2°C) adatti ad ambienti umidi. Oltre alla raccolta dati in continuo sono state eseguite indagini puntuali di umidità relativa e temperatura mediante termoigrometro portatile Delta OHM HD2301.0 (accuratezza umidità relativa +0,1%, accuratezza temperatura +0,1°C).

La temperatura delle rocce è stata rilevata mediante termometro ad immersione Checktemp1 della TorAnn Strumenti (accuratezza temperatura +0,1°C).

Per le analisi dell'aria di grotta (CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO) è stato adoperato il rivelatore multigas MXIbrid6 della Industrial Scientific (accuratezza O<sub>2</sub> = 0,1%v, accuratezza CO = 0,1ppm, NO = 0,1ppm, NO<sub>2</sub> = 0,1ppm, CO<sub>2</sub> = 0,1%v). È bene considerare che le derive e gli errori sull'umidità e la temperatura rivelata sono stati corretti mediante il monitoraggio microclimatico mobile, vista l'alta stabilità del sistema di misura e la sua calibrazione.

Il sistema di indagine statistica per la valutazione dei dati raccolti è composto da un insieme di script denominato KMM (Karsiko Manipulator Matrix) creati ad hoc con il programma di calcolo QtOctave. Il KMM è composto da moduli in grado di:

- uniformare il formato dei dati meteo;
- controllare i dati uniformati;
- eliminare, modificare e riempire (con dati interpolati linearmente) i dati che non soddisfano i criteri di controllo stabiliti dall'utente;
- elaborare la statistica del dato attraverso analisi di Fourier, analisi di auto/crosscorrelazione, individuazione delle componenti principali, raffronto tra i singoli parametri e la clusterizzazione con metodo di fuzzy10 (6).

Le analisi di Fourier e di autocorrelazione consentono di ricostruire l'onda associata ad un parametro meteorologico, mentre le componenti principali definiscono quale dei parametri varia in modo più sensibile rispetto agli altri, permettendone l'eliminazione dalla modellizzazione. Infine la clusterizzazione fuzzy permette di confrontare tra loro fino a tre parametri contemporaneamente, al fine di individuare la presenza di raggruppamenti di dati con caratteristiche simili. L'insieme di analisi permette di ricostruire l'andamento di ciascun parametro monitorato, prevederne un trend nel breve periodo e verificarne la relazione con altri parametri. La topografia della grotta è illustrata in figura 2

Da tale indagine è possibile rilevare la presenza di 3 ambienti distinti tra loro connessi per i quali il microclima potrebbe essere differente. Le tre regioni sono la camera centrale (-10m dal soffitto), camera intermedia (-17m dal soffitto) ed il percorso speleologico stesso (che giunge fino a -27m di profondità).

## Analisi dei dati e risultati

### Cristallografia

Durante lo svolgimento dell'indagine topografica, nella porzione speleologica sono state ritrovate strutture calcaree con direzione di crescita ortogonale rispetto a quella attesa. Tali reperti, fotografati in Fig.3, sono stati analizzati dall'Istituto di Cristallografia del CNR di Bari mediante il diffrattometro a cristallo singolo Kappa CCD Bruker Nonius. I risultati riportati in Tab. III evidenziano per i due campioni celle elementari corrispondenti a quella della calcite cristallina. Pertanto è possibile concludere che la direzione di accrescimento non dipende da una differente struttura cristallina dal carbonato di calcio, ma da fattori climatici o morfologici della grotta che hanno modificato la classica direzione di accrescimento della concrezione.

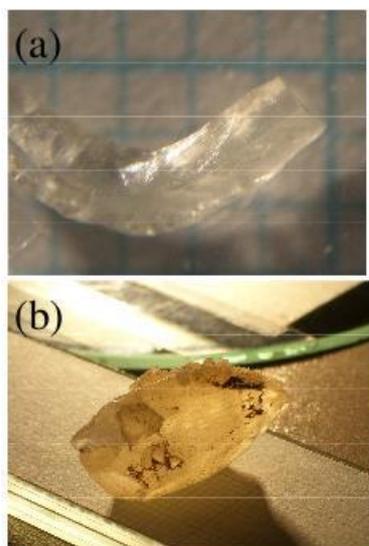


Fig. 3 - I campioni di cristallo prelevati dalla Grotta del Trullo ed analizzati presso il CNR di Bari.

<i>Parametri di cella</i>	FIL 1	ACI 1	CALCITE
<b>a</b> (Å)	4,9929	4,9930	4,9910
<b>b</b> (Å)	4,9909	4,9863	4,9839
<b>c</b> (Å)	17,0672	17,092	17,090
□	89,997	90,05	90,00
□	89,997	89,98	90,00
□	12,0018	12,0101	12,1002
<b>Volume di cella</b> (Å <sup>3</sup> )	368,3	368,14	
<b>Condizioni sperimentali</b>			
<b>wavelength</b> (Å)	0,71073	0,71073	
<b>generator setting</b>	55 KV 30mA	55 KV 30mA	
<b>crystal detector distance</b>	25.00mm	25.00mm	

Tab. III - Parametri cristallografici dei reperti di cristallo della Grotta del Trullo riportati nelle fotografie ; (a) reperto FIL1; (b) reperto ACI1.

La Grotta del Trullo può essere annoverata tra le grotte superficiali, essendo separata dall'ambiente esterno da soli 2m di roccia. Questa caratteristica non implica solo un rapido adattamento del microclima interno a quello esterno, ma anche un più rapido trasporto di energia termica attraverso il materiale roccioso costituente le pareti della grotta. In assenza di ulteriori effetti in grado di influenzare la condizione dell'energia termica, noto il calore specifico del mezzo di conduzione e la differenza di temperatura tra le superfici tra cui avviene lo scambio di calore è possibile definire con un buon grado di accuratezza, la quantità di materiale interposta tra le due superfici. Sfortunatamente all'interno di una grotta lo studio menzionato diventa di difficile attuazione, poiché il gradiente geotermico permette incrementi medi di  $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  di profondità (7), modificando attraverso un flusso secondario, ma non meno importante, la conduzione del calore. Per quanto concerne la conduzione della temperatura nel sottosuolo è possibile suddividere lo strato di conduzione in tre regioni (8):

- regione superficiale eterotermica (1m di profondità) nella quale il trasporto di energia termica è in gran parte influenzato dai soli fenomeni atmosferici;
- regione eterotermica (compresa tra 1 ed 8-10m) in cui la conduzione risente del clima epigeo ma con uno sfasamento spaziale e temporale;
- regione omotermica (oltre i 10m di profondità) dove la temperatura rimane pressoché costante e le variazioni sono strettamente connesse al gradiente geotermico.

Queste considerazioni valgono come regola generale, ma sono sempre da relazione alle caratteristiche del suolo.

Secondo questa classificazione la Grotta del Trullo dovrebbe essere compresa nello strato eterotermico superficiale per il tratto turistico, mentre la porzione speleologica sarebbe invece al confine tra la regione più profonda dell'eterotermico e quella più superficiale dell'omotermico.

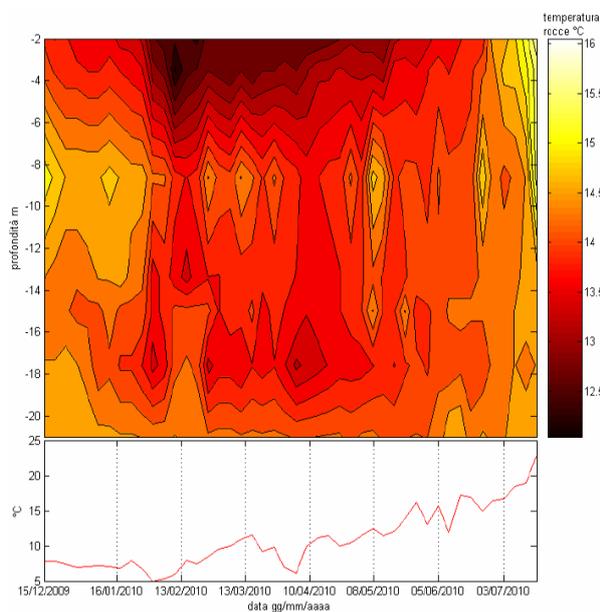


Fig.4 - Rilievo della temperatura delle rocce dal 15 gennaio 2010 al 18 luglio 2010 nella Grotta del Trullo. In basso è riportato l'andamento della temperatura registrata per le rocce all'esterno.

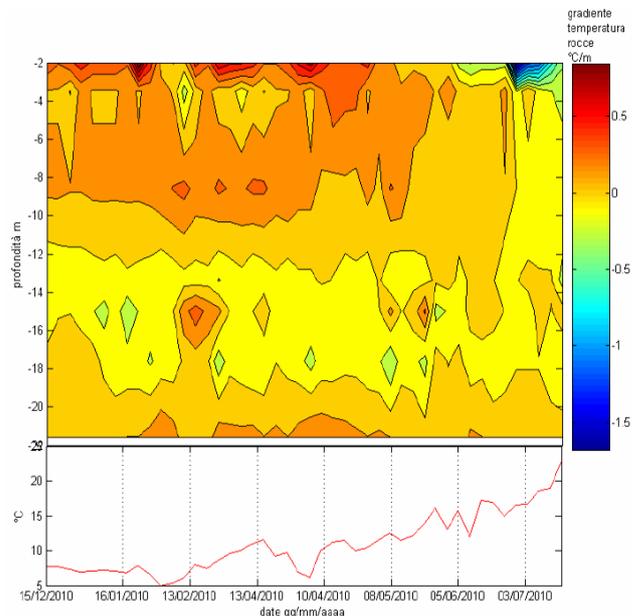


Fig. 5 - Gradienti della temperatura delle rocce rilevati dal 15 gennaio 2010 al 18 luglio 2010 nella Grotta del Trullo. In basso è riportato l'andamento della temperatura registrata per le rocce all'esterno

Purtroppo, nonostante la limitata profondità della grotta, la composizione carbonatica delle sue pareti consentendo un flusso dell'acqua al loro interno, rende complesso lo studio della conduzione termica mediato dalle rocce (9). Infine occorre considerare che la temperatura monitorabile è quella del solo strato superficiale della roccia, facilmente influenzabile dalle condizioni meteorologiche ipogee.

Considerando che in ogni punto della grotta è possibile ipotizzare una stessa capacità di scambio termico con l'aria circostante e che gli strati di roccia nei quali è stato eseguito il campionamento hanno la stessa conducibilità termica, l'unico studio plausibile è quello sulla variabilità della temperatura con la profondità di campionamento. Allo scopo è stato utilizzato un termometro ad immersione posizionato all'interno della roccia grazie a fori naturali, in modo da permettere alla punta del termometro di penetrare per 10 cm nella roccia. I

rilievi sono stati eseguiti a differenti altezze sia sulla parete della grotta che sui cumuli rocciosi che sostengono le concrezioni interne.

La Fig.4 mostra uno shift di circa 1 mese tra la temperatura minima registrata per le rocce superficiali e quelle comprese fino ai 6m di profondità. Dopo i 6 metri di profondità gli shift sembrano essere della stessa entità, ma l'effetto sulla temperatura è molto più attenuato. Inoltre, dalla fine di maggio 2010, la temperatura delle rocce diminuisce con la profondità al contrario di quanto accade nel periodo precedente. In Fig. 5 sono mostrati i gradienti di temperatura delle rocce calcolati con i dati a nostra disposizione. In funzione dei gradienti di temperatura rispetto alla profondità è possibile suddividere la grotta in 4 regioni: le variazioni più consistenti di temperatura sono concentrate nei primi 2m di profondità (il valore assoluto del tasso di variazione è superiore a  $0,5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ). Tale valore giunge approssimativamente a  $0^{\circ}\text{C}/\text{m}$  verso 10m di profondità. Tra i 10m ed i 17m di profondità, il tasso di variazione della temperatura delle rocce si inverte portandosi mediamente a  $-0,25^{\circ}\text{C}/\text{m}$  con punte di  $-0,5^{\circ}\text{C}/\text{m}$  a circa 14m di profondità ed infine ricomincia a salire rapidamente fino ad un valore di poco inferiore a  $0,5\pm 0,2^{\circ}\text{C}/\text{m}$ .

Tali risultati indicano, come ipotizzato, che il tratto turistico della grotta è quello caratterizzato dalle più ampie variazioni di temperatura della roccia. Pertanto la roccia che separa la grotta dall'esterno costituisce lo strato eterotermico superficiale caratterizzato da rapide escursioni termiche influenzate in gran parte dal clima epigeo. Lo strato eterotermico giunge fino ai 18m di profondità. In questo strato, il gradiente è difficilmente razionalizzabile a partire dai pochi dati attualmente disponibili. Dopo i 18m sussiste un lento aumento della temperatura e lo strato considerato mostra una relativa inerzia termica: si può pertanto affermare che da questa profondità comincia lo strato omotermico della grotta.

### Meteorologia

Esempi di tali studi dimostrano che la causa dei movimenti delle masse d'aria in grotta è legata alla differenza di densità tra l'aria epigea ed ipogea: più sono alte le differenze di densità, più sono intensi i moti d'aria che si innescano. La densità dell'aria è legata alla pressione, alla temperatura ed all'umidità. Come mostrato in Fig. 6, la dipendenza è forte solo per i primi due parametri: la differenza di densità rimane quasi costante al variare dell'umidità epigea, mentre piccole variazioni di temperatura o pressione generano differenze di densità significative. Pertanto si può concludere che il motore degli spostamenti d'aria è proprio la differenza di densità, mentre la morfologia e la profondità della grotta fungono da attenuatori di tali spostamenti, poiché rappresentano un ostacolo al flusso delle masse d'aria.

Da tali evidenze risulta chiaro che non può esistere alcun modello matematico che generalizzi il comportamento delle masse d'aria all'interno di una grotta, dato che tante sono le variabili in gioco, caratteristiche di ciascuna grotta. Nel caso della Grotta del Trullo la comprensione del flusso delle masse d'aria è facilitato dal-

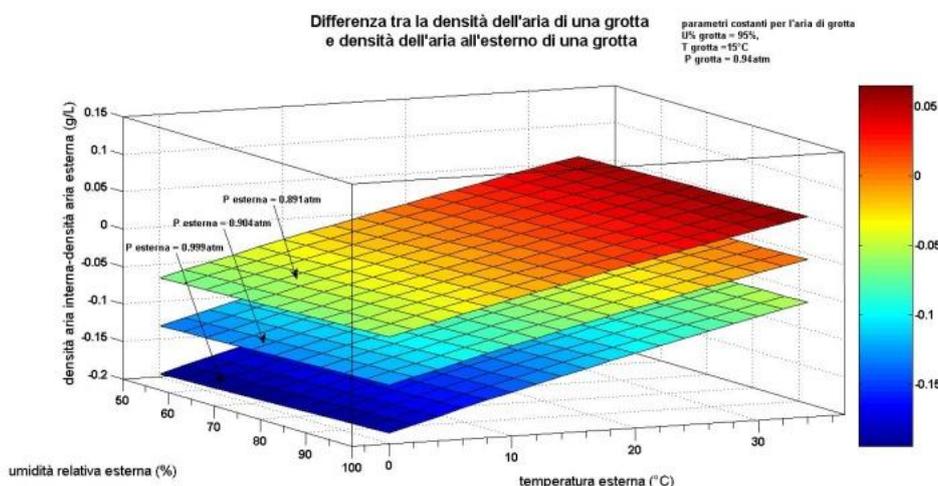


Fig. 6 - Differenza di densità tra l'aria presente in una grotta (assunti costanti i valori di umidità relativa (95%), temperatura ( $15^{\circ}\text{C}$ ) e pressione ( $0.94\text{atm}$ ) ipogei) e l'aria esterna. Le tre superfici si riferiscono alla differenza di densità calcolata con tre differenti pressioni esterne

la vicinanza alla superficie esterna della grotta stessa che permette di avere variazioni annuali significative della temperatura e dell'umidità per la cui rilevazione non occorre usare strumenti con sensibilità elevata. Inoltre la piccola finestra che mette in collegamento la parte alta della grotta con l'esterno consente un rapido

riequilibrio della pressione (delay time osservato nell'ordine di meno di un'ora). La difficoltà nel modellizzare lo spostamento d'aria nella Grotta del Trullo è fondamentalmente legata all'influenza di eventi ventosi che grazie alla finestra del pozzo di aerazione possono richiamare l'aria interna alla cavità per effetto Venturi anche in assenza di differenze di densità rendendo complesso il processo di razionalizzazione del “respiro” della Grotta.

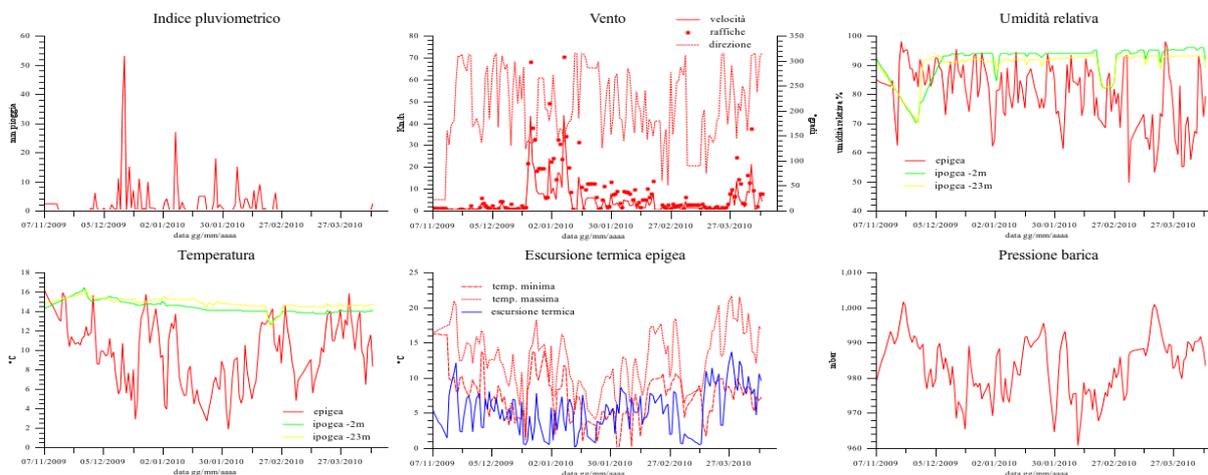


Fig. 7 - Rilevamento meteorologico ipo/epigeo dal 7 novembre 2010 al 11 aprile 2010 eseguito nella Grotta del Trullo ed all'esterno della stessa grotta. Vengono riportate le medie giornaliere registrate in questo periodo (frequenza di campionamento pari ad 1rilevamento/10minuti) per l'indice pluviometrico, vento (direzione e velocità), l'umidità relativa, temperatura, escursione termica, e pressione. Le linee di colore rosso sono relative ai dati epigei mentre quelle verdi e gialle sono relative rispettivamente ai rilievi ipogei a -2.5m e -23m dal soffitto della grotta. In blu è illustrata l'escursione termica epigea.

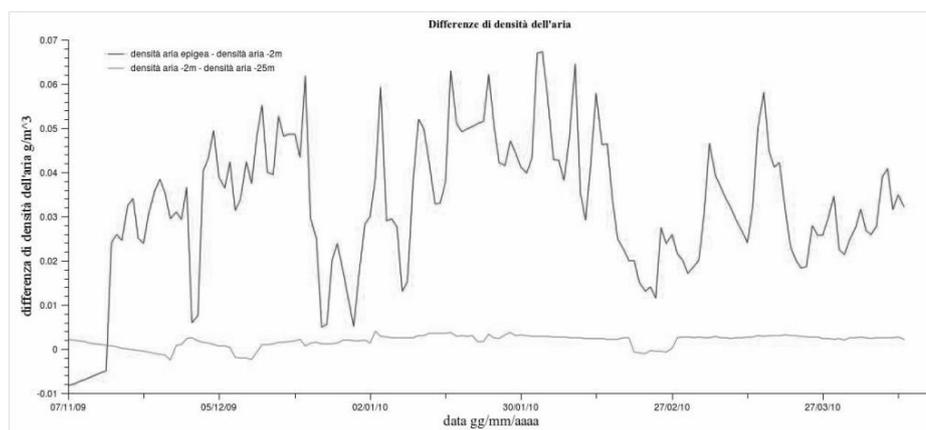


Fig. 8 - Differenze di densità registrate nella Grotta del Trullo dal 7 novembre 2010 al 11 aprile 2010. Vengono riportate le differenze medie giornaliere registrate in questo periodo (frequenza di campionamento pari ad 1rilevamento/10minuti). Le linee di colore magenta e arancione mostrano rispettivamente le differenze di densità tra l'aria atmosferica e la camera centrale (-2m da l soffitto) della grotta e tra la camera centrale e la zona speleo (-23m da l soffitto).

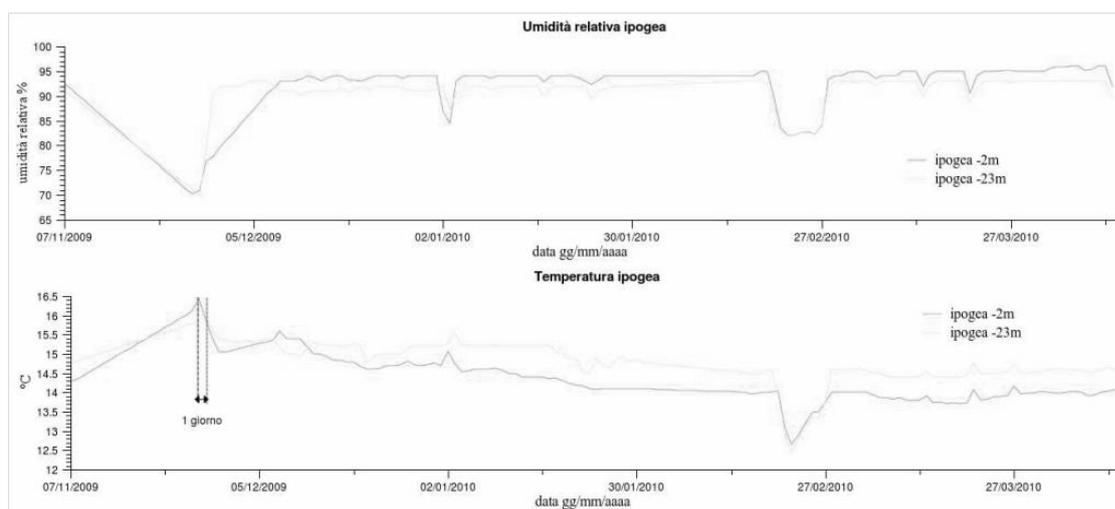


Fig. 9 - Rilievo meteorologico ipogeo dal 7 novembre 2009 al 11 aprile 2010 eseguito nella Grotta del Trullo. Vengono riportate le medie giornaliere registrate in questo periodo (frequenza di campionamento pari ad 1rilevo/10minuti) di umidità relativa e temperatura. Le linee di colore verdi e gialle sono relative ai rilievi ipogei a -2.5m e -23m dal soffitto della grotta.

Il clima della Grotta del Trullo è stato costantemente monitorato nel periodo compreso tra il 7 novembre 2009 ed il 11 aprile 2010 (con un periodo precedente di 3 mesi per il collaudo della strumentazione e del setup sperimentale). La Fig. 9 mostra una diminuzione delle temperature ipogee dalla metà di dicembre 2009 e prosegue fino alla fine dei rilievi. Il trend della temperatura ha un andamento simile al variare della profondità di monitoraggio, ma la regione più profonda si trova mediamente ad una temperatura più alta di circa 1°C rispetto a quella della camera superiore. Il fenomeno è dovuto al riscaldamento dell'aria a contatto con rocce che hanno una temperatura maggiore rispetto a quella delle regioni superiori. Inoltre è possibile notare uno shift di circa 1 giorno, relativo all'innalzamento della temperatura tra la fine di novembre e gli inizi di dicembre, attribuibile probabilmente a trasporto di energia termica mediante moti convettivi e non a conduzione termica, la cui cinetica è più lenta. Uno shift simile è presente anche all'inizio di gennaio 2010. Dopo tale data non sono stati rilevati altri shift probabilmente a causa di un più efficace rimescolamento dell'aria dovuto ad una maggiore differenza di densità dell'aria tra le due regioni di rilievo ipogeo. E' interessante notare come gli shift indicati siano quasi totalmente assenti nel grafico dell'umidità ipogea. Rimane ancora da spiegare il rapido abbattimento di temperatura ed umidità alla fine di febbraio 2010, che persiste per qualche settimana fino agli inizi del marzo 2010.

La Fig. 8 mostra le differenze di densità tra l'aria atmosferica e quella ipogea (in magenta) e tra il punto di rilievo a -2m e quello a -23m (in arancione). La prima si avvicina a valori prossimi a  $0\text{g/m}^3$  verso la metà novembre 2009, gli inizi di dicembre 2009 e tra dicembre 2009 e gennaio 2010. Durante i rimanenti periodi monitorati, invece, l'aria atmosferica è più densa e consente una efficace circolazione dell'aria in grotta. Dagli inizi di marzo questa differenza di densità tende comunque ad attenuarsi a causa dall'aumento delle temperature esterne. Come atteso, le differenze di densità dell'aria in grotta tra la camera centrale e la zona speleologica sono invece meno accentuate a causa dei valori temperatura ed umidità simili per le due regioni. La modesta differenza di densità è dovuta ha una maggiore densità dell'aria nella camera centrale dovuta alle temperature più basse in essa registrate. Unica eccezione è rappresentata dai periodi tra la fine di novembre e l'inizio di dicembre 2009 ed alla fine di marzo 2010.

Oltre a questo tipo di indagine è stata svolta una rilevazione periodica termo igrometrica lungo la scala che permette l'accesso al percorso turistico: i dati raccolti dimostrano la presenza di importanti gradienti di densità lungo tutta la scala che consentirebbero un efficace movimento delle masse d'aria.

Questi dati permettono di dedurre che l'ambiente epigeo e la grotta scambiano masse d'aria soprattutto nel periodo primaverile. All'interno della grotta i movimenti delle masse d'aria sono presenti, ma la loro entità è notevolmente inferiore date le piccole differenze delle densità di aria: queste differenze sembrano comunque efficaci per il ricambio dell'aria in grotta, poiché le due temperature ipogee in Fig. 9 mostrano andamenti significativamente simili senza ritardi importanti.



### Analisi statistica dei dati e modellizzazione

I dati meteorologici ottenuti sono stati elaborati mediante analisi di Fourier in modo da ottenere i set di frequenze relative a ciascuna delle serie temporali per ciascuno dei parametri misurati. Tale analisi è stata eseguita utilizzando l'algoritmo di Cooley-Tukey (10). Per tale analisi è stato usato l'intervallo di frequenza 0.0064-1 ciclo/giorno pari rispettivamente alla più piccola ed alla più alta frequenza rilevabile considerati i giorni monitorati e la cadenza giornaliera dei dati utilizzati. L'inverso delle frequenze (periodi d'onda, in giorni) è riportato in Tabella IV.

	Indice Pluviometrico	Velocità del vento	Umidità	Temperatura	Pressione	Temperatura ipogea -2m	Umidità ipogea -2m	Temperatura ipogea -17m	Umidità ipogea -17m
<i>Freq1</i>	18	61	69	69	69	69	69	69	69
<i>Freq2</i>	27	38	47	36	47	47	47	47	47
<i>Freq3</i>	9	8	36	49	36	36	36	36	36
<i>Freq4</i>	4	14	29	29	29	29	30	29	29

Tabella IV - Analisi di Fourier (risultato riportato in periodi e non in frequenze) per le serie temporali medie dell'indice pluviometrico, della velocità del vento, della temperatura intera ed esterna, della pressione esterna, umidità interna ed esterna. I periodi sono ordinati in modo crescente rispetto all'ampiezza della relativa frequenza (*FREQ1* frequenza ad ampiezza maggiore, poi *FREQ2* e così a decrescere con l'ampiezza della frequenza). Le caselle con lo stesso colore indicano quali periodi sono identici o simili per le serie temporali indicate.

Tutti i parametri ipogei, la pressione, la temperatura e l'umidità epigee hanno il periodo relativo alla *FREQ1* di 69 giorni. Per la velocità del vento questo periodo sembra essere più breve (61 giorni) mentre scende a soli 18 giorni per l'indice pluviometrico. La situazione è simile anche per i periodi successivi (*FREQ2*, *FREQ3*, *FREQ4*).

Tali risultati permettono di dedurre che la meteorologia ipogea ha una funzione d'onda molto simile a quella del clima esterno. In particolare queste onde hanno un periodo pari alla lunghezza di una stagione, ovvero circa 3 mesi. Sono invece molto differenti rispetto all'onda associata alla velocità del vento e all'indice pluviometrico. Questo comportamento era atteso, poiché tali parametri hanno una evoluzione più casuale degli altri, almeno in un periodo breve come quello considerato.

Pertanto l'evoluzione temporale dei parametri interni potrebbe differire solo in fase ed ampiezza rispetto a quelli esterni. In altre parole, l'interno della grotta potrebbe mostrare una meteorologia simile a quella esterna, ma ritardata e attenuata nei suoi fenomeni. Questo ritardo è rappresentato dalla differenza di fase tra le onde che caratterizzano i singoli parametri. La differenza di fase è quindi indispensabile per comprendere il ritardo dopo cui un evento atmosferico conduce ad una variazione della meteorologia ipogea. Sfortunatamente tale dato non può essere recuperato tramite trasformata di Fourier, nonostante l'informazione della fase sia contenuta nella serie temporale di ciascun parametro. L'unica informazione ottenibile con un buon grado di accuratezza è la differenza di fase, che può essere stimata grazie alla funzione di cross-correlazione. Tale indice, compreso tra -1 ed 1, quantifica il periodo dopo cui le serie temporali sembrano avere un andamento correlabile, pertanto può essere utilizzato per stimare le differenze di fase tra le onde relative ai parametri monitorati. In Fig. II riportiamo le cross-correlazioni tra i parametri meteorologici ipogei e quelli epigee che hanno mostrato andamenti più significativi. I valori dei punti critici di massimo o minimo assoluto (più avanti chiamati PC) sono mostrati nelle tabelle V e VI.

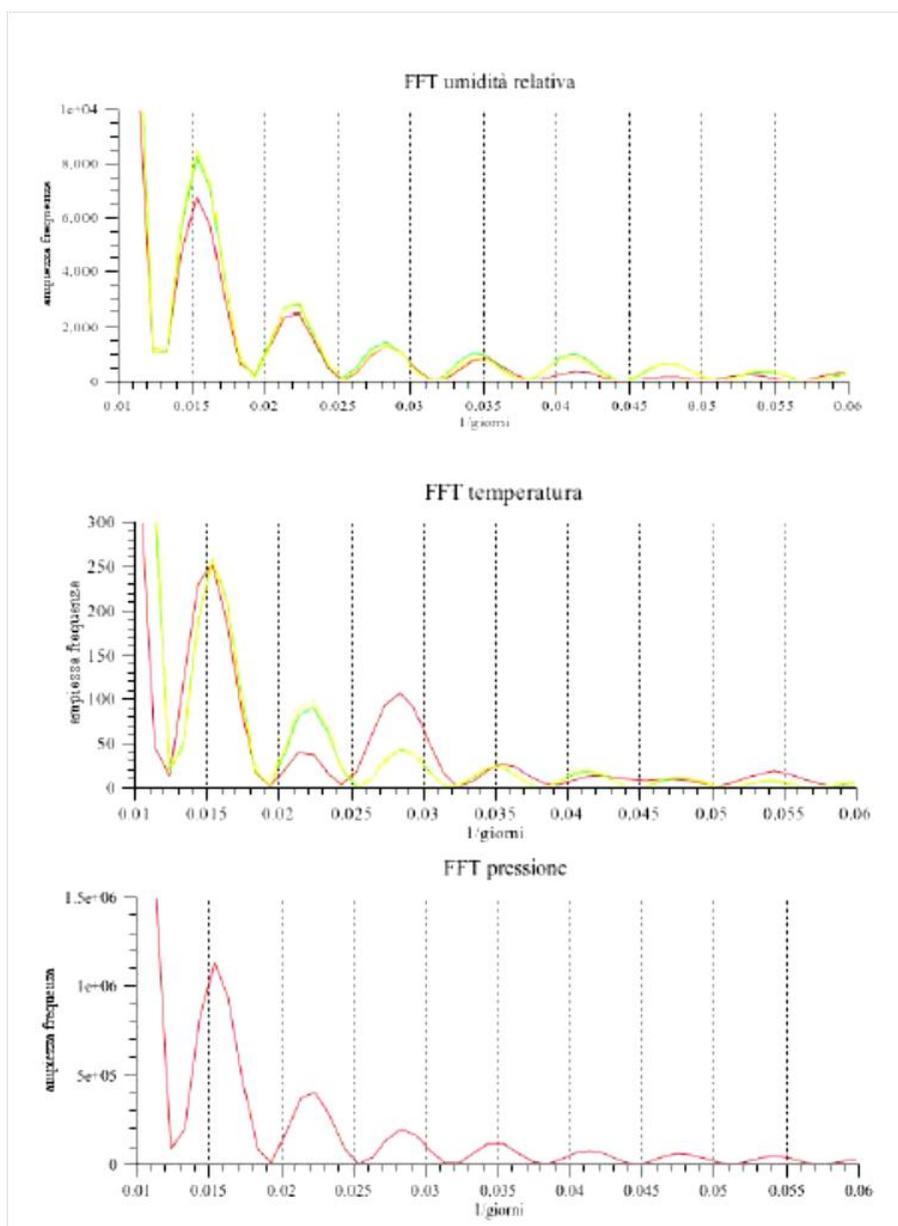


Fig. 10 - Analisi di Fourier eseguita sulla media giornaliera dell'umidità (ipogea ed epigea), temperatura (ipogea ed epigea) e pressione esterna. Il codice colore è identico a quello di figura 8.

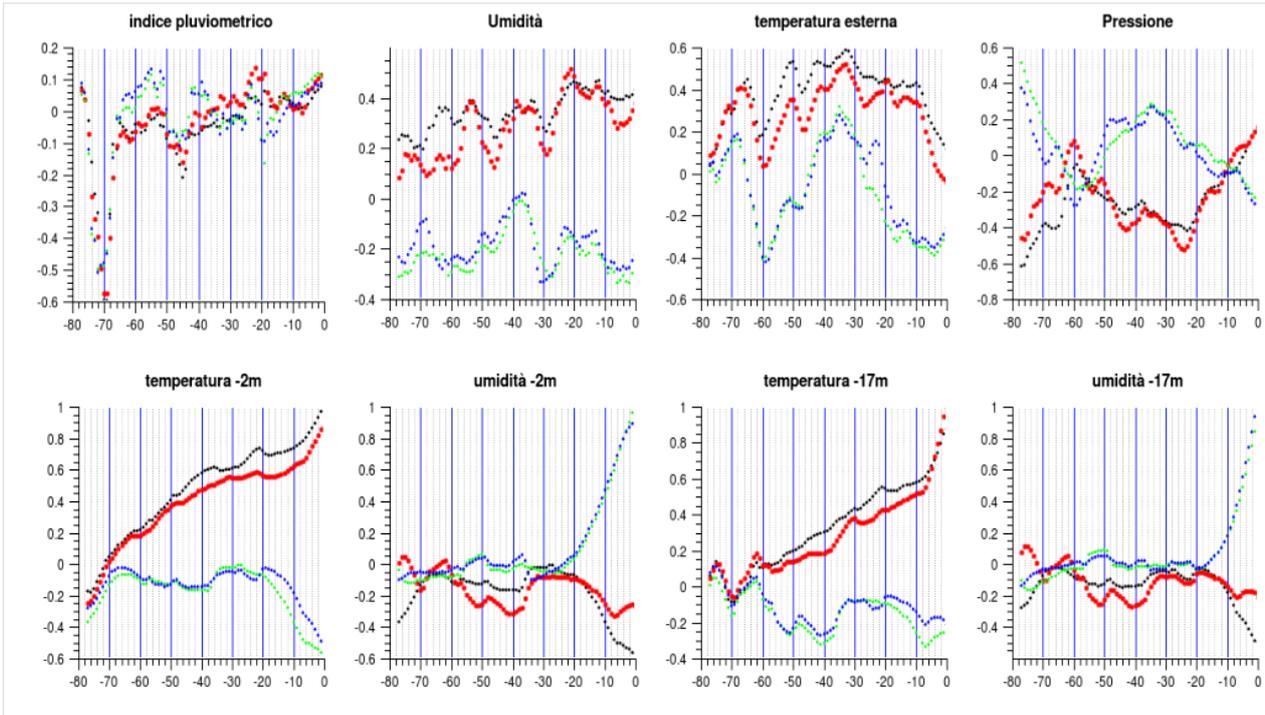


Fig. 11 - Funzione di correlazione calcolata fra tutti i parametri e la temperatura ed umidità ipogea. La cross-correlazione è stata eseguita in modo da verificare l'effetto dei parametri esterni su quelli interni, pertanto i periodi lungo l'asse delle ascisse sono negativi. Le cross-correlazioni della temperatura a -2m sono mostrate con pallini neri, quelle della temperatura a -23m sono mostrate con pallini rossi, quelle della umidità a -2m sono mostrate con pallini verdi e quelle dell'umidità -23m sono mostrate con pallini blu. Il titolo di ciascun grafico indica l'altro parametro contro cui è stata eseguita la cross-correlazione.

	Indice pluviometrico	Umidità relativa	Temperatura esterna	Pressione esterna	Temperatura interna -2m	Umidità interna -2m	Temperatura interna -23m	Umidità interna -23m
Temperatura -2m	$\tau$ : -69 giorni CC: -0,5979	$\tau$ : -13 giorni CC: 0,4680	$\tau$ : -33 giorni CC: 0,5883	$\tau$ : -23 giorni CC: -0,4183	$\tau$ : -21 giorni CC: 0,7323	$\tau$ : 0 giorni CC: -0,5688	$\tau$ : -21 giorni CC: 0,5547	$\tau$ : 0 giorni CC: -0,4962
Temperatura -23m	$\tau$ : -69 giorni CC: -0,5756	$\tau$ : -21 giorni CC: 0,5157	$\tau$ : -33 giorni CC: 0,5219	$\tau$ : -24 giorni CC: -0,5210	Funzione monotona	CC < 0,35	CC < 0,35	CC < 0,35
Umidità -2m	$\tau$ : -72 giorni CC: -0,4993	-0,35 < CC < 0,35	$\tau$ : -4 giorni CC: -0,3923	-0,35 < CC < 0,35	$\tau$ : 0 giorni CC: -0,5688	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35
Umidità -23m	$\tau$ : -69 giorni CC: -0,5067	-0,35 < CC < 0,35	$\tau$ : -4 giorni CC: -0,3923	-0,35 < CC < 0,35	$\tau$ : 0 giorni CC: -0,4962	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35

Tab. V - PC della funzione di correlazione (CC).  $\tau$  è il periodo relativo al PC. La cross-correlazione è stata eseguita in modo da verificare l'effetto dei parametri esterni su quelli interni. Per questa ragione i periodi  $\tau$  osservati sono sempre o pari a zero o negativi. Per le serie di cross-correlazione il cui valore massimo del PC non era sempre compreso tra -0,35 e 0,35, non è stato riportato alcun valore. Nel caso in cui i due parametri abbiano FREQ1 identiche ed il PC abbia un  $\tau$  molto vicino a  $1/FREQ1$ , tale PC non viene riportato poiché corrisponderebbe allo sfasamento dopo un intero ciclo delle due onde, dove i due parametri dovrebbero ragionevolmente essere correlati.

	Indice pluviometrico	Umidità relativa	Temperatura esterna	Pressione esterna	Temperatura interna -2m	Umidità interna -2m	Temperatura interna -23m	Umidità interna -23m
Temperatura -2m	-0,35 < CC < 0,35	CC: 0,4318	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35	CC: 1,000	CC: -0,5688	CC: 0,8742	CC: -0,4962
Temperatura -23m	-0,35 < CC < 0,35	CC: 0,3793	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35	CC: 0,8742	-0,35 < CC < 0,35	CC: 1,000	-0,35 < CC < 0,35
Umidità -2m	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35	CC: -0,5688	CC: 1,000	-0,35 < CC < 0,35	CC: 0,9036
Umidità -23m	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35	-0,35 < CC < 0,35	CC: -0,4962	CC: 0,9036	-0,35 < CC < 0,35	CC: 1,000

Tab. VI - Valore della funzione di cross-correlazione (CC) al periodo  $\tau=0$  tra i parametri meteorologici interni e quelli esterni. I valori di CC compresi tra -0,35 e 0,35 non sono stati riportati.



Nel caso in cui le due serie di dati abbiano una  $FREQ1$  molto simile, i PC relativi alla cross correlazione con  $\tau=1/FREQ1$  non verranno discussi, poiché corrisponderebbero alla cross correlazione di due serie di dati perfettamente sovrapposti in cui la correlazione è evidentemente massima.

Le funzioni di cross-correlazione della temperatura a -2m e -23m mostrano un andamento simile rispetto a tutti i parametri mostrati in Fig. 11. In particolare, il PC delle cross-correlazioni eseguite contro l'indice pluviometrico è ad un  $\tau = -70$  per entrambe le temperature ipogee. Questo indica che un innalzamento dell'indice pluviometrico provoca un abbassamento significativo della temperatura ipogea dopo circa 70 giorni pur avendo i primi riscontri dopo 2,5 giorni. La variazione della temperatura interna della grotta è un processo lento correlabile al percolamento dell'acqua piovana, la quale, scambiando calore con la roccia ne determina la variazione di temperatura; a sua volta anche l'aria che viene a contatto con le pareti assume una diversa temperatura.. Da questo risultato è plausibile presupporre che il tempo impiegato dall'acqua per percolare nella Grotta del Trullo va dai 2,5 giorni per oltrepassare lo strato superficiale, ai 70 giorni per raggiungere le zone più profonde.

Il periodo del PC della cross-correlazione tra temperatura esterna e le due temperature ipogea cade a un periodo di -33giorni che indica un ricambio della aria di grotta dopo circa un mese, ed ha la stessa entità del valore del PC dell'indice pluviometrico: questo indica che la Grotta del Trullo scambia energia termica con l'esterno indifferentemente attraverso i processi fluidodinamici dell'aria e dell'acqua.

Rispetto alla pressione, la temperatura ipogea, mostra ancora una volta una funzione di cross-correlazione simile per le due profondità con un PC a -23giorni e CC negativi, indice di una monotonia opposta dei parametri. In questo caso non è corretto esaminare il segno della crosscorrelazione: infatti, la pressione non ha un effetto sulla temperatura ma solo sulla densità dell'aria. L'aumento di pressione epigea provoca un aumento di densità dell'aria e con esso la possibilità di moti convettivi in cavità. La temperatura dell'aria ipogea alla fine di tale evento è relazionata a quella della massa d'aria epigea che al momento del ricircolo d'aria si trovava all'interfaccia tra ambiente esterno e cavità.

Le funzioni di cross-correlazione dell'umidità ipogea mostrano PC in periodi molto simili a quelli della temperatura ipogea rispetto ai vari parametri meteorologici ma con valori di cross correlazione di segno opposto. Tale fenomeno si potrebbe spiegare ammettendo che le variazioni di umidità in grotta dipendono fondamentalmente dalla temperatura ipogea (rispetto alla quale mostra una monotonia opposta), che giustificherebbe l'entità del valore di cross-correlazione ad un periodo pari a 0 giorni rispetto alla temperatura ipogea.

Quanto fin'ora è stato detto, è confermato da un ulteriore studio eseguito sul prodotto tra la cross-correlazione dei PC ed il coefficiente angolare tra le due serie di dati utilizzate per la determinazione della cross-correlazione, al periodo  $\tau$ . Infatti, una CC alta ad un certo  $\tau$  indica solo che i dati delle due serie sono correlati ma non mostra l'entità della dipendenza reciproca, il cui indice è proprio il coefficiente angolare. In questo modo i valori di PC per le cross-correlazioni delle temperature ipogee rispetto all'indice pluviometrico, alla temperatura epigea ed alle temperature ipogee stesse vengono confermati, mentre quelli rispetto umidità esterna vengono attenuati. Per quanto riguarda l'umidità interna la situazione è analoga dove ancora una volta è possibile osservare un'attenuazione dei valori di PC per le cross-correlazioni rispetto all'umidità esterna.

Pertanto è possibile ipotizzare che la meteorologia ipogea nella Grotta del Trullo valori con un trend ben definito in funzione di tre parametri esterni: indice pluviometrico, pressione e temperatura. Questo non significa che gli altri parametri non influenzino la grotta, ma solo che il loro comportamento non è univoco nei confronti delle variazioni meteorologiche ipogee. Inoltre le variazioni dell'umidità ipogea possono essere spiegate mediante una dipendenza quasi istantanea con la temperatura ipogea. E' bene notare che il comportamento della temperatura e dell'umidità ipogea ad altezze differenti è praticamente identico, sebbene a profondità maggiori le cross correlazioni risultino generalmente più attenuate come è logico attendersi.

Considerando quanto abbiamo appena detto, è possibile definire un'espressione analitica per i quattro parametri ipogei nel periodo considerato. Tale espressione, non rappresenta un modello matematico ma una razionalizzazione empirica in funzione dei dati raccolti, pertanto deve considerarsi attinente al periodo di monitoraggio. Trattandosi di relazioni tra parametri ottenute mediante regressione lineare, l'espressione matematica selezionata è (1), posta  $z$  la variabile che indica la profondità:

$$IE(z) = K + \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n \left( \frac{d IE(z)}{d Par_p} \right)_{\tau} Par_{p,-\tau}$$

in cui “IE” è il parametro ipogeo che fa parte degli  $n$  parametri ipogei ed epigei definiti alla profondità  $z$ , che possono essere usati per determinarlo (ovvero quelli che mostrano buona correlazione e buon coefficiente angolare), e  $\tau$  è il periodo relativo al PC con buona correlazione e buon coefficiente angolare.  $K$  è la somma algebrica delle intercette relative alle regressioni lineari eseguite al periodo  $\tau$  per ognuno dei parametri.

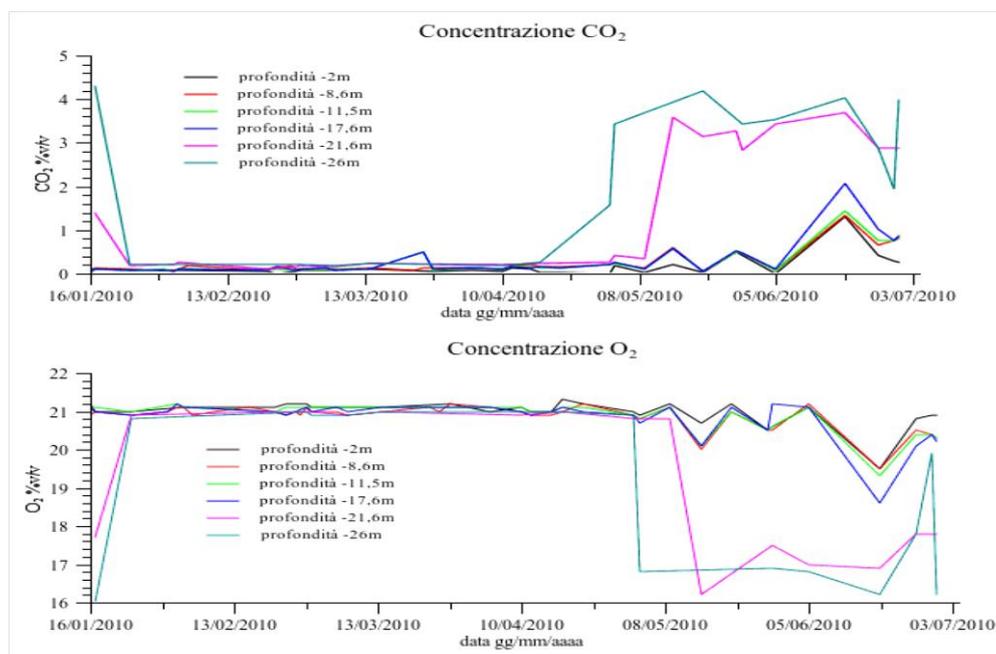


Fig. 12 - Concentrazioni di  $CO_2$  e  $O_2$  rilevate dal 15 gennaio 2010 al 5 luglio 2010 nella Grotta del Trullo. Vengono riportate le concentrazioni rilevate, con frequenza di campionamento pari ad 1 rilievo/settimana. In legenda sono riportate le profondità di campionamento

### Rilievi delle concentrazioni di gas di grotta

Il rilievo delle concentrazioni dei gas di grotta ( $NO$ ,  $NO_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  e  $O_2$ ) è stato eseguito, per problemi tecnici, solo nel periodo compreso tra gennaio 2010 e luglio 2010 con una frequenza di campionamento media di 1 rilievo a settimana. A meno dell'anidride carbonica e dell'ossigeno, gli altri gas sono risultati costantemente sotto la sensibilità strumentale.

La  $CO_2$  mostra valori prossimi alla media atmosferica per il periodo compreso tra febbraio 2010 e metà aprile 2010. Il trend è spiegabile con la possibilità di un ricircolo d'aria all'interno della grotta in questo periodo, come già precedentemente discusso. Dalla seconda metà di aprile 2010 fino alla termine del monitoraggio è visibile un notevole aumento dei valori di concentrazione della  $CO_2$ . L'incremento è più significativo nella regione speleologica (profondità di -21,6 e -26m). Infatti, la variazione di concentrazione con la profondità  $CO_2$  non cresce proporzionalmente con la profondità della grotta, risultando piccola nei primi 20m per poi crescere in modo considerevole fino al fondo dei cunicoli. I gradienti di anidride carbonica sono molto evidenti in Fig. 12. E' bene notare che il gradiente di concentrazione aumenta in modo considerevole nel tratto speleologico, poiché esso rappresenta il limite della cavità dove l'anidride carbonica può accumularsi. Giacché l'aumento di  $CO_2$  è connesso ad eventi in cui l'aria staziona in cavità, è plausibile supporre che la temperatura atmosferica abbia consentito tali stratificazioni nei periodi evidenziati. Inoltre la stratificazione dell'anidride carbonica diventa sempre più evidente con l'aumentare della profondità e non dipende in alcun modo dalla concentrazione di  $CO_2$  praticamente costante nel periodo considerato.

L'andamento dell' $O_2$  è strettamente connesso a quello della  $CO_2$ , poiché quest'ultima concentrandosi sposta o diluisce gli altri gas presenti, riducendone la concentrazione. Per questo motivo, in presenza di concentrazioni di anidride carbonica ipogee prossime a quelle atmosferiche, l'ossigeno mostra una concentrazione molto simile a quella epigea

### Dosimetria della radioattività naturale

Il radon proviene dal processo di decadimento radioattivo dell'uranio e la sua quantità è correlata all'apporto



di acqua dall'esterno, ma ancora di più alla dissoluzione delle rocce. Per il suddetto monitoraggio sono stati utilizzati dapprima rilevatori ad elettrete e poi rilevatori CR39 secondo lo schema temporale riportato nella tabella seguente. Il primo è un sistema costituito da un disco in teflon mantenuto a potenziale costante all'interno di una camera schermante chiusa fino al momento dell'utilizzo. L'apertura dalla camera consente il passaggio degli ioni prodotti dal decadimento del radon, che riducono progressivamente il potenziale del disco. Dalla misura del potenziale ed attraverso opportune calibrazioni strumentali, è possibile risalire alla radioattività naturale indicativa della quantità di radon presente in grotta. Il CR39 rispetto agli elettrete è un sistema meno sensibile, ma più selettivo verso le radiazioni  $\alpha$ , costituito da piastrine di poliallildiglicolcarbonato (PADC) dello spessore medio di 1mm su cui la radiazione è in grado di provocare danni microscopici che opportunamente analizzati permettono di risalire alla radioattività nell'ambiente monitorato. Entrambi gli strumenti non misurano la radioattività istantanea, ma l'integrale della radioattività istantanea nel periodo di monitoraggio: il valore viene quindi diviso per il periodo di campionamento fornendo una media della radioattività naturale nel periodo considerato. Le misure eseguite sono riportate in Tabella VII.

Si nota che per i periodi compresi tra novembre 2009 e marzo 2010 valori di radon sono molto elevati. Tali valori non possono essere considerati realistici, poiché avrebbero portato avvelenamento da radon o asbestosi negli operatori della grotta esposti durante quel periodo. E' plausibile che l'umidità abbia influenzato la misura falsandola. E' bene notare che questo risultato, se pur non utilizzabile per i nostri scopi, avvalorava l'ipotesi di molti lavori che considerano l'umidità un parametro influente nella misura del radon con elettrete come proposto dalle "Linee Guida per le misure di Radon in ambienti residenziali" dell'APAT, nonostante le schede tecniche di tali strumenti non indichino limitazioni rispetto all'umidità.

periodo		stazione 1		stazione 2		stazione 3		
inizio	fine	Bq/m <sup>3</sup>	err (%)	Bq/m <sup>3</sup>	err (%)	Bq/m <sup>3</sup>	err (%)	
28/11/09	12/12/09	109	5,16	saturatione				elettreti
26/12/09	09/01/10	598	5,8	3570	5			
11/02/10	07/03/10	279	5,4	581	5,1			
28/02/10	28/03/10	159	21	116	17	165	20	CR-39
28/03/10	02/05/10	114	15	188	21	133	16	
20/05/10	29/05/10	103	15	105	18	140	12	
29/05/10	26/06/10	140	16	110	14	156	17	
26/06/10	01/08/10	132	15	190	13	160	17	
01/08/10	28/08/10	110	14	180	21	170	18	

Tabella VII - Dosimetria radon nella Grotta del Trullo eseguita dal 28 novembre 2009 al 28 agosto 2010. La stazione 1 si trova a 2m dal soffitto mentre la 2 e la 3 si trovano rispettivamente a -17m e -23m

Questa ipotesi risulta oltremodo avvalorata dalle misure successive con i CR39 la cui misura è molto meno dipendente dall'umidità, se pur meno accurata, dove la concentrazione di radiazione  $\alpha$  risulta in linea con quella attesa e comunque sempre al di sotto dei limiti di legge, dimostrando come la grotta sia sicura sia per gli operatori del settore sia per i turisti. Dalle misure dei CR39 è possibile anche notare che nella Grotta del Trullo il lento scioglimento delle rocce carbonatiche sotto l'azione del carsismo si abbina ad una buona ventilazione delle caverne, che non consente al radon di stratificare per buona parte dell'anno. Tuttavia, questo gas pesante soffre delle stesse dinamiche dell'anidride carbonica, per cui la sua concentrazione tende a salire nei periodi in cui si fermano i moti convettivi all'interno della grotta.

## Conclusioni

Il progetto "MONITORAGGIO ABIOTICO COMPLESSO IPO/EPIGEO" condotto a partire da luglio 2009 fino ad agosto 2010, ha permesso di portare a termine tutti gli obiettivi preposti nonostante i problemi tecnici sopraggiunti, causati dalle aziende fornitrici della strumentazione utilizzata.

Sono stati raccolti: i) dati meteorologici epigei ed ipogei; ii) relativi alla concentrazione di gas potenzialmente inquinanti; iii) di dosimetria radon; iv) di temperatura delle rocce. Inoltre è stata determinata la direzione SE-NW come direttrice di estensione della grotta.

Tali dati sono stati successivamente elaborati attraverso il programma KMM creato dagli aderenti



all'associazione stessa. La Grotta del Trullo è stata completamente mappata delineando la presenza di tre regioni morfologicamente distinte, e caratterizzate in funzione della conduzione termica dei relativi strati rocciosi: immediatamente sotto lo strato roccioso di interfaccia tra l'ambiente esterno e la grotta, rappresentante lo strato eterotermico superficiale, si estende una vasta camera centrale appartenente allo strato eterotermico. In tale tratto la presenza di un gradiente non monotono della temperatura delle rocce indica la sussistenza di roccia ad alta composizione carbonatica. La regione mediana della grotta mostra un comportamento simile. Al di sotto dei 17m si estende la regione speleologica individuabile nello strato omotermico della cavità. All'interno di tale regione sono presenti due caverne di modesto volume tra loro connesse.

La temperatura dell'aria nel tratto speleologico si mantiene costantemente al di sopra di quella della camera centrale di circa 1°C dopo dicembre 2009, probabilmente a causa dello scambio termico con pareti più calde per gradiente geotermico. Le differenze di densità tra aria ipogea e epigea giustificano la presenza di moti convettivi di aria e quindi di un efficace ricircolo dell'aria. I flussi d'aria maggiori sono presenti lungo la scala che permette l'accesso al percorso turistico. Su tale fenomeno sono attualmente in corso ulteriori indagini per spiegarne l'entità. L'onda della temperatura ipogea appare ritardata di circa 1 mese rispetto a quella della temperatura epigea, come confermato anche dallo studio della cross-correlazione. L'umidità in grotta segue lo stesso trend della temperatura. In questo caso i bassi valori di cross-correlazione riscontrati, ad eccezione di quelli calcolati contro la temperatura ipogea, mostrano che l'umidità ipogea è scarsamente relazionata ad altri parametri che non siano la temperatura ipogea.

Le onde associate alla temperatura epigea ed ipogea, all'umidità epigea ed ipogea ed alla pressione mostrano un set di frequenze molto simili con una lunghezza del ciclo principale coincidente con quello stagionale, pari a circa 3 mesi. E' evidente che tale evoluzione climatica interna è difficilmente percepibile dal corpo umano poiché l'entità delle variazioni è sotto la soglia di percezione (le massime deviazioni standard giornaliere erano di 8.6% e 1.3°C). In modo particolare la temperatura ipogea sembra avere una buona cross-correlazione con l'indice pluviometrico a -70giorni, con la temperatura epigea a -33giorni e con la pressione a -23giorni. La lunghezza del primo periodo è stata spiegata attraverso la lenta percolazione dell'acqua piovana in grotta che scambia calore con l'aria in cavità dopo essersi raffreddata all'interno dei canali di percolazione della roccia. Gli ultimi due periodi d'onda sono invece associabili al periodo medio di ricambio dell'aria all'interno della grotta in regime di flusso dinamico dell'aria. Dai dati meteorologici si è ottenuto un primo modello empirico dell'evoluzione del clima ipogeo; per questo ulteriori studi sono tutt'ora in corso.

Le concentrazioni di anidride carbonica e ossigeno sono perfettamente in linea con le considerazioni sulla densità dell'aria: in particolare la CO<sub>2</sub> mostra valori ipogei prossimi a quelli epigei tra febbraio ed aprile 2010 e maggiori rispettivamente prima e dopo tali periodi, mentre l'ossigeno ha un trend opposto. Gli altri gas sono sempre sotto la soglia di rilevazione strumentale, dimostrando la mancanza di sostanze derivanti dalle attività antropiche potenzialmente dannose presenti nei paraggi (ferrovia, orti, tronchi fognari). Tali attività non hanno ripercussioni sulla chimica dell'aria e allo stesso modo si può considerare minima l'azione sulla chimica dell'acqua.

La radioattività naturale sembra essere costante e sempre al di sotto del limite di legge. La bassa concentrazione di radon nella Grotta dimostra anche la lentezza dei processi di carsismo e decalcificazione delle rocce carbonatiche ed anche un apporto di acqua molto minore dell'apporto di aria.

## Bibliografia

1. Environmental Geology. Cigna, A.A. 1993, Environmental Geology, Vol. 21, p. 173-180.
2. Incontro Internazionale di Speleologia. Lotti, L., et al., et al. 2007.
3. Natural ventilation of the Paintings Room in the Altamira cave. P. L. Fernández, I. Gutierrez, L. S. Quindós, J. Soto and E. Villar. 05 June 1986, Nature, Vol. 321, p. 586-588. doi:10.1038/321586a0.
4. PHYSICAL AND CHEMICAL RESEARCH IN VELEBITA PIT (CROATIA). Paar, D., et al., et al. 2, 2008, Acta Carsologica, Vol. 37, p. 273-278.
5. Indoor concentrations of ammonia and the potential contribution of humans to atmospheric budgets. Atkins, D.H.F. e Lee, David S. 1, January 1993, Atmospheric Environment. Part A. General Topics, Vol. 27, p. 1-7. ISSN 0960-1686, 10.1016/0960-1686.
6. Bezdek, J. C. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. New York : Plenum Press, 1981.
7. Heat flow from the Earth's interior: Analysis



of the global data set. Pollack, Henry N., Hurter, Suzanne J. e Johnson, Jeffrey R. 3, 1993, *REVIEWS OF GEOPHYSICS*, Vol. 31, p. 267-280.

8. [aut. libro] A. Desio. *Geologia applicata all'ingegneria. L'esplorazione del sottosuolo - idrogeologia applicata - geomorfologia applicata - geologia delle costruzioni - geologia mineraria*. Milano : Hoepli, 1949.

9. *Geotermia a bassa entalpia e misure di temperature in pozzo*. Menichetti, Marco e Renzulli, Alberto. 2009, *Rend. online Soc. Geol. It.*, Vol. 6, p. 333-334.

10. *An Algorithm for the Machine Computation of the Complex Fourier Series*. Cooley, J. W. e Tukey, J. W. 19, April 1965, *Mathematics of Computation*, p. 297-301.

11. *Club Alpino Italiano. Manuale di Speleologia*. Milano : Club Alpino Italiano, 2003.

12. Mangin, A., et al., et al. *Etude de l'environnement souterrain de la Grotte du Pech-Merle Cabrerets (Lot)*. Informe de Centre National de la Recherche Scientifique. Paris : Centre National de la Recherche Scientifique, 1991.

13. *Impact of tourists on carbon dioxide levels at Jenolan Caves, Australia: an examination of microclimatic constraints on tourist cave management*. Dragovich, D. e Grose, J. 1, 1990, *Geoforum*, Vol. 21, p. 111-120.

14. *Management issues in a Tasmanian tourist cave: Potential microclimatic impacts of cave modifications*. Russell, Mick J. e MacLean, Victoria L. 3, May 2008, *Journal of Environmental Management*, Vol. 87, p. 474-483. ISSN 0301-4797, 10.1016/j.jenvman.

15. Aley, Thomas. *Encyclopaedia of Caves and Karst Science*. [aut. libro] Fitzroy Dearborn. s.l. : J. Gunn, 2004.

16. *Effects of tourist development on Caves and Karst*. Huppert, G., et al., et al. 1993, *Kart Terrains: Env. Changes and Human Impact*, Vol. 25, p. 251-268.

17. Gillieson, David. *Caves: Processes, Development, Management*. Oxford : Blackwell Publishers, December 1996. p. 324. ISBN 0631191755.

18. Salimbeni, P. *Nozioni Elementari di Meteorologia Ipogea*. Cagliari : Speleo Club

Cagliari, 2004.

19. Crome, D.J. e Roberts, B.M. *Airconditioning and ventilation of buildings*. Australia : Pergamon, 1975.

20. OSHA. *OSHA Safety Hazard Information Bulletin on Potential Carcinogenicity of Diesel Exhaust*. United States Department of Labor - Occupational Safety & Health Administration. [Online] 20 November 1988. [http://63.234.227.130/dts/hib/hib\\_data/hib19881130.html](http://63.234.227.130/dts/hib/hib_data/hib19881130.html).

21. —. *Chemical Sampling Information: Carbon Dioxide*. United States Department of Labor - Occupational Safety & Health Administration. [Online] 20 September 2001. [http://63.234.227.130/dts/chemicalsampling/data/CH\\_225400.html](http://63.234.227.130/dts/chemicalsampling/data/CH_225400.html).

22. EURATOM. 90/143/Euratom - *Raccomandazione della Commissione sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon in ambienti chiusi*. *Gazzetta Ufficiale*. 27 March 1990, 80, p. 26 - 28.

23. *Management issues in a Tasmanian tourist cave: potential microclimatic impacts of cave modifications*. Russell, M.J. e MacLean, V.L. 87, 2008, *Journal of Environmental Management*, Vol. 3, p. 474-483. ISSN 0301-4797.

24. *A mathematical model of air temperature in Mammoth Cave*. Jernigan, Jonathan W. e Swift, Randall J. 63, Kentucky : The National Speleological Society, April 2001, *Journal of Cave and Karst Studies*, Vol. 1, p. 3-8.

25. *Annual and transient signatures of gas exchange and transport in the Castañar de Ibor cave (Spain)*. Cortes, A.F., et al., et al. 38, Bologna (Italy) : Union Internationale de Spéléologie, July 2009, *International Journal of Speleology*, Vol. 2, p. 153-162. Available online at [www.ijs.speleo.it](http://www.ijs.speleo.it).

26. *Cave air control on dripwater geochemistry, Obir Caves (Austria): Implications for speleothem deposition in dynamically ventilated caves*. Spötl, C., Fairchild, I.J. e Tooth, A.F. 10, s.l. : Elsevier, 2005, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 69, p. 2451-2468. doi:10.1016/j.gca.2004.12.009.

27. Bolasco, Sergio. *Analisi multidimensionale dei dati. Metodi, strategie e criteri d'interpretazione*. s.l. : Carocci, 1999. p. 360. ISBN 8843014013.



## FENOMENI DI DISSESTO NELLE GRAVINE DI STATTE (TA)

*Gentile Giacinto Cosimo<sup>1</sup>, Magnifico Luca<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Gruppo Speleo Statte

### Riassunto

Le Gravine presenti nel territorio di Statte (TA) rappresentano un importante elemento morfologico, che, assieme al complesso reticolo di valli carsiche presenti nella fascia costiera jonica, costituiscono il “parco delle Gravine”.

Queste profonde incisioni carsiche, incassate nella roccia calcarea del Cretaceo, a contatto in trasgressione con i depositi calcarenitici del Pleistocene, offrono uno scenario di incomparabile bellezza paesaggistico-naturalistica, impreziosito dalla presenza di antichi villaggi rupestri, piccole grotte e dalla varietà della flora e della fauna. Negli ultimi anni, questi luoghi, sono diventati un polo di ritrovo per amanti del trekking, della speleologia e dell'arrampicata per esercitazioni in parete. La presenza di fianchi ripidi delle pareti delle gravine in questione e la frequente fratturazione e degradazione della roccia provocano, però, fenomeni localizzati di dissesto, quali crolli e ribaltamenti di ammassi rocciosi. I dissesti di questo sito di interesse storico-naturalistico, rappresentano una pericolosità naturale geomorfologica da tenere “sotto controllo”.

**Parole chiave:** Statte, gravina, dissesto, crolli

### Introduzione

L'attuale morfologia del territorio è il risultato di processi sviluppatisi nel corso di milioni di anni sulle rocce e sull'ambiente in cui le rocce stesse si sono formate. Lungo tutto il perimetro dell'altopiano murgiano valloni più o meno paralleli si diramano verso il mar Jonio e verso l'Adriatico: possono essere caratterizzati da una pendenza più lieve e sono detti lame, oppure possono essere più scoscesi e profondi, prendendo il nome di gravine. Le gravine, strette e profonde forre costituenti l'elemento idrografico primario delle aree ricoperte dai depositi quaternari, sono formazioni naturali dalle caratteristiche inconsuete ed eccezionali, segno distintivo del paesaggio e della morfologia della provincia ionica. Le gravine comprese nelle province di Taranto, Brindisi, Lecce e Bari sono oltre 300, e la sola provincia di Taranto ne conta più di 150. Esse si formano in corrispondenza del salto orografico che, dai 400 metri di altezza dell'altopiano murgiano, porta ai 50 – 100 metri dove comincia la fascia costiera. Nelle Murge i depositi quaternari in facies calcarenitica per essere spesso scarsamente diagenizzati e per la facilità con cui di norma diventano preda dell'erosione idrometeorica e torrentizia, sono in continua evoluzione morfologica, senza peraltro assumere significative condizioni di instabilità. In questo contributo vengono analizzate le modalità della morfogenetica recente ed attuale e, quindi, individuate le caratteristiche di fratturazione dell'ammasso roccioso e le potenziali superfici di scivolamento presenti nell'ammasso stesso. Viene fatta una panoramica dei fenomeni in atto.

### Inquadramento geografico

Dal punto di vista morfologico la provincia di Taranto può essere suddivisa in tre zone. La prima è la zona murgiana, che ne occupa la parte settentrionale ed è costituita dalle aree topograficamente e strutturalmente più elevate. Queste costituiscono un altopiano esteso lungo la direzione appenninica, degradante da nord-est a sud-ovest, sia per effetto della naturale giacitura degli strati, sia per la presenza di terrazzi marini, legata alla presenza di fratture e faglie distensive. Verso sud i calcari si immergono al di sotto dei depositi sedimentari più recenti per poi riaffiorare in una serie di rilievi discontinui, che prendono il nome di Murge Tarantine. Esse si allungano in direzione ONO-ESE tra Mottola e Crispiano. Tra questi rilievi sono interposte ampie vallate dal fondo piatto che costituiscono le naturali aree di scolo per le acque di ruscellamento. La seconda zona è quella di transizione, la quale è invece caratterizzata da pendenze più lievi; essa raccorda l'altopiano murgiano alla costa. Qui si sviluppano le gravine e le lame. Queste valli carsiche, impostate entro i depositi calcarenitici, localmente si approfondiscono sino ad interessare il substrato mesozoico. Esse rappresentano delle vie di deflusso preferenziale sia per le piogge che cadono su questa

porzione di territorio, che per le acque di ruscellamento provenienti dal retrostante altopiano murgiano. Verso la costa si ritrova l'ultima zona, dove la morfologia diventa pianeggiante e priva di idrografia superficiale ben sviluppata.

## La Gravina di Statte

Il territorio Stattese è ricco di gravine, di diverse dimensioni e dislocate nell'intero territorio. La gravina di Leucaspide costituisce il più imponente esempio di tale fenomeno carsico nella zona. Questa è localizzata ad ovest del centro abitato (Fig.1) e nasce dalla confluenza di altre gravine più piccole, quali quella di l'Amastuola e quella di Triglie, che a loro volta prendono vita da altre gravinole; prende il nome di gravina di Accetta nella sua parte superiore, gravina di Leucaspide nel tratto medio e gravina di Gennarini nell'ultimo tratto (sulle carte spesso è indicata indistintamente come gravina di Leucaspide); confluisce infine nel canale della Stornara. La gravina di Leucaspide, ricca di grotte ed anfratti, di pareti di roccia tenera e facile da scavare, di vegetazione e di acqua, rappresenta da tempi lontanissimi sede favorita per l'insediamento umano. Oggi è classificata come Important Bird Areas ricadente in Area delle Gravine, quindi parte dell'omonimo parco delle Gravine, ricade in zona SIC ed è meta per escursionisti, che ne apprezzano le bellezze storiche, vegetazionali ed ambientali. Numerosi sono gli appassionati di arrampicata che sfruttano i numerosi piccoli anfratti per creare percorsi di vari difficoltà. Sono presenti circa cento vie, in continuo aumento. Il tratto interessato si sviluppa a partire da 125 metri l.m.m., con una pendenza media del fondo di circa il 3%, ed ha un'altezza dei versanti che varia da 20 a 50 metri circa. La media delle misurazioni puntuali effettuate nella strato calcareo indica una immersione N-O nella parte inferiore (N 60° E - inclinazione 9°), mentre nella parte superiore del tratto studiato è N-E (N 72° O – inclinazione 11,5°). Numerose sono le fratture verticali che si sviluppano lungo l'intera altezza dei versanti ( Fig. 2).



Fig. 1- Ortofoto dell'area con tratto (Scala approssimata 1:25.000)

Le osservazioni sugli effetti prodotti dalla dinamica morfogenetica sono state condotte in una parte della valle della gravina di Leucaspide. L'analisi è stata eseguita in un tratto di circa 1,5 km della valle sopra citata (fig.1). Nell'ambito dell'area considerata ed in zone limitrofe la successione stratigrafica dei terreni è semplice e costante. La formazione di base è costituita da calcari e calcari-dolomitici riferibili al Cretacico (calcari di Altamura). Su questa poggia in discordanza una formazione di calcareniti riferibile al Pliocene (Calcareniti di Gravina). Seguono, in eteropia di facies le Argille SubAppennine e materiali di copertura del Quaternario, rappresentati da calcareniti plioleustoceniche (Calcareniti di Monte Castiglione, depositi marini alluvionali, depositi palustri, alluvioni attuali e recenti).

Nella parte bassa della valle è possibile trovare il contatto tra il calcare e la calcarenite, a circa 4 metri dal piano campagna (Fig.3).



Fig. 2 - Esempio di frattura verticale (foto Gentile G.C.)

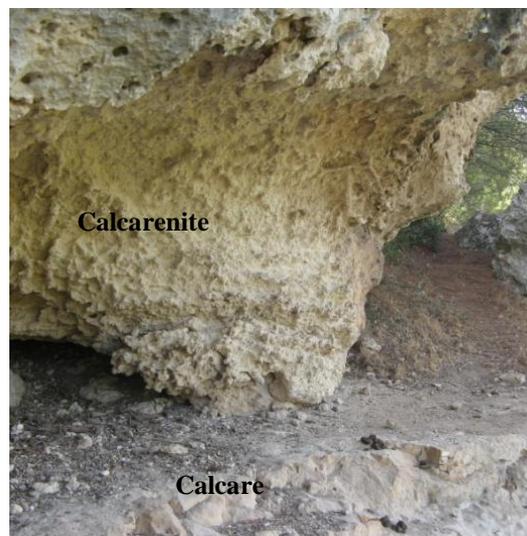


Fig. 3 - Contatto Calcare / Calcarenite (Gravina di Leucaspide - foto Magnifico L.)

### **Fenomeni di crollo**

I depositi calcarenitici presenti nella gravina posseggono requisiti di resistenza e conformazioni spaziali che causano una continua evoluzione morfologica dei luoghi, spesso a causa di apprezzabili movimenti di masse rocciose; questi requisiti sono tali che solo in corrispondenza di pendii molto ripidi, come quelle presenti in questo luogo, si producono apprezzabili movimenti dei blocchi rocciosi.

Nelle gravine l'evoluzione morfologica dei versanti è stata condizionata essenzialmente dall'erosione fluviale ed oggi si compie prevalentemente sotto l'azione modellatrice dell'erosione idrometeorica ed attraverso una successione di eventi franosi che coinvolgono blocchi di varie forme e dimensioni.

La presenza di ciottoli e massi, anche di grosse estensioni, porta facilmente a pensare che tali dissesti sono da sempre presenti e fanno parte della dinamica evolutiva del sito.

Tale dinamica risente del modellamento che i versanti hanno subito e pertanto va interpretata come un'esigenza di adeguamento ai forti dislivelli altimetrici, che il prevalere dell'erosione torrentizia ha creato in passato.

I blocchi caduti da entrambi i versanti della gravina si sono mossi presumibilmente a seguito di crolli ("fall" secondo VARNES D.J.), si sono quindi distaccati e conseguentemente caduti fino a raggiungere la base del versante, successivamente si sono mossi mediante movimenti di rimbalzo e/o rotolamento.

I crolli si sono prodotti in corrispondenza di masse calcarenitiche rese sporgenti dalla scalzamento al piede operato dall'azione idraulica ed idrometeorica su alcuni livelli calcarenitici maggiormente erodibili o altamente fratturati e quindi soggetti a crolli di minori dimensioni.

Sono poi presenti fenomeni di ribaltamento ("topple" secondo VARNES D.J.), che avvengono attraverso la rotazione di masse attorno ad un fulcro nelle condizioni in cui il rapporto fra base ed altezza di un blocco sia minore della pendenza del versante; si verificano sotto l'azione della forza di gravità, delle pressioni esercitate dai blocchi di materiali adiacenti e della pressione dell'acqua presente nelle fratture.



Fig. 4 - Sinistra. Esempio di possibile crollo (foto Gentile G.C.)



Fig. 5 - Recente frana complessa (foto Gentile G.C.)

Altra tipologia riscontrata sono gli scorrimenti (scivolamenti) traslazionali (“slide” secondo VARNES D.J.), che si verificano su superfici di discontinuità preesistenti con inclinazione eguale o inferiore a quella del versante (fig.6).



Fig. 6 - Superficie di fratturazione dell’ammasso roccioso (foto Gentile G.C.)

Sono tipiche di queste rocce stratificate e sono evidenziate da fratture di trazione riscontrabili nella parte alta del versante.

Data la notevole rugosità e scabrosità che caratterizza i piani di contatto il superamento della resistenza a taglio si è avuto ovviamente solo per forti inclinazioni delle superfici di scivolamento, spesso quasi verticali (fig. 2). Tali fenomeni sono in molti punti allo stato quiescente e spesso con tipi complessi e compositi, con distribuzione retrogressiva.

Le gravine raccolgono le acque solo nei periodi piovosi, ma la proprietà dei terreni calcarei di essere resi teneri dall’umidità, rende possibile l’erosione del letto della gravina anche in presenza di corsi d’acqua di

portata modesta. Gli eventi di crollo sono stati quindi favoriti dalla diminuzione di resistenza che non di rado la calcarenite subisce ad opera dell'azione solvente delle acque.

Altri fattori scatenanti sono sicuramente la saturazione del terreno sovrastante ad opera di piogge intense, la pressione di filtrazione sui fianchi della valle, la crioclastesi (disgregazione fisica del gelo – disgelo) e la bioclastesi causata dagli apparati radicali delle numerose piante e arbusti che crescono sui pendii. Non è infatti improbabile trovare arbusti ed alberi anche di dimensioni importanti che sviluppano le proprie radici all'interno di fratture, riempite nel tempo da terreno e materiale sciolto, o che, essendo specie endemiche, hanno un apparato radicale idoneo ad insinuarsi in questo tipo di substrato roccioso.

Il vuoto originato dall'erosione ha, tra l'altro, dato luogo ad una decompressione dei versanti e ad un forte richiamo, verso lo stesso vuoto, dei blocchi rocciosi unitari oramai privi di contenimento laterale. Tutti i fenomeni sono particolarmente attesi nella parte più alta dei pendii, dove appunto dominano le calcareniti.

Non trascurabile è ovviamente il processo carsico, che tende ad allargare le discontinuità presenti nell'ammasso roccioso.

Una recente frana complessa (fig. 5), si è avuta nel mese di aprile 2010; un grosso blocco si è distaccato dalla parete est, nei pressi della biforcazione della gravina, ed una volta toccato la parte alta del pendio ha raggiunto il fondo della gravina, probabilmente rotolando.



Fig. 7 - Deflusso idrico nella Gravina di Leucaspide. (Settembre 2003 – foto Gentile G.C.)

### **Idrografia**

La porzione settentrionale del territorio della provincia di Taranto è caratterizzata, per condizioni climatiche e geomorfologiche, dalla sostanziale assenza di una significativa idrografia superficiale attiva. Lo smaltimento delle acque di precipitazione avviene prevalentemente attraverso forme carsiche a sviluppo essenzialmente ipogeo che, in occasione di precipitazioni di notevole entità, non sono sempre in grado di far defluire per intero gli afflussi idrici. In concomitanza di questi eventi, le gravine, di norma asciutte, diventano attive e con portate anche cospicue. L'aumento del flusso idrico si verifica non solo sul fondo del canale, ma anche lungo i fianchi, attraverso i piccoli afflussi secondari, con aumento delle pressioni interstiziali.

Come detto sopra la gravina viene alimentata dal flusso idrico proveniente dalle gravine minori presenti a nord della stessa. Data la loro morfologia l'insieme di questi avvallamenti funge da naturale canale di accumulo e di scolo delle acque provenienti dalle alture a nord dell'abitato (Crispiano, Massafra), con un importante ruolo di protezione del paese (Statte) da queste acque di ruscellamento.

In alcuni punti gli enormi massi direttamente provenienti dai sovrastanti versanti o trasportati nel tempo lungo il fondo del solco erosivo hanno creato dei piccoli sbarramenti, dando vita a delle briglie naturali, a



monte delle quali di accumula il ciottolame trasportato dalla corrente, diminuendo la pendenza del canale e abbassando in maniera del tutto locale la forza erosiva dell'acqua.

Un esempio di deflusso è riportato in foto (fig. 7) quando nel settembre 2003 la provincia di Taranto fu colpita da forti piogge (115 mm alla stazione meteo dell'Aeronautica Militare di Taranto) che provocarono numerosi danni. Gli allagamenti ed i danni avutisi in Statte furono dovuti sostanzialmente all'acqua caduta direttamente sulle strade e non smaltita adeguatamente. Non si trova infatti traccia negli articoli della cronaca dell'epoca di episodi rilevanti, essendosi verificati crolli ed allagamenti ben più gravi nella provincia.

## Conclusioni

Il presente contributo è nato come riflessione di un fenomeno pericoloso come quello trattato.

Il carattere di occasionalità del deflusso attraverso le gravine fa spesso abbassare il livello di attenzione nei confronti della prevenzione del rischio idraulico connesso a queste incisioni.

Oltre a sporadici eventi di piena, fenomeni franosi di varia tipologia risultano estremamente frequenti, coinvolgendo sia piccoli volumi di roccia, sia importanti ammassi. I dissesti fino ad oggi prodottisi nella valle considerata, soprattutto nei versanti in calcarenite, sono riconducibili a crolli e secondariamente a ribaltamenti e scorrimenti. Le situazioni favorevoli a futuri crolli sono molteplici.

Sarebbe interessante ed utile, anche ai fini della ricerca, realizzare un'attività di monitoraggio, con specifica strumentazione (inclinometri, ecc.), per monitorare lo spostamento degli ammassi rocciosi più instabili; e una zonizzazione mediante la redazione di una mappa di rischio, in maniera da comunicare ai frequentatori, abituali o occasionali, in quali aree soffermarsi ed in quali invece evitare soste, senza peraltro cadere nell'eccesso, interrompendo la fruibilità di un territorio come questo delle gravine, dall'indiscusso valore storico-naturalistico.

## Bibliografia

GRASSI D., (?) *Evoluzione morfologica dei depositi calcarenitici quaternari in corrispondenza dei versanti vallivi della puglia e della lucania, con particolare riferimento alla gravina di Matera*, Geologia Applicata e Idrogeol., 9: pp 95-117

FEDERICO A., DE FILO F., GELATO G., SIMEONE V., (1996) *Vulnerabilità idrogeologica della fascia costiera ad ovest di Taranto – nota preliminare*, Geologia Applicata e Idrogeol., 31: pp 289-295

PARISE M., (?) *Pericolosità geomorfologica in ambiente carsico: le gravine dell'arco ionico tarantino*, Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan", vol 41 pp. 81-93.

### Siti internet

[www.nimbus.it](http://www.nimbus.it)

[www.meteogiornale.it](http://www.meteogiornale.it)

[www.asl.taranto.it](http://www.asl.taranto.it)



## **NUOVI DATI TOPOGRAFICI SU ALCUNE CAVITÀ PUGLIESI**

*Gianluca Selleri\**

\*GSL 'Ndronico

*CONTRIBUTO NON PUBBLICATO PER VOLONTÀ DELL'AUTORE*



## **PULIAMO IL BUIO 2010, UN ANNO ALLA MEMORIA**

*Marilena Rodi\**

\*Società speleologica italiana, Federazione speleologica pugliese, Gruppo Puglia Grotte

### **Riassunto**

Giunto alla quinta edizione, Puliamo il buio, la manifestazione promossa dalla Società speleologica italiana in contemporanea a Puliamo il mondo di Legambiente, di bonifica e recupero delle cavità inquinate, nell'anno 2010 vede un traguardo importante, la conquista televisiva delle attività.

Ambiente Italia di Rai3, infatti, decide di mandare in onda, nella settimana che precede l'evento nazionale, le attività di intervento e preparazione degli speleologi. L'area scelta il sud Italia: Puglia, Basilicata e Campania.

*CONTRIBUTO NON PUBBLICATO PER VOLONTÀ DELL'AUTORE.*



## SS (SPELEOLOGIA SCIENTIFICA): ALCUNE RIFLESSIONI

*Mario Parise<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche, IRPI, Bari, Italy ([m.parise@ba.irpi.cnr.it](mailto:m.parise@ba.irpi.cnr.it))

### **Riassunto**

Il mondo della speleologia ha da sempre avuto rapporti con gli ambienti scientifici e di ricerca. La speleologia è infatti una tra le attività che maggiormente richiede un approccio interdisciplinare, che comprenda vari e disparati aspetti della scienza: oltre a materie di base quali la geologia e la idrogeologia, sono molteplici le altre branche del sapere scientifico che possono correlarsi al mondo sotterraneo, dalla biologia alla botanica, all'archeologia, all'antropologia, solo per citarne alcune.

Nel passato, anche recente, il rapporto speleologi-scienziati non è sempre stato indolore, a causa di reciproche incomprensioni, di diffidenze, e, troppo spesso, di un approccio da parte dei ricercatori che presupponeva una loro supposta "superiorità" culturale, di fronte al lavoro "puramente" esplorativo degli speleologi. Tale situazione, oltre a creare tensioni e sfiducia, ha di frequente determinato l'allontanamento degli speleologi dai ricercatori, nonchè una reciproca diffidenza.

Negli ultimi anni la situazione è radicalmente cambiata: sempre più numerosi sono i ricercatori direttamente coinvolti nel mondo speleologico, attivi in ambito esplorativo e di documentazione scientifica, e moltissimi sono oramai i gruppi speleologici nel cui ambito sono da annoverare persone che svolgono per mestiere attività di ricerca scientifica. Ciò nonostante, non tutte le diffidenze sono superate, e spesso si registrano ancora situazioni di malcontento. Il presente contributo intende presentare alcune riflessioni sulla speleologia scientifica, con particolare riferimento alla regione Puglia, al fine di stimolare la discussione sul tema tra gli speleologi, nel tentativo di contribuire a creare un clima di massima collaborazione, utile ad uno sviluppo sempre maggiore della speleologia, ed alle più opportune forme di divulgazione delle attività speleologiche.

**Parole chiave:** Speleologia scientifica, Ricerca, Esplorazione, Divulgazione

*CONTRIBUTO NON PUBBLICATO PER VOLONTÀ DELL'AUTORE.*



## TALISMÃ 2010. SISTEMATIZZAZIONE DI UN RILIEVO SPELEOLOGICO

*Vincenzo Iurilli<sup>1,2</sup>, Vincenzo Martimucci<sup>2</sup>, Luca Antonio Dimuccio<sup>3</sup>, Marilena Rodi<sup>2</sup>, Valeria Bene<sup>2</sup>, Vito Borneo<sup>2</sup>, Giovanni Chirizzi<sup>2</sup>, Dino Grassi<sup>2</sup>, Mario Manzari<sup>2</sup>, Michele Marzulli<sup>2</sup>, Alessandra Montanaro<sup>2</sup>, Piero Netti<sup>2</sup>, Gian Claudio Sannicola<sup>2</sup>, Gianluca Selleri<sup>2</sup>, Claire Sordoillet<sup>2</sup>, Daniele Sportelli<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università degli Studi di Bari (Italia)

<sup>2</sup> F.S.P. - Federazione Speleologica Pugliese (Italia)

<sup>3</sup> CEGOT - Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território, Departamento de Geografia, Universidade de Coimbra (Portogallo)

### Riassunto

La Grotta Talismã, situata circa 30 km a sud della città universitaria di Coimbra, nel territorio del Comune di Penela (Portogallo centrale), fa parte di un complesso sistema carsico fra i più importanti del Portogallo di cui non è ancora pubblicato un rilievo topografico dettagliato e completo. Nel 2008 si avviavano i primi contatti tra Federazione Speleologica Pugliese (F.S.P.) e Comune di Penela per effettuare attività di rilievo topografico della grotta con maggiore dettaglio, rispetto a quelli già esistenti e prodotti dai gruppi speleologici locali. Le attività di campagna, svolte ad aprile 2010 con i più aggiornati strumenti e metodi per la topografia speleologica, hanno riguardato la parte di Talismã accessibile da un ingresso inferiore (Soprador do Carvalho), fino al punto di congiunzione con un ulteriore ramo di grotta che si raggiunge attraverso un ingresso superiore (Algar do Carvalhal). I due rami sono in connessione tramite un basso laminatoio allagato. A fine spedizione, prima del ritorno in Italia, è stata consegnata alle autorità locali la relazione delle attività svolte e i dati acquisiti (elaborazione preliminare dei dati di rilievo 3D). Il rilievo topografico realizzato ha grado di precisione 6D nella classificazione British Cave Research Association - BCRA. Il posizionamento di mire numerate, che garantisce anche la possibilità di ulteriori controlli e rilievi, ha materializzato la poligonale principale che raggiunge una lunghezza totale di 2780 metri distribuiti su più livelli. Hanno partecipato alle attività di campagna 15 speleologi italiani affiliati a 7 differenti gruppi pugliesi, lavorando in grotta per 11 giorni consecutivi e trovando una perfetta collocazione logistica nelle strutture del CISED (“Centro de Interpretação do Sistema Epeleológico do Dueça”) nel Comune di Penela.

**Parole chiave:** Rilievo 3D, Therion, Portogallo, Grotta Talismã, Soprador do Carvalho, Federazione Speleologica Pugliese.

### Abstract

Talismã Cave is located ca. 30 km south of Coimbra (Municipality of Penela, Central Portugal). It is part of a complex karst system, one of the largest and most important in Portugal. A detailed and complete topographic cave survey is not yet published. The first contacts between the “Federazione Speleologica Pugliese” (F.S.P.) and the Municipality of Penela started in 2008, in the aim of cooperation to obtain a more detailed topographic survey of the cave, compared to the existing ones and produced by local caving groups. In April 2010, the cooperation focused on the lower branches of the Talismã Cave, employing the latest survey methods and tools. The two main branches of the cave are connected through a narrow flooded passage. At the end of the work, before returning to Italy, the whole data set (3D processing of the preliminary topographic survey) and the report and pictures were handed over to municipal authorities. The survey degree of precision, in the British Cave Research Association - BCRA classification, is 6D. A set of numbered targets, ensuring the possibility of additional inspections and surveys, has materialized the main traverse that reaches 2780 meters in total length, placed on multiple levels. Fifteen Italian cavers, from 7 different Clubs of Apulia, with experience in surveying and geomorphology, have worked in the cave for 11 days, finding a perfect working place and camp in the structures of CISED (Center for the Study of Dueça Karst System) in the City of Penela.

**Keywords:** 3D Cave Survey, Therion, Portugal, Talismã Cave, Soprador do Carvalho, Federazione Speleologica Pugliese.

## Premessa

Nel settembre del 2009 la Federazione Speleologica Pugliese (F.S.P.) organizzava un corso intensivo di III livello sulla “speleologia oltre frontiera”; sei mesi dopo, nel marzo del 2010, si avviava la prima spedizione federativa della speleologia pugliese, con destinazione il Portogallo, e come obiettivo principale il rilievo topografico di dettaglio della Grotta Talismã (nel Sistema Speleologico del Dueça – Comune di Penela).

## Il progetto di collaborazione internazionale

Il 28 Novembre 2008, la F.S.P. patrocinava una conferenza dal titolo: “Carso e paleocarso nell’Italia meridionale (Puglia). Le morfosequenze sotterranee come archivi di dati” - tenuta dal dr. Vincenzo Iurilli dietro invito del Dipartimento di Geografia dell’Università di Coimbra (Portogallo), come resoconto scientifico a termine del Dottorato di Ricerca concluso nel Dipartimento di Geologia e Geofisica (ora Scienze della Terra) dell’Università di Bari (Italia). Il fine era lo scambio culturale per promuovere una collaborazione scientifica in geografia fisica fra le due università. I contatti erano tenuti dal dr. Luca Antonio Dimuccio, geologo pugliese che da anni vive e lavora in Portogallo come ricercatore del Centro di Studi in Geografia e Ordinamento del Territorio (CEGOT), docente del Dipartimento di Geografia e dottorando del Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Coimbra.

Durante la permanenza in Portogallo, V. Iurilli ebbe modo di visitare la Grotta detta Soprador do Carvalho, o anche Talismã, nel Comune di Penela, pochi chilometri a sud della città universitaria di Coimbra (Portogallo centrale). La grotta fa parte di un complesso sistema carsico del quale è sino ad oggi reperibile in pubblicazioni una topografia semplificata dei rami principali, realizzata da gruppi speologici locali (Neves et al., 2003) (Fig. 1); al 2010 era ancora carente di rilievi topografico-speleologici più dettagliati..

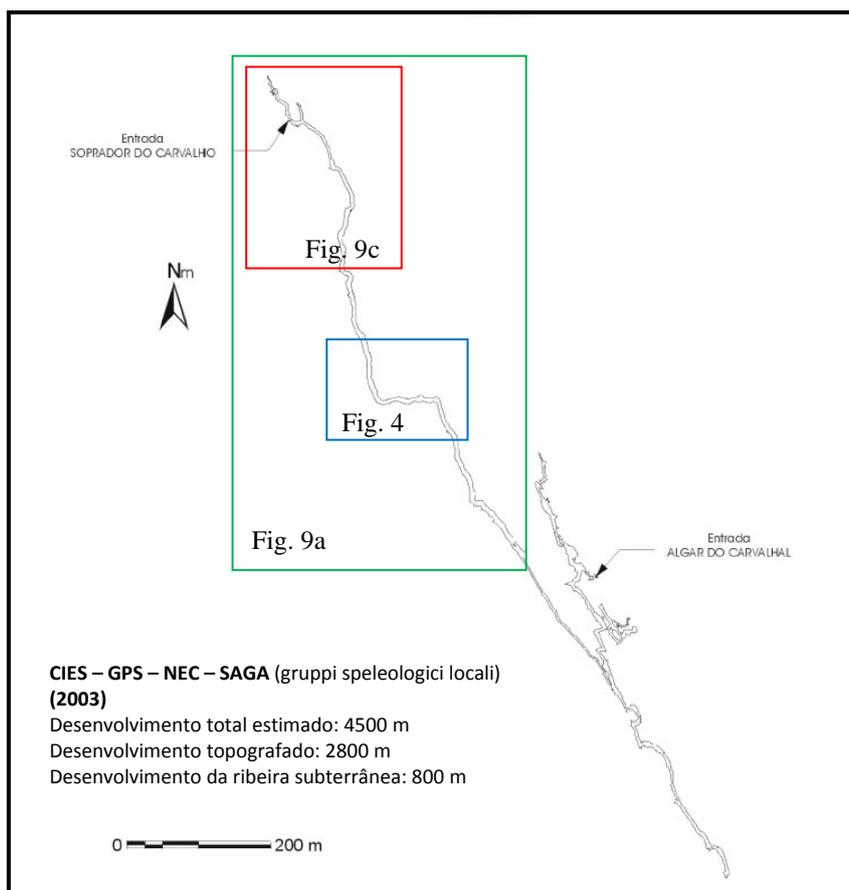


Fig. 1 - Topografia della Grotta Soprador do Carvalho (o Grotta Talismã) ad oggi pubblicata grazie ai gruppi speologici locali (Neves et al., 2003; A.A.V.V., 2005). I rettangoli in verde, blu e rosso indicano le porzioni di grotta in cui è stato possibile realizzare una topografia di dettaglio da parte della Federazione Speleologica Pugliese (F.S.P.) durante la primavera del 2010.

La visita si concluse con una intesa verbale, tra il Comune di Penela, V. Iurilli e L.A. Dimuccio, di prevedere



nuovi rilievi topografici di dettaglio della Grotta Talismã, utilizzando eventualmente anche le competenze e le tecnologie avanzate di rilievo e rappresentazione 3D, adottate recentemente dalla F.S.P., anche con la collaborazione di speleologi stranieri, pugliesi per l'appunto.

Così, nell'aprile del 2009, si avviò la fase organizzativa: per la parte portoghese, L.A. Dimuccio iniziò ad occuparsi dell'organizzazione sul posto; per la parte italiana, la F.S.P. iniziava a reperire le persone più qualificate per il lavoro di rilievo e documentazione, iniziando tale ricerca tra i gruppi pugliesi.

### **Sviluppo del progetto, dalle riunioni preparatorie...**

Sono tre le principali riunioni pre-spedizione, durante le quali viene discussa e organizzata la logistica interna e vengono definiti in dettaglio gli aspetti tecnici del progetto da realizzare. A Penela esiste, fondato dal Comune nelle vicinanze della grotta, un centro attrezzato per la speleologia: il "Centro de Interpretação do Sistema Espeleológico do Dueça – CISED" (descritto nell'Appendice 5); questo sarà il confortevole "campo base" per tutta la durata della spedizione. Per il coordinamento delle attività di rilievo topografico e di documentazione viene scelto V. Martimucci, presidente della F.S.P. Per il settore della comunicazione, scritta e fotografica, ci si avvale delle competenze di M. Rodi, già attiva nello stesso campo per altre iniziative della Federazione; la logistica sul campo è affidata a D. Grassi, mentre V. Iurilli resta responsabile delle relazioni con il referente portoghese e degli aspetti scientifici, e dovrà occuparsi della presentazione finale dei risultati. L'obiettivo ambizioso delineatosi nell'organizzazione del progetto è quello di consegnare ai referenti portoghesi la relazione conclusiva delle attività svolte e i dati acquisiti prima del ritorno in Italia.

### **...alla partenza della spedizione**

28 marzo 2010 – Raduno a Bari per dirigersi di qui a Fiumicino, destinazione Lisbona. Presente tutto il gruppo della prima partenza, per gran parte alla prima esperienza di spedizione all'estero: Valeria Bene, Vito Borneo, Dino Grassi, Vincenzo Iurilli, Mario Manzari, Vincenzo Martimucci, Michele Marzulli, Alessandra Montanaro, Piero Netti, Marilena Rodi, Daniele Sportelli e Gian Claudio Sannicola. A Bari facciamo un primo *check in*, ridistribuendo i materiali collettivi e controllando i pesi dei bagagli.

La seconda partenza, con Giovanni Chirizzi, Gianluca Selleri e Claire Sordoillet è prevista il 4 aprile, con destinazione Porto.

### **Benvenuti in Portogallo, le relazioni diplomatiche internazionali**

29 marzo 2010 – Atterrati a Lisbona, ci attendono circa tre ore di bus per raggiungere Penela, dove ci accolgono i referenti del Comune, dr. Mario Duarte (soprannominato Tito) e Maria Paula. V. Iurilli e V. Martimucci sono convocati da M. Duarte e dal prof. Lúcio Cunha dell'Università di Coimbra a una riunione presso il municipio, dove sono presenti alcuni rappresentanti della speleologia locale. Appare evidente che un chiarimento con i colleghi è d'obbligo. Il prof. L. Cunha e V. Iurilli illustrano le attività che verranno svolte; pur con le difficoltà della lingua, si precisa che non andiamo ad escludere nessuno né ad "appropriarci" della grotta, poiché i risultati saranno a disposizione della comunità per successivi studi da parte di chiunque; per confermare ciò, V. Martimucci propone agli speleologi di partecipare alle nostre uscite, collaborando e confrontando tecniche e strumenti, nei giorni successivi.

Segue l'incontro con il sindaco di Penela, dr. Paulo Jorge Simões Júlio, a cui viene ribadita la promessa che prima della partenza gli saranno consegnati una relazione delle attività e tutti i files informatici elaborati durante le attività di campagna.

### **Prime escursioni e ricognizioni**

30 marzo 2010 – La giornata è dedicata alla conoscenza del massiccio roccioso in cui si apre la grotta che andremo a topografare. Accompagnati da M. Duarte visitiamo l'Algarinho, una grotta-risorgenza, ora inattiva, che inizia con un basso laminatoio di circa 50 metri per poi allargarsi in ambienti percorribili senza corde; in due zone si osservano evidenti muretti di origine antropica. La grotta è stata oggetto di studi archeologici e ha restituito una punta di lancia in bronzo e tre crani in fase di studio; apprendiamo che molto probabilmente l'antico ingresso della cavità non è quello attuale. Dopo circa 300 metri la grotta si esaurisce su una discesa ripida e fango-arenosa che conduce a un sifone allagato. In periodi di magra è stata esplorata e topografata per oltre 2 km.

All'uscita ci si sposta alla Grotta Talismã, distante circa 200 m dall'Algarinho, iniziando con una piccola preghiera propiziatoria di M. Duarte.

Un maestoso carvalho (quercia) osserva silenzioso l'entrata degli speleologi attraverso il torrino costruito, a protezione dell'ingresso, presso il tronco secolare (Fig. 2). La maggior parte della grotta è percorribile senza

attrezzature, con l'eccezione di alcune brevi risalite che nei giorni successivi saranno verificate. Nel complesso della topografia ipogea, l'accesso si trova nei pressi del punto di recapito di un corso d'acqua sotterraneo, a carattere perenne, che pertanto in escursione viene affrontato controcorrente e con le gambe sempre in acqua (Fig. 2). Diverse aperture danno accesso a rami fossili, abbandonati dal corso d'acqua. All'uscita c'è ancora tempo per uno sguardo panoramico alle due vallate che alimentano il sistema carsico locale; ci affacciamo all'inghiottitoio chiamato Algar da Varzea e alla risorgenza carsica denominata Olhos de Águas do Dueça da cui vengono a giorno le acque che alimentano il fiume sotterraneo della Grotta Talismã (Fig. 3). Per la ricerca di un secondo ingresso (parte a monte) della Grotta Talismã, non rintracciabile facilmente, si preferisce attendere l'ausilio di foto aeree, messe a disposizione dall'Università di Coimbra, delle coordinate e di un GPS.



Fig. 2 - Nella foto di sinistra, entrata della Grotta Talismã, sotto la quercia (carvalho) da cui deriva il secondo nome; il torrino di accesso si intravede a sinistra del tronco. Nella foto di destra (Autore F. Pedro), interno della cavità, col fondo percorso dalle acque del fiume sotterraneo.

Per quanto riguarda l'aspetto diplomatico, il rappresentante del Comune di Penela ci ha rassicurati, precisando che i rapporti fra il comune e alcuni speleologi locali già da molti anni sono tesi a causa di un semplice malinteso: il Comune di Penela infatti aveva realizzato il torrino e la porta di ingresso alla grotta per ovvi obblighi di sicurezza, ma i gruppi locali avevano interpretato questo come un atto di esclusione (per la cronaca, la porta non è chiusa a chiave). Purtroppo, questi vecchi rancori locali non hanno giovato alla collaborazione proposta da V. Martimucci ai rappresentanti dei gruppi speleologici locali che non si sono mai presentati durante i lavori di rilievo.

### Inquadramento geografico dell'area

Parallelamente all'attività organizzativa, il prof. L. Cunha ha organizzato e guidato un'escursione geografica utilissima ad illustrare e far comprendere il locale contesto geomorfologico. Alcuni di noi sono stati destinati alla partecipazione a tale escursione, scegliendo i geologi e la fotografa ufficiale, che hanno fatto compagnia a due studentesse laureande in geografia, con studi di tesi sullo stesso sistema carsico.

Le informazioni essenziali illustrate durante l'escursione sono qui riassunte sinteticamente.

Nel comune di Penela si trova una delle più importanti aree carsiche del Portogallo, con un vasto e complesso sistema carsico ipogeo, in corrispondenza del settore orientale del Massiccio di Sicò (Fig. 3). Conosciuto dalla comunità speleologica locale come Sistema Espeleológico do Dueça, è attualmente riconosciuto come il più esteso sistema carsico nazionale percorso permanentemente dalle acque sotterranee. I gruppi speleologici locali hanno sinora esplorato circa 6 km di gallerie, tra cui un inghiottitoio (Algar da Várzea), due risorgenze a carattere stagionale (Algarinho e Olhos de Águas do Dueça), oltre alle grotte Brutiais e Talismã. Quest'ultima, con uno sviluppo stimato di circa 4000 m, risulta la più estesa e interessante dal punto di vista della speleogenesi; attualmente funziona essenzialmente in regime vadoso ed epifreatico. Il fiume sotterraneo permanente che l'attraversa ha dimostrato, già da tempo, anche la sua rilevante importanza geomorfologica, idrogeologica e sedimentologica (Cunha & Dimuccio, 2008).

Con l'intento di proseguire e approfondire le conoscenze sul Sistema Speleologico del Dueça, e di proporzionare l'eventuale fruizione turistica del paesaggio sotterraneo così tipico e caratteristico in quest'area, il Comune di Penela, visto il curriculum speleologico e la proposta contenente il progetto di massima, ha richiesto l'intervento della F.S.P., con un accordo ratificato e sostenuto scientificamente anche da analogo accordo tra le Università di Bari (Italia) e di Coimbra (Portogallo) che negli stessi giorni della spedizione ratificavano una convenzione di ricerca scientifica per collaborare nello studio del carsismo.

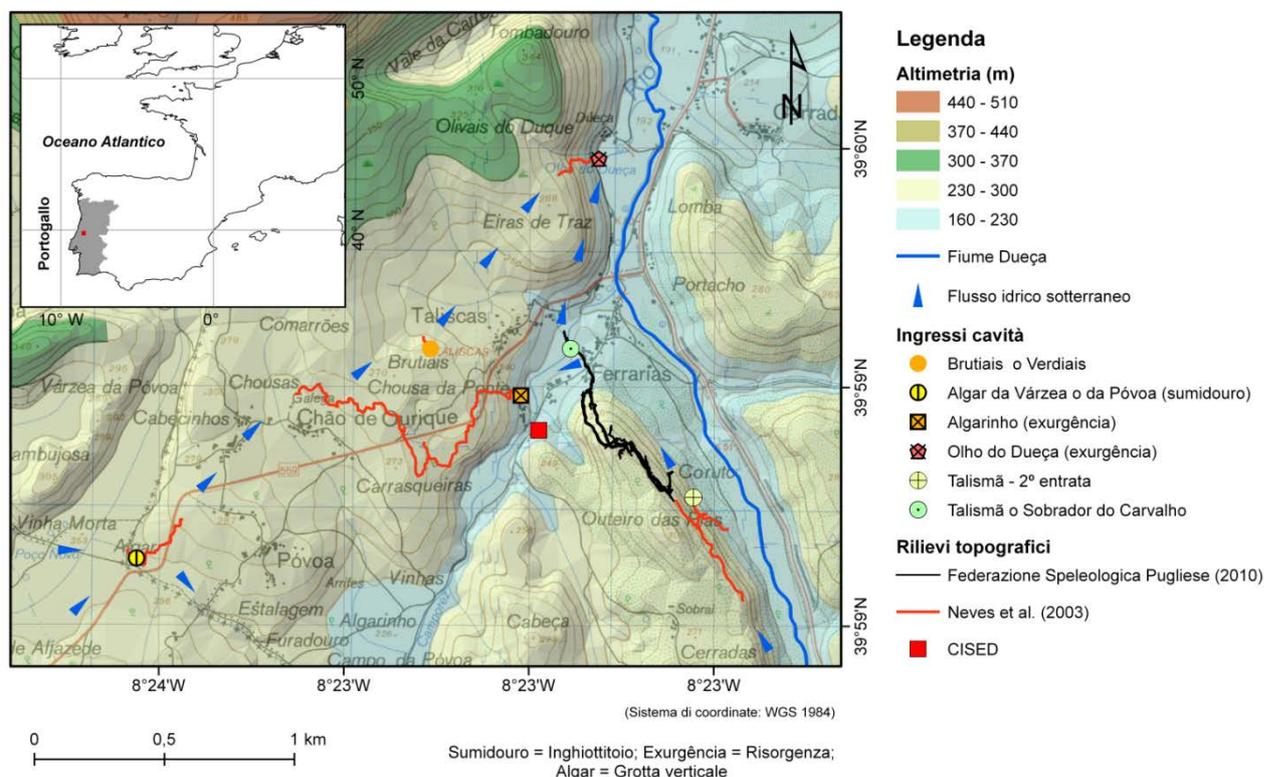


Fig. 3 - Inquadramento geografico dell'area in cui s'inserisce tutto il Sistema Espeleológico do Dueçã ad oggi conosciuto. CISED = Centro de Interpretação do Sistema Espeleológico do Dueçã. Il rilievo descritto in questo lavoro è riportato in nero (2010).

## Il contesto geologico e geomorfologico in sintesi

Nell'osservazione del territorio comunale di Penela risalta immediatamente l'aspetto della conformazione orografica che vede contrapporsi le serre a oriente (Serra do Espinhal) ed a occidente (Masiço de Sicò) (Cunha, 1990), una serie di colline (Colinas Dolomíticas a Sul de Coimbra) (Dimuccio, 2011) e una depressione (Depressão Marginal) (Santos, 1996). I caratteri litologici differenti, insieme a una serie di strutture tettoniche, permettono di definire le quattro aree citate come "unità morfo-strutturali" a direzione essenzialmente meridiana.

Fra la Serra do Espinhal, a oriente, costituita da rocce metamorfiche e magmatiche pre-mesozoiche, e l'allineamento di colline, asimmetriche e in forma di cuesta, con immersione a occidente, scolpite in rocce essenzialmente carbonatiche (calcarei e dolomie del Giurassico inferiore), si apre la Depressão Marginal modellata in areniti e conglomerati triassici; questa ultima è ritenuta associata all'evoluzione del bacino idrografico del Fiume Dueça (Soares et al., 1989; Cunha, 1981). Il Masiço de Sicò, nell'estremità occidentale dell'area, è modellato in rocce anch'esse essenzialmente carbonatiche (marne, calcari marnosi, calcari e calcareniti) del Giurassico medio e inferiore (precisamente Liassico medio-superiore e Dogger).

In sintesi, i terreni affioranti nel comune di Penela possono così essere raggruppati (Soares et al., 1989): un gruppo di unità litiche più antiche (Precambrico-Paleozoiche), con rocce prevalentemente metamorfiche e magmatiche, che costituisce il basamento ercinico; un altro costituito da formazioni sedimentarie continentali e marine mesozoiche e cenozoiche che poggiano in discordanza angolare sul più antico, e comprendono unità geologiche di età che vanno dal Triassico al Quaternario. Localmente, l'area mostra una tettonica relativamente intensa con predominanza di faglie e fratture la cui orientazione oscilla fra N-S, NW-SE e NE-SW (Soares et al., 1989). Il Sistema Espeleologico do Dueça, e quindi la Grotta Talismã, si sviluppa essenzialmente nelle unità carbonatiche del Giurassico medio (Dogger), lungo il bordo orientale del Masiço de Sicò.

### Descrizione generale della Grotta Talismã

Le attività di rilievo hanno riguardato la parte di Talismã accessibile dal primo ingresso (Soprador do Carvalho) (Figs. 1 e 3) fino al punto di congiunzione che da una parte alta presenta un grande salone di crollo mentre in basso, attraverso un basso laminatoio allagato, dovrebbe dare accesso alla seconda zona della grotta, oggi accessibile agevolmente da un secondo ingresso a monte (Algar do Carvalhal) (Fig. 1).

La Grotta Talismã ha andamento orizzontale poco tortuoso, su più livelli, con direzione complessivamente da SSE a NNW, condizionato da una brusca deviazione lungo un asse E-W (Fig. 4) nel tratto mediano. Soprador do Carvalho e Algar do Carvalhal sono i due ingressi, rispettivamente “basso” (a 200 m s.l.m.) ed “alto” (a 220 m s.l.m.) della stessa cavità (Figs. 1 e 3). Il flusso idrico, a carattere permanente (un fiume sotterraneo) è diretto dall’ingresso alto a quello basso. Il più basso dei livelli del sistema è una galleria in regime vadoso ed epifreatico percorsa dal fiume che si immette in un sifone d’uscita dopo aver percorso quasi tutta la galleria; il sifone non risultava esplorabile con la portata di acqua riscontrata durante i lavori. In alcuni rami secondari sono osservabili anche un terzo e quarto livello di gallerie fossili, in alcuni casi ricche di straordinarie concrezioni.



Fig. 4 - Dettaglio del tratto mediano del rilievo topografico della Grotta Talismã realizzato dai membri della F.S.P., in cui si evidenzia la dislocazione del tracciato lungo la direzione E-W. La direzione del Nord magnetico è verso l’alto. Per la relativa scala grafica far riferimento alla planimetria completa di Figura 9a.

Di fatto, dal punto di vista della percorribilità, vi si distinguono due parti che sono molto probabilmente comunicanti attraverso un poco agevole passaggio formato da un basso laminatoio in genere percorso dalle acque. Il laminatoio è sempre stato attivo durante i rilievi della primavera 2010, con portate tali da impedire il passaggio dal Soprador verso l’Algar. Questa zona di congiunzione costituisce un importante nodo nel reticolo delle gallerie, analogamente al tratto mediano sopra citato, ed è marcata dalla presenza di un importante volume di depositi da crollo, e da un bacino d’acqua ristretto ma profondo.

Le temperature medie dell’aria e dell’acqua sono pressoché costanti, intorno ai 15°C (Dimuccio et al., 2010), e l’umidità relativa sempre vicina al 100%. Nonostante la temperatura mite, per permanenze prolungate in acqua, che è profonda mediamente 50 cm con punte di 100 cm, è risultato più confortevole indossare come “sottotuta” una muta da sub da 5 mm del tipo a salopette.

### Attività di rilievo

Allestito il “campo base”, in maniera molto confortevole, nella sede del CISED (descritta nel seguito), fin dal momento dell’arrivo si è dato inizio alla pianificazione dei lavori di rilievo topografico. La condivisione delle scelte e delle strategie operative ha consentito una elevata produttività, secondo uno schema organizzativo (Fig. 5) in cui le operazioni sono state affidate a diverse squadre che tutti i giorni si susseguiranno in grotta senza soluzione di continuità, ma in un solo turno.

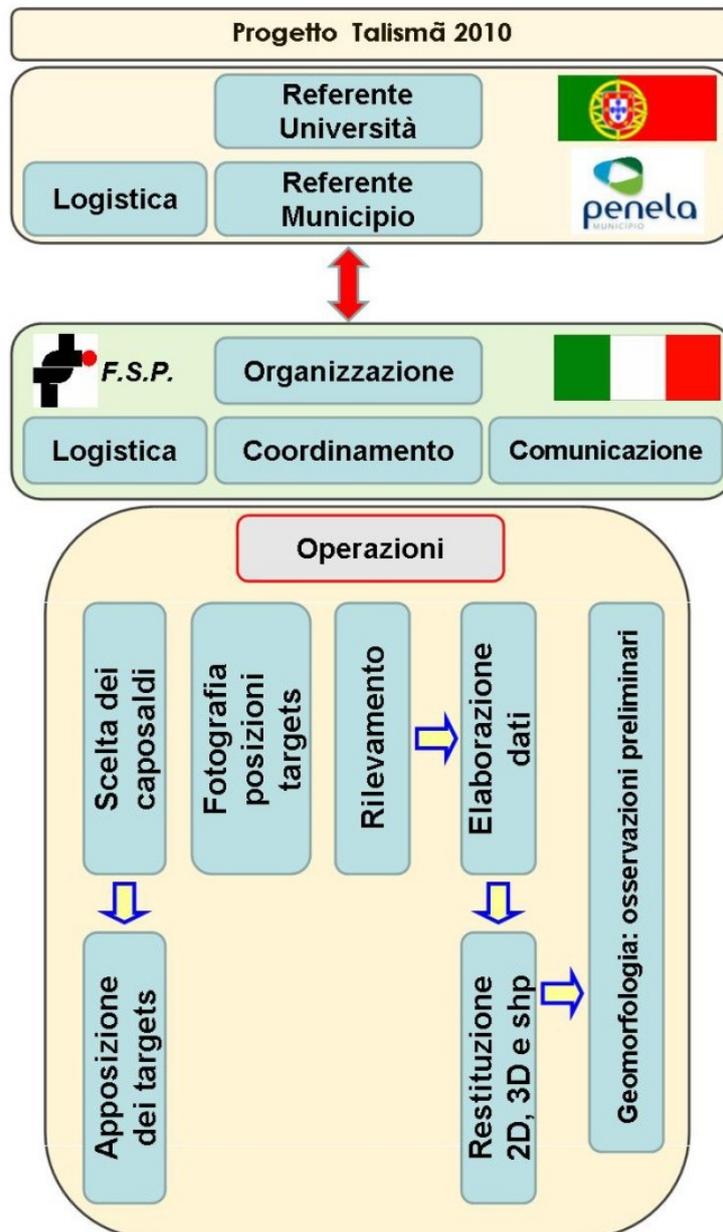


Fig. 5 - Diagramma dell’organizzazione delle attività per il rilievo topografico di dettaglio della Grotta Talismã.

L’ipotesi di alternare le squadre notte e giorno era anche stata presa in considerazione, ma subito esclusa. I compiti delle varie squadre sono stati così definiti:

- **Squadra mire** (due/tre persone). Proceede nella grotta percorrendo i tratti non ancora topografati, posiziona le mire numerate fissandole al poliuretano e verifica, con un puntatore laser, che siano visibili dalla mira precedente.
- **Squadra foto** (tre persone). Dotata di illuminatori a superled Mastrel, fotocamera reflex digitale Canon, cavalletto e blocchetto numeratore, deve riprendere le sezioni della grotta nei due versi di progressione, includendo nelle immagini le targhette numerate ottenute col blocchetto numeratore (Fig. 6 - destra), per integrare il rilievo con documentazione dei capisaldi e garantire al meglio la loro riproducibilità

anche a distanza di tempo.

- **Squadra rilievo** (tre persone). Procede seguendo e misurando la poligonale che congiunge le mire posizionate (Figs. 5 e 11), in corrispondenza di ciascuna di queste viene effettuata la misurazione della sezione trasversale della grotta; usando il palmare, il libretto delle misure viene compilato direttamente su *file*. Un operatore realizza lo schizzo delle pareti e dei particolari della cavità direttamente sulla poligonale restituita graficamente dal *software PocketTopo*.
- **Squadra elaborazione dati** (una/due persone). Si dedica, nel “campo base”, all’assemblaggio dei dati di rilievo del giorno precedente, trasferendo i dati per la grafica del *layout* con il *software Therion*.
- **Squadra logistica** (una/due persone). Si occupa della gestione della struttura che ci ospita, e di quanto attiene comfort e vettovagliamento.
- **Squadra geomorfologica** (tre persone). È costituita dai due esperti della materia (V. Iurilli, dottore di ricerca, e V. Bene, dottoranda) e dalla fotografa ufficiale, mentre il terzo esperto (G. Selleri) predilige l’esplorazione di punta.



Fig. 6 - Nella foto di destra, una squadra di rilievo al lavoro nell’acqua. Nella foto di sinistra, una delle mire numerate, incollata con schiuma di poliuretano, e il “blocchetto numeratore” utilizzato per visualizzarle nelle foto.

Ad un lungo e delicato procedimento di calibrazione degli strumenti seguono i lavori in modo spedito rispettando lo schema previsto, intercambiando le persone nelle squadre solo di rado e per specifiche esigenze. Il punto di avvio è stato individuato facilmente nell’ingresso basso (quello del *Carvalho*), e come obiettivo finale, compatibile col tempo disponibile, la sala allagata di connessione con il laminatoio proveniente dall’ingresso alto. Dopo soli tre giorni di attività in grotta l’obiettivo è stato raggiunto con la poligonale principale.

A questo punto è stato possibile stilare le prime statistiche di produzione e fare previsioni sui tempi:

- il posizionamento mire procede alla velocità di 10 mire/ora (circa 100 metri/ora);
- il rilievo procede alla velocità di 5 mire/ora (circa 50 metri/ora);
- la documentazione fotografica procede alla velocità di 10 mire/ora (circa 100 metri/ora). Dopo aver topografato e restituito circa 1 km di grotta, si passerà alle diramazioni fossili.

Per una settimana, peraltro caratterizzata da piogge continue e basse temperature, si procede con i rilievi in grotta, riuscendo solo un pomeriggio, approfittando di una tregua meteorologica, ad effettuare un sopralluogo al secondo ingresso (quello alto) della *Talismã*. Incontrato qui il proprietario del terreno, questi narra (naturalmente in portoghese) la storia delle esplorazioni dal suo punto di vista; ascoltiamo interessati, riuscendo ad interpretare questa lingua, nuova per ognuno di noi, e a prendere accordi per l’accesso.

I tre compagni di spedizione provenienti da Lecce a questo punto ci raggiungono, freschi e pronti a cominciare la loro parte.

A distanza di pochi giorni, e con un solo intero giorno di pausa, viene completato il rilievo topografico; le squadre sono esauste, ma il risultato è stato raggiunto. L’ultimo giorno di lavoro si attiva anche la squadra geomorfologica che sulla base topografica può effettuare i primi posizionamenti georeferenziati di affioramenti di depositi detritici in grotta (argille, silt, sabbie e conglomerati), così come quelli chimici (concrezioni carbonatiche - speleotemi), prendendo come riferimento spaziale i “*targets*” apposti per il rilievo.

Resta a disposizione un giorno intero, il 9 aprile, per preparare la relazione sulle attività svolte durante i

lavori di campagna, la consegna dei dati e delle foto realizzati in grotta. Intanto quattro speleologi esplorano il secondo ingresso della grotta al fine di pianificare un'eventuale successiva attività di rilievo. L'indomani è fissato l'incontro pubblico per presentare in una conferenza i risultati alla comunità locale, nell'auditorium della biblioteca comunale. In quest'occasione è stato possibile presentare la planimetria preliminare della grotta georeferenziata e sovrapposta alle fotografie aeree ortorettificate e carte topografiche del Comune di Penela (Fig. 7), evidenziando le relazioni geometriche tra la cavità, i flussi idrici e gli elementi geografici superficiali.

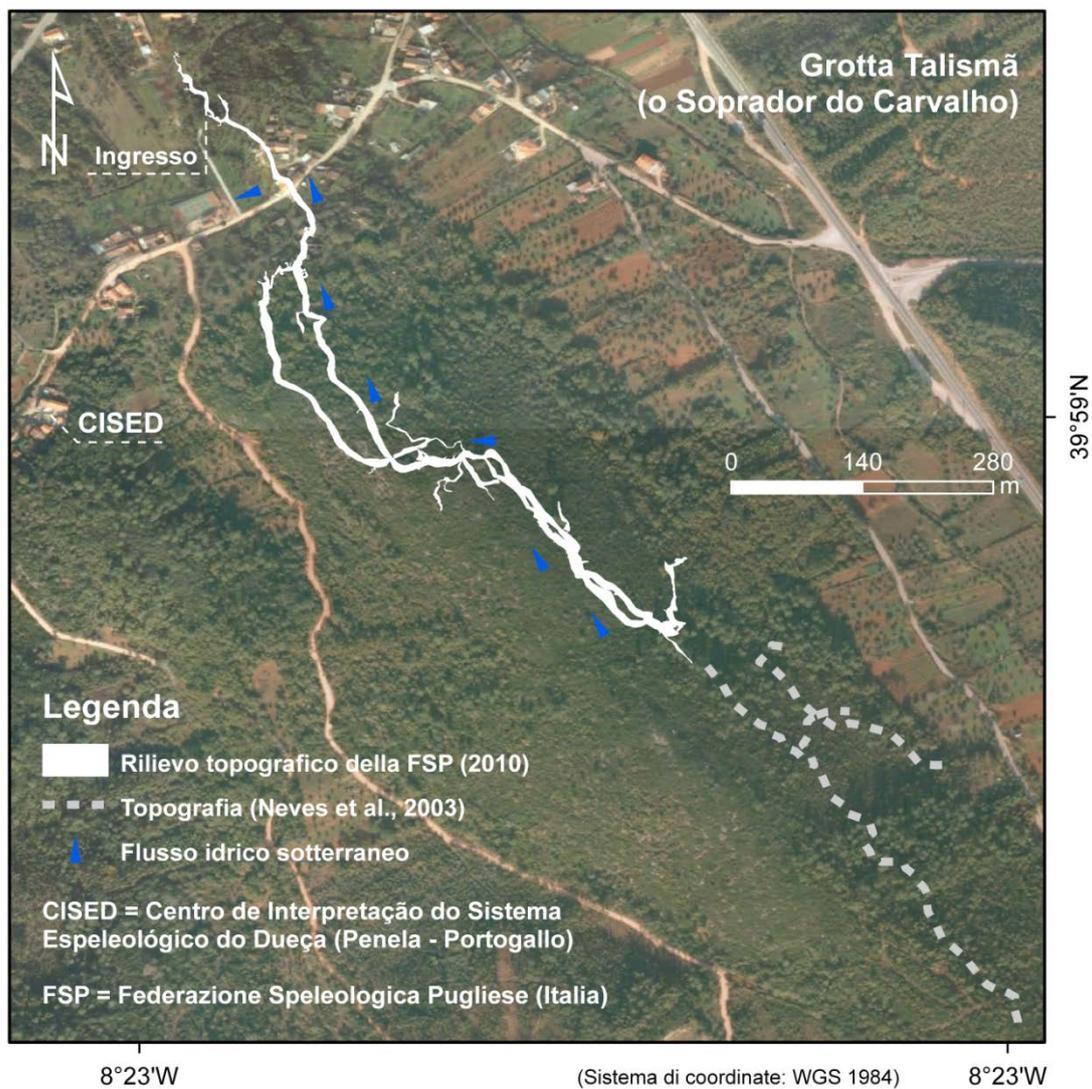


Fig. 7 - Planimetria della Grotta Talismã (o Soprador do Carvalho) realizzata dalla Federazione Speleologica Pugliese (F.S.P.), sovrapposta in ambiente GIS (Geographic Information System) alla fotografia aerea ortorettificata fornita dall'Istituto Geografico Portoghese (IGP, 2007).

La Figura 7 si aggiunge ai files prodotti con i diversi softwares utilizzati per lo sviluppo dei dati di campagna, che delineano una visione tridimensionale con colori altimetrici (Fig. 8), che può anche essere riprodotta in animazione (rotazione), e un migliore dettaglio nei contorni della cavità (Figs. 9a,b,c.).

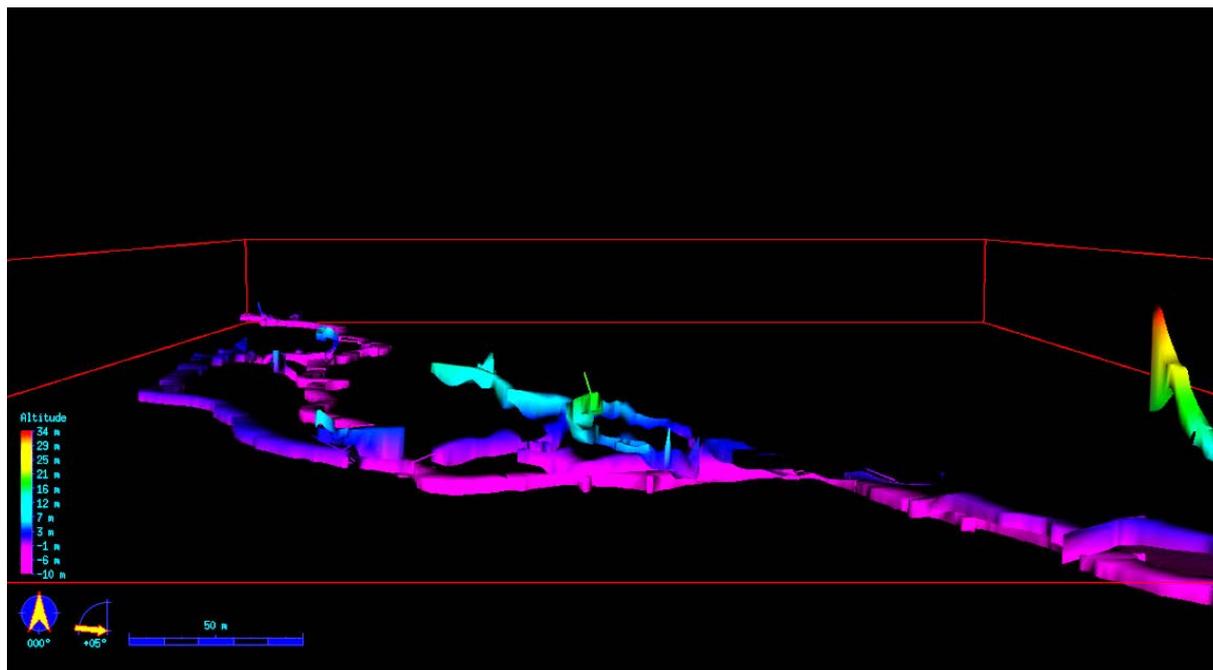


Fig. 8 - Un fotogramma dell'animazione che mostra il rilievo 3D della Grotta Talismã in rotazione.

### Prime indagini sui sifoni

- **Sifone 1** - Nella zona “di connessione”, ossia sotto la zona di crollo (che nel frattempo è stata ribattezzata “fangoteca” per via dell’abbondanza del deposito argilloso), la pozza d’acqua (che chiude l’ambiente) sembra approfondire; è stata sondata con i piedi, ma l’acqua si intorbidisce velocemente; sembra chiudere con concrezioni che molto probabilmente impediscono la progressione subacquea.
- **Lago emittente** - La maggior parte dell’acqua che scorre nel fiume del ramo attivo sembra provenire da questo lago piuttosto che dalla cascatella che, pur essendo meglio visibile, mostra una portata evidentemente più esigua.
- **Sifone 2** - su cascata. Si passano le prime vaschette stando distesi di schiena, dopo un laminatoio con un filo di aria lungo 2 metri la grotta si riapre con sezione ovale schiacciata, fondo alluvionale ghiaioso; sembra di facile percorribilità, uno speleologo ha percorso circa 80 metri senza particolari difficoltà. Le informazioni ottenute da M. Duarte sembrano confermate: il percorso potrebbe condurre alla seconda porzione della *Talismã*.
- **Sifone 3** - zona di recapito ipogeo, ossia dove il fiume abbandona il ramo percorribile della *Talismã*. La condotta ha sezione sub rettangolare con base alluvionale, larga 1.50 metri per un’altezza di 60 centimetri, non facilmente praticabile dato l’attuale livello dell’acqua che la riempie completamente. È stata percorsa per circa 10 metri e non presenta zone alte o campane di aria, per cui andrebbe sondata in periodi di magra della portata. Esiste su alcune pubblicazioni anteriori (NEVES *et al.*, 2003; AA.VV., 2005).

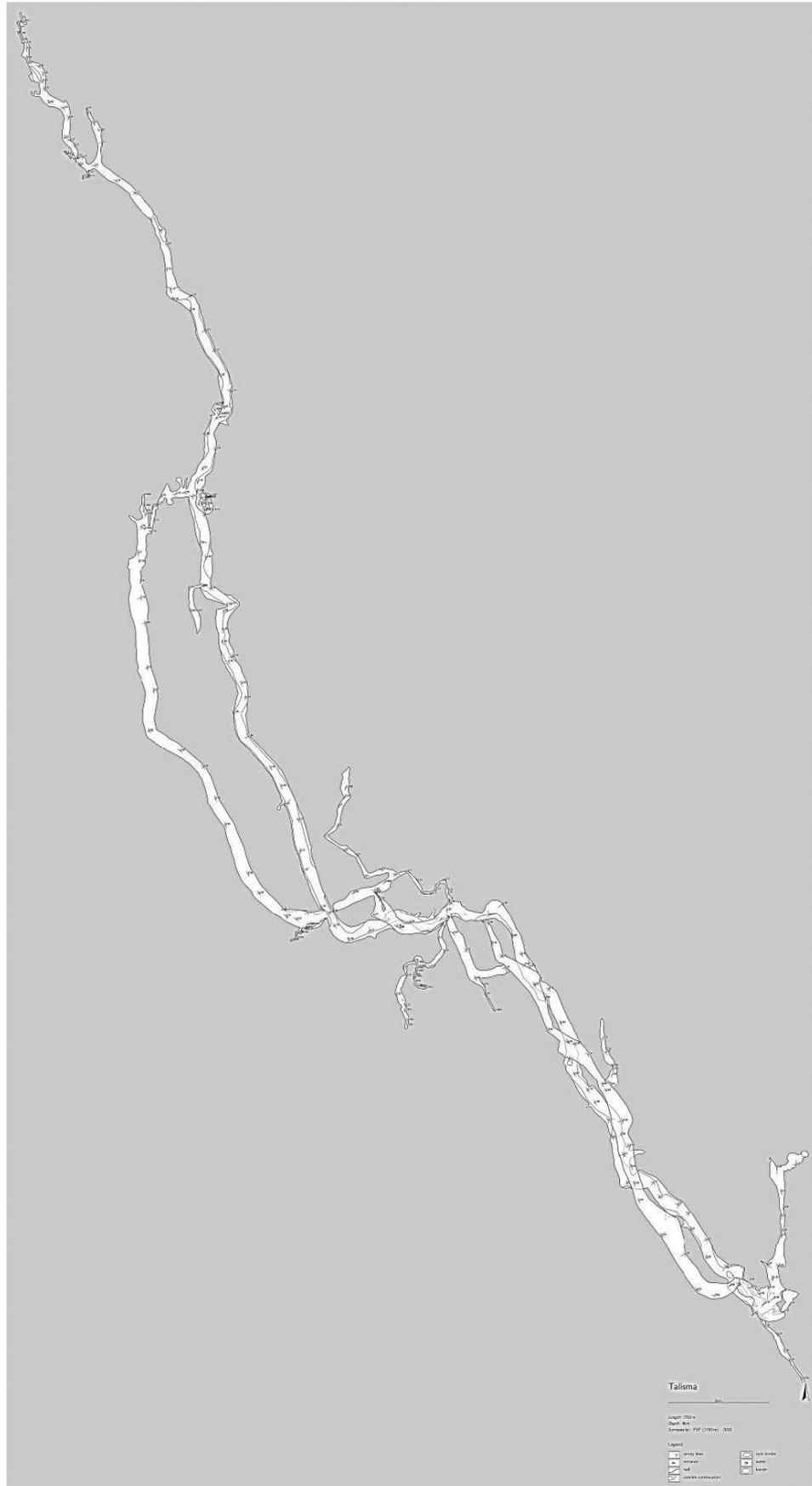


Fig. 9a - Planimetria di dettaglio della Grotta Talismã rilevata dai membri della F.S.P.

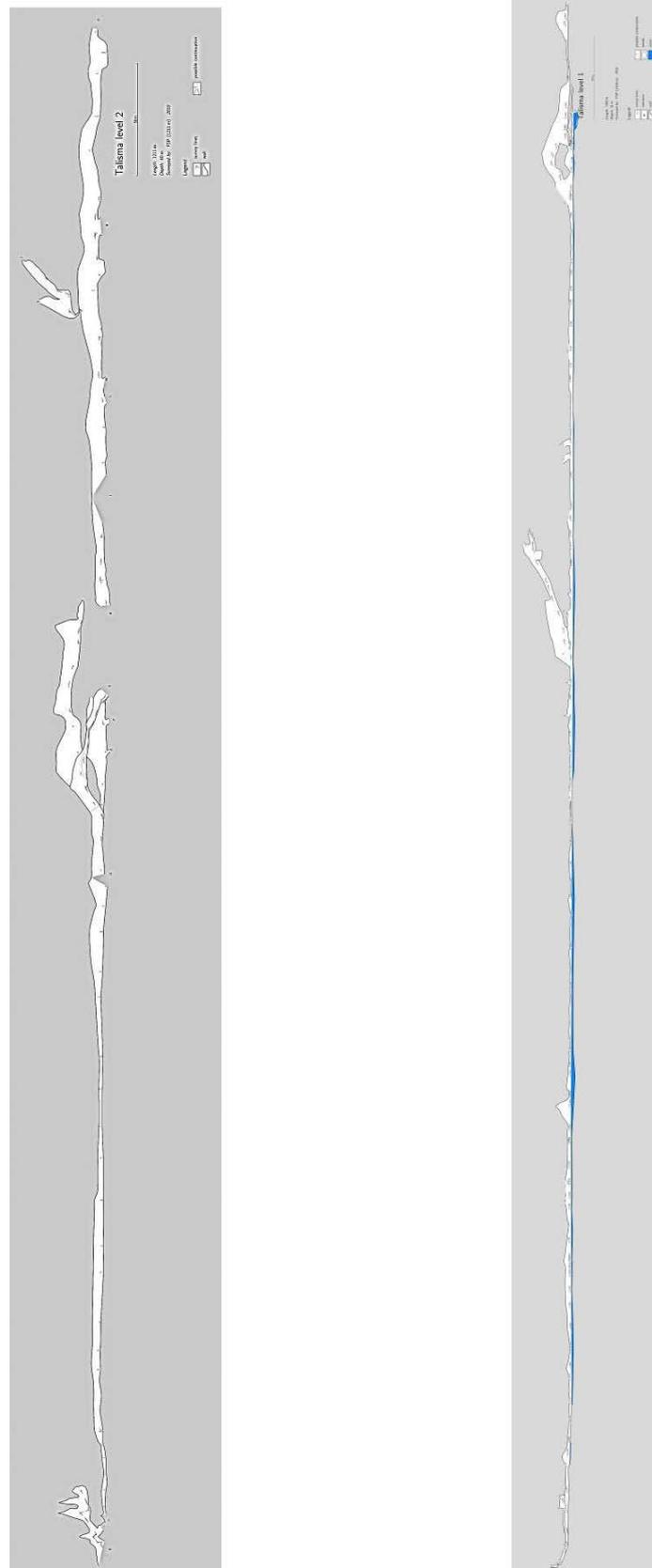


Fig. 9b - Nell'immagine di sinistra, sezione longitudinale dei rami inattivi superiori della Grotta Talismã rilevata dai membri della F.S.P. Nell'immagine di destra, sezione longitudinale del ramo attivo inferiore, per la stessa cavità.



Fig. 9c - Particolare planimetrico del primo tratto della Grotta Talismã rilevato dai membri della F.S.P e corredato delle relative sezioni trasversali; queste ultime sono ancora in fase di elaborazione grafica per il resto del rilievo.

### L'altare e il cielo stellato: ambienti concrezionati

Ci sono certamente due sale con concrezioni degne di segnalazione per la loro singolarità; si tratta di due diramazioni dei livelli superiori della grotta (Fig. 10), raggiungibili dalla galleria principale.

Percorrendo in contrapposizione a mezza altezza un meandro stretto, alto circa 10 metri, si raggiunge la zona denominata “altare” che presenta una varietà interessante di stalattiti, stalagmiti, eccentriche, laghetti con cristalli, dighe e “cavolfiori”, concrezioni in gran parte molto chiare. Lungo il meandro sono presenti vaschette con pisoliti.

Percorrendo il meandro in salita si raggiunge la sala terminale; la saletta è completamente concrezionata con colate calcitiche, stalattiti, stalagmiti, eccentriche e quasi tutto il catalogo di concrezioni esistenti. Lo stillicidio è minimo (è quasi secca), la cristallizzazione delle colate crea numerosi riflessi anche con poca luce e un effetto simile a un “cielo stellato”. Al centro della volta di questa saletta, a circa 5 metri di altezza, un piccolo camino risale fra le stalattiti. Sarebbe auspicabile che entrambi questi luoghi fossero percorsi e visitati solo per motivi di studio, per garantirne la migliore conservazione.



Fig. 10 - Nella foto a sinistra, esempio di rami attivi e fossili che si intersecano in più punti e livelli. Nella foto a destra, esempio dell'interno di un ramo fossile ricco di speleotemi, a differenza del ramo attivo inferiore.

### Il secondo ingresso della Talismã (Algar do Carvalho)... primo sopralluogo

Percorrendo una trincea artificiale, scavata all'epoca dell'apertura della grotta, si raggiunge un pozzetto profondo circa 2 metri. Un tombino di ingresso alla base del pozzetto dà accesso ad un pozzo dotato di una scaletta in tondini di ferro conficcata nella roccia, in verità non molto rassicurante. Al termine di questo secondo pozzetto, profondo circa 5 metri, uno scivolo di fango conduce in un ambiente ampio da cui si accede all'imbocco di un pozzo di 12 metri (P12).

Alla base del P12, una condotta in forte pendenza porta nella galleria principale di questo ramo della grotta. Percorrendo la galleria in direzione della *Talismã* (ingresso 1) si raggiunge un ampio salone di crollo.

La galleria, 50 metri oltre questo salone, intercetta un ramo attivo (appare la scritta “RIO” sulla parete infangata); la portata delle acque del fiume sembra simile a quella della cascatella vista nella parte di grotta già rilevata (si veda sul rilievo il punto B32 che porta verso il laminatoio B37).

Lungo la galleria sono presenti diversi arrivi, in cui sarebbe possibile tentare risalite. La grotta termina a monte con condotte che soffiavano aria ma che si restringono risultando non percorribili. Appare interessante in particolare una di esse, su cui si trova la scritta “FACHIRO”.

### Appendice 1 - Numeri e statistiche

Si è potuto misurare l'errore di chiusura di un lungo tratto di poligonale: dopo quasi 50 battute e circa 500 m di percorrenza l'incertezza di chiusura planimetrica è inferiore ai 2 m, e risulta automaticamente compensata dall'elaborazione del *software*. Inoltre, il dato della declinazione magnetica (rif. IGRF - International Geomagnetic Reference Field) risulta pari a ben 3° 14' W.

I 15 speleologi italiani che hanno partecipato alla realizzazione del progetto (Fig. 11) sono affiliati a 7

differenti gruppi pugliesi:

- 2 del Centro Altamurano Ricerche Carsiche, Altamura (Bari);
- 4 del Gruppo Puglia Grotte, Castellana Grotte (Bari);
- 2 del Gruppo Speleologico Vespertilio - Cai, Bari;
- 1 del Gruppo Speleo Statte (Taranto);
- 1 del Gruppo Speleologico Ruvese, Ruvo di Puglia (Bari);
- 1 dello Speleo Club Cryptae Aliae, Grottaglie (Taranto);
- 4 del Gruppo Speleologico Leccese Ndrónico (Lecce).



*Fig. 11 - Penela, 10 Aprile 2010. Conferenza per la presentazione dei risultati della cooperazione italo-portoghese, presso l'auditorium comunale. Il gruppo dei partecipanti italiani e portoghesi (manca Luca A. Dimuccio). Da sinistra in alto, Valeria Bene, Marilena Rodi, Alessandra Montanaro, Mario Manzari, Gianluca Selleri, Vincenzo Martimucci, Vito Borneo, Vincenzo Iurilli, Giovanni Chirizzi, Berardino Grassi, Mario Duarte ("Tito"), Gian Claudio Sannicola. In basso, sempre da sinistra, il prof. Lúcio Cunha (Università di Coimbra), Daniele Sportelli, Piero Netti, Michele Marzulli, Claire Sordoillet e Maria Paula Ferreira (Comune di Penela).*

Per riassumere l'impegno affrontato si tenga conto dei seguenti dati:

- 13 giorni di permanenza in Portogallo;
- 11 giorni utili;
- 9 giorni effettivi in grotta;
- 15 speleologi impiegati in grotta;
- 165 rapporto uomini/giorno in grotta (rapportati a 8 ore quotidiane);
- 590 ore complessive di lavoro in grotta;
- 58 ore di elaborazione dati *on site*;
- 120 ore di elaborazione dati post produzione (ancora non terminato);
- 2783 metri di poligonale topografati;
- 43 metri di dislivello massimo;
- 250 capisaldi e "targets" posizionati in grotta;
- 2 sezioni longitudinali rilevate;
- 240 sezioni trasversali rilevate;
- 0 infortuni (dato, quest'ultimo, importantissimo).

## Appendice 2 - Il rilievo, scelta della strumentazione

Il rilievo ha grado di precisione 6D nella classificazione della *British Cave Research Association* - BCRA e consistente in:

- *Grado 6* = rilievo della poligonale principale con bussola e clinometro letti con una precisione di  $\pm 0,5^\circ$ , distanze osservate con nastri metrici e registrate al centimetro e errore di posizione delle stazioni inferiore a  $\pm 2,5$  cm;
- *Grado D* = rilievo di dettagli misurati accuratamente a tutte le stazioni e, tra i capisaldi, in tutti i punti dove ci siano cambiamenti di forme, dimensioni, direzioni etc.

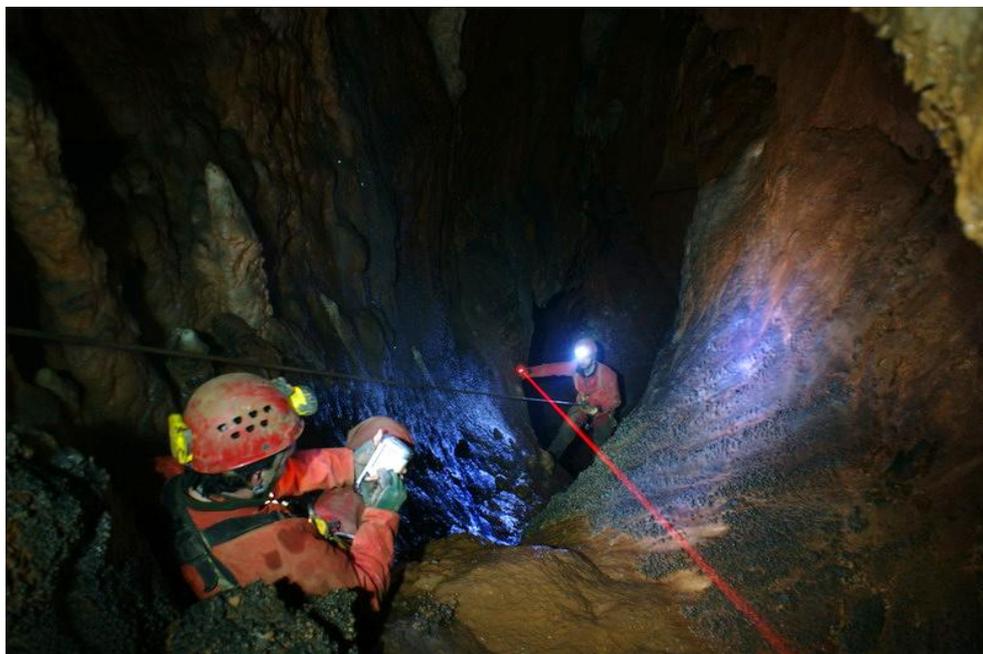


Fig. 12 - Operazioni in grotta con Disto X e PocketTopo installato su palmare.

La materializzazione della poligonale principale è stata effettuata con il posizionamento di mire numerate, del tipo simile a quelle usate per la fotogrammetria architettonica, opportunamente fissate sulle pareti delle gallerie da rilevare. Tale accorgimento ha permesso successivi controlli e aggiunte di dettagli.

Sono stati realizzati una serie di strati informativi. La restituzione dei dati rilevati è avvenuta seguendo le seguenti linee guida:

- *geometria di base*: costituito dal disegno “nudo” della cavità, in particolare la sua proiezione orizzontale, insieme con la rappresentazione della scala grafica e del nord magnetico;
- *poligonale principale*: con l'indicazione dei capisaldi, differenziati secondo i metodi di rilevamento, e indicazione della quota di alcuni punti notevoli; sezioni trasversali caratteristiche e profili longitudinali.

La strumentazione impiegata comprende:

- *Erogatore* a pistola per poliuretano per il fissaggio dei “*targets*”;
- *Disto X* (distanziometro laser con bussola e clinometro digitali integrati nello strumento), equipaggiato con batterie al litio di lunga durata;
- *Distanziometro* laser Disto A3 Leica;
- *SAP* (*Shetland Attack Pony* – bussola e clinometro digitale a puntamento laser), lo strumento sostituisce il Disto X in caso di avaria;
- *Palmare Nautiz X7* con fattore di protezione IP-67 connesso via bluetooth al Disto X (Fig. 12);
- *Fotocamera* digitale Reflex per la documentazione dei capisaldi, più 3 illuminatori con superled Mastrel.

I *softwares* di elaborazione dati utilizzati sono stati:

- *PocketTopo*, versione 1.2, per gestire in tempo reale il libretto delle misure e lo *sketch* della cavità;
- *Therion 5.3* per Windows, per elaborare i libretti delle misure e generare mappe e modelli 3D della grotta. Consente l'esportazione della grafica in diversi formati, tra cui i *dxf.file* e quelli utilizzabili con i GIS (*shp.file*).

La strumentazione topografica adottata (il “Disto X”) dà ottimi risultati ma necessita di controlli continui per assicurare l'accuratezza della taratura della bussola elettronica; inoltre, avvicinando allo strumento oggetti metallici (ad esempio i moschettoni) entro 10 cm si verificano evidenti anomalie di risposta della bussola.

Anche il *Therion* è stato ampiamente testato sul campo e si è rivelato particolarmente adatto per la documentazione di sistemi di grotte grandi e complicate. I dati elaborati inoltre sono facilmente implementabili e aggiornabili.

### Appendice 3 - Conoscenze sui depositi di grotta e prospettive di studio

Tra i principali oggetti di studio in campo speleologico ci sono i depositi di grotta. È noto che tra questi si distinguono quelli detritici da quelli chimici (ed eventualmente organogeni), originatisi nella stessa cavità (autoctoni o endogeni) o provenienti dall'esterno (alloctoni o esogeni). Tutta la possibile varietà di depositi si può riscontrare nella Grotta *Talismã*, e si attende uno studio dettagliato dal quale potrebbero scaturire interessanti risultati sull'evoluzione geomorfologica (speleogenesi) e paleogeografica del sistema carsico e del bacino del Fiume Dueça.

È possibile osservare nella cavità una serie di forme da speleogenesi e speleopoiesi che includono lo sviluppo di più cavità, e la sedimentazione di depositi clastici e chimici di successive generazioni.

Le forme attualmente visibili sono riferibili a più sistemi freatici o epifreatici sovrapposti che costituiscono il vuoto di base; in questo vuoto si sono succeduti due depositi alloctoni: (1) un deposito conglomeratico (Fig. 13), granulo-sostenuto e ben cementato, di ciottoli scuri e arrotondati di scisto, con lenti a grana più fine ed omogenea (micro-conglomerato); e (2) un nuovo riempimento a grana più fine (siltoso-argilloso) successivo ad una fase erosiva, con intercalazioni arenose eterogenee ed eterometriche. Entrambi i depositi hanno in passato interessato la cavità, anche nei livelli superiori, fino a riempirla completamente o quasi.



Fig. 13 - Lavori di posizionamento dei depositi conglomeratici (nerastri) ben visibili in basso a sinistra. Qui appaiono coperti dal detrito più fine, siltoso-argilloso.

Il deposito clastico autoctono è rappresentato da blocchi di crollo: questi sono concentrati particolarmente nell'importante zona di incrocio tra la condotta attiva principale e quella proveniente dall'ingresso alto (*Algar do Carvalhal*), all'interno di un salone (Fig. 14) in cui il pronunciato sviluppo verticale è determinato dalla presenza di un probabile piano di faglia. I clasti, di dimensioni anche metriche, sono in gran parte cementati da una poca spessa colata calcitica e alcune stalagmiti.



Fig. 14 - Il salone di crollo, povero di concrezioni, sito nella zona di connessione tra i due rami principali della Grotta Talismã (Foto di F. Pedro).

Il concrezionamento calcitico vede una potente successione sovrapposta ai depositi fluviali (2) a grana fine, nel ramo attivo, con colate e stalagmiti in parte dissestate dal cedimento del substrato. Nei rami superiori inattivi o relitti si riscontra, come atteso, la maggiore complessità della successione calcitica, in forme anche poco comuni (tra cui perle ed eccentriche), con relazioni che dovranno essere chiarite attraverso successivi studi e correlazioni. Le forme più recenti e “attive” di concrezionamento si distinguono per il colore bianco delle superfici, in contrasto con l'aspetto “sporco” delle generazioni precedenti (Fig. 15).

Attualmente è possibile far riferimento ad un unico lavoro scientifico preliminare in termini di evoluzione speleogenetica per la Grotta *Talismã* (Cunha & Dimuccio, 2008), che potrebbe orientare successivi approfondimenti basati sul rilievo topografico di dettaglio realizzato dai membri della F.S.P.

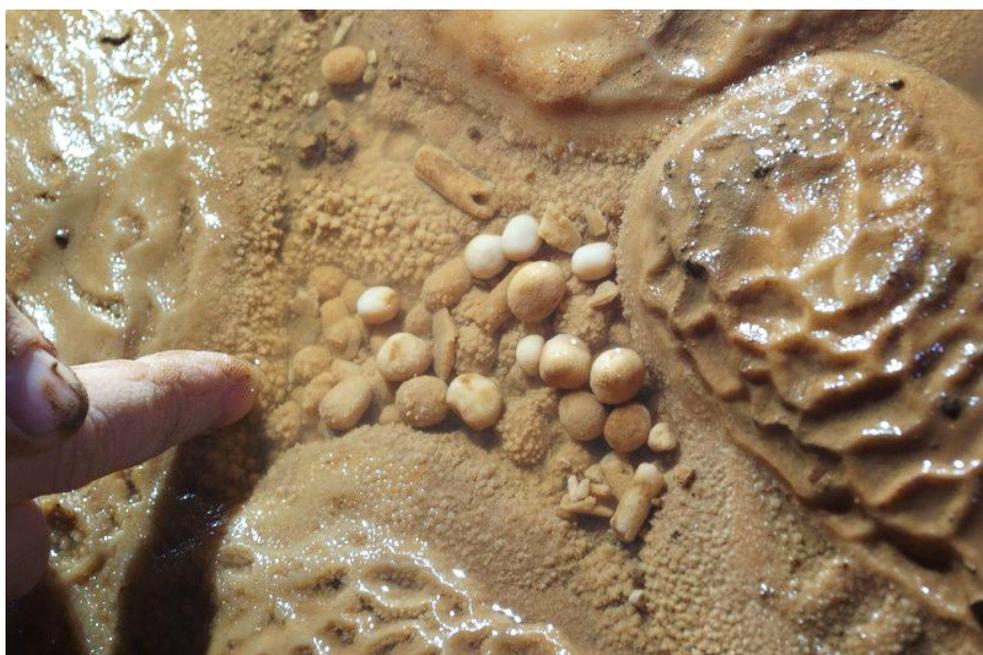


Fig. 15 - Concrezioni calcitiche “recenti” rinvenute nei rami fossili della Grotta Talismã.

#### Appendice 4 - Storia delle esplorazioni della Grotta *Talismã*



La Grotta *Talismã* è stata scoperta nel 1992 dal *Grupo de Arqueologia e Espeleologia de Pombal* (GAEP) in seguito all'indicazione di António Diaz, un abitante del vicino paesino *Taliscas*. È anche conosciuta come *Soprador do Carvalho* (letteralmente traducibile in “soffiante della quercia”). Da una piccola fessura nella roccia calcarea al piede di una grande quercia (*Carvalho*, in portoghese), A. Diaz notò la fuoriuscita di una forte corrente d'aria (da cui il termine portoghese “*soprador*”). Vari giorni di disostruzione, realizzati dai membri del GAEP, anche attraverso l'uso di esplosivi, permisero l'apertura di un pozzo dalla profondità di circa 4 m che conduce ad una cavità ad andamento essenzialmente orizzontale e percorsa da un fiume sotterraneo con caratteristiche uniche in Portogallo.

Il 5 ottobre 1993 Mário Sacramento, presidente del GAEP, esplorò per la prima volta, a 2 giorni dall'apertura del *Soprador do Carvalho*, quella che verrà battezzata in seguito anche come Grotta *Talismã*. Una relazione dettagliata di questa prima esplorazione verrà pubblicata per mano dello stesso speleologo dopo qualche anno dalla sua realizzazione (Sacramento, 1997).

Al GAEP si affiancarono altri gruppi speleologici come il *Núcleo de Espeleologia de Penela* (NEP), il *Centro de Investigação e Exploração Subterrânea de Coimbra* (CIES), il *Núcleo de Espeleologia de Condeixa* (NEC) e la *Sociedade dos Amigos das Grutas e Alagares de Lisboa* (SAGA). Questa collaborazione portò ad un primo rilievo della poligonale della Grotta *Talismã*, per la quale fu possibile stimare uno sviluppo di circa 4000 m.

GAEP, CIES, SAGA e NEP fra il 21 settembre e il 1 novembre del 1996 utilizzano un sistema SLOTER (generatore di onde radio a bassissima frequenza in superficie con un ricevitore in grotta) nell'intento di individuare un punto in superficie con un ridotto spessore di roccia, tale da poter creare un'altra apertura artificiale per accedere alla grotta (Veigas, 1997). Fu così individuato il secondo ingresso (*Algar do Carvalho*) che dà accesso al secondo ramo della grotta. Nel 1997 la Grotta *Talismã* è stata oggetto di uno studio scientifico essenzialmente idrogeologico e speleologico, realizzato come tesi di laurea in geologia da uno studente dell'Università Tecnica di Berlino (TU, *Technische Universität Berlin* - Germania), anche con il contributo logistico e umano del NEP (Dussel, 1997). I dati raccolti, le analisi di campagna e di laboratorio, così come tutte le interpretazioni contenute in questa tesi di laurea, ad oggi, non sono mai stati pubblicati.

L'esplorazione della grotta continua per mano del GAEP e del NEP fino al 1999, anno in cui si istituisce un collettivo speleologico costituito dai gruppi CIES, il *Grupo Protecção Sicó di Pombal* (GPS), NEC e SAGA, con l'intenzione di riprendere i lavori di esplorazione e di cartografia rimasti in sospeso, soprattutto relativamente alla porzione di grotta accessibile dal secondo ingresso, disostruito nel 2001 dai membri dello stesso collettivo speleologico. Risale dunque al 2003 la presentazione pubblica di una planimetria semplificata della cavità, ad opera del collettivo speleologico (CIES-GPS-NEC-SAGA), in collaborazione con il prof. L. Cunha dell'Università di Coimbra, così come la sua localizzazione su carta topografica e su fotografia area in scala 1:25000 (Neves *et al.*, 2005; AA.VV., 2005).

## Appendice 5 - Il CISED. Modelli di fruizione in Portogallo e in Puglia

Il CISED (*Centro de Interpretação do Sistema Espeleológico do Dueça*) è un'infrastruttura progettata per supporto alla speleologia (e non solo), al fine di promuovere la valorizzazione del territorio e la tutela dell'ambiente, ritenendoli un'importante risorsa sociale ed economica e riconoscendone i connotati carsici. L'idea progettuale è nata nei locali Gruppi Speleologici (*Associação Infante D. Pedro* e NEP), ed è stata sostenuta economicamente da un finanziamento europeo (FEDER) concesso al Comune di Penela.

L'infrastruttura è in posizione strategica nell'area carsica del *Maciço de Sicó*; inaugurata il 29 settembre del 2005, è stata realizzata con un lavoro di restauro di edifici situati nella frazione *Ferrarias*, a pochi chilometri dal centro abitato di Penela.

Tra gli obiettivi del progetto sono fondamentali: (1) promuovere l'esplorazione speleologica del *Masiço de Sicó*; (2) dare impulso alla ricerca scientifica sul sistema carsico a scala locale e regionale; (3) iniziare la cooperazione fra differenti entità che lavorano sul massiccio nei vari settori disciplinari; (4) divulgare in ambito scientifico, tecnico e amministrativo le conoscenze acquisite sul sistema carsico regionale e locale; (5) incoraggiare, attraverso la ricerca scientifica, concrete azioni di educazione ambientale; (6) realizzare riunioni scientifiche per la presentazione, discussione e divulgazione delle informazioni acquisite sul massiccio e sulle sue strategie di sviluppo; (7) sostenere il turismo ambientale *s.l.* nel *Sistema Espeleológico do Dueça*, così come sul territorio in cui si inserisce.

La struttura è composta da diversi ambienti adibiti rispettivamente a: sala conferenze, cucina, soggiorno e bar, sala riunioni e dormitorio; inoltre, in un plesso attiguo, si trovano spogliatoi e bagni con docce, magazzino con attrezzature da speleologia e relativa zona di lavaggio (Fig. 16).

Dal punto di vista dell'esercizio pratico, e quindi delle attività in corso, condotte in collaborazione con l'Università di Coimbra, si segnalano: (1) attività di monitoraggio ambientale nella Grotta *Talismã* e studio scientifico dei suoi riempimenti carsici, con pubblicazione dei primi risultati (Cunha & Dimuccio, 2008; Leal *et*

al., 2009; Dimuccio *et al.*, 2010); (2) realizzazione di un video didattico sul carsismo a scala regionale; (3) costituzione di una commissione scientifica multidisciplinare e di protocolli di ricerca nazionali e internazionali (con *partners* in Italia, Slovenia, Francia, Spagna, Brasile).



Fig. 16 - Panorama sul CISED (gli edifici restaurati) nel comune di Penela, frazione Ferrarias.

Il CISED rappresenta un buon esempio di utilizzo dei fondi comunitari, trattandosi di un investimento atto a promuovere dinamismo culturale e scientifico, per lo meno su scala locale. Risulta essere un complemento al “Sistema Natura” con una forte componente didattico-pedagogica indirizzata a tutte le età, nonché un modello esportabile. Finalità e modello, peraltro, già considerati in Puglia, dove le analogie con una esperienza locale venivano presentate da L. Dimuccio in una tavola rotonda (*Risorse del territorio e turismo rurale*, 24 settembre 2008), patrocinata dalla Regione Puglia e dal Comune di Ruvo di Puglia, dove il locale gruppo speleologico, affiliato alla F.S.P., ha per anni intrapreso con i medesimi obiettivi la gestione di un edificio rurale, ottenendone il restauro finanziato dal Parco Nazionale dell’Alta Murgia (futuro centro visite nell’ambito del Parco Nazionale).

### Ringraziamenti e patrocini

Si ringrazia il Comune di Penela, nella persona del sindaco dr. Paulo Jorge Simões Júlio, nonché il responsabile alla cultura dr. Mario Duarte (Tito), per aver messo a disposizione la struttura ricettiva del CISED e per il parziale contributo alle spese della spedizione. Si ringrazia il prof. L. Cunha del Dipartimento di Geografia dell’Università di Coimbra per la visita guidata al *Masiço Calcário Estremenho*, e la sua disponibilità ad ogni discussione e chiarimento; il dr. L.A. Dimuccio dell’Università di Coimbra, per la fiducia nella cooperazione con la F.S.P. Va inoltre precisato che il rilievo, con tutto il lavoro organizzativo che lo ha facilitato, è opera di tutta la squadra italo-portoghese presentata nel testo di questo articolo. Infine, vanno ringraziati tutti gli speleologi locali, ma non solo, noti e meno noti, che con la loro passione hanno permesso la scoperta, l’esplorazione e la salvaguardia di questo straordinario patrimonio naturale sotterraneo. La spedizione ha ricevuto il patrocinio morale della Società Speleologica Italiana (S.S.I.) e della Regione Puglia.

### Bibliografia

AA.VV., (2005) - *O Sistema Espeleológico do Dueça*. Espeleo Divulgação n. 6, pp, 14-18, Aveiro (Portugal).

CUNHA, L., (1990) - *As Serras de Condeixa-Sicó-Alvaiázere*. Estudo de Geomorfologia. Instituto Nacional de Investigação Científica

(INIC), Col. Geografia Física, n.º 1, Coimbra, 329 p.

CUNHA, L., (1981) - *O Dueça a montante de Miranda do Corvo. Apresentação de alguns problemas geomorfológicos*. Revista da Universidade de Coimbra, Coimbra, 29, pp. 451-520.



CUNHA, L., DIMUCCIO, L.A., (2008) - *Formas e depósitos fluviais na Gruta do Soprador do Carvalho (Maciço de Sicó - Portugal): uma primeira abordagem*. In: Abstract IV Congresso Nacional de Geomorfologia, APGeom (Braga - Portugal, 16-18 Outubro).

DIMUCCIO, L.A., (2011). *The karstification of Dolomitic Hills to south of Coimbra (Central Portugal) - Stratigraphy and palaeo(karst)s of Coimbra Group (Lower Jurassic)*. In: Proceeding of First III-UC Researcher Forum, Institute for Interdisciplinary Research University of Coimbra, Coimbra (Portugal) (in press).

DIMUCCIO, L.A., CUNHA, L., LEAL, C., (2010) - *Análise da distribuição espaço-temporal das variações de temperatura do ar na Gruta do Soprador do Carvalho (Maciço de Sicó – Portugal Central)*. Resumo, VI Seminário Latino - Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero - Americano de Geografia Física, Coimbra.

DUSSEL, M., (1997) - *Karsthydrogeologische und speläologische Untersuchungen in der Höhle Talismã sowie in benachbarten Gebieten in Zentralportugal und Kartierung des Gebietes zwischen Ramalheira-Alvorge-S.Sebastiao*. Diplomarbeit einschliesslich Diplommkartierung, Vorgelegt am Institut für Angewandte Geowissenschaften II, 165 p., Berlin (Germany).

LEAL, C., CUNHA, L., DIMUCCIO, L.A., (2009) - *Preliminary data about climate dynamic in two caves of central Portugal in order to calculate its visitors carrying capacity*. 17th International Karstological School “Classical Karst”, Postojna (Eslovenia).

NEVES, J., SOARES, M., REDINHA, N, MEDEIROS, S., CUNHA, L., (2003) - *O Sistema espeleológico do Dueça*. Actas IV CNEspeleo Congress, Lisboa (Portugal); UIS 14th International Congress of Speleology (Greece).

SANTOS, J.G., (1996). *A Depressão Marginal – Elementos para a sua caracterização geomorfológica do sector Coimbra – Penela e análise de riscos de movimentos de terreno*. Dissertação de Mestrado em Geografia, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, Coimbra (Portugal).

SOARES, A.F., SOUSA, M.B, MARQUES, J.F., (1989) - *Esboço geológico dos concelhos de Lousã, Miranda do Corvo, Penela e Vila Nova de Poiares*. Projecto de Cartografia geológica carta 19-D Coimbra Sul escala 1:50 000, relatório fotocopiado de 11 p.

SACRAMENTO, M., (1997) - *Gruta Talismã*. Exploração 5 de Outubro de 1993. Profundezas da Sicó, Ano I, N. 0, pp. 17-20, Pombal (Portugal).

VEIGA, F., (1997) - *Utilização do sistema SLOTER na Gruta Talismã*. Profundezas da Sicó, Ano I, N. 0, pp. 25-28, Pombal (Portugal).



## **RISCOPIRIRE LA STORIA RECENTE: I RIFUGI ANTIAEREI DI MONOPOLI**

*Giampaolo Pinto \**

\*Gruppo Puglia Grotte

### **Riassunto**

Durante il secondo conflitto bellico, Monopoli (Bari), già parte integrante del regime fascista, vide la presenza, nei quartieri della città, delle milizie naziste tedesche. Avevano il controllo della stazione, del IV Deposito Carburante dell'allora Regio Esercito Italiano, nonché del porto ma non delle principali vie d'accesso al centro urbano, a causa del loro esiguo numero. In seguito all'armistizio dell'8 settembre 1943 i tedeschi si diedero alla fuga mentre sull'agglomerato urbano, sino a quel giorno, erano imperversati i bombardamenti aerei delle truppe alleate provocando distruzioni e morti.

Gli anni difficili della Seconda Guerra Mondiale hanno profondamente segnato chi li ha vissuti; quel periodo storico ha lasciato in eredità i luoghi in cui quella generazione ha sofferto in sommesso silenzio, i luoghi in cui ha affrontato la paura della distruzione. Quei luoghi nascosti, dimenticati per lungo tempo, oggi sono architetture uniche da catalogare e che possono essere valorizzate e restituite ai posteri per non perdere la memoria storica della drammaticità dei tempi che furono. Per queste ragioni fra le cavità artificiali presenti sul nostro territorio è necessario annoverare i rifugi sotterranei di Monopoli che si estendono per una lunghezza di circa 400 metri sotto Piazza Vittorio Emanuele, nel pieno centro cittadino.

### **RELAZIONE SU SUPPORTO VIDEO**



## DISTRIBUZIONE BIOGEOGRAFICA DELLA FAUNA SOTTERRANEA PUGLIESE NEL CONTESTO DELL'EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA DELL'AREA

*Salvatore Inguscio<sup>1</sup>, Mario Parise<sup>2</sup>, Emanuela Rossi<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Laboratorio ipogeo salentino di biospeleologia “Sandro Ruffo”, Nardò - LE, Italy ([laboratorio@avanguardie.net](mailto:laboratorio@avanguardie.net))

<sup>2</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche, IRPI, Bari, Italy ([m.parise@ba.irpi.cnr.it](mailto:m.parise@ba.irpi.cnr.it))

### Riassunto

La Puglia è tra le aree più importanti d'Italia per quanto riguarda la biospeleologia essendo l'unica regione dove l'area biogeografica coincide con quella amministrativa. L'Italia, in base alla distribuzione della fauna ipogea, agli endemismi e alla complessiva ricostruzione paleogeografica del bacino del Mediterraneo, è infatti suddivisa in sette regioni biogeografiche, la più estesa delle quali è quella appenninica che copre una larga parte della penisola italiana. I troglobi pugliesi rappresentano una fauna completamente distinta da quella appenninica: le due aree hanno in comune solo pochi animali ipogei nonostante la totale assenza in Puglia di tipiche forme appenniniche, parecchi troglodili sono invece presenti in Puglia probabilmente penetrati in quest'area durante il Quaternario. In questo contributo sono analizzati i primi studi sulla fauna sotterranea pugliese che mostrano una distinzione tra le tre aree carsiche della regione (Gargano, Murge e Salento). Si presenta anche una analisi quantitativa delle presenze troglobie e della distribuzione nelle grotte pugliesi, finalizzata ad evidenziare le reali differenze tra le tre sub-regioni e a spiegare le stesse. Una particolare attenzione viene data al Salento, la parte più meridionale della Puglia, che è l'area dove si registra la maggior parte dei troglobi e degli endemiti.

**Parole chiave:** biospeleologia, paleogeografia, carsismo, Puglia

*CONTRIBUTO NON PUBBLICATO PER VOLONTÀ DEGLI AUTORI.*

## ZAZZANO E OLTRE

Michele Placentino e Vincenzo Savino <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gruppo Speleologico San Giovanni Rotondo

### Riassunto

La Grava di Zazzano, una delle gravi più profonde del Gargano, negli anni passati è stata “utilizzata” per occultare le vittime della lupara bianca. Nel 2009 è stata bonificata grazie ai Fondi ecotassa per la pulizia dei siti carsici.

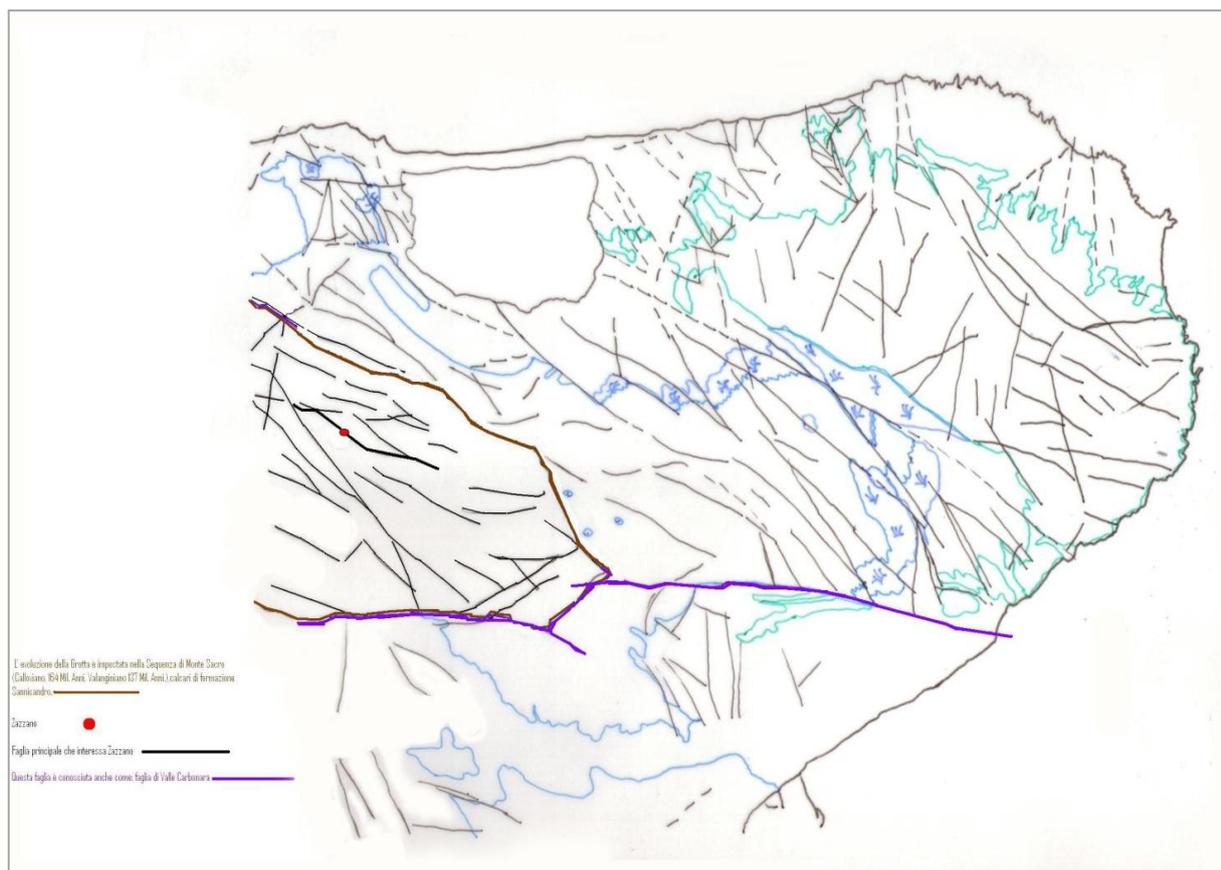
**Parole chiave:** Grava di Zazzano, Gargano, Bonifica, Lupara Bianca.

### Inquadramento e descrizione della cavità

La voragine, ubicata in un vasto altopiano carsico ricco di doline, è posta ad una quota di circa 670 m ed è profonda -105 m. E' proprio in una di queste doline che si apre l'ampia apertura, mascherata da una folta vegetazione di felci e muschi che conferiscono alle pareti più prossime all'esterno un aspetto cupo e misterioso.

L'ingresso del pozzo se osservato dall'alto ha la forma di un grosso ed impressionante imbuto a sezione ellittica la cui verticale è leggermente deviata. Un profondo solco torrentizio permette di raggiungere il bordo del pozzo nel punto più basso della depressione. La grava funge da inghiottitoio attivo temporaneo della dolina durante le abbondanti precipitazioni.

L'evoluzione della grava è impostata nella Sequenza di Monte Sacro (Calloviano, 164 Mil. Anni, Valanginiano 137 Mil. Anni.), calcari della formazione Sannicandro.



Tab 1 - Faglie principali del Gargano.

Una lunga e profonda linea di faglia attraversa la cavità con direzione NO - SE e la roccia appare molto fratturata e franosa in seguito all'intensa tettonizzazione.

L'ampio pozzo iniziale tende a restringersi intorno ai 40 m dove le pareti tornano ad allontanarsi.

Il fondo della grava è di modeste dimensioni, 4 m in larghezza, da cui parte una galleria sub orizzontale lunga circa 60 m. Esso è formato da deposito terrigeno che ha andamento dossiforme e si presenta completamente allagato nei periodi di forti precipitazioni.

Il pozzo è frequentemente interessato da caduta di sassi, provenienti dall'ingresso imbutiforme e molto fratturato.

In seguito alle operazioni di bonifica è stata completata l'esplorazione di un pozzo parallelo che confluisce col grande pozzo a circa -30 m sotto l'ingresso in un unico grande ambiente.

## Storia esplorativa

La Grava di Zazzano è senza alcun dubbio una delle cavità carsiche garganiche che più di altre hanno alimentato nei secoli la curiosità, la paura e le leggende legate all'allora sconosciuto e misterioso mondo sotterraneo.

La presenza delle innumerevoli voragini e grotte su tutto il promontorio ha arricchito la cultura contadina dei paesi, di storie di streghe e briganti che trovavano nascondiglio negli anfratti più inaccessibili.

E' appunto la grava, il luogo inaccessibile per eccellenza, il luogo senza fondo che diventa spesso ricettacolo di refurtiva, di corpo di reato, di carogne di animali infetti o addirittura luogo per disfarsi di corpi di persone condannate ad essere eliminate definitivamente, in tutti i sensi, per vendetta o per disonore arrecato. Proprio questa cavità, recentemente si è rivelata essere il "cimitero della lupara bianca". La frase nel dialetto di S. Marco: "Taja jttà inte Zazzane" (Ti devo buttare dentro Zazzano), indica lo spietato tono minaccioso derivato dal timore che da sempre ha suscitato questa voragine che è stata per i locali, motivo di paura e mistero, nella storia dei sammarchesi.



Fig. 1 - Pozzo parallelo. (foto V.Savino)



Fig. 2 - Pozzo principale.

Sul finire degli anni Cinquanta, l'eco dell'esistenza di questa grande voragine inesplorata ha spinto l'interesse del Prof. Pietro Parenzan sul Gargano che assieme ad un gruppo di speleologi del Centro Speleologico Meridionale di Napoli e del Centro Speleologico Ricerche Scientifiche di Roma ha effettuato una campagna esplorativa sul promontorio e presso Zazzano.

Per l'esplorazione della cavità fu allestito un campo base nelle immediate vicinanze dell'ampia apertura della voragine. Le operazioni hanno richiesto il coinvolgimento di una trentina di persone, tra esploratori, volontari e forze dell'ordine (quanto descrive Carlo Fusilli, in "L'alba della speleologia verticale nel Gargano"). La discesa del grande pozzo si è svolta in due riprese successive, poiché è stata sottovalutata la profondità del pozzo e quindi per la scarsità del materiale impiegato. Alle ore 10,00 del 29 settembre del 1957 è toccato al dott. Angelo Cursio, già sindaco di S. Marco in Lamis e coraggioso volontario nell'impresa, posare piede sul fondo del P. 95 della voragine. Il mistero della Grava di Zazzano e le leggende dell'abisso inavvicinabile che inghiottiva da secoli, tutto e tutti, era stato violato!



*Fig. 3 - Foto esterna (anni '70).*



*Fig. 4 - Foto di repertorio: catasta di rottami (-22 m).*

Sconosciuta a tanti è la campagna di ricerche condotta da Diego Caiazzo, speleologo foggiano. A cavallo tra gli anni settanta ed ottanta fu lui a fornire descrizioni sullo stato della cavità attraverso puntate esplorative

effettuate in solitaria, tanto che i contadini ed i pastori del posto lo ricordano ancora, impressionati dalle sue “spericolate discese”. La sua attività aveva lo scopo di cercare eventuali vie inesplorate. Purtroppo il suo lavoro non ottenne risultati importanti. Caiazzo deve aver sicuramente notato le prime carcasse di automezzi sul fondo della grotta. Risalgono appunto ai primi anni settanta i veicoli recuperati alla base del pozzo.

Tra gli anni Ottanta - Novanta si sono susseguite ripetute discese da parte dei gruppi speleologici della provincia che hanno descritto lo stato di degrado della grotta. Da queste attività sono quindi derivate le importanti campagne di denuncia alle autorità e di sensibilizzazione verso i locali affinché si smettesse di utilizzare la cavità come discarica.

In primis, si faceva notare che tutto ciò che si gettava nella grotta non spariva per sempre, inghiottito, ma rimaneva ben visibile ed ispezionabile. In varie occasioni si è anche impiegato il Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico al fine di verificare se all'interno della cavità vi fossero resti umani della lupara bianca. Le indagini si sono sempre svolte con esito negativo.

Lo stato di massimo degrado della cavità è stato descritto a cavallo tra gli anni '90 e il 2000 dal Gruppo Speleologico Montenero, denunciando la presenza di una catasta alta ben 15 metri, di carcasse di mezzi di vario genere, sul fondo della voragine.

Solo nel 2009 tramite un progetto di bonifica fatto dal Comune di San Marco in Lamis e finanziato dalla Regione Puglia con fondi Ecotassa, si è giunti alla tanto attesa bonifica della grotta.



*Fig. 5 - Carcasse d'auto.*

### **Bonifica della Grava di Zazzano**

Dopo regolare gara d'appalto, le operazioni di bonifica della Grava di Zazzano sono state affidate alla ditta Edil Extreme, formata da speleologi esperti del Gruppo Speleologico San Giovanni Rotondo e dell'Archeo Speleo Club Rignano. Il monitoraggio delle operazioni di bonifica, invece, è stato affidato al Gruppo Speleologico Montenero.

Già dalle prime ricognizioni è stato ben evidente che il progetto iniziale sarebbe stato pressoché stravolto da notevoli variazioni sul tempo previsto per la bonifica e l'ultimazione dei lavori.



Dopo aver bonificato l'ingresso dagli arbusti che ornavano l'ampia apertura e da massi instabili in condizioni precarie, il lavoro è proseguito con una prima ricognizione del fondo della grava. Da ciò è emerso che l'enorme catasta di carcasse dei veicoli era posta ad imbuto ed era seriamente instabile.

Al fine di avere un'illuminazione migliore per gli operatori, sono stati posizionati grossi fari ma, ciò nonostante, lo scenario si è rivelato dantesco! Per le comunicazioni con l'esterno si è fatto uso di un impianto radio. Nei giorni a seguire è giunta sul posto una gru telescopica che si rivelerà di stazza non adeguata, ma che ha garantito la non facile rimozione del primo veicolo: un mezzo Fiat del 2001. Dopo aver agganciato il mezzo e fatto risalire alcuni metri, gli operatori sono stati obbligati a mettersi al sicuro verso il meandro (unica via di riparo). La gru ha cominciato a sollevare il veicolo che con gran fatica si è staccato dal suolo, trascinandosi sulla roccia e creando un cupo ed impressionante rumore che ha echeggiato in tutta la grotta. A circa 50 m dal fondo, un piccolo balconcino è il punto dove la carcassa ha interrotto la sua corsa in salita ed urtando la roccia si è staccata dal gancio precipitando nuovamente verso il fondo trascinando frammenti di roccia strappati alle pareti e schiantandosi sui sottostanti automezzi in un pauroso fragore di vetri frantumati. Alcuni secondi mozzafiato e poi di un sospirato silenzio! Soltanto dopo alcuni minuti è tornata la voglia di riprendere il lavoro.

Si rifanno tutte le operazioni, si riaggancia di nuovamente il veicolo o ciò che resta. Issato sul cavo, finalmente raggiunge l'esterno. Nei giorni successivi, quest'operazione è ripetuta innumerevoli volte per sollevare lamiere, pneumatici, batterie, serbatoi, motori e quant'altro...: un vero parco autodemolizione!

Durante queste operazioni sono state rinvenute notevoli quantità di tronchi, ossa di animali di vario genere e stazza, ma ciò che ha colpito ben presto gli operatori ed ha condizionato tutta l'intera operazione di bonifica è stato il rinvenimento di resti di ossa umane.



Foto 6 - Resti umani.

Interrotti i lavori e denunciata la macabra sorpresa al Comando Carabinieri di San Giovanni Rotondo, le operazioni sono proseguite sotto la supervisione del C.C. che hanno affidato ad un medico legale le operazioni di accertamento dei resti umani di quattro persone, nonché il loro recupero con l'ausilio del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico - 7° Puglia.

Le operazioni di bonifica si sono protratte per due mesi circa, fin quando sono state rimosse tutte le auto e lo scavo nel fango non ha restituito altri resti umani.

Oggi, la china detritica un tempo impercorribile, è semplicemente un piccolo scivolo fangoso. Tuttavia non si può escludere che sotto tale china, siano nascoste altre sgradevoli sorprese (Fig 7).

## Conclusioni

Le considerazioni finali al termine di questa importante operazione dovrebbero essere entusiasmanti. Dal punto di vista esplorativo, è stato rilevato un pozzo parallelo a quello principale, appena sotto l'apertura della voragine. Dal punto di vista ambientale, invece, per aver raggiunto il traguardo bonifica.

Purtroppo l'entusiasmo è passato in secondo piano dopo il macabro rinvenimento. La recente storia italiana ci riporta la follia delle esecuzioni nelle grave del Gargano a quelle delle foibe del Carso triestino. Anche se le situazioni sono diverse, il senso è identico: il gesto criminale dell'eliminazione fisica della persona, il gesto vile del maltrattamento del corpo senza vita che è precipitato verso il "buio totale", in profondità a sottolinearne l'estremo disprezzo.

... Le barbarie della lupara hanno rafforzato l'esperienza umana e tecnica dell'affiatata equipe formata dai tre gruppi che hanno messo a frutto la loro esperienza speleologica a vantaggio di una operazione di elevata professionalità.

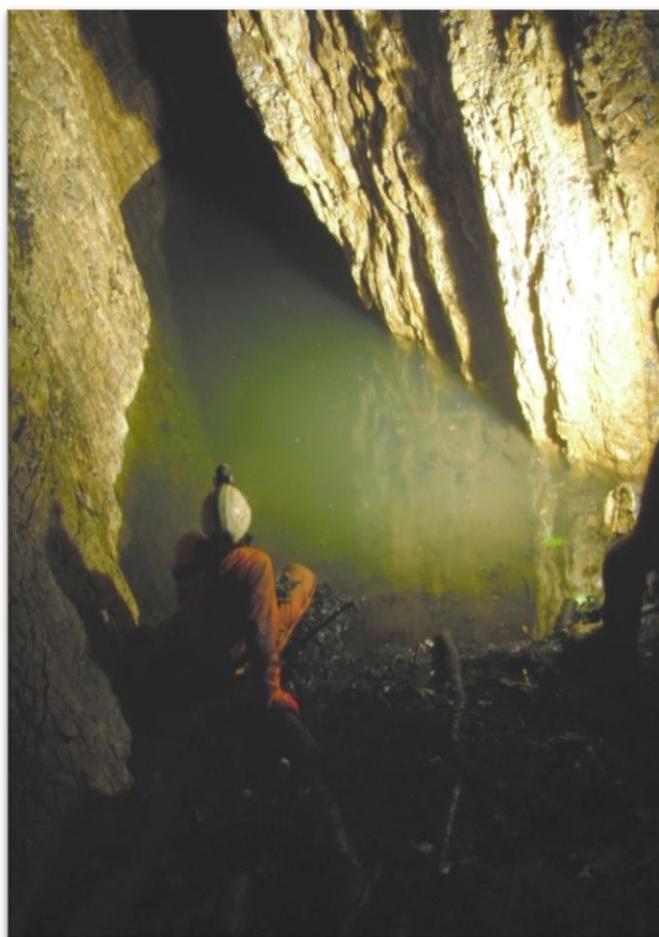


Foto 7 - Condotta principale allagata ormai bonificata.



## LA GESTIONE DI UN CENTRO DI EDUCAZIONE AMBIENTALE: RIFLESSIONI SULL'EVOLUZIONE DELLO SPELEOLOGO DA GEOGRAFO AD EDUCATORE

*Marino Semeraro\**

\*Gruppo Speleologico Martinese

\*Laboratorio di Educazione Ambientale della Provincia di Taranto LEA - Area Jonica

### **Riassunto**

Attraverso l'analisi delle attività a valenza didattica svolte durante la gestione diretta del Laboratorio per l'Educazione Ambientale della Provincia di Taranto (LEA - Area Jonica) a cura del Gruppo Speleologico Martinese, si riflette sulla valenza, sulle prospettive e sui limiti delle varie figure professionali assunte dall'operatore durante il suo mandato. Lo speleologo va così oltre la moderna figura di geografo del buio, per diventare sia punto di riferimento del proprio territorio, promuovendolo e tutelandolo, sia punto internodale di comunicazione tra i protagonisti della società civile, partendo dalle istituzioni per arrivare alla scuola ed ai cittadini. Forse non è ancora riconosciuta la figura professionale di speleologo, ma di fatto già esiste ed opera in qualità di educatore ambientale.

### **Introduzione**

Il Laboratorio di Educazione Ambientale dell'Area Jonica è un servizio della Provincia di Taranto e del Comune di Martina Franca ed è un centro accreditato dalla Rete regionale di Informazione e Formazione di Educazione Ambientale (Sistema CREA InFEA della Regione Puglia). La sua gestione è stata affidata dal 2001 ad un'ATI costituita dal WWF e dal GSM, mentre dal 2006 è stata presa in carico esclusivamente dal GSM, associazione da tempo in prima linea nell'ambito dell'educazione ambientale ed in possesso di una ultra trentennale esperienza nell'ambito della conoscenza e difesa del territorio. L'educazione ambientale proposta dal Laboratorio ha l'obiettivo di mettere in discussione i comportamenti abitudinari di ciascuno di noi, attraverso una valutazione critica della sostenibilità ambientale delle nostre azioni, con l'auspicio di giungere ad un cambiamento di cultura profondo e duraturo. Pertanto le attività del LEA sono indirizzate a coinvolgere l'intera comunità in tutte le sue differenti espressioni (bambini, giovani, adulti), con i seguenti obiettivi: stimolare alla ricerca di soluzioni dirette e praticabili ai problemi dell'ambiente; riflettere sui rapporti tra gli esseri viventi e l'ambiente in cui vivono, con particolare attenzione all'impatto ambientale prodotto dalle attività umane sugli ecosistemi naturali del territorio; promuovere stili di vita professionali e comportamentali responsabili e compatibili col rispetto dell'ambiente; tutelare e valorizzare il patrimonio ambientale, storico ed artistico; documentare e valorizzare l'offerta educativa e formativa in materia ambientale all'interno del proprio territorio. Le proposte educative degli ultimi anni si sono particolarmente incentrate su tematiche di cogente attualità, quali l'energia, i rifiuti, la conservazione della biodiversità e le prospettive di sviluppo concernenti il Parco Regionale Terra delle Gravine.

### **Attività**

Questa analisi delle attività del LEA - Area Jonica parte dalla seconda metà del 2008, periodo in cui il Gruppo Speleologico Martinese ha vinto il nuovo bando triennale per la gestione del Laboratorio. A partire da questa data e per circa un anno, anche in attuazione di una campagna regionale, l'attività si è particolarmente imperniata sulla tematica della corretta gestione dei rifiuti. Tuttavia è sempre stato presente sia il riferimento alla conservazione della natura ed alla tutela del territorio, sia l'attenzione per le tematiche sul carsismo, la cui conoscenza è così determinante in un territorio carsico come il nostro. Quelle di seguito elencate sono solo le principali attività svolte dal LEA- Area Jonica nell'ultimo triennio.

## 2.1 POR Puglia 2000-2006 Misura 1.6 “Salvaguardia e valorizzazione dei beni naturali ed ambientali” e Misura 1.8 “Interventi volti a promuovere la riduzione della produzione e/o della pericolosità dei rifiuti e la raccolta differenziata”

Il lavoro per il POR Puglia 2000-2006 Misura 1.6 e 1.8 è stato indirizzato alla realizzazione di 20 pannelli stradali da installare in 10 comuni del Parco Terra delle Gravine; a seguito dell'individuazione dell'azienda a cui affidare la realizzazione del materiale, scegliendo in base a requisiti di competenza, affidabilità e rapporto qualità-prezzo, si sono individuati i temi dei pannelli. Per la Misura 1.8 lo spunto è partito da una “volpetta”, soggetto realizzato dall'IPSS Motolese di Martina Franca per la campagna sulla raccolta dei rifiuti ingombranti; col medesimo soggetto ne sono stati quindi realizzati altri tre, relativi alla raccolta differenziata, ai rifiuti pericolosi ed al compost. Per la Misura 1.6 sono stati individuati una serie di aspetti particolarmente significativi della nostra provincia, scegliendone 7 (patrimonio carsico, dune costiere, muretti a secco, flora spontanea, gravine, fogge, ulivi) da proporre in cartelli stradali, pannelli fotografici e totem.

### Convegno “Azzero i rifiuti”

Il convegno sui rifiuti, svoltosi nel mese di marzo del 2008 presso la sede del Palazzo del Governo di Taranto, ha rappresentato una tappa nodale nel percorso dell'attività di sensibilizzazione verso la problematica dei rifiuti. E' stato preparato da iniziative di promozione e di sensibilizzazione sul tema, attraverso spot radiotelevisivi, comunicati stampa, manifesti e locandine, tutti ideati dagli operatori del LEA. In occasione del convegno è stata presentata una piccola ma efficiente guida alla raccolta differenziata, intitolata “Alfabeto dei rifiuti”, realizzata per una rapida consultazione e destinata ad essere affissa nei pressi dei cestini dei rifiuti in casa o nelle scuole. Al convegno hanno partecipato rappresentanti istituzionali ed imprenditori impegnati da tempo e con profitto nell'ambizioso obiettivo dell'azzeramento dei rifiuti. Uno degli interventi verteva sull'inquinamento delle aree carsiche e sui numerosi interventi di bonifica in grotta ed in area carsica effettuati dal GSM nel corso degli ultimi anni.



Fig. 1 - Uno dei pannelli realizzati per il POR Puglia 2000/2006 Misura 1.6.



Fig. 2 - Uno dei pannelli realizzati per il POR Puglia 2000/2006 Misura 1.8.



Fig. 5 - La locandina del Convegno "Azzero i Rifiuti".



Fig. 4 - L'intervento del GSM al Convegno "Azzero i Rifiuti".

### **Differentemente 2008**

La campagna "Differentemente" ha mosso i primi passi su input del Sistema regionale CREA InFEA, con l'intento di effettuare un'azione sinergica con tutti gli altri centri di educazione ambientale regionale. I tre nodi InFEA dell'area jonica (LEA, CEA di Manduria e CEA di Statte) hanno presentato un progetto unitario, con l'intento di dare un taglio pratico e fattivo alle iniziative da proporre alle scuole; gli studenti sono stati infatti invitati a rendersi conto in modo concreto del peso dell'impronta ecologica della loro scuola, soprattutto relativamente al tema della produzione dei rifiuti, con l'obiettivo di adottare comportamenti più virtuosi. La parte iniziale del progetto ha previsto una proposta di attività studiata per le allora imminenti vacanze estive, intitolata pertanto "Non rifiutare l'estate". I ragazzi delle scuole e delle agenzie educative sono stati invitati a documentare come e quanto il problema dei rifiuti danneggia la serena dimensione estiva delle città di residenza, delle campagne circostanti, dei luoghi di villeggiatura. Con questa attività di documentazione i ragazzi hanno potuto partecipare ad un concorso, premiando la loro attività di "inviato speciale". A sostegno di quest'operazione i nodi InFEA hanno realizzato un taccuino operativo con le indicazioni ed i suggerimenti per i reportages, corredato da uno schema di interviste da proporre ad amici, villeggianti, esercenti, etc. La risposta degli alunni è andata oltre le più rosee aspettative: la partecipazione è stata massiccia, intelligente e motivata, correlata dalla creazione di elaborati grafici e tecnologici pieni di creatività ed inventiva. All'inizio del nuovo anno scolastico si sono ripresi gli attivi e capillari contatti con le scuole, per poi entrare nel vivo della campagna, con numerosi interventi didattici, accompagnati da powerpoint creati ad hoc per le scuole di ogni ordine e grado e da materiale promozionale e didattico creato dalla Regione. Per le sole scuole superiori si è aggiunta un'ulteriore proposta: la lettura guidata e la discussione, in forma di libro-forum, del capitolo "La terra dei fuochi" del libro "Gomorra" di Saviano, dedicato al tema della commistione tra questione rifiuti e criminalità organizzata. Gli incontri in classe si sono svolti in modo attivo, con partecipazione attenta ed interessata, facendo quindi emergere un elevato grado di consapevolezza del problema rifiuti. La Settimana per l'Educazione allo Sviluppo Sostenibile ha rappresentato una tappa fondamentale nell'ambito della campagna Differentemente. In preparazione delle 3 giornate dedicate alle scuole, e che si sono svolte a Taranto, Martina Franca e Manduria, sono stati realizzati dei supporti didattici: il *quaderno attivo* "I Bambini e le Bambine per un Pianeta, una Regione, una Scuola, una Casa...puliti Differentemente", pensato appositamente per le scuole primarie; un gioco di ruolo sul ciclo virtuoso dei rifiuti; un adattamento di un gioco sul tema dei rifiuti basato sul modello del Gioco dell'Oca. Gli operatori dei nodi InFEA sono stati inoltre impegnati in attività di accompagnamento e collaborazione in visite guidate con i tecnici degli impianti provinciali aperti per l'occasione. E' stata allestita una mostra dei lavori presentati dalle scuole, in primo luogo collegati all'attività estiva sopra menzionata, ed in parte eseguiti dopo gli incontri tenuti in classe, dando spazio sia all'intera produzione che a quelli premiati e

segnalati. I nodi InFEA si sono adoperati per garantire il trasporto gratuito di un congruo numero di scolaresche alla manifestazione svoltasi in Provincia, mediante una speciale convenzione stipulata con servizio autobus CTP, che ha consentito la partecipazione di scuole provenienti da Massafra, Montemesola, Statte, Crispiano, Mottola, Martina Franca e Grottaglie. Si sono poi svolte le proiezioni delle produzioni realizzate da abili giovanissimi “videomakers”, seguite con interesse dai compagni delle altre scuole, a cui ha fatto seguito una serie di richieste ed osservazioni. Si sono svolte tante attività laboratoriali, come il *laboratorio del riciclo*, e ludico didattiche, imperniate sui giochi preparati. Un importante momento comune è stato quello della cerimonia di premiazione, in cui sono stati assegnati i premi alle scuole ed agli alunni che si sono particolarmente distinti; tali premi e gadget sono stati soprattutto di grande importanza simbolica ed educativa, in quanto i nodi InFEA hanno scelto doni provenienti dal commercio equo e solidale, con una scelta precisa ed inequivocabile a favore di un consumo responsabile. I premi sono stati apprezzati ed è stato quindi compreso lo spirito che ne ha suggerito la scelta. Senza contare i numerosi interventi nelle scuole, l'attività svolta nelle tre giornate della Settimana DESS ha coinvolto circa 1000 studenti, con il merito di non aver permesso un approccio in chiave sensazionalistica sulla problematica dei rifiuti, ma ha voluto porre uno sguardo partecipato e propositivo sulla questione.



Fig. 5 - La mostra dei lavori realizzati per *Differentemente* 2008.



Fig. 6 - Proiezione dei lavori effettuati dai giovani videomakers.



Fig.7 - La mostra dei lavori di *Differentemente* 2008 presso L'Arcallegra.



Fig. 8 - Uno dei laboratori didattici di *Differentemente* 2008.



Fig. 9 - Cerimonia di premiazione con gadget equosolidali.



Fig. 10 - Lo stand Differente alla Fiera del Levante.

### Un Pomeriggio al Museo

Con l'intento di avvicinare i cittadini alle tematiche di più stretta attualità, il LEA ha organizzato una serie di incontri intitolati "Un pomeriggio al Museo", realizzati presso il Museo del Parco delle Pianelle di Martina Franca. Il primo incontro, realizzato agli inizi della stagione balneare, è stato dedicato al tema degli incendi estivi, con la necessità di cercare di attuare efficaci misure preventive. I relatori dell'incontro hanno individuato le criticità gestionali ed organizzative del territorio, ed assieme a forestali, rappresentanti istituzionali, titolari di aziende agricole ed esponenti delle associazioni interessate, si sono individuate le possibili soluzioni. Il secondo appuntamento è stato dedicato all'incontro coi docenti referenti per l'ambiente di alcune scuole



Fig. 11 - Locandina del 1° incontro di Un Pomeriggio al Museo darwiniano.

provinciali partecipanti (Palagiano, Martina Franca, Taranto, Crispiano e Statte), ai quali è stata presentata la programmazione didattica per il nuovo anno scolastico. Gli argomenti, anche su nuove indicazioni



provenienti dal CREA InFEA, hanno riguardato: il tema *Città e Cittadinanza*; il prosieguo della campagna di sensibilizzazione per l'incremento della raccolta differenziata; salvaguardia della Biodiversità, in occasione delle celebrazioni dell'anno; l'incremento, lo sviluppo e l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili. Proprio al tema della biodiversità è stato dedicato il terzo incontro: un esperto del Corpo Forestale dello Stato ha illustrato le peculiarità di un ottimo esempio di conservazione e salvaguardia della biodiversità effettuata nel nostro territorio, rappresentato dall'allevamento del cavallo murgese.

### ***Cittadini della scuola e del domani***

Nel mese di ottobre del 2009 i nodi InFEA dell'area jonica sono stati gli unici, tra gli altri del sistema CREA pugliese, a presentare una proposta progettuale, approvata poi dalla Commissione Nazionale per l'Unesco, per partecipare alla Settimana Unesco ESS, dedicata al tema *città e cittadinanza*. Il progetto è nato con l'obiettivo di favorire nei ragazzi la progressiva acquisizione della partecipazione responsabile alla vita della comunità di appartenenza, in un'ottica di cittadinanza attiva e nell'ambito di una sensibilizzazione alla consapevolezza delle principali problematiche legate allo sviluppo sostenibile. Sono stati così elaborati dei questionari, proposti agli studenti ed alle loro famiglie, con l'intento di arrivare insieme a delle soluzioni possibili da perseguire nei fatti, a delle richieste/proposte da porre alle amministrazioni locali, a delle prospettive di nuovi stili di vita solidali ed ecocompatibili. Sono stati così effettuati numerosi interventi nelle scuole di Martina Franca, Cristiano, Locorotondo e Statte, e per rinsaldare il senso di cittadinanza e di conoscenza del proprio territorio, si sono svolte escursioni guidate presso aree protette, grotte, dolmen e gravine. Sulla scia delle tematiche affrontate durante la Settimana DESS, la Regione ha attuato il *programma operativo per l'informazione e la sensibilizzazione dei "cittadini della scuola e del domani" per lo sviluppo di comportamenti sostenibili 2009-2011*, in occasione del quale sono proseguiti in un ambito territoriale ancora più vasto, comprendendo l'intera provincia jonica, numerosi interventi didattici ed escursioni: più di 20 scuole hanno aderito alla campagna, ben 80 classi sono state coinvolte, 18 le escursioni effettuate in grotte, gravine, aree protette ed impianti di gestione dei rifiuti. Nell'ambito della medesima campagna è stata organizzata un'intera giornata dedicata ai bambini delle scuole primarie della provincia, intitolata "I giardini di marzo", tenutasi proprio alla vigilia di primavera presso i giardini della Villa Peripato di Taranto. La manifestazione ha offerto ai bambini l'occasione per giocare con la ricchezza e la bellezza del patrimonio di biodiversità che il nostro ambiente ancora ci offre; sono state effettuate varie proiezioni, giochi di squadra, con disegni e parole, ispirati a temi ecologici, ma soprattutto gli alunni hanno partecipato attivamente a diversi laboratori variamente articolati, dedicati al mare (drammatizzazione del fumetto "Storie di torri costiere e di spettri" ed il laboratorio "Diamo del tu alle conchiglie"), alla flora ( il laboratorio "Che fiore sei?" e lo spettacolo teatrale "Il dono della foresta", tratto dal libro "L'uomo che piantava gli alberi" di Giono, a cura dell'Associazione Teatro dell'Altopiano), alla manualità ed al riciclo (laboratorio di assemblaggio, lavorazione e riciclaggio ed il laboratorio "Ori...ciclo" di origami con carta riciclata). Hanno partecipato circa 500 bambini di sette scuole primarie, a cui è stato fornito il trasporto gratuito con bus del CTP e, al momento del congedo, sono stati donati libri su argomenti ecologici per le biblioteche scolastiche. Nell'intento di elaborare materiale didattico ed informativo capace di raccogliere tutte le indicazioni pervenute dai questionari somministrati alle scuole ed alle famiglie, ed al contempo di individuare i maggiori punti di criticità delle nostre città e dell'ambiente in cui viviamo e di proporre le soluzioni più efficaci, sono stati ideati due soggetti, da realizzare in poster e pannelli fotografici, offerti a tutte le scuole partecipanti alla campagna. "La mia scuola ecosostenibile" e "La città ideale" vogliono essere uno strumento utile per attuare spunti di riflessione in classe, affrontando tematiche fondamentali quali ad esempio le energie rinnovabili, la corretta gestione dei rifiuti, la tutela del bene acqua, l'attenzione per una filiera alimentare a km zero, la disponibilità di adeguati servizi per tutte le esigenze della comunità scolastica e cittadina.



Fig. 12 - Laboratorio “Diamo del tu alle conchiglie”.



Fig. 13 – Manifestazione “I Giardini di Marzo” in Villa Peripato a Taranto.



Fig. 14 - Lo spettacolo teatrale “Il dono della foresta”.



Fig. 15 - Storie di Torri Costiere e di Spettri”.



Fig. 16 - Laboratorio “Ori...ciclo”.



Fig. 17 - Laboratorio “Che fiore sei?”.

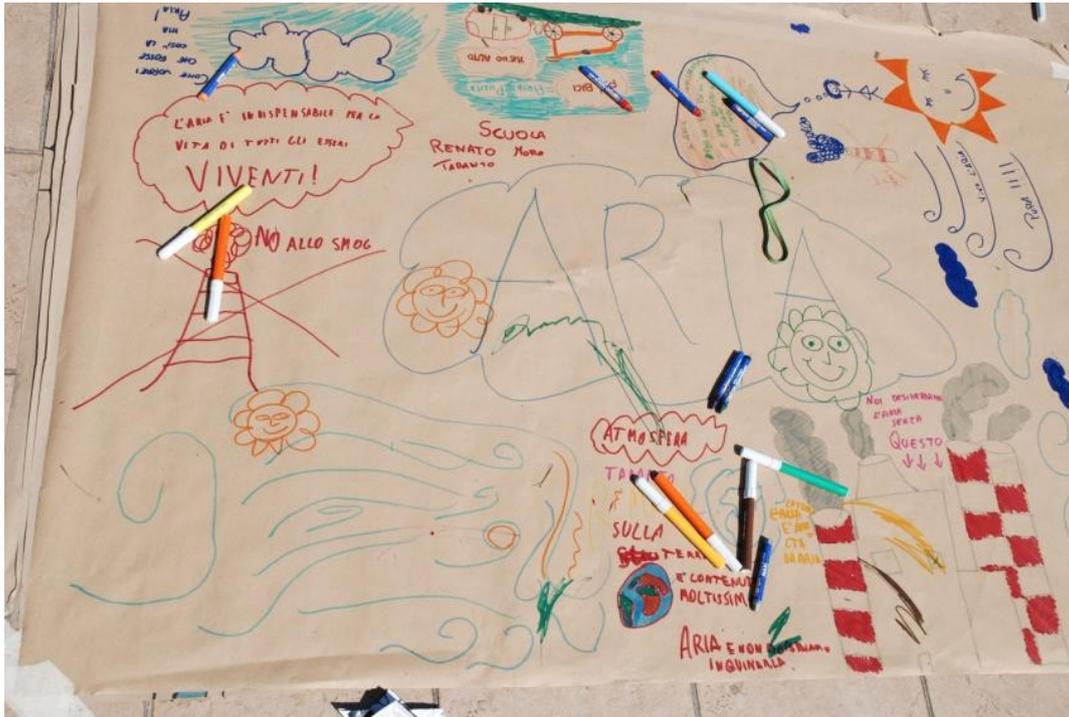


Fig.18 - "Segni e disegni" lasciati dai bambini.

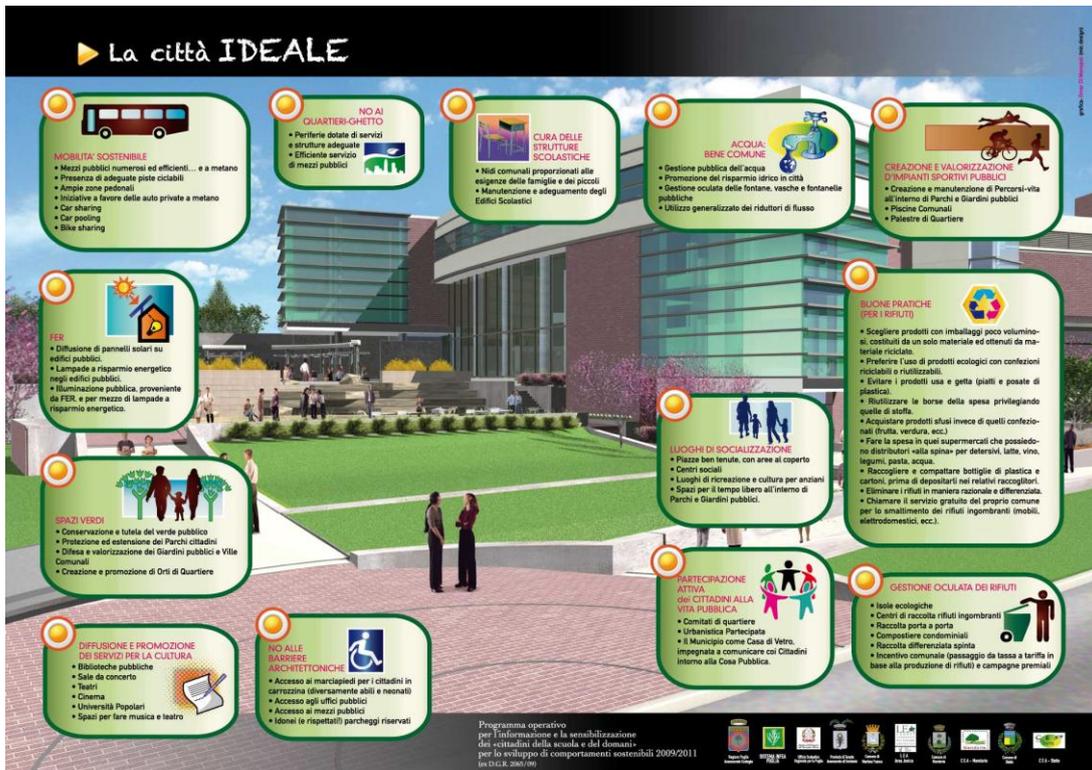


Fig. 19 - Poster "La città ideale"



Fig. 20 - Poster "La mia Scuola Ecosostenibile"

### Mobilità sostenibile

L'edizione del 2010 della Settimana Unesco per l'Educazione allo Sviluppo Sostenibile ha affrontato un tema delicato quale quello della Mobilità Sostenibile. Come negli anni precedenti, il LEA Area Jonica, assieme al suo ente gestore GSM, ed al CEA "Janet Ross" di Statte, ha aderito alla Settimana DESS proponendo una serie di iniziative rivolte alle scuole e svolte nei comuni di Taranto, Martina Franca, Crispiano e Statte. Occorre ricordare come già nel 2007 il LEA Area Jonica aveva organizzato varie manifestazioni dedicate a questa tematica: dapprima un convegno organizzato per l'occasione a Martina Franca, in cui sono intervenuti vari rappresentanti di diverse realtà tutte impegnate in buone pratiche di mobilità sostenibile, dai docenti universitari e rappresentanti di associazioni nazionali, fino ai responsabili di aziende e referenti dei comitati di quartiere. Al convegno seguirono "mobilit...azioni" per le vie della città, con la viva partecipazione delle scolaresche e l'utile contributo di tante associazioni. La proposta progettuale dedicata alla Settimana DESS 2010 è stata denominata "Chi va sano...va lontano", con l'intento di sottolineare quanto una maniera sana di muoversi riesca a determinare implicazioni positive ad ampio raggio, sia sulla salute che sull'ambiente. Utile è stato il coinvolgimento con la Facoltà di Scienze Ambientali del Polo Universitario di Taranto, con enti ed associazioni del territorio, la cui partecipazione ha consentito di realizzare incontri dedicati agli studenti al fine di promuovere forme di mobilità alternativa e di trasporto pubblico, ridurre la congestione del traffico e realizzare azioni a favore della salute e sicurezza, mettendo in risalto la valenza della filiera corta per il consumo di prodotti locali. Il coinvolgimento di tante associazioni sportive e dilettantistiche ha permesso la realizzazione di attività di orienteering urbano nei centri storici e nelle ville comunali, di percorsi di gimkana vicino alle scuole, di gruppi di cammino per raggiungere i centri più frequentati della città (come le palestre) senza utilizzare le automobili. E' stata inoltre organizzata un'escursione guidata presso l'Oasi WWF Palude la Vela di Taranto, un'occasione per scoprire l'inaspettata vicinanza di aironi e garzette alle nostre affollate realtà cittadine.



Fig. 21 - Orienteering urbano a Martina Franca.



Fig. 22 - Prove di gimkana a Statte.



Fig. 23 - Gli studenti alla Tavola Rotonda di Taranto.

## Attività col GSM

La più che trentennale storia del GSM, fatta di esplorazione, conoscenza, responsabile fruizione delle specificità carsiche del territorio, ha da sempre motivato il Gruppo a riversare il proprio patrimonio di esperienze acquisite a favore delle Scuole, con interventi didattici, nel corso del tempo progressivamente sempre più articolati. Tale impegno di responsabilità ha portato non solo alla gestione diretta del LEA Area Jonica, ma ad un impegno duraturo e crescendo per la didattica speleologica. Numerose sono le scuole con le quali, per mezzo di un'attività ripetuta negli anni, si è instaurato un rapporto di proficua collaborazione. A queste scuole, particolarmente sensibili alle tematiche legate agli ambienti carsici, sono stati offerti programmati interventi didattici ed escursioni nelle grotte dotate di maggiore valenza didattica del nostro territorio. Il LEA ed il GSM frequentemente hanno prestato la loro attiva collaborazione alle scuole nella realizzazione di progetti specifici, volti alla salvaguardia e tutela di determinate situazioni d'emergenza; si vuole menzionare su tutti il progetto di salvaguardia della Neviera del Barone proposto dalla Scuola Media Oliva di Locorotondo, nell'ambito del quale si è effettuato un simbolico intervento di bonifica ed è stato presentato da parte degli stessi alunni un progetto di adozione della Neviera. Il GSM è entrato nelle scuole non solo attraverso le sue proposte didattiche legate al carsismo, ma spesso nell'ambito di progetti di più ampia valenza; si rinnova ogni anno, anche in collaborazione con altre associazioni di volontariato presenti nel territorio (ripetuto e proficuo è il lavoro svolto con L'Arcallegra), l'impegno nelle scuole nell'ambito delle manifestazioni nazionali Puliamo il Buio e Puliamo il Mondo, attraverso i quali si sono svolti interventi didattici in numerose scuole di tutta la provincia jonica, oltre ad azioni di sensibilizzazione dimostrative

effettuate in aree carsiche, nelle piazze e nei quartieri delle città. I partenariati stipulati dal GSM e dal LEA con alcune scuole della provincia hanno permesso la realizzazione di quei progetti ad ampio respiro sopra citati, e si vuole qui menzionare quello siglato con il III Circolo Didattico “Chiarelli” di Martina Franca, che ha permesso di dare una valenza internazionale alle tematiche ambientali, carsiche e speleologiche offerte alle scuole. Il Progetto Comunitario Comenius “Europe what a great challenge; save you lands, game new friends” ci ha coinvolto principalmente in due momenti: il primo con l’intervento “Aria di Puglia” in una conferenza tenutasi in Norvegia, durante la quale sono state esposte le caratteristiche del territorio pugliese, con le sue emergenze ambientali e le soluzioni possibili; il secondo con un incontro rivolto a docenti e studenti provenienti dai vari paesi coinvolti, vertente sul patrimonio carsico delle Murge e sulle problematiche relative all’inquinamento di siti carsici, cui ha fatto seguito una escursione in grotta.

Un altro momento significativo ed annuale in cui si esplica un’azione combinata e sinergica tra il LEA ed il suo ente gestore è la SpeleoBefana: l’iniziativa si ripropone di coniugare i valori legati a importanti tradizioni popolari con le tematiche della tutela e valorizzazione del territorio locale. E’ per questo che alla discesa della SpeleoBefana dal campanile della Basilica di San Martino si associano proiezioni di video ed immagini, per illustrare contemporaneamente la bellezza e la fragilità delle nostre grotte, per far conoscere alla cittadinanza il meraviglioso patrimonio carsico nascosto, talvolta minacciato e compromesso dall’incuria o da comportamenti ecologicamente pericolosi. Nell’ambito dell’intenso lavoro svolto con le scuole (testimoniato anche dalla nostra pubblicazione “Speleologia a Scuola”), si è voluto offrire negli ultimi anni una proposta il più possibile omogenea e coerente con gli obiettivi perseguiti; è per questo che, è stato realizzato “Idee, strumenti ed occasioni per la scuola”, un opuscolo contenente le informazioni per percorsi educativi da svolgere assieme, che non vogliono limitarsi alle pur interessanti offerte di itinerari di conoscenza del territorio. Infatti essi constano di più ampi momenti didattici, supportati da strumenti audiovisivi, svolti anche mediante attività laboratoriali, risultando pertanto dotati di un maggiore “respiro pedagogico”. Gli itinerari didattici proposti hanno come punto di partenza il patrimonio carsico (così precipuo per il nostro territorio), per poi spaziare su ulteriori progetti, in ambiti altri e di diversa portata, estesi ad ogni angolo di natura, area protetta, zona archeologica, bene paesaggistico, che noi consideriamo custodi di significati profondi e di una storia ancora da raccontare. Pertanto i principali obiettivi educativi dei percorsi didattici si possono sintetizzare nell’informazione e la sensibilizzazione verso le principali problematiche inerenti lo sviluppo sostenibile, l’educazione a perseguire comportamenti ecocompatibili, l’acquisizione di una maggiore coscienza della responsabilità collettiva ed individuale verso l’ambiente.



*Fig. 24 - Escursione didattica presso la Gravina di Leucaspide.*



*Fig. 25 - Bambini di una scuola materna alla Grotta Cento Camere.*



Fig. 26 - Escursione didattica alla Grotta del Cuoco.



Fig. 27 - Studenti e docenti del Progetto Comenius in grotta.



Fig. 28 - La Speleo-Befana a Martina Franca



LABORATORIO DI EDUCAZIONE  
AMBIENTALE DELLA  
PROVINCIA DI TARANTO



GRUPPO  
SPELEOLOGICO  
MARTINESE

ANNO SCOLASTICO 2010 –2011

IDEE, STRUMENTI E OCCASIONI PER LA SCUOLA



Segreteria Laboratorio: Martina Franca (Taranto)  
Via Bellini n.107 – telefax 080/4807217  
E-mail: [info@leaareajonica.it](mailto:info@leaareajonica.it)  
Sito: [www.leaareajonica.it](http://www.leaareajonica.it)



Provincia di Taranto



Comune di Martina Franca

Fig. 29 - Brochure delle offerte didattiche per le Scuole.

## Considerazioni e riflessioni

La gestione di un Laboratorio di Educazione Ambientale rappresenta senza ombra di dubbio, ed alla luce dalle sfaccettate esperienze sopra elencate, una sfida professionale impegnativa ed affascinante. Parafrasando l'origine della specie e l'evoluzione di quella umana, possiamo immaginare lo speleologo che lascia il mondo ipogeo, sia pur momentaneamente e con la ferma intenzione di ritornarci il prima possibile, per dedicarsi ad un'indispensabile attività divulgativa. Ancora sporca di fango è la tuta, ancora calda la bomboletta, e già si sente l'esigenza di raccontare le sensazioni vissute e le bellezze scoperte; ed è ovvio che mentre le parole rincorrono i ricordi, si cerca di rendere nella maniera più completa possibile quanto si è appena scoperto. In questa prima connotazione lo speleologo è innanzitutto riconosciuto come geografo del buio, dando luce a quei vuoti prima di allora inesplorati. E non è un ruolo marginale, soprattutto se si prendono in considerazione le intenzioni di ridimensionamento o di soppressione dell'insegnamento della geografia da alcuni dei programmi per le scuole superiori. Fare geografia a scuola vuol dire formare cittadini consapevoli, autonomi, responsabili e critici, che sappiano convivere con il loro ambiente e sappiano modificarlo, se necessario, in modo assolutamente sostenibile; e mai come quando si ha a che fare con la



fragilità del mondo ipogeo bisogna essere rispettosi nei confronti del proprio territorio. Con la nuova veste da geografo ci si appresta quindi ad una precisa divulgazione dell'ambiente carsico, approfondendo tutte le sue peculiarità. Appare subito evidente come i destinatari principali di quest'opera di sensibilizzazione siano le generazioni future: lo speleologo trova così nelle scuole il più ampio bacino di utenza per formare proprio i sopra citati cittadini consapevoli. Occorre però adeguare l'esperienza e le conoscenze fin qui acquisite alle esigenze scolastiche, occorre modificare il livello di approfondimento delle tematiche offerte all'età degli studenti ed agli obiettivi che si vogliono raggiungere: lo speleologo diventa così un educatore nel senso più ampio del termine. Esattamente un educatore ambientale, capace di offrire un progetto formativo che si integri con le materie ed i programmi scolastici, e che comprenda tutti gli aspetti del "mondo grotta": geomorfologia, carsismo, biospeleologia, tutela delle acque, etc. L'onere di gestire un centro di educazione ambientale e l'ingresso nelle scuole come educatore ambientale segna un ulteriore passo nel nostro cammino evolutivo; lo speleologo, interfacciandosi quotidianamente con scuole, istituzioni, enti ed associazioni, diventa un punto di riferimento del proprio territorio, un punto nodale per la conoscenza e la tutela dell'ambiente in cui opera. Forse non esiste ancora la professione dello speleologo, ma nei fatti questo *speleologo tout court* rappresenta il più alto livello evolutivo che si possa raggiungere; é quello nei fatti riconosciuto dalla società in cui lavora, é quello capace di offrire la propria professionalità in ogni contesto in cui viene richiesta la sua opera.

### **Ringraziamenti**

Desidero ringraziare Maria Luigia Satta, Rosanna Bagnardi e Michele Marraffa, riferimenti costanti e *speleologi educatori tout court*, per ogni passo ed ogni orizzonte, dentro e fuori le grotte.



## 1941. L'INCREDIBILE “BAT BOMB PROJECT”: CHIROTTERI IN BATTAGLIA.

*Nini Ciccarese (\*) e Tea Kekkonen (\*)*

(\*) Gruppo Speleologico Salentino “P. de Lorentiis”- Maglie, Le

### **Riassunto**

Le Nazioni Unite hanno dichiarato l'anno 2011 “Anno Mondiale del Pipistrello”: segno d'attenzione verso uno dei mammiferi più perseguitati del pianeta.

L'imminenza di tale circostanza ed il diffuso timore d'imprevedibili atti terroristici a danno delle cittadine degli U.S.A. e delle Nazioni occidentali rendono attuale l'incredibile storia del “Bat Bomb Project”.

Nella convinzione che potesse realmente determinare una rapida fine del conflitto, era un programma di vera e propria “risposta terroristica” elaborato dalla Air Force statunitense all'indomani del bombardamento della base navale statunitense di Pearl Harbor (07 dicembre 1941), da parte dell'aviazione nipponica.

Il piano prevedeva che migliaia di pipistrelli, attrezzati con bombe incendiarie, venissero lanciati sulle maggiori città del Giappone per portare danni e terrore direttamente tra la gente.

Il “Bat Bomb Project”, tra il 1941 ed il 1943, utilizzando copiosi finanziamenti, fu perfettamente elaborato e condotto fino alla sperimentazione ed alla soglia della concreta realizzazione. I progressi ottenuti nello studio e realizzazione della Bomba atomica lo fecero improvvisamente accantonare.

Il presente lavoro è stato realizzato attingendo ad originali documenti, articoli e filmati, scritti da partecipanti al progetto e pubblicati da riviste militari statunitensi.

Parte del “Bat Bomb Project” è ancora oggi custodito negli archivi segreti della CIA.

**Parole chiave:** pipistrello, chiroterro, bomba, seconda guerra mondiale

### ***L'anno dei bat emmandos***

Il 2011 è stato dichiarato “Anno Mondiale dei Pipistrelli”. Questa scelta richiama l'attenzione delle comunità nazionali facenti parte delle Nazioni Unite, sui problemi dell'ambiente e della conservazione delle specie a rischio d'estinzione. I pipistrelli sono ancora oggi una delle specie più martoriate del nostro pianeta. Da sempre pregiudizi culturali e radicate tradizioni hanno determinato le più varie e strane considerazioni sui Chiroterri. Così dall'essere considerati pericolosi forieri di disgrazie e terrore per gli occidentali, da sempre sono, invece, per i cinesi, veri e propri numi tutelari della casa; e così per le popolazioni Navajo ma non per gli antichi Romani. Certo è che molti miti e leggende metropolitane nel mondo occidentale ancora oggi dipingono questo pacifico animale con tinte ingiustificatamente fosche.

Come ben sanno gli speleologi i pipistrelli non sono aggressivi, non è vero che sono attirati dalle capigliature folte e non sono portatori di particolari epidemie (almeno non più di tante altre specie viventi).

Al giorno d'oggi con la diffusione del terrorismo internazionale, ed i tanti espedienti che le varie consorterie contrapposte utilizzano per aggredire e/o per difendersi dalle aggressioni, fanno porre attenzione al mostruoso utilizzo di animali per inimmaginabili e micidiali azioni di guerra se non di vero e proprio terrorismo.

Allo scoppio del secondo conflitto mondiale gli Stati Uniti, dopo la catastrofe di Pearl Harbor, elaborarono un incredibile progetto studiato per seminare distruzione e terrore nelle lontane cittadine del Giappone mediante l'impiego di migliaia di pipistrelli. Tale progetto è ancora oggi, in parte, segretato dalla CIA.

A dare un'occhiata alla storia è facile osservare come fin dai tempi più antichi elefanti, cammelli, cavalli, rinoceronti, cani, colombi, etc. sono stati impiegati in quelle azioni militari cui meglio si addicevano le caratteristiche di questi animali o che erano particolarmente pericolose per l'uomo.

Un antico documento Sanscrito racconta dell'impiego in guerra di Elefanti già nel 1.100 a.C.. Certamente più famosi sono gli elefanti con cui Annibale, durante la seconda Guerra Punica, terrorizzò l'esercito romano (dal 219 a.C. al 202 a.C.). E' interessante citare anche il magistrale impiego dei cavalli che i Messapi sapevano fare in guerra (473 a.C.: guerra contro Taranto). Quindi fin dal 1.100 a.C. l'Uomo utilizzava gli animali per aggredire, e/o terrorizzare il nemico e, più in generale, come sussidio, deterrente e scudo in battaglia, ed a farne le spese erano, prima di tutti... gli animali. Ad esempio, proprio in questi ultimi mesi, si



stanno utilizzando con successo topi addestrati per azioni di bonifica dei campi minati disseminati nei territori dell'Ecuador e dell'Africa. Con il loro piccolo peso non saltano in aria sulle mine (ma... non sempre) e con il sensibile fiuto, sanno localizzare le terribili mine antiuomo!

La nostra incredibile storia ha come protagonisti i pipistrelli, un dentista-inventore ed... il Governo degli Stati Uniti d'America.

Tutto ebbe inizio giusto all'indomani dalla distruzione di Pearl Harbor (7 dicembre 1941), in quella America, tanto tenace e sicura di sé, che mal sopportava la distruzione della propria flotta alla fonda e lo smacco ricevuto dai Giapponesi. Erano quelli i giorni in cui ogni buon statunitense sognava una "vendetta", una punizione esemplare per lo sfrontato Giappone, una punizione in grado di ridare fiducia alla nazione colpita ed agli statunitensi sgomenti.

L'idea terribile venne ad un dentista-inventore, il dottor Lytle S. Adams, che, nei giorni di Pearl Harbor era di ritorno da una vacanza nel New Mexico. Lì aveva visitato le Carlsbad Caverns ed era rimasto colpito dalle sterminate nuvole di pipistrelli in volo serale. L'idea che, da subito, gli occupò la mente era sostanzialmente semplice: armare migliaia di pipistrelli con bombe incendiarie e lanciarle sulle città nipponiche. Tutto puntava sulla moltitudine silenziosa di chiroterteri che, una volta sulle città, avrebbero cercato rifugio e buio nei sottotetti delle case nipponiche (nella gran parte in legno). Lì, gli ignari animali, avrebbero depositato il loro carico di distruzione e morte. Il resto era facile da immaginare: pipistrelli e nipponici terrorizzati ed in fumo !!!

E che milioni di ignari pipistrelli sarebbe finiti arrostiti, non interessava affatto al "buon dentista americano!" che, anzi si era preoccupato di far notare che i pipistrelli erano "la più vile forma di vita esistente sulla faccia della Terra" e che, sempre associati al mondo delle tenebre e del male, "fino ad oggi la ragione della loro creazione rimane sconosciuta". "Probabilmente, continuava il dentista nella sua relazione, i pipistrelli furono messi nelle caverne da Dio in attesa del momento in cui avrebbero avuto un ruolo nella libertà dell'uomo".

Ma "La guerra è guerra!" ed a quel punto, forte di una lontana conoscenza con la moglie di Roosevelt, il nostro "inventore" sottopose il progetto direttamente al Presidente degli Stati Uniti.

"Quest'uomo non è pazzo" è scritto sulla nota segretissima (06 febbraio 1942) con cui il Presidente Franklin D. Roosevelt affidò il "Dentista-inventore" al generale Colonel William J. Donovan per studiare la fattibilità del progetto.

Anche se, inizialmente senza grandi entusiasmi, fu attivata subito una segretissima e costosissima cellula operativa che si preoccupò di studiare nel dettaglio l'idea e renderla operativa.

Ogni minimo particolare fu studiato e reso esecutivo:

- ✓ Peso e capacità di trasporto di ogni pipistrello,
- ✓ Numero di volatili che avrebbero potuto prendere posto in un bombardiere – duecentomila;
- ✓ Numero ottimale per una missione di guerra : due milioni di pipistrelli in 10 aerei;
- ✓ orario della missione: mattino presto, un'ora prima dell'alba;
- ✓ periodo: inverno (che corrisponde al letargo).
- ✓ luogo in cui catturare i "chiroterteri incendiari": Concan (New Mexico)

Subito furono

- Individuati i pipistrelli adatti alla "missione" ed i luoghi da cui prelevarli;
- Progettate e provate le reti per la cattura delle migliaia di pipistrelli necessari all'operazione;
- Fu studiata una bomba incendiaria (al Napalm) capace, per peso e dimensioni, di essere trasportata dal piccolo volatile, pur conservando un rilevante potere incendiario;
- Fu trovato il giusto rapporto di peso e capacità incendiaria dell'ordigno da trasportare e furono individuati i punti del petto del pipistrello a cui sospenderlo, con un filo.
- Fu studiato il contenitore da utilizzare ed il complesso stivaggio necessario per avio-trasportare, lanciare e liberare i chiroterteri.

Descriviamo brevemente l'intera operazione:

- 1) i pipistrelli, del tipo *Mexican free-tail bat*, venivano catturati utilizzando speciali reti-sbarramenti ad imbuto;
- 2) immediatamente venivano portati ad una bassa temperatura per obbligarli al letargo;
- 3) gli astucci ripieni di Napalm (peso entro i 15 - 18 grammi) venivano cuciti nella zona dei capezzoli dei chiroterteri (esattamente dove naturalmente si aggrappano i piccoli);
- 4) i pipistrelli, così preparati venivano posizionati nelle cellette di apposite griglie scatolate. Decine di queste griglie venivano impilate all'interno di uno contenitore-proiettile.



- 5) Il contenitore-proiettile era dotato di paracadute e di sistemi di apertura autoregolati dall'altezza dal suolo.
- 6) Una volta espulse dal contenitore-proiettile le griglie, con i pipistrelli ancora in letargo, rimanevano sospese come dei cestelli, al paracadute e scendevano lentamente in modo da dare il tempo ai pipistrelli di “svegliarsi”.
- 7) Ad una certa altezza dal suolo i pipistrelli, ormai “attivati” dal calore, si lanciavano in volo e...
- 8) ...con il loro carico incendiario, cercavano subito rifugio nei luoghi bui più vicini: quindi ... nei sottotetto delle case di legno nipponiche!
- 9) Il resto lo faceva il Napalm.

Alla fine del 1942, il progetto, costato diverse migliaia di dollari, era già perfettamente operativo. Ma la cosa ancora non convinceva i militari statunitensi e, per questo motivo, si decise di effettuare una prova “al reale”. Per rendere più verosimili le ultime fasi sperimentali, nelle vicinanze della base di Carlsbad fu costruito un vero villaggio nipponico e furono effettuate ancora ulteriori prove. Ed i risultati furono sempre più incoraggianti. Anzi strepitosi ! Tutto andò come previsto ma... alcuni “Pipistrelli incendiari” si rifugiarono sotto il contenitore di combustibile della base aerea da cui era partita la missione (Carlsbad Auxiliary Army Air Field) e tutto prese fuoco!

In agosto 1943 il progetto fu trasferito alla U.S. Navy che avviò la parte finale del programma. Il progetto ebbe il nome segreto di “X-Ray” ed altre migliaia di dollari furono messi a disposizione per renderlo rapidamente esecutivo. Ed alla fine tutto fu pronto. Ogni contenitore-proiettile avrebbe contenuto millequaranta chiroterteri in semi-letargo ed armati di mini bombe al Napalm e, alle ore 11 di un giorno soleggiato, 2 milioni di pipistrelli-incendiari sarebbero stati lanciati su Osaka, città industriale nipponica. Ma, senza nessuna spiegazione, nel febbraio del 1945, a pochi mesi dalla prevista missione su Osaka, il progetto “X-Ray” fu bloccato. Si seppe solo dopo che un'altra segretissima equipe statunitense, stava lavorando ad una “strana micidiale bomba” che prometteva risultati ben più efficaci. Il 06 agosto 1945 (08.16 ora locale) fu sganciata la prima bomba atomica (Little Boy) su Hiroshima e dopo tre giorni (09 agosto 1945) su Nagasaki (Fat Man). E tutto finì lì. Ancora oggi, per evidenti motivi di sicurezza nazionale, alcuni documenti del progetto “Raggio X” sono tenuti segreti negli archivi della CIA. Che gli speleologi se ne ricordino!

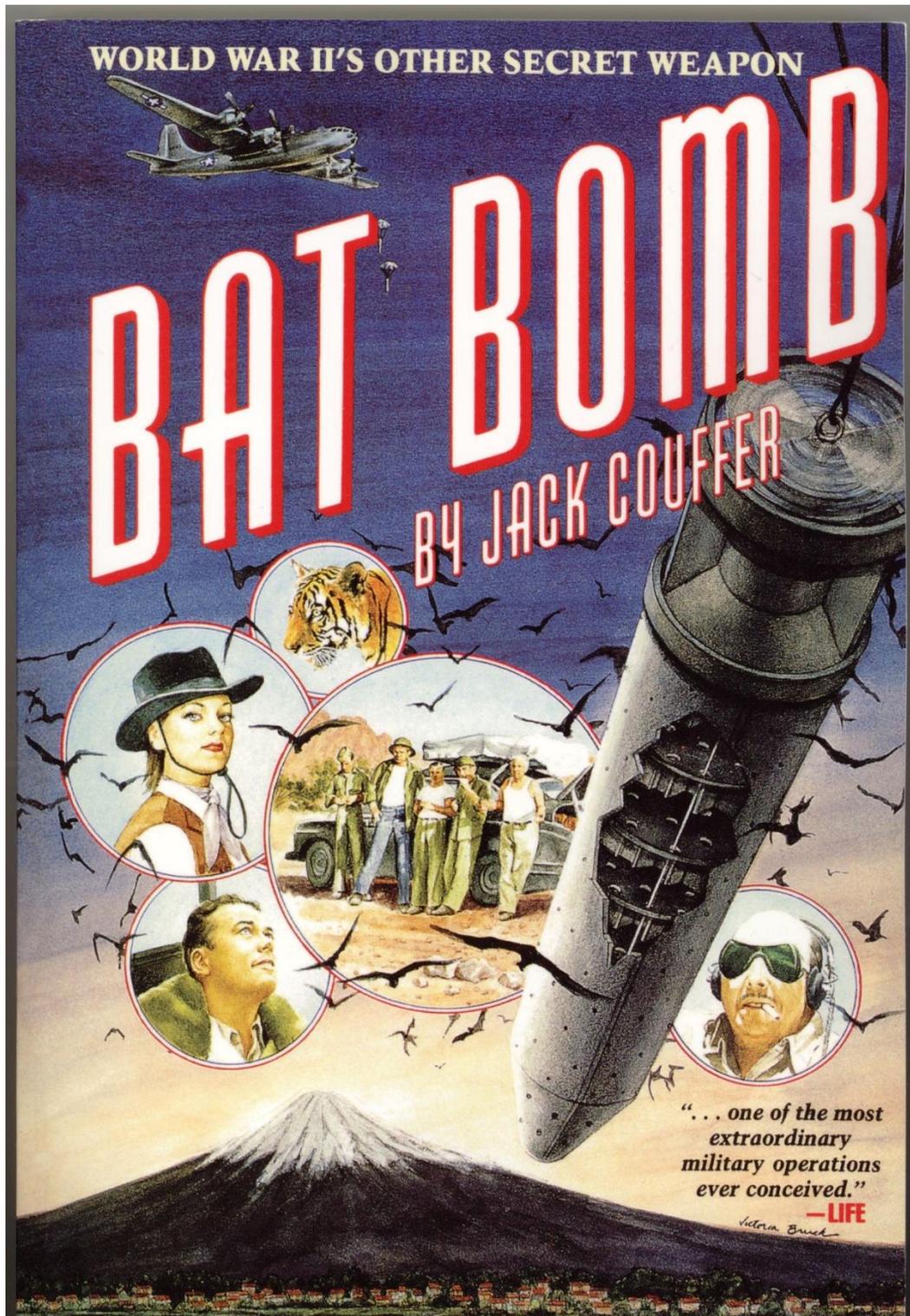


Fig. 1- Locandina della eccentrica pellicola

## AGGIORNAMENTO DELLE RICERCHE SULLE CONCREZIONI DE “LE MANNUTE”

Marcello Emilio Posi<sup>1</sup>, Alberto Renzulli<sup>2</sup>, Paolo Viozzi<sup>2</sup>, Marco Delle Rose<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Gruppo Speleologico Neretino

<sup>2</sup> Università degli Studi di Urbino

<sup>3</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche

### Riassunto

Il sistema carsico “Le Mannute” (PU 144), ubicato all’estremità meridionale del Salento, è costituito da una serie di cavità che si aprono lungo una alta costa rocciosa. Esso è caratterizzato da numerose concrezioni adornanti vestiboli e spazi ante grotta, spesso visibili dal mare, già classificati dal Gruppo Speleologico Neretino in sei diversi tipi morfologici.

Oggetto del presente contributo è l’aggiornamento delle ricerche sulle concrezioni a “zampa d’elefante”. Lo studio petrografico ne ha consentito la classificazione come biocostruzioni miste, prodotte da organismi fototropi e da precipitazione chimica.

**Parole chiave:** Concrezioni, Biocostruzioni, Calcareous tufa, Salento.

### Introduzione

Il sistema carsico “Le Mannute” (PU 144) è ubicato all’estremità meridionale del Salento ed è costituito da una serie di cavità che si aprono in parete rocciosa a decine di metri di altezza sul livello del mare (Cacciatore e Delle Rose, 2003). La grotta “Mannute Piccola” è sita a NE della grotta più grande del sistema (fig. 1). Essa è descrivibile come “di interstrato”, in relazione ai piani di stratificazione della roccia, o “di tipo costiero”, in relazione alla sua collocazione morfologica ed allo sviluppo speleo-genetico. Le litologie sono riconducibili ai Calcari di Castro ed alla formazione di Novaglie (Auct.). La giacitura media degli strati ha direzione N45°E ed inclinazione di circa 25° verso SE.

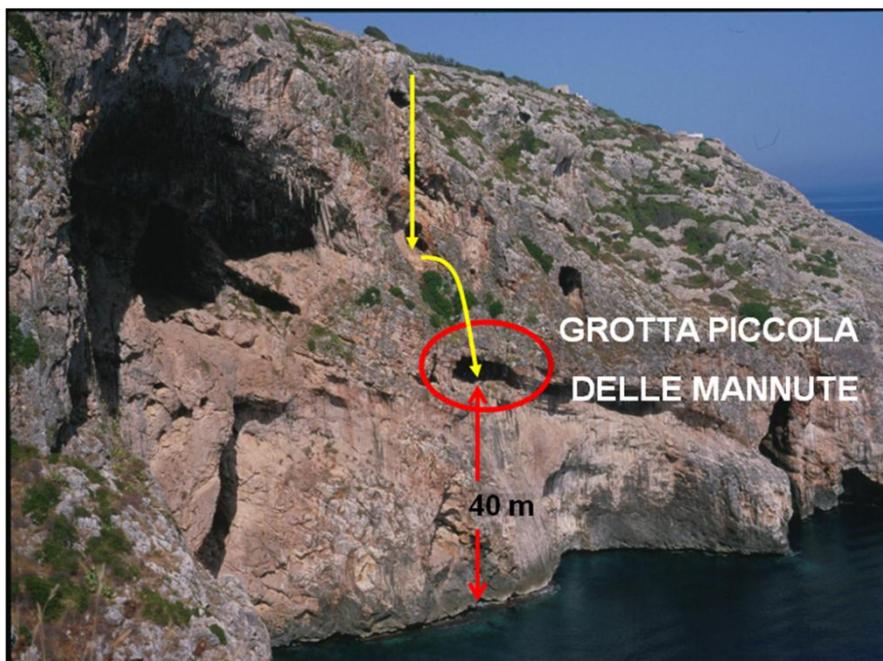


Fig. 1 - il sistema carsico “Le Mannute” con indicazione della progressione di avvicinamento alla grotta “Mannute Piccola”.

La “Mannute Piccola” ha una pianta approssimativamente semicircolare e presenta tre tipi morfologici di concrezioni radicate sulla volta: stalattiti in s.s., concrezioni “stalattoidi” e stalattiti a “zampa d’elefante” (Cacciatore e Delle Rose, 2003; Delle Rose, 2006). Il primo tipo è rappresentato, per lo più, da stalattiti decametriche e centimetriche, la cui crescita è chimica e abiotica (di zona vadosa) (cfr. Chafetz e Guidry, 1999). Le concrezioni “stalattoidi” hanno lunghezze di alcuni decimetri, sezioni a geometria variabile, da sub-ellittica a irregolare, e asse di allungamento da sub-verticale a sub-orizzontale. Esse sono orientate verso l’ingresso della cavità con inclinazioni che diminuiscono più o meno progressivamente. Hanno struttura “tufacea” e sono assimilabili a biocostruzioni (cd. *calcareous tufa*) prodotte con il contributo di organismi fototropi (Giangreco e Giangreco, 1973; Forti, 2001; Taboroši *et al.*, 2005). Le stalattiti a “zampa d’elefante” hanno lunghezze e diametri compresi tra 0,5 e 1 m. Nelle prime fasi dello studio, in base ad analogie morfologiche (cfr. Ginés *et al.*, 1981; Ford e Williams, 1989; Forti, 2000), si è ipotizzata una loro origine in relazione con un antico livello freatico.

Sempre nella “Mannute Piccola” sono stati descritti tre tipi morfologici di concrezioni radicate sul pavimento: stalagmiti in s.s., concrezioni “stalagmoidi” e stalagmiti cave a forma di calice (Cacciatore e Delle Rose, 2003; Delle Rose, 2006; Patianna *et al.*, 2008). Le stalagmiti in s.s., che formano anche strutture colonnari, presentano lunghezze da alcuni cm a circa 1 m, sezioni sub-circolari e diametri decimetrici. Le concrezioni “stalagmoidi” hanno aspetto pseudo-conico, con sezioni a contorno ellittico irregolare, e assi geometrici variabili, sempre più inclinati (dalla base alla sommità) procedendo verso l’esterno della grotta (dove divengono sub-orizzontali). Esse formano gruppi “amalgamati” a stratificazione complessa e, nella zona più interna, sono talvolta unite con concrezioni “stalattoidi”. Sono il risultato di concrezionamenti chimico-abiotici alternati con biocostruzioni fototrope (in accordo con quanto esposto per la prima volta, dal GSN, nell’Incontro Internazionale di Speleologia “Scarbuoro 2006”, promosso dalla SSI a Casola Valsenio). Al fine di stabilire l’origine delle stalattiti a “zampa d’elefante”, nel 2008 il GSN ha eseguito un campionamento in collaborazione con il Nucleo SAF dei Vigili del Fuoco di Lecce. L’analisi petrografica dei campioni è condotta dall’Università di Urbino, dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e da altre istituzioni scientifiche.

### Campionamento e primi risultati analitici

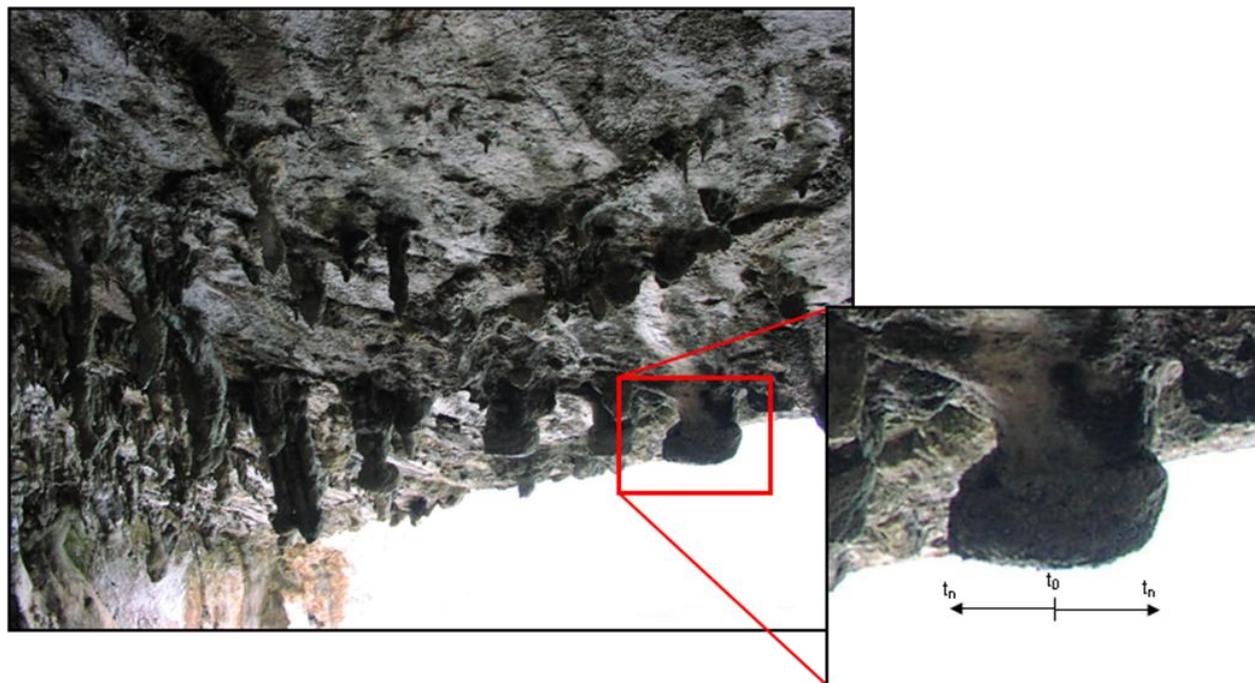


Fig. 2 - la volta della “Mannute Piccola” ed un particolare della concrezione campionata.

Il percorso “tecnico” per l’accesso alla grotta “Mannute Piccola” consiste in una breve calata (circa 35 m) su parete, seguita da uno scivolo, superato il quale, con un pendolo, si accede alla grotta. In partenza, a causa

della spigolosità della roccia, è stato adottato un frazionamento aereo realizzato con una catena. Lo scivolo è stato armato per mezzo di un attacco naturale: un albero.

Il campionamento per lo studio delle concrezioni “a zampa di elefante” è stato effettuato il 5 Novembre del 2008 (fig. 2). Sono state prelevate due ‘carote’ tramite un trapano munito di una punta cilindrica cava con margine seghettato.

Il posizionamento su corda degli speleologi, per l’esecuzione dei carotaggi, è stato effettuato tramite una ‘risalita in artificiale’, opportunamente armata (fig. 3). Le operazioni di campionamento sono state condotte in modo da preservare la *facies* delle concrezioni, come stabilito dalle “norme” della SSI.

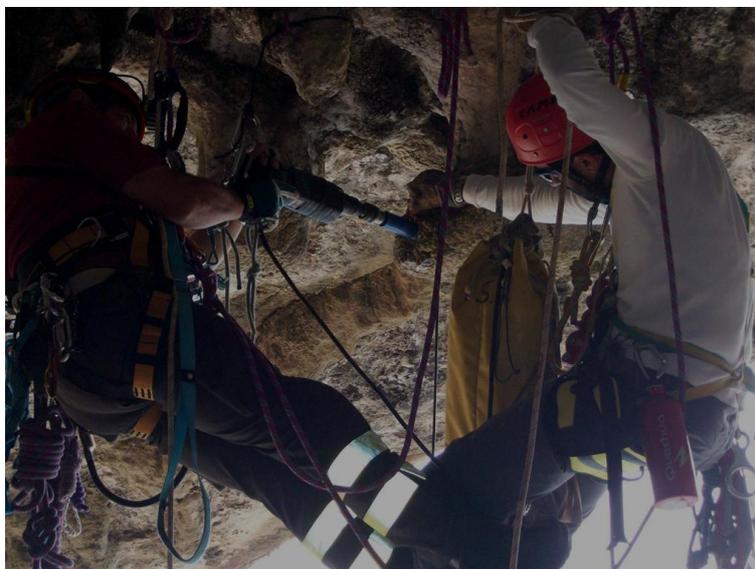


Fig. 3 - Una fase del campionamento.

Sono state prelevate due carote ( $M_1$  ed  $M_2$ ), in posizione relativa ortogonale, in corrispondenza del diametro massimo della concrezione (fig. 4).



Fig. 4 - Carote  $M_1$  ed  $M_2$ .

L’analisi petrografica dei campioni è stata effettuata presso i laboratori dell’Università di Urbino. Il programma sperimentale dell’indagine ha previsto osservazioni con microscopio a fibre ottiche (fig. 5), analisi microstrutturali in sezione sottile, al microscopio a luce polarizzata (fig. 6), e misure calcimetriche.

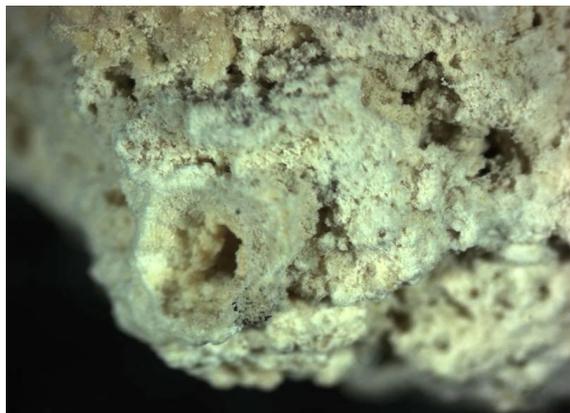


Fig. 5 - Immagine al microscopio a fibre ottiche di una porzione della carota M<sub>1</sub> (campione M<sub>1</sub>G). Si noti l'elevata porosità.

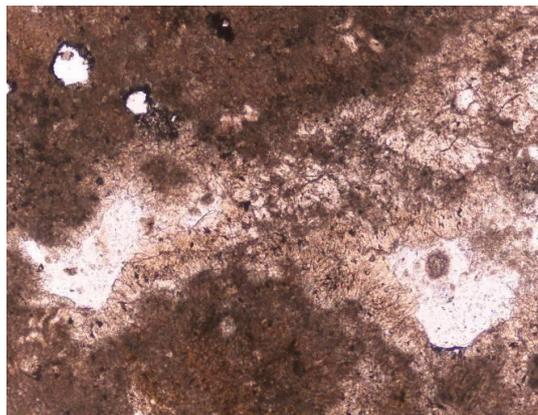


Fig. 6 - Strutture e tessiture in sezione sottile. Si notino le “bande” chiare, da precipitazione chimica, e le “bande” scure, da biocostruzione.

È stata così evidenziata una tessitura pseudo-stromatolitica dei campioni prelevati, caratterizzata da “bande” chiare, per le quali la micrite è stata prodotta presumibilmente da precipitazione chimica, e “bande” scure, per le quali è ipotizzabile un contributo attivo o passivo di organismi viventi al concrezionamento micritico (fig. 7).

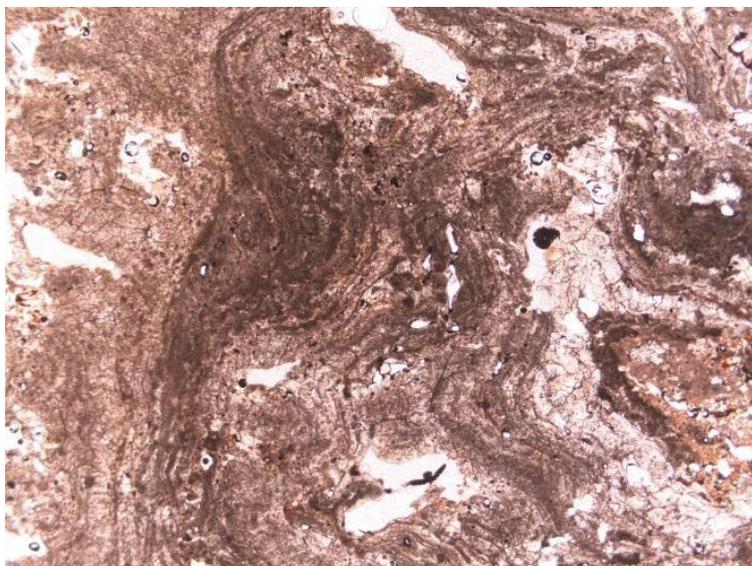


Fig. 7 - Strutture e tessiture in sezione sottile. Si noti la tessitura pseudo-stromatolitica.

Sono in corso indagini di tipo isotopico (geochimico-isotopico:  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$ ) nonché datazioni radiometriche (secondo il metodo Uranio-Torio: U-TH).

### Considerazioni conclusive

Le stalattiti a “zampa d'elefante” rientrano in parte nel gruppo delle biocostruzioni. Esse, cioè, si sono formate con il “contributo” di organismi fototropi (fotosintetizzanti) e, più in dettaglio, sono il risultato del succedersi di accrescimenti chimico-abiotici ed accrescimenti biogenici attivi e/o passivi. Le differenze morfologiche rispetto alle concrezioni biocostruite, denominate “stalattoidi” e “stalagmoidi”, si possono attribuire a diverse combinazioni delle condizioni di stillicidio, di luminosità e di attività biologica, quindi, al diverso ammontare del concrezionamento di origine biologica rispetto a quello di natura chimico-abiotica (fig. 8).

Illumination	DAYLIGHT	REDUCED	MINIMAL	NONE
Temperature	Daily variations		Reduced variations	Constant
Humidity	Wide range (60-90%)		Narrow range (80-95%)	Stable, high (>95%)
Hypothetical cave profile				
Expected morphologies of stalactites				
Petrology	Crumbly, porous, unordered, heterogeneous fabrics			Hard, dense, organized fabrics
Crystal size	Microcrystalline			Macrocrystalline
Biology	Biologic processes dominant		Biologic influence	Physico-chemical precipitation
Rock type	TUFA		Transitional	SPELEOTHEMS

Fig.8 - Schema di Taboroši *et al.* (2005), modificato. La posizione delle concrezioni “stalattoidi” e di quelle a “zampa d’elefante” è evidenziata dai cerchi. È anche indicata la posizione di crescita delle concrezioni “stalagmoidi” a ridosso della “Entrance”.

Si può ipotizzare, infine, che la conformazione della grotta, durante la formazione delle stalattiti a “zampa d’elefante”, dovesse essere sensibilmente diversa da quella odierna. Infatti, i relativi meccanismi di biocostruzione (cfr. Taboroši *et al.*, 2005) prevedono condizioni sciafile (illuminazione tenue) del tutto incompatibili con l’ubicazione delle “zampe d’elefante” rispetto all’attuale conformazione della grotta.

## Bibliografia

CACCIATORE G. & DELLE ROSE M. (2003) – *Le concrezioni della grotta “Mannute Piccola” (prov. di Lecce)*. Grotte e dintorni, 5, p. 49-58.

CHAFETZ H.S. & GUIDRY S.A. (1999) – *Bacterial shrubs, crystal shrubs, and ray crystal shrubs: bacterial vs. abiotic precipitation*. Sedimentary Geology, 126, p. 57-74.

DELLE ROSE M. (2006) – *Indicatori paleoclimatici e paleobatimetrici di possibili stazionamenti marini quaternari (Puglia meridionale)*. Atti 83<sup>a</sup> Riunione Estiva Società Geologica Italiana, p. 109-111.

FORD, D.C. & WILLIAMS P.W. (1989) – *Karst geomorphology and hydrology*. Unwin Hyman, London, 602 pp.

Forti P. (2000) – *I depositi chimici delle grotte*. Quaderni didattici della Società Speleologica Italiana, 7, 35 pp.

FORTI P. (2001) – *Biogenic speleothems: an overview*. Int. Journ. Spel., 30A (1), p. 39-56.

GIANGRECO A. & GIANGRECO G. (1973) – *Campagna di ricerca speleologica nella zona del Ciolo, Gagliano del Capo (Lecce)*. La Zagaglia, 59, p. 100-104.

GINÉS J., GINÉS A. & POMAR L. (1981) – *Morphological and mineralogical features of phreatic speleothems occurring in coastal caves of Majorca (Spain)*. Proc. Eight Int. Congr. Speleo., 2, p. 529-532.

PATIANNA M., CACCIATORE G., DELLE ROSE M. (2008) – *Rilievi del GSN alle Mannute per il posizionamento di speleotemi*. Spelaion 2006 – Atti del Raduno Regionale di Speleologia, p. 87-95.

TABOROŠI D., HIRAKAWA K. & SAWAGAKI T. (2005) – *Carbonate precipitation along a microclimatic gradient in a Thailand cave - Continuum of calcareous tufa and speleothems*. Journal of Cave and Karst Studies, 67, p. 69-87.

## ATTIVITA' DEL GRUPPO GROTTES SALENTO IN CAVITA' ARTIFICIALI

*Claudio Calasso\**, *Bruno Capilungo\**, *Adriano Fiera\**, *Yuna Salvati\**, *Giorgia Vincenti\**

\*Gruppo Grotte Salento - Melpignano (Lecce)

### Riassunto

Il lavoro presentato al XV° Incontro Regionale della Speleologia Pugliese, Spélaion 2010, illustra e riassume l'attività svolta dalla sezione speleologica del Gruppo Grotte Salento nell'ambito dell'attività speleologica in cavità artificiali. In particolare, il Gruppo, nel corso del 2010, ha svolto, anche in collaborazione con soggetti privati ed Enti pubblici, svariate uscite speleologiche in diverse tipologie di cavità artificiali, esplorando, documentando e rilevando cisterne, frantoi ipogei, opere militari, pozzi e altre cavità naturali modificate da interventi antropici.

**Parole chiave:** Gruppo Grotte Salento 2010. Cavità artificiali, Speleologia urbana.

### Introduzione

La speleologia in cavità artificiali, nota anche come speleologia urbana, è un settore della speleologia che si occupa degli ambienti ipogei realizzati o modificati dall'uomo. Questa attività, si sviluppò in Italia, intorno agli anni sessanta, grazie alla grande diffusione di ipogei artificiali nel nostro sottosuolo.

La riscoperta, lo studio e la documentazione di questi ipogei, riveste grande interesse dal punto di vista storico, architettonico ed archeologico e le indagini che lo speleologo svolge in cavità artificiali sono principalmente finalizzate alla esplorazione ed alla documentazione dei siti, nonché alla comprensione della tipologia e della destinazione d'uso dell'ipogeo.

Nel corso del 2010 il Gruppo Grotte Salento ha rivolto particolare attenzione alla speleologia urbana esplorando, rilevando e documentando diverse tipologie di ipogei artificiali, anche in collaborazione con soggetti privati ed Enti Pubblici, i cui risultati vengono brevemente descritti nel presente lavoro.



Fig.1 - Posizionamento delle cavità.

## Grotta del laghetto sotterraneo - Novoli

La Grotta del Laghetto Sotterraneo già censita nel catasto delle grotte di Puglia al n° PU 158 è sita nel complesso della Masseria La Corte nelle vicinanze di Novoli (Lecce).

Trattasi di una cavità naturale che si apre nella pietra leccese. E' caratterizzata dalla presenza al suo interno di una sorgente che ha fatto sì, che nei secoli, fosse utilizzata come fonte, così come testimoniato da una lapide posta nei pressi di uno dei due ingressi che recita "L'acqua benedetta dell'antica sorgente della grotta Lago sottostante servì a dissetare gli abitanti del XV secolo di Santa Maria De Novis Novoli".

L'utilizzo della cavità quale fonte di approvvigionamento idrico ha fatto sì che l'ipogeo abbia subito diverse modifiche antropiche quale un secondo ingresso con scala, un pozzo di adduzione ed un ampliamento dell'ingresso originario.

La grotta è sostanzialmente una caverna di dimensioni di m. 33 x 6 per m. 3,5 circa di altezza, al centro della quale vi è una sorgente che forma un laghetto che occupa buona parte della grotta. Alla cavità si accede da due ingressi, l'attuale ingresso posto sul lato sud è artificiale, protetto da un cancello, ed è composto da una scala di accesso e da una galleria, l'ingresso originario, parzialmente modificato, invece è posto sul lato nord ed è costituito da un cunicolo al quale si accede da una cava di pietra leccese dismessa; alla cava si accede a mezzo di una comoda e larga scala, in prossimità della quale è posta la lapide innanzi indicata.

Sul piano di campagna soprastante la cavità è altresì presente un pozzo artificiale che sfocia direttamente in una nicchia posta sul lato sinistro della grotta entrando dall'ingresso artificiale e che evidentemente serviva ad attingere direttamente l'acqua dal laghetto sottostante.

La cavità è in parte riempita sui lati da sedimenti, la sorgente è oramai in parte interrata e la grotta è dimora di una colonia di chiroterri.

Il Gruppo Grotte Salento ha proceduto al rilievo, alla documentazione del suo stato ed al suo ri-accatastamento posto che il catasto grotte era privo della relativa scheda e del rilievo.

Nello stesso complesso di masseria La Corte vi sono altri ipogei che sono stati tutti indagati dal Gruppo; è presente infatti un seconda cavità nota come Grotta del Laghetto 1 censita in catasto al n° PU 159, in fase di ri-accatastamento, un frantoio ipogeo, un deposito semi-ipogeo, una cisterna e alcuni pozzi. Una terza grotta denominata Grotta del Laghetto 2 e censita in catasto al n° PU 160 non è stata possibile rintracciarla.

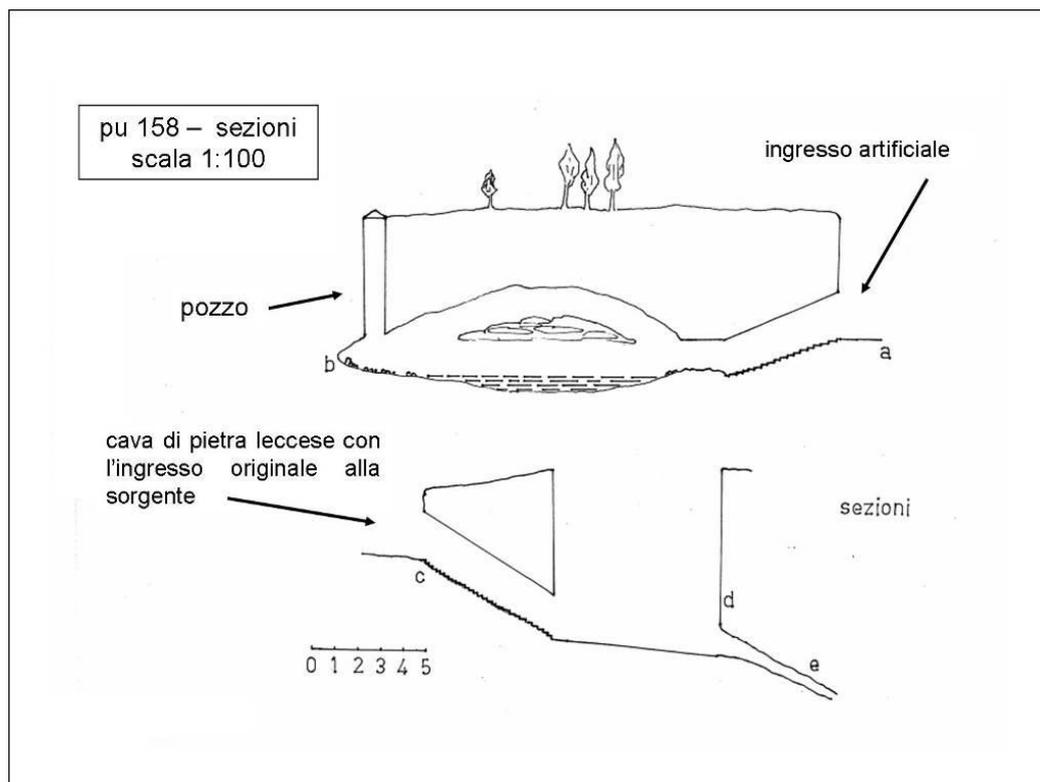


Fig. 2 - Grotta laghetto sotterraneo.

## Cisterna ex Convitto Palmieri – Lecce

Il Gruppo Grotte Salento è stato chiamato dal gruppo di tecnici (arch. Antonio Longo, arch. Loris Causo, ing. Francesco Quarta) impegnati nella progettazione del recupero dell'ex Convitto Palmieri a Lecce, per ispezionare e rilevare una cisterna posta al centro di uno dei chiostri del complesso di cui non si aveva conoscenza.

Al chiostro, di stile neoclassico e risalente alla seconda metà del 19° secolo, si accede dalla porzione dell'immobile, nota come ex Istituto Scarambone, del complesso architettonico dell'ex Convitto Palmieri, e alla cisterna si accede da un piccolo tombino sito al centro del chiostro da cui, con una calata su corda di circa 9 m., si giunge su un cono detritico dal quale poi si arriva al fondo dell'ipogeo.

La Cisterna occupa quasi tutto lo spazio sottostante il chiostro, ha forma rettangolare e misura m. 10,5 x 5,5; l'altezza dal fondo della cisterna misura 9 m., e su uno dei due lati corti è presente a metà altezza un varco con gradini appena visibili per la presenza di detriti che evidentemente era l'accesso originario alla cisterna; ad uno degli angoli invece vi è una rientranza che in passato doveva probabilmente corrispondere ad un imbocco in superficie per attingere l'acqua.

La cisterna è parzialmente scavata nel banco di pietra leccese, la volta è a botte in conci di pietra leccese e le pareti sono intonacate.

Attualmente la cisterna è parzialmente riempita da detriti essendo stata probabilmente utilizzata come discarica di materiali edili di risulta provenienti forse da una precedente ristrutturazione del complesso, tra gli interventi di restauro previsti vi è anche la bonifica del sito.

Il Gruppo Grotte Salento ha effettuato il sopralluogo, il rilievo e la documentazione fotografica. La restituzione grafica del rilievo è stata fatta dal gruppo di progettazione e ci è stata gentilmente messa a disposizione.

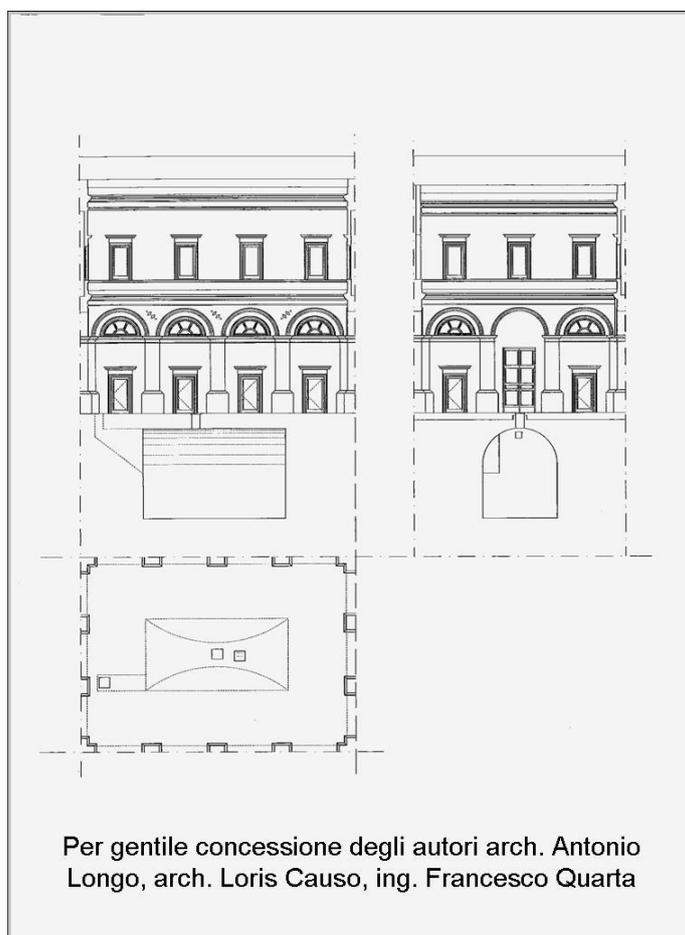


Fig.3 - Cisterna Convento Palmieri.

## Frantoio ipogeo – Corigliano d’Otranto

Nel Salento una delle tipologie di cavità artificiali più diffuse e caratteristiche sono i frantoi ipogei, che rispondevano perfettamente all’esigenza di lavorare a temperature idonee e costanti per agevolare la spremitura delle olive e l’estrazione dell’olio; altro motivo della grande diffusione di tali ipogei era di ordine economico e geologico, infatti essendo molto diffusa la pietra leccese, era facile ed economicamente conveniente scavare tali ambienti sotterranei.

Nel mese di agosto 2010 il Gruppo Grotte Salento è stato contattato per ispezionare un pozzo sito in una proprietà privata a Corigliano d’Otranto che si pensava fosse l’accesso ad una cisterna.

Effettuato l’accesso, con una calata su corda di circa 7 m., si è accertato che si trattava invece di un frantoio ipogeo, probabilmente collegato con un altro frantoio sito nelle immediate vicinanze e risalente alla seconda metà del 1500.

Disceso il pozzo si giunge in un ambiente di forma pressoché rotondeggiante colmo di materiali edili di risulta probabilmente frutto di qualche vecchia ristrutturazione del soprastante limitrofo edificio; in questo ambiente vi sono due murature in conci a vista certamente posticce che lasciano presumere un collegamento con il limitrofo frantoio già conosciuto. Lungo le pareti vi sono anche delle “sciare” (i contenitori delle olive) murate; in questo ambiente probabilmente vi era una vasca con la macina essendo evidenti gli appoggi delle travi, e sono presenti diversi alloggiamenti per le lucerne come si evince dal nerofumo presente sulla parete.

Da questo primo ambiente si accede in un secondo vano anch’esso colmo di detriti probabilmente adoperato come ricovero dagli addetti al frantoio; in questo ambiente poi si apre un pozzo cieco al cui fondo si arriva con una calata su corda di circa 5 m.

Tutti gli ambienti sono interamente scavati nel banco di pietra leccese.

Il Gruppo Grotte Salento, in due diverse uscite, ha proceduto alla ispezione dell’ipogeo e del pozzo interno, alla documentazione fotografica, al rilievo del frantoio e alla restituzione grafica dello stesso.

E’ intenzione del proprietario del frantoio operare dei saggi nelle murature posticce al fine di verificare se effettivamente questo frantoio è in comunicazione con il frantoio limitrofo già parzialmente restaurato, anch’esso di sua proprietà, e risalente alla seconda metà del 1500 come risulta da una data incisa su uno dei contenitori dell’olio e dalla tipologia stessa del frantoio che è attrezzato per l’uso di torchi alla calabrese.

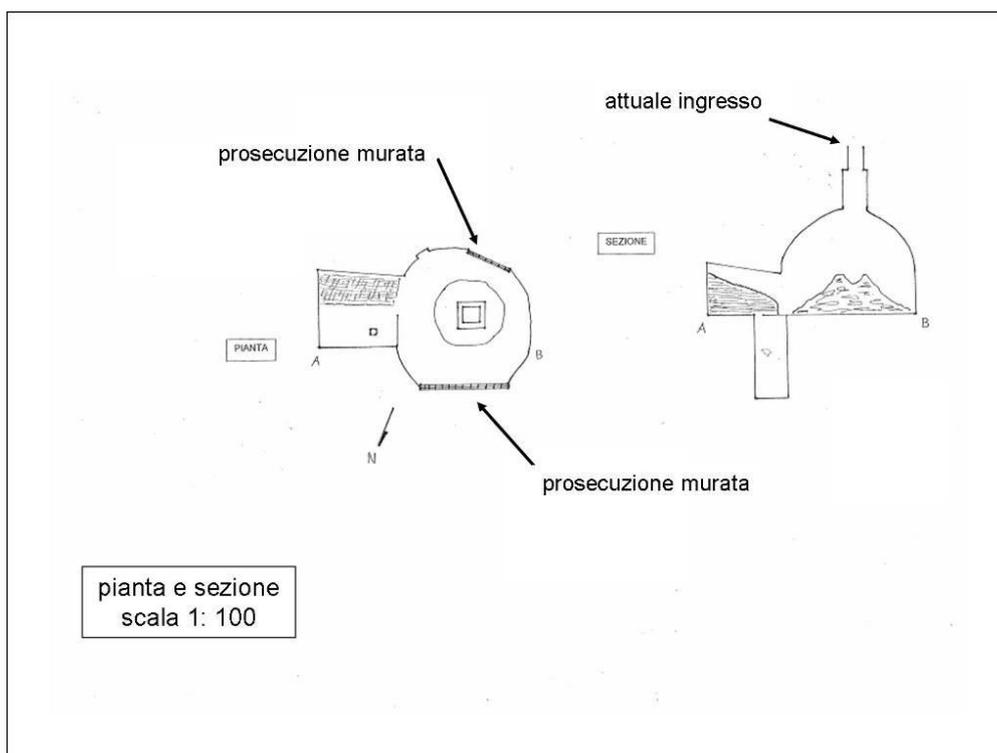


Fig. 4 - Frantoio Ipogeo.

## Cisterna ex Convento degli Agostiniani – Melpignano

In collaborazione con il Comune di Melpignano il G.G.S. ha proceduto ad una ricognizione del pozzo dell'ex Convento degli Agostiniani. Il pozzo è situato al centro del chiostro del complesso del Convento degli Agostiniani risalente alla prima metà del 17° secolo. Dal pozzo con una calata su corda di 9 m. si arriva in una prima cisterna di forma quadrata di m. 1,75x1,75; da questo primo ambiente attraverso un corridoio scavato nel banco di pietra leccese si accede in una cisterna di forma rettangolare di m. 12,5 x 7,5. Il secondo ambiente in cui convogliavano le acque meteoriche del chiostro è in posizione leggermente elevata rispetto al primo ambiente in modo tale che nel primo ambiente, da cui si attingeva, l'acqua fosse sempre presente. La volta del secondo ambiente è a botte in conci di pietra leccese, entrambi gli ambienti sono intonacati. Nell'occasione, oltre al sopralluogo, si è proceduto alla pulizia, al rilievo, e alla documentazione fotografica dell'ipogeo.

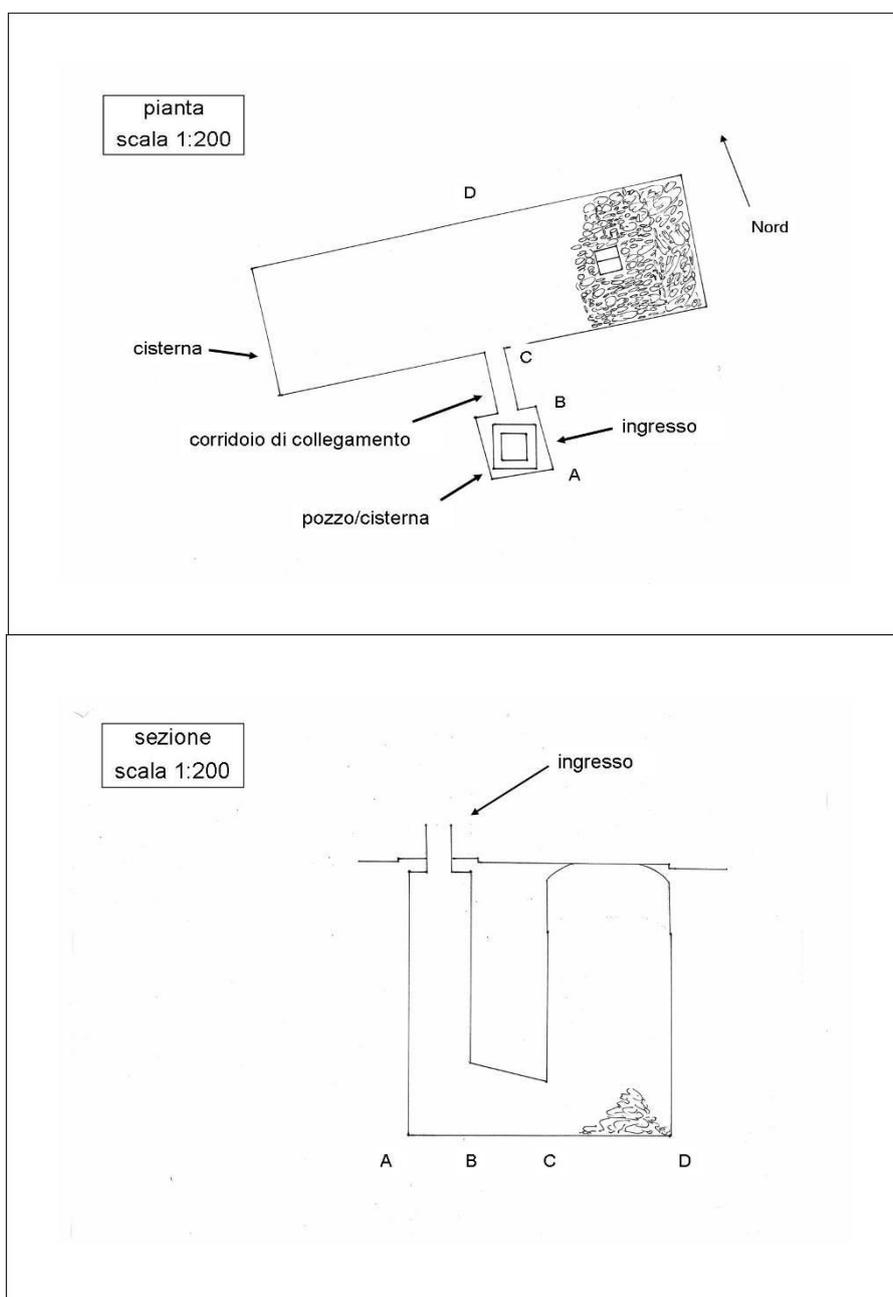


Fig.5 - Cisterna Ex convento Agostiniani.

## Cisterna Chiesa di Santa Maddalena - Melpignano

In collaborazione con il Comune di Melpignano il G.G.S. ha proceduto ad una ricognizione della cisterna sita sotto la chiesa di Santa Maria Maddalena, sita nei pressi del cimitero, costruita a croce latina nel 1661 sul luogo occupato da una precedente chiesa intitolata alla stessa santa, a ricordo della protezione accordata al paese durante la terribile epidemia di peste del 1656. Il pozzo di accesso è situato all'esterno della chiesa sul muro perimetrale destro, dal pozzo con una calata su corda di circa 6 m. si arriva al fondo di una cisterna di forma rettangolare di m. 7,70 x 2 l'altezza interna della cisterna è di m. 5,50 e si sviluppa al di sotto della chiesa., ed è interamente scavata nel banco di pietra leccese. La volta è in parte a botte in conci di pietra leccese ed in parte piana, l'ambiente non è intonacato, sul fondo della cisterna è scavata una vasca più profonda che permette l'accumulo dell'acqua in corrispondenza dell'imbocco nei periodi di siccità. Al momento del sopralluogo vi era circa m, 1,60 di acqua. Nell'occasione, oltre al sopralluogo, si è proceduto al rilievo e alla documentazione fotografica dell'ipogeo.

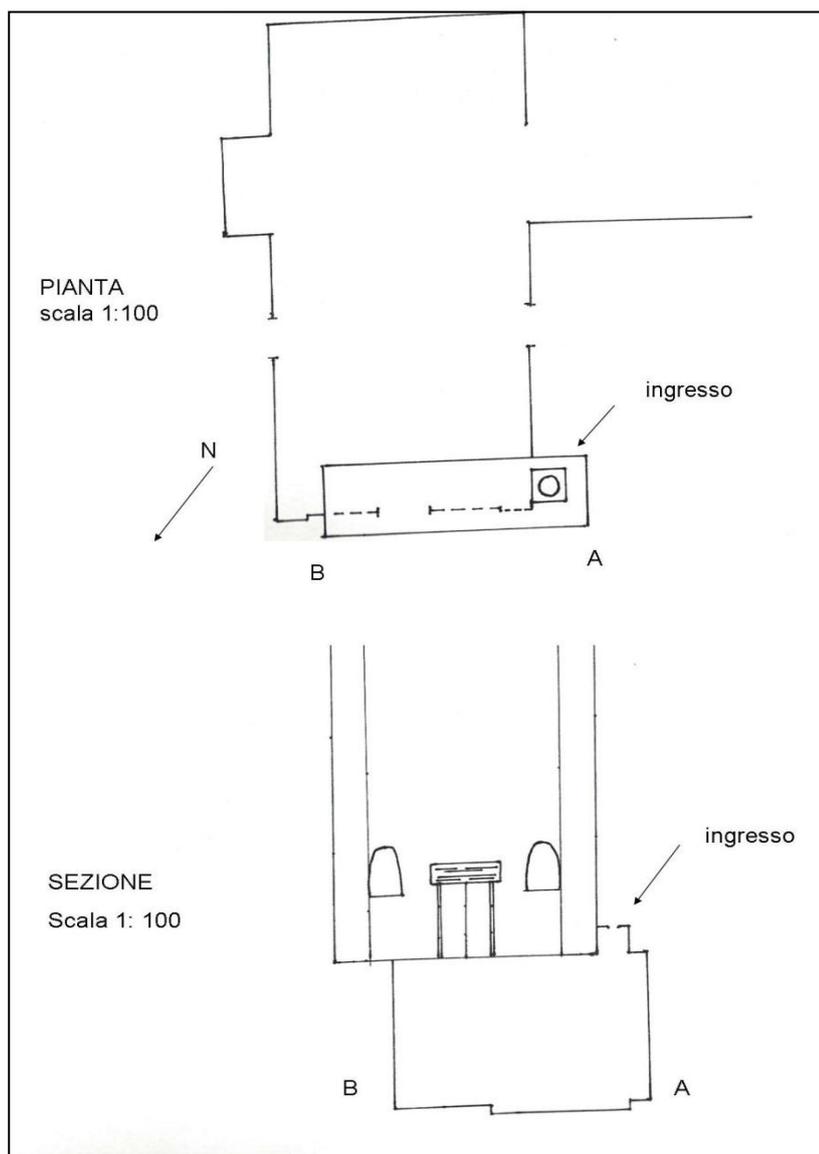


Fig. 6 - Cisterna S. Maddalena.

## Opere militari - Otranto

Poco a sud del porto di Otranto, in località Orte nei pressi dell'omonima Torre, vi è una batteria di difesa costiera, risalente alla seconda guerra mondiale, come si evince anche da un disegno raffigurante probabilmente Benito Mussolini ancora presente in uno dei due piccoli fabbricati posti a servizio del sistema difensivo. Il complesso militare si articola in quattro piazzole per artiglieria, otto bunker ipogei adibiti a deposito delle munizioni, un bunker ipogeo adibito a ricovero, alcune trincee e camminamenti ipogei, una casamatta semi-ipogea e due alloggi. Il GGS ha esplorato tutti gli ipogei del complesso militare procedendo al loro rilievo e alla documentazione fotografica.

### **Bunker Nord**

Il primo ipogeo che si incontra provenendo da Nord è situato in basso verso la scogliera ed è facilmente rintracciabile essendo preceduto da una trincea di accesso.

Il Bunker ha un ingresso che si apre in direzione nord in cemento armato, mimetizzato con pietre, e preceduto da una trincea di accesso. L'ipogeo è completamente scavato nel calcare ed è composto da un breve corridoio e da un vano ovale di m. 6 x 2,5, l'altezza è di circa 3 m.. Al momento del sopralluogo l'ipogeo, leggermente sottoposto rispetto all'accesso, era completamente allagato da circa 40 cm di acqua. La funzione del bunker non è nota, probabilmente era adibito a ricovero.

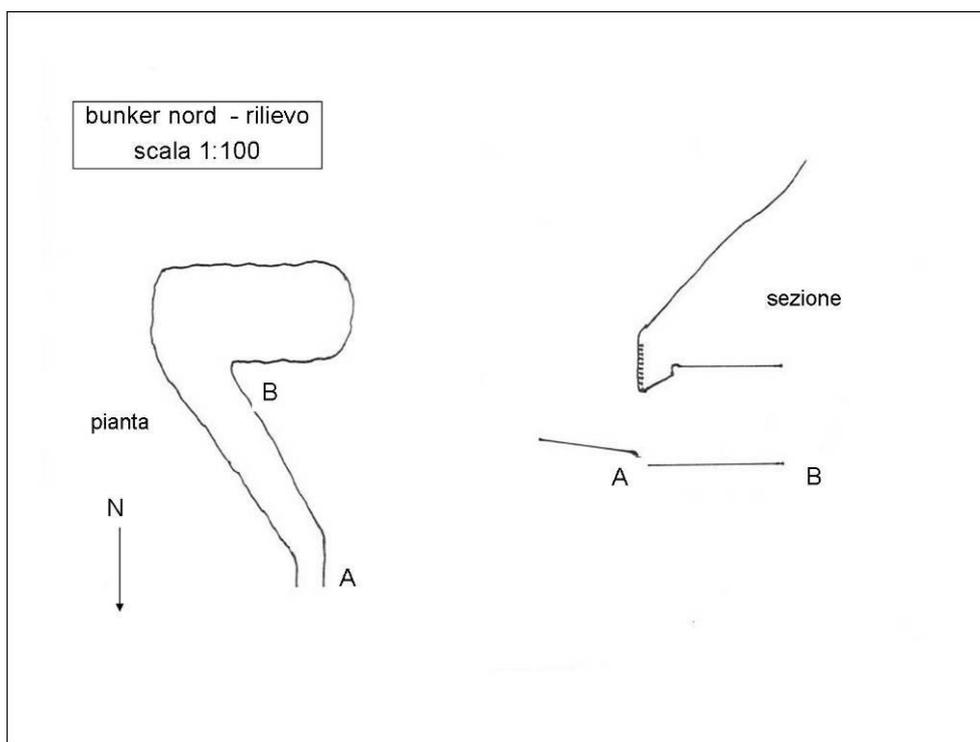


Fig.7 - Bunker nord Otranto

### **Bunker di servizio alle Batterie**

Trattasi di una serie di otto bunker gemelli posti a servizio delle quattro piazzole di difesa costiera su cui era alloggiato il pezzo di artiglieria. Ogni piazzola è servita da due di questi ipogei posti in posizione contrapposta e parallela alla linea di costa. Le stesse piazzole poi sono dotate di trincee di difesa e di camminamenti ipogei. I Bunker hanno un piccolo ingresso (un varco delle dimensioni di una piccola finestra) da cui si accede ad una scala che porta ad un vano sotterraneo rettangolare di m. 6 x 2,5 e di 3,5 m. di altezza. Tutta la struttura è in cemento armato tranne gli accessi in cui sono presenti anche conci di pietra leccese.

L'uso degli ipogei è certamente quello di deposito delle munizioni in uso alle batterie, infatti in alcuni bunker sono ancora chiaramente leggibili sui muri le scritte relative al tipo di munizionamento presente su quel lato del bunker (si legge: "proietti - perforanti", "carica normale") sul pavimento inoltre sono presenti

dei rialzi in cemento armato di circa 20 cm che servivano a tenere al riparo i proiettili in caso di allagamento dell'ipogeo. Nel corso dei sopralluoghi in alcuni di questi bunker era presente circa 15 cm di acqua.

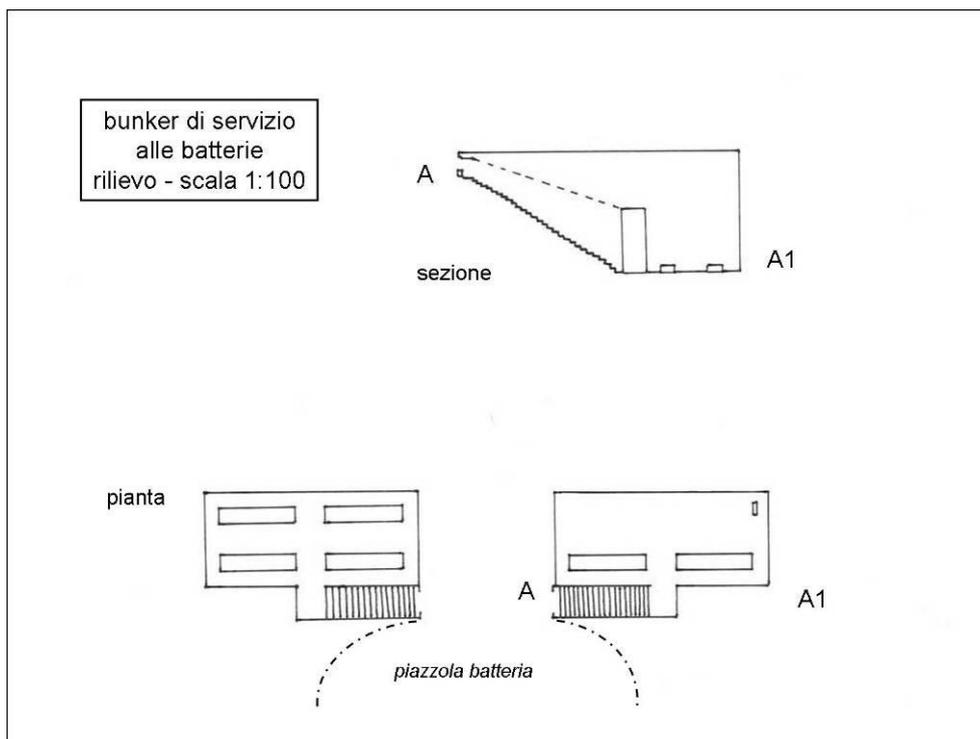


Fig. 8 - Bunker servizio Batterie.

## Ringraziamenti

Si ringraziano i soci del G. G. S. Andrea Rizzo e Cinzia Renna per l'apporto dato nelle fasi di esplorazione e rilievo e Grazia Rollo per la restituzione grafica dei rilievi. Si ringraziano, inoltre: l'arch. Antonio Longo, l'arch. Loris Causo e l'ing. Francesco Quarta per la concessione del rilievo della cisterna dell'ex Convitto Palmieri; l'Amministrazione Comunale di Melpignano ed in particolare il Vice Sindaco Maria Cristina Schirinzi e il geom. Giuseppe Gaetani dell'Ufficio Tecnico per la disponibilità data nella esplorazione e nel rilievo delle cisterne dell'ex Convento degli Agostiniani, della Chiesa di Santa Maddalena e dell'ex tabacchificio; il geom. Francesco Valerio per l'apporto nell'esplorazione del frantoio ipogeo di Corigliano d'Otranto; il direttore della Biblioteca Prov.le di Lecce dott. Alessandro Laporta.

## Bibliografia

ALVINO L. (1966) – *Geologia Salentina*. Editrice L'Orsa Maggiore.

CAZZATO M. & PELUSO V. (1986) – *Melpignano Indagine su un centro minore*. Congedo editore.

CLERICI C.A. (1996) – *Le difese costiere italiane nelle due guerre mondiali*. Albertelli Edizioni Speciali Parma.

COSTANTINI A. (1996) – *Guida ai monumenti dell'architettura contadina del Salento*. Congedo editore.

DE GIORGI C. (1960) – *Descrizione fisica geologica e idrogeografica della Provincia di*

*Lecce*. A cura di A. Vignola, Centro Studi Salentini Lecce.

FEDERAZIONE SPELEOLOGICA PUGLIESE (2007) – *Grotte e carsismo in Puglia*. Ficarra&Mastrosimini s.n.c.

GIANGRECO C. & PACELLA N. (1977) – *Analisi dei beni speleologici della provincia di Lecce e proposte di tutela*. 2° Convegno regionale su Difesa e valorizzazione del patrimonio cavernicolo, Maglie 17.04.1977, pp 28-29.

GIULIANI P. (2000) - *Elenco delle grotte pugliesi catastate fino al 31 ottobre 1999*. Itinerari Speleologici 9.



MILIZIA FASANO L. (1991) – *Il trappeto sotterraneo in Terra d'Otranto*. Capone Editore.

MOSCARDINO M. (1957) – *Paleontologia e Speleologia in Terra d'Otranto*. In Nuovo annuario di Terra d'Otranto 1957, Pajano editore.

OROFINO F.(1986) - *Elenco delle grotte pugliesi catastate fino al 31dicembre 1985*. Itinerari Speleologici 1.

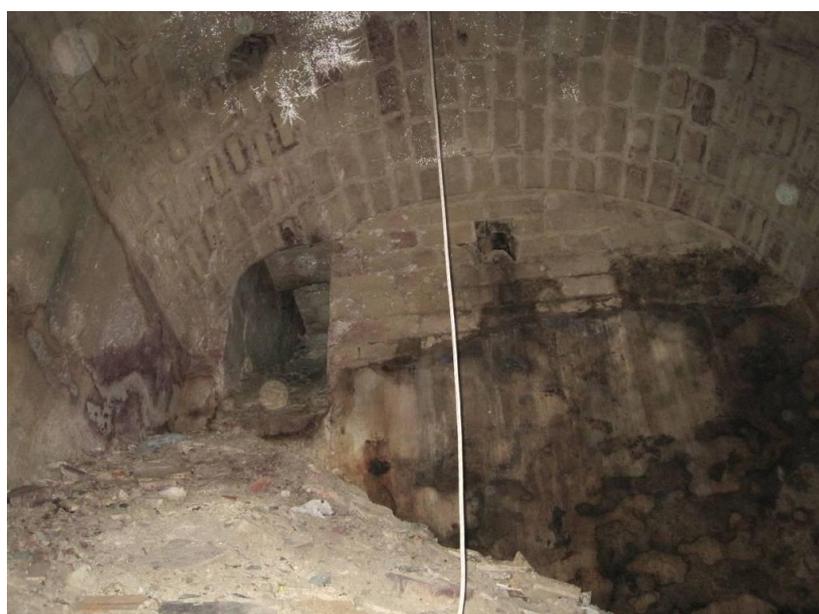
PAONE M. (1978) – *Le Chiese di Lecce*. Congedo editore.

PAONE M. (1979) – *Palazzi di Lecce*. Congedo editore.

## APPENDICE FOTOGRAFICA.



1) Grotta del Laghetto Sotterraneo - Novoli



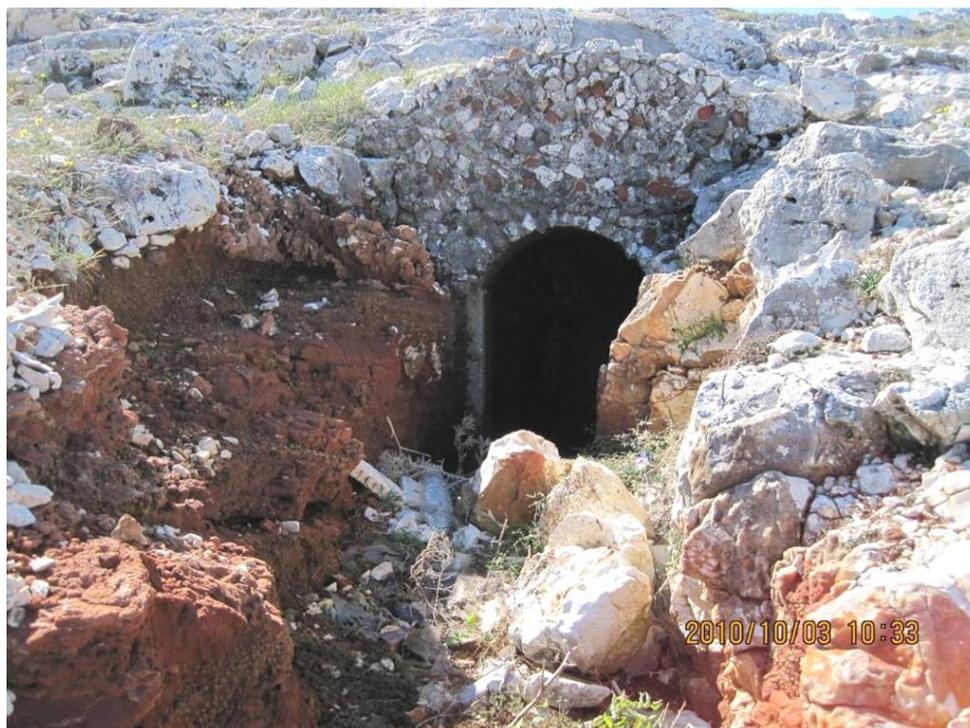
2) Cisterna ex Convitto Palmieri - Lecce



*3) Frantoio ipogeo - Corigliano d'Otranto*



*4) Cisterna ex Convento degli Agostiniani - Melpignano*



*7) Ingresso Bunker nord - Otranto loc. Orte*



*8) Interno di uno dei Bunker adibiti a deposito di munizioni - Otranto loc. Orte*



## CARATTERIZZAZIONE ARCHEOMETRICA DI OSSIDIANA, CERAMICA E MALTA DALL'AREA ARCHEOLOGICA DEL PULO DI MOLFETTA(BA)

*Pasquale Acquafredda<sup>1,2</sup>, Italo M. Muntoni<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università degli Studi di Bari 'Aldo Moro', Via E. Orabona 4, 70125 Bari, pasquale.acquafredda@uniba.it

<sup>2</sup> Centro Interdipartimentale "Laboratorio di Ricerca per la Diagnostica dei Beni Culturali", Via E. Orabona 4, 70125 Bari.

<sup>3</sup> Soprintendenza per i Beni Archeologici della Puglia, Centro Operativo per l'Archeologia della Daunia, Via De Nittis 7, 71121 Foggia, [italomaria.muntoni@beniculturali.it](mailto:italomaria.muntoni@beniculturali.it)

### Riassunto

La grande dolina del Pulo di Molfetta (BA) è localizzata a circa 2 km dal mare alla periferia sud-occidentale dell'abitato. La dolina, con le sue numerose grotte e i terrazzi circostanti, fu intensamente frequentata durante il Neolitico (dalla fine del VII agli inizi del IV millennio a.C.). A partire dal 1784, invece, fu realizzata, sul fondo della dolina, una Reale Nitriera Borbonica per l'estrazione di salnitro dalle terre ricche in nitrati presenti all'interno delle grotte. I manufatti in ossidiana, di età neolitica, sono stati caratterizzati mediante analisi chimiche non distruttive effettuate con il SEM-EDS. Le microanalisi relative alla composizione chimica del vetro e dei microfenocristalli in esso presenti ha permesso di verificarne la provenienza in gran parte dai giacimenti di ossidiana dell'Isola di Lipari. Un'unica lamella risulta invece provenire dai giacimenti di ossidiana di Monte Arci in Sardegna, in particolare dagli affioramenti di Perdas Urias (SC). Sono state oggetto di analisi anche le produzioni ceramiche di età neolitica e le malte utilizzate per la realizzazione della nitriera in età borbonica. Entrambe le classi di materiali sono risultate di provenienza locale, ma la frequenza di frammenti litici vulcanici ha suggerito l'opportunità di un approfondimento analitico con il SEM-EDS. In particolare si è osservato che i litici presenti nelle ceramiche neolitiche presentano composizione mineralogica assimilabile a quella delle vulcaniti della zona del Vulture. La caratterizzazione petrografica dei litici presenti nelle malte di età borbonica ha evidenziato, invece, sia la presenza di una componente riferibile alle vulcaniti del Vulture, sia una componente riferibile ai tephra prodotti dall'attività eruttiva del Vesuvio, in particolare dall'eruzione di Pollena del 472 d.C.

**Parole Chiave:** Puglia, ossidiana, ceramica, malta, Vulture, Vesuvio, SEM-EDS

### Abstract

The large karstic doline, locally known as "Pulo", is located about 2 km south-west of Molfetta (Bari) near to the Murge Plateau's Adriatic coast and is a typical form in the Murge landscape. The Pulo di Molfetta was densely settled throughout the surrounding area and in the caves within the oval-shaped depression from the Early to Late Neolithic (from the seventh to fourth millennia BC). At the end of the eighteenth century AD, the Bourbon kings set up a nitrate factory at the bottom of the doline for the extraction of saltpetre. The caves were systematically cleared and the nitre-rich archaeological sediments were processed to obtain lye. The Early/Late Neolithic obsidian artefacts were characterised through SEM-EDS non-destructive chemical analyses. The majority of them had been traded from the island of Lipari. Only one sample had a glass composition and microphenocrysts that indicate provenance from the Monte Arci area of Sardinia, in particular from the Perdas Urias (SC) outcrops. The Neolithic pottery fabrics and the Bourbon period mortar used for the saltpetre factory were also analysed. The dominant clastic inclusions are all compatible with the local geological deposits which crop out in the site's hinterland. The large number of volcanic lithics identified in the pottery and mortar were also analysed using the same technique. SEM-EDS investigation on thin sections demonstrated that lithic fragments in Neolithic pottery came from the Mt. Vulture volcanic complexes. Lithic fragments in the Bourbon mortar came not only from Mt. Vulture, but also from the Vesuvius volcanic complex, in particular from the AD 472 Pollena eruption. Lithic fragments were deposited in very different times within the doline where people collected raw materials for pottery and mortar production.

**Keywords:** Apulia, obsidian, pottery, mortar, Vulture, Vesuvio, SEM-EDS



## Il Pulo di Molfetta

Il complesso carsico del Pulo di Molfetta (BA) è localizzato a circa 2 km dal mare alla periferia sud-occidentale dell'abitato. La dolina, di forma ovoidale, con un diametro massimo di 170 m, si apre a 40 m s.l.m. per una profondità di 30 m. Si tratta di una dolina da crollo, originata dal collasso di una o più cavità sotterranee all'interno degli strati del Calcarea di Bari. Le pareti rocciose, a tratti verticali o aggettanti, sono interessate da numerose grotte e cavità che si aprono a varie altezze, in particolare lungo le pareti Nord ed Est. Nel corso dei millenni l'acqua di infiltrazione ha esercitato la sua azione sulla roccia calcarea, stratificata e intensamente fratturata, causando il progressivo allargamento e approfondimento della dolina. La sua fisionomia era, quindi, quella di una depressione meno vasta, ma più profonda di quella attuale.

La dolina è stata oggetto di intensa frequentazione da parte dell'uomo soprattutto nella preistoria recente ed in età moderna (Radina, 2007a). Sui margini prospicienti a Sud e Ovest della dolina si estendeva, su un'area di circa due ettari, un vasto insediamento neolitico (Fondi Azzollini e Spadavecchia), con strutture d'abitato e tombe a fossa, inquadrabile dalla fine del VII al V millennio a.C. in cronologia calibrata (Neolitico antico e medio). Anche le grotte lungo le pareti furono oggetto di frequentazione in età preistorica, sia nel Neolitico, soprattutto medio-finale, che nell'età del Bronzo.

Estremamente sporadiche sono le tracce di frequentazione in età classica e medievale, mentre notevoli sono le testimonianze architettoniche e archeologiche di età postmedievale. Nel 1536 fu fondato, sul bordo Sud della dolina, da padre G. Paniscotti (1488-1561), il Convento dei Cappuccini, rimasto attivo solo per un breve periodo di tempo, essendo stato abbandonato nel 1560 dai frati trasferitisi all'interno della città.

A partire dal 1784, per le scoperte dell'abate padovano, letterato e naturalista, Alberto Fortis (1741-1803) e dell'arciprete molfettese, erudito e naturalista, Giuseppe M. Giovene (1753-1837), invece, fu realizzata, sul fondo della dolina, una Reale Nitriera Borbonica per la produzione di polvere da sparo (o polvere nera). Unica miscela esplosiva nota fino all'invenzione della dinamite nel 1867, la polvere da sparo era composta dal 70% di salnitro, dal 20% di carbone di legna e dal 10% di zolfo. Le cavità della dolina, infatti, erano ricche di mineralizzazioni secondarie di nitrati, soprattutto salnitro o nitrato di potassio ( $KNO_3$ ), presenti nei riempimenti di terra e sulle pareti calcaree delle grotte. L'impianto, rimasto attivo per pochi anni e descritto in condizioni di totale abbandono già nel 1808, fu chiuso per la scarsa produttività e per la grave crisi che caratterizzò il regno di Ferdinando IV di Borbone alla fine del XVIII secolo.

Nell'ambito delle diverse campagne di ricerca, sin dalla fase di programmazione degli interventi di scavo, restauro e valorizzazione, si è adottato un approccio interdisciplinare, pianificando il ricorso anche ad alcune metodologie analitiche di caratterizzazione archeometrica, adattandole alla specificità del contesto archeologico e alle sue caratteristiche crono-culturali. La scelta di effettuare indagini archeometriche nasce, tra l'altro, dall'esigenza ormai concordemente avvertita di estendere lo spettro delle analisi alle diverse categorie di materiali, in un'ottica di definizione più puntuale dei contesti antichi, di conservazione e restituzione alla collettività dei manufatti e delle strutture.

## La provenienza delle ossidiane

L'ossidiana è un vetro vulcanico, di colore nerastro, ma con sfumature e riflessi diversi (verdi, bruni, grigi, ...), di particolare lucentezza e di facile lavorabilità. Era utilizzata nell'antichità per la realizzazione sia di strumenti da taglio, sia di oggetti in pietra dura semipreziosa quali recipienti, specchi, collane e monili (scarabei, sigilli, ...). Il termine deriva dal latino *Obsidius* o *Obsius*, nome di un viaggiatore dell'antica Roma che l'avrebbe scoperta in Etiopia e portata per primo a Roma, secondo il racconto che ne fa Plinio il Vecchio nella *Naturalis historia*.

Si tratta di una roccia effusiva che si forma per rapido raffreddamento di un magma ad alta viscosità e solitamente a composizione persilicica (ricca cioè in  $SiO_2$ ). La rapida caduta di temperatura e la mobilità molto bassa di ioni, atomi e molecole impediscono la formazione dei reticoli cristallini tipici dei minerali e determinano la formazione di un vetro con struttura isotropa, nel quale si trovano solo piccole quantità di microfenocristalli fra cui i più frequenti sono quelli ferro-magnesiaci (pirosseni, anfibioli e biotite) ed i feldspati. Queste due condizioni necessarie per la sua formazione non sono particolarmente frequenti ed infatti l'ossidiana si trova solo in alcune aree vulcaniche (normalmente di età geologica recente): nel Mediterraneo centro-occidentale è presente solo in Sardegna occidentale (sul Monte Arci), a Palmarola, a Lipari e a Pantelleria, oltre che nel Mar Egeo (sulle isole di Melos, Antiparos e Gyalì).

Presentando frattura concoide a bordi taglienti, l'ossidiana è una delle migliori rocce dure adatte alla scheggiatura e fu largamente sfruttata a partire dal Neolitico (in Italia forse già dalla fine del VII millennio a.C.) per la fabbricazione di strumenti da taglio, oggetto di scambi anche a lunga distanza nel bacino del Mediterraneo. Essendo un materiale presente solo in poche aree ben localizzate e circoscritte, individuando quali affioramenti furono utilizzati per la realizzazione dei manufatti è possibile ricostruire in dettaglio le reti per l'esportazione e il commercio della materia prima. I vari affioramenti geologici possono essere caratterizzati sulla base di diversi criteri fisici (riflessi, lucentezza, proprietà magnetiche, indice di rifrazione e densità, ...), geocronologici (tracce di fissione,  $^{40}\text{K}$ - $^{40}\text{Ar}$ ) e chimici (composizione elementale).

Al fine di individuare le aree di provenienza della materia prima utilizzata per la realizzazione dei manufatti in ossidiana di età preistorica rinvenuti durante le ricerche archeologiche condotte sia nel Fondo Azzollini sia all'interno della dolina, sono state effettuate presso il Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali dell'Università degli Studi "Aldo Moro" di Bari analisi chimiche non distruttive mediante microscopia elettronica a scansione corredata di microanalisi (SEM-EDS). La microscopia elettronica a scansione (SEM) permette, infatti, l'analisi morfologica dei campioni e, mediante opportuni rivelatori di raggi X in dispersione di energia (EDS), l'analisi microchimica di singole fasi minerali, anche di dimensioni estremamente ridotte, come quelle presenti nei vetri vulcanici (Acquafredda *et al.*, 1999; Acquafredda, Paglionico, 2004; Acquafredda *et al.*, 2006). Il microscopio elettronico utilizzato è un Cambridge Instrument S360 corredata di microanalisi in dispersione di energia (EDS) della Oxford-Link con rivelatore di germanio e finestra SATW © (Super Atmosphere Thin Window). Le intensità dei raggi X sono state convertite quantitativamente in ossidi degli elementi chimici mediante apposito software ZAF/4 FLS della Link Analytical.

Sono stati analizzati 38 campioni di ossidiana, costituiti da schegge, lame e nuclei, databili dal Neolitico antico al finale (Acquafredda, Muntoni, 2008a). Le microanalisi relative alla composizione chimica del vetro e dei microfenocristalli in esso presenti ha permesso di verificare la provenienza di 37 campioni dai giacimenti di ossidiana dell'Isola di Lipari (Fig. 1a). Questo dato ben si combina con i dati già noti in letteratura, a conferma della netta, se non esclusiva, predominanza dell'approvvigionamento dell'ossidiana da Lipari, non soltanto in Italia sud-orientale, dalle fasi antiche a quelle avanzate del Neolitico. Un'unica lamella del Neolitico medio-finale risulta invece provenire dai giacimenti di ossidiana di Monte Arci in Sardegna (Fig. 1b), in particolare dalle colate presenti sulle pendici orientali (affioramenti di Perdas Urias).

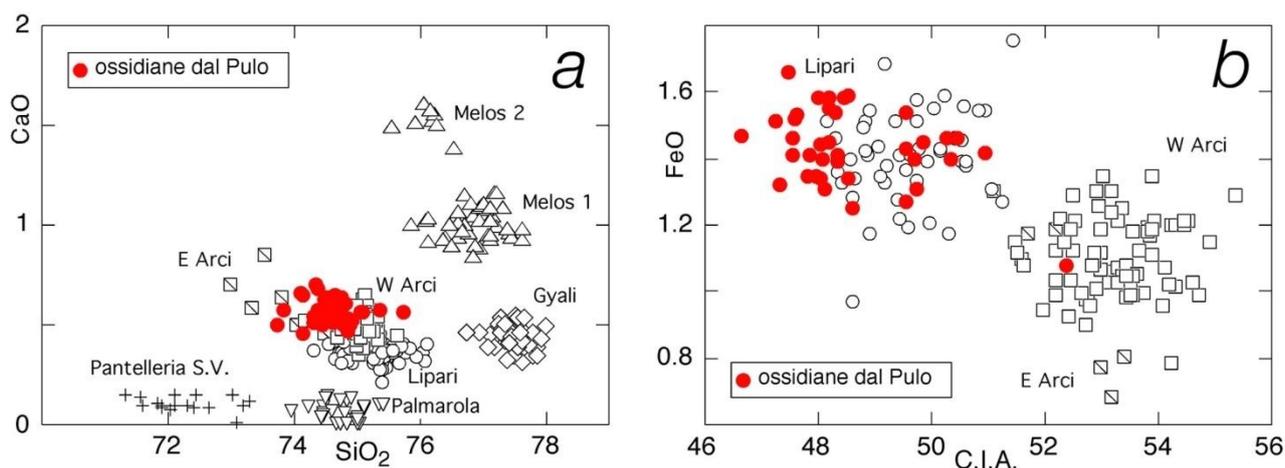


Fig. 1 - Diagrammi discriminanti delle analisi chimiche mediante SEM-EDS delle ossidiane del bacino del Mediterraneo (dati da Acquafredda *et al.*, 1999) e dei manufatti in ossidiana dal Pulo di Molfetta (cerchio pieno rosso): a)  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{CaO}$ ; b) C.I.A. vs  $\text{FeO}$ .

Questo risultato è di grande interesse in quanto l'ossidiana di Monte Arci, che è ben attestata -oltre che naturalmente in Sardegna e in Corsica- anche sulla costa tirrenica dalla Liguria al Lazio e in Pianura Padana, non era mai stata documentata lungo la costa adriatica e in Italia meridionale, ad indicare quanto la circolazione di ossidiana da questa fonte fosse più ampia di quanto precedentemente documentato.

## La caratterizzazione dei litici nelle ceramiche e nelle malte

Nello studio dei materiali ceramici è estremamente importante la caratterizzazione della materia prima utilizzata durante la lavorazione: dati estremamente accurati possono definire materie prime di provenienza locale o eventualmente di importazione. La caratterizzazione dei costituenti lo scheletro, singoli minerali o frammenti litici, mediante microscopia elettronica a scansione corredata di microanalisi (Acquafredda, 2008), può permettere di definire con un sufficiente grado di precisione le rocce sorgenti di particolari associazioni mineralogiche.

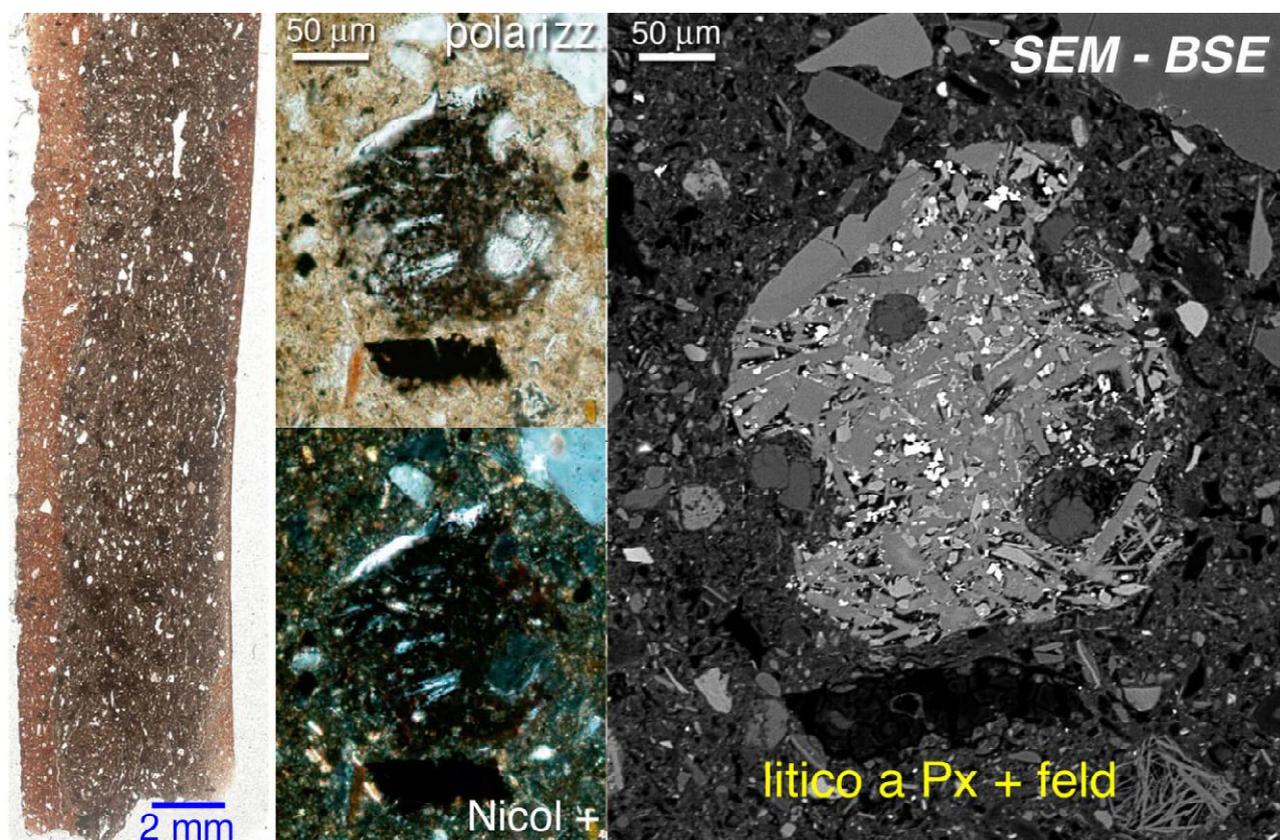


Fig. 2 - Scansione, al solo polarizzatore, di una sezione sottile di una ceramica neolitica (immagine a sinistra); della stessa sono riportate le fotografie al solo polarizzatore, a Nicol incrociati ed al SEM (immagine di elettroni retrodiffusi) di un litico a pirosseni (Px) e feldspati riferito all'attività vulcanica del monte Vulture.

L'utilizzazione di più classi di impasto di presumibile origine locale è stata verificata, attraverso un consistente numero di analisi archeometriche su campioni ceramici (Laviano, Muntoni 2003; Muntoni, 2003) dai livelli del Neolitico antico (fine VII millennio a.C.) del villaggio del Pulo di Molfetta – Fondo Azzollini (Radina, 2007b). Sono state, inoltre, condotte in parallelo analisi di caratterizzazione sulle malte di età borbonica utilizzate, alla fine del XVIII sec. d.C., per l'edificazione degli edifici della Reale Nitriera e realizzate anch'esse con materie prime di origine locale.

La particolare frequenza di frammenti litici ha però suggerito l'opportunità di un approfondimento analitico (Acquafredda, Muntoni, 2008b). La loro frequenza, infatti, può essere ricondotta alle specifiche dinamiche di sedimentazione all'interno del Pulo di Molfetta: sul fondo della dolina sono infatti presenti consistenti accumuli di materiali detritici piuttosto eterogenei, a matrice limo - argillosa, derivanti dai processi di disgregazione e dilavamento in primo luogo delle formazioni affioranti nell'area (Calcere di Bari, Calcareniti delle Murge e depositi di "terra rossa").

La particolare associazione mineralogica dei frammenti litici non carbonatici caratterizzati, congiuntamente alle tipiche tessiture di rocce vulcaniche, permette di attribuire la maggior parte del materiale clastico grossolano presente nei manufatti ceramici di età neolitica e nelle malte di età borbonica a vulcaniti di serie alcalina presenti in centri vulcanici dell'Italia meridionale quali il Vulture e il Vesuvio.

Una puntuale caratterizzazione petrografica e microchimica delle associazioni mineralogiche dei litici di vulcaniti avrebbe potuto dare informazioni più dettagliate circa il centro vulcanico a cui attribuire il materiale effusivo largamente diffuso nella “terra rossa” della zona del Pulo utilizzata sia per l’impasto delle ceramiche che per quello delle malte.

Indagini in microscopia ottica ed al SEM di sezioni sottili di ceramiche e di malte ha messo in evidenza la presenza di due principali tipologie di litici di vulcaniti: quelli a feldspati (sanidino e plagioclasio) e pirosseno (Figg. 2-3) e quelli con feldspati, pirosseno e leucite (Figg. 4-6).

In particolare si è osservato che i litici presenti nelle ceramiche neolitiche erano esclusivamente quelli senza leucite e con composizione mineralogica assimilabile a quella delle vulcaniti della zona del Vulture, posta ad una distanza di 85 km ca. dal Pulo di Molfetta. Una comparazione fra i dati di letteratura (Melluso *et al.*, 1996) e quelli delle ceramiche neolitiche permette di affermare che molti dei frammenti con feldspati (sanidino e plagioclasio) e pirosseno (Figg. 2-3) sono riconducibili alle basaniti, alle tefriti fonolitiche e alle fonoliti delle rocce del Monte Vulture (Acquafredda, Muntoni, 2008b).

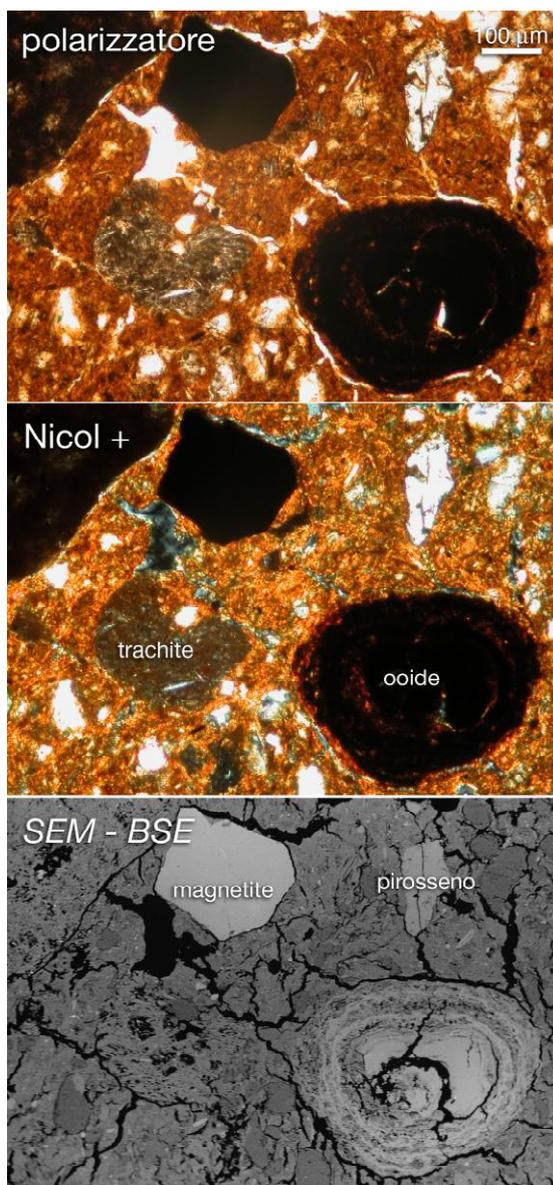


Fig. 3 -Particolare di una ceramica neolitica fotografata al solo polarizzatore, a Nicol incrociati ed al SEM (immagine di elettroni retrodiffusi); si riconoscono singole fasi minerali quali pirosseno e magnetite, litici attribuibili alle vulcaniti del Vulture (trachiti) e i tipici ooidi diffusissimi nella “terra rossa” pugliese.

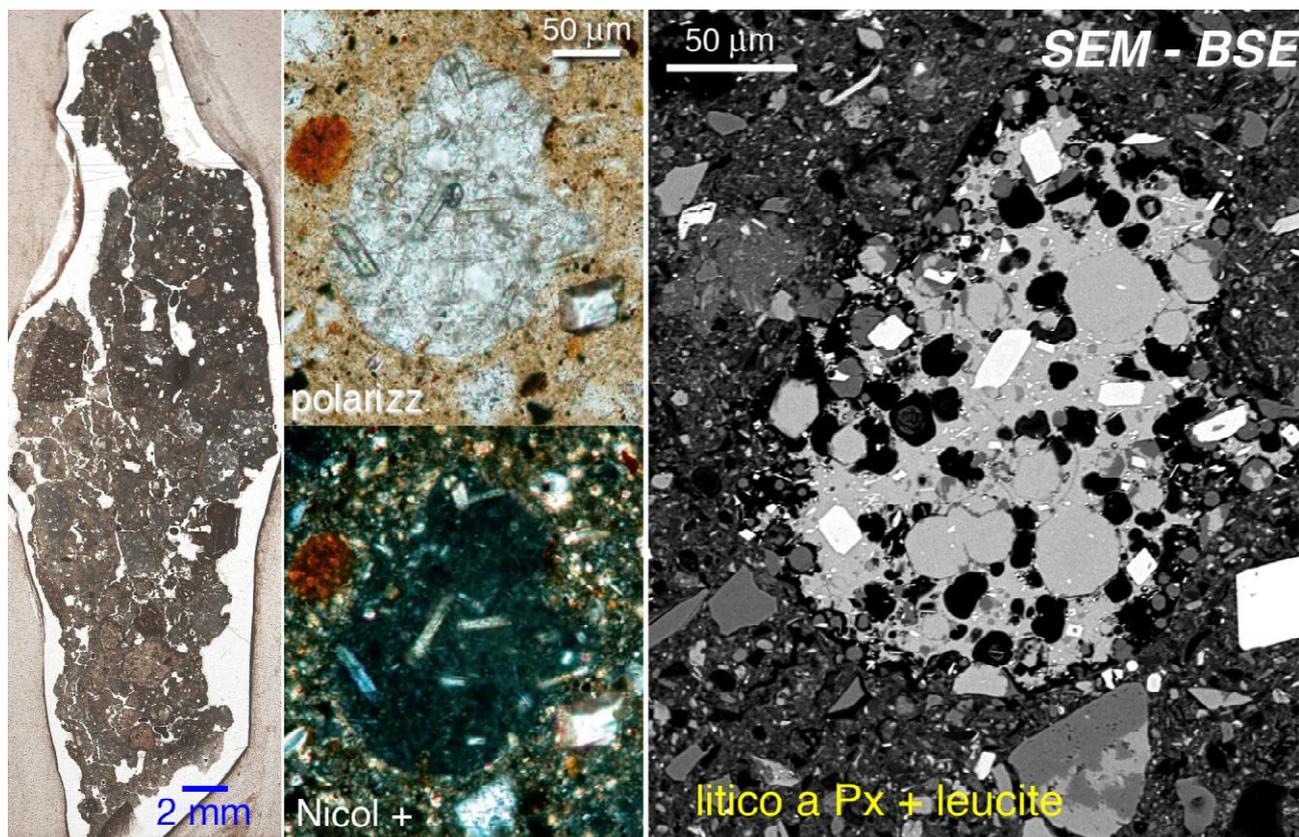


Fig. 4 - Scansione, al solo polarizzatore, di una sezione sottile di una malta di età borbonica (a sinistra); della stessa sono riportate le fotografie al solo polarizzatore, a Nicol incrociati ed al SEM (immagine di elettroni retrodiffusi) di un litico a pirosseni (Px) e leucite riferito all'attività vulcanica del Vesuvio.

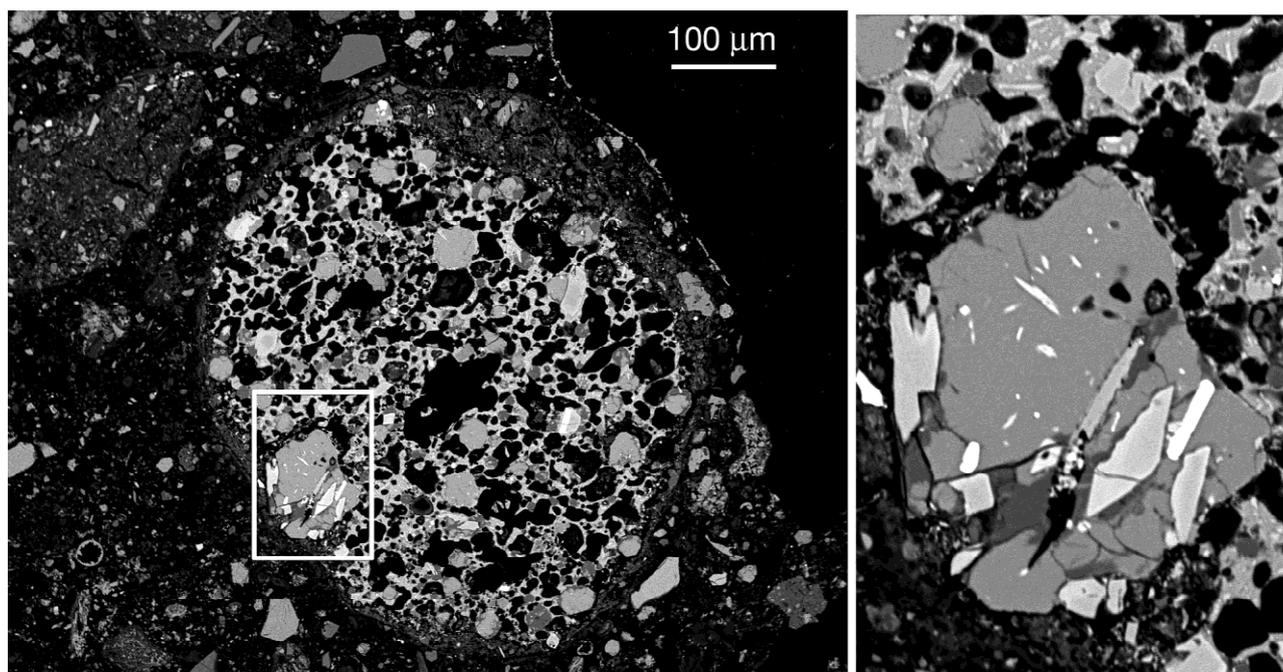


Fig. 5 - Immagine al SEM mediante elettroni retrodiffusi (BSE) di un litico presente in una malta di età borbonica in cui si riconoscono cristalli tondeggianti di leucite e piccoli cristalli di feldspati saldati da vetro: il litico ha una tipica struttura vescicolata. A destra un ingrandimento di un cristallo di pirosseno che include cristalli di apatite, a forma di losanga, e di magnetite.

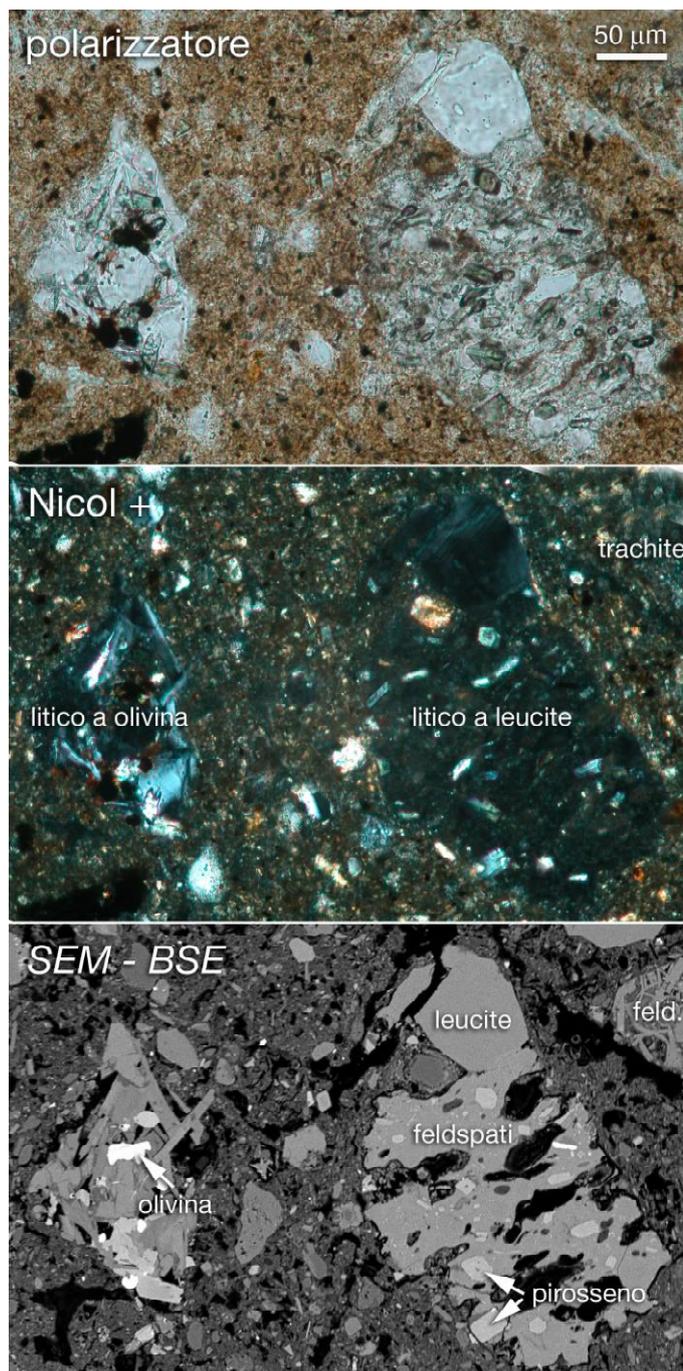


Fig. 6 - Particolare di una malta di età borbonica fotografata al solo polarizzatore a Nicol incrociati ed al SEM (immagine di elettroni retrodiffusi); si riconoscono, litici attribuibili alle vulcaniti del Vulture (quelli ad olivina e le trachiti) e quelli attribuibili alle vulcaniti del Vesuvio (quelli a feldspati, leucite e pirosseni).

Questi risultati confermano l'accumulo e la concentrazione nel Pulo di Molfetta di materiale clastico grossolano derivanti sia da *tephra* prodotti dal Monte Vulture, sia dall'erosione delle formazioni geologiche circostanti e conseguente rideposizione all'interno della dolina carsica.

La caratterizzazione petrografica dei litici presenti nelle malte di età borbonica, realizzate anch'esse con materie prime di origine locale, ha evidenziato sia la presenza di una componente scheletrica riferibile alle vulcaniti del Vulture, così come già evidenziato nelle ceramiche neolitiche, sia una componente riferibile ai *tephra* prodotti dall'attività eruttiva del Somma-Vesuvio, in particolare quelli assimilabili all'eruzione di Pollena del 472 d.C. (Sulpizio *et al.*, 2010). Infatti la mineralogia di questi ultimi litici, così come per quelli descritti per l'eruzione di Pollena, è caratterizzata dall'associazione di leucite, plagioclasio e pirosseno (Figg. 4-6).

## Osservazioni conclusive

Il caso studio presentato conferma quanto il SEM corredato di microanalisi ED sia uno strumento molto versatile per poter caratterizzare gli archeomateriali, analizzando minerali, pigmenti e prodotti di alterazione presenti in svariati tipi di manufatti, fra cui anche quelli litici e ceramici. Una particolare applicazione di questa metodica è quella rivolta alla caratterizzazione di vetri e litici vulcanici, come quelli presenti nelle ossidiane o nello scheletro delle ceramiche, per l'elevata capacità di risoluzione spaziale sia delle immagini al SEM che delle microanalisi in ED (Acquafredda, 2008).

La caratterizzazione sistematica al SEM dei reperti in ossidiana provenienti dal Pulo di Molfetta ha permesso non solo di confermare l'assoluta prevalenza dell'ossidiana da Lipari nei contesti neolitici dell'Italia sud-orientale, ma anche di individuare per la prima volta un reperto in ossidiana di provenienza sarda, in particolare dagli affioramenti presenti sulle pendici orientali del Monte Arci. Ancora del tutto ipotetiche (Fig. 7) rimangono le presumibili direttrici di approvvigionamento di ossidiana verso la Puglia e quindi anche verso il Pulo di Molfetta. È evidente, infatti, che per spiegare la presenza di materiali in quantità spesso assolutamente esigue e/o da fonti molto lontane, debba essere ipotizzata la coesistenza di diversi meccanismi di circolazione o di scambio, operanti anche su differenti direttrici e scale geografiche.

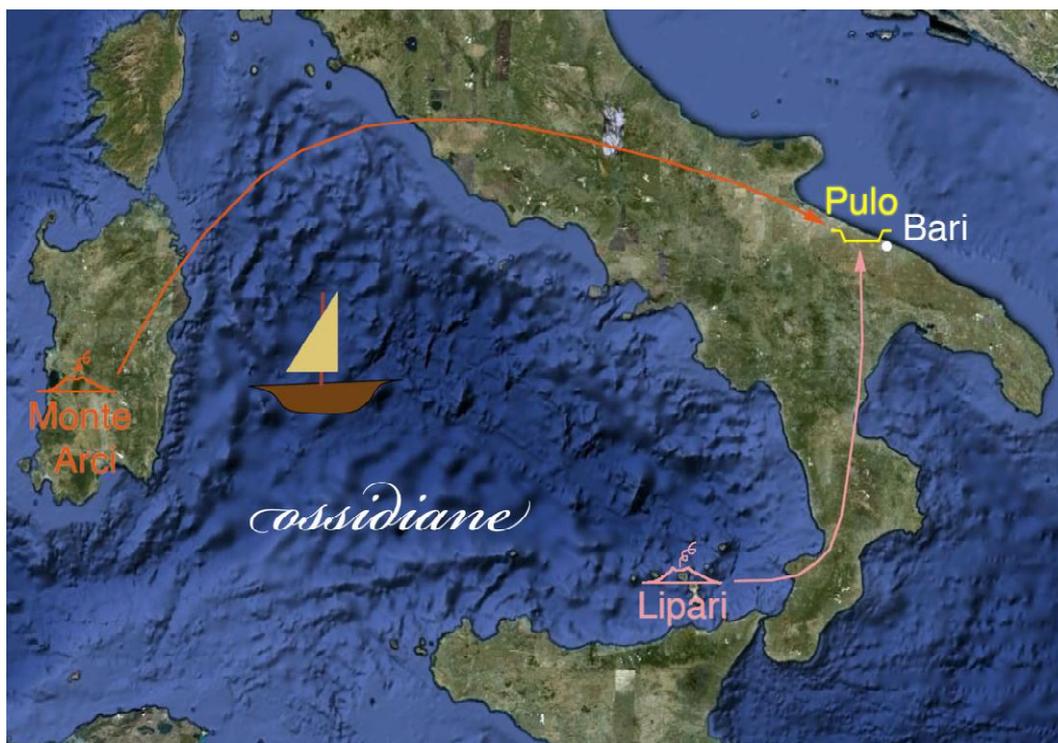


Fig. 7 - Ricostruzione presumibile delle direttrici di approvvigionamento di ossidiana dai giacimenti dell'Isola di Lipari e di Monte Arci verso la Puglia e quindi anche verso il Pulo di Molfetta.

Ad una dinamica invece del tutto naturale si deve ricondurre il contributo dell'attività vulcanica del Monte Vulture e del Somma-Vesuvio (Fig. 8) al materiale detritico presente nell'area. Nel primo caso il Vulture ha prodotti litici che possono essere arrivati nel Pulo di Molfetta, prima del Neolitico, sia come proietti balistici (*thephra*) sia come detrito trasportato dai corsi d'acqua. Molto più recente è stato invece il contributo del Vesuvio che ha prodotto litici che possono essere arrivati nel Pulo di Molfetta, in Età tardoantica, esclusivamente come proietti balistici (*thephra*).



Fig.8 - Ricostruzione del contributo dell'attività vulcanica del Monte Vulture e del Vesuvio al materiale detritico riconosciuto nel Pulo di Molfetta. Il Monte Vulture ha prodotti litici che possono essere arrivati nel Pulo di Molfetta, prima del Neolitico, sia come proietti balistici (*thephra*) sia come detrito trasportato dai corsi d'acqua; il Vesuvio ha prodotto litici che possono essere arrivati nel Pulo di Molfetta, prima dell'età borbonica, esclusivamente come proietti balistici (*thephra*).

## Bibliografia

ACQUAFREDDA P. (2008) – Vantaggi nell'uso della spettrometria ED per la caratterizzazione di archeomateriali al SEM, Rendiconti online della Società Geologica Italiana 3 (1), 1-2.

ACQUAFREDDA P., MUNTONI I.M. (2008a) – Obsidian from Pulo di Molfetta (Bari, Southern Italy): Provenance from Lipari and First Recognition of a Neolithic Sample from Monte Arci (Sardinia), Journal of Archaeological Science 35 (4), 947-955.

ACQUAFREDDA P., MUNTONI I.M. (2008b) – Studio di litici presenti nelle ceramiche per la caratterizzazione dell'origine delle materie prime: un esempio dal Pulo di Molfetta, Rendiconti online della Società Geologica Italiana

3 (1), 3-4.

ACQUAFREDDA P., PAGLIONICO A. (2004) - SEM-EDS microanalyses of microphenocrysts of Mediterranean obsidians: a preliminary approach to source discrimination, European Journal of Mineralogy 16, 419-429.

ACQUAFREDDA P., ANDRIANI T., LORENZONI S., ZANETTIN E. (1999) – Chemical characterization of obsidians from different Mediterranean sources by non-destructive SEM-EDS analytical method, Journal of Archaeological Science 26, 315-325.

ACQUAFREDDA P., MUNTONI I.M., PALLARA M. (2006) – La determinazione di provenienza dell'ossidiana mediante SEM+EDS: caratteristiche della metodica e casi di studio



dall'Italia sud-orientale, in *Materie prime e scambi nella preistoria italiana*, Atti della XXXIX Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, 509-519.

LAVIANO R., MUNTONI I.M. (2003) – *Early and Middle Neolithic Pottery Production at "Pulo di Molfetta" (Apulia, Italy): Social, Chronological and Functional Implications of Raw Materials Variability*, in DI PIERRO S., SERNEELS V. AND MAGGETTI M. (eds.) - *Ceramic in the Society. Proceedings of the 6<sup>th</sup> European Meeting on Ancient Ceramics*, Fribourg, University of Fribourg, 163-173.

MELLUSO L., MORRA V., DI GIROLAMO P. (1996) – *The Mt. Vulture volcanic complex (Italy): evidence for distinct parental magmas and for residual melts with melilite*, *Mineralogy and*

*Petrology* 56, 225-250.

MUNTONI I.M. (2003) – *Modellare l'argilla. Vasai del Neolitico antico e medio nelle Murge pugliesi*, Firenze, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.

RADINA F. (ed.) (2007a) - *Natura, archeologia e storia del Pulo di Molfetta*, Bari, Mario Adda Editore.

RADINA F. (2007b) - *L'insediamento preistorico al Pulo di Molfetta*, in RADINA F. (ed.) – *Natura, archeologia e storia del Pulo di Molfetta*, Bari, Mario Adda Editore, 89-107.

SULPIZIO R., VAN WELDEN A., CARON B., ZANCHETTA G. (2010) – *The Holocene tephrostratigraphic record of Lake Shkodra (Albania and Montenegro)*, *Journal of Quaternary Science* 25 (5), 633-650.



## **IL CORPO NAZIONALE SOCCORSO ALPINO E SPELEOLOGICO E LE CONVENZIONI CON LE STRUTTURE DELLO STATO PER ATTIVITÀ DI SOCCORSO E FORMAZIONE**

*W. Formicola\*, F. Alò\*, G. Perrucci\**

\*CNSAS - Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico

***CONTRIBUTO NON PUBBLICATO PER VOLONTÀ DELL'AUTORE.***



## L'IMPEGNO DELLA SIGEA PER LA VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO GEOLOGICO PUGLIESE

Fiore A.<sup>(1)</sup>, Gallicchio S.<sup>(2)</sup>, Giandonato P.B.<sup>(1)</sup>, Iurilli V.<sup>(2)</sup>, Mastronuzzi G.<sup>(2)</sup>, Pieri P.<sup>(2)</sup>, Sabato L.<sup>(2)</sup>, Sansò P.<sup>(3)</sup>, Selleri G.<sup>(3)</sup>, Simone O.<sup>(1)</sup>, Sollitto D.<sup>(1)</sup>, Tropeano M.<sup>(2)</sup>, Valletta S.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> SIGEA - Puglia; puglia@sigeaweb.it;

<sup>(2)</sup> Dipartimento di Geologia e Geofisica - Università di Bari;

<sup>(3)</sup> Università del Salento.

### Riassunto

Il territorio della Puglia è caratterizzato da una varietà di paesaggi, espressione della storia geologica lunga alcune centinaia di milioni di anni. Questa varietà si riscontra sia estensivamente che nei dettagli, e può essere espressa sinteticamente con l'appropriato neologismo *geodiversità*.

L'insieme delle singolarità geologiche pugliesi costituisce una potenziale risorsa per il turismo naturalistico-culturale, e un valore aggiunto alle offerte già esistenti, generalmente condizionate da un carattere stagionale. In questa prospettiva, il gruppo di lavoro "patrimonio geologico e geositi" della sezione pugliese della Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA), anche sotto l'impulso della recente normativa regionale, ha concentrato i propri sforzi nella realizzazione di un primo volume a carattere scientifico-divulgativo con lo scopo di rendere fruibili le informazioni di base su questo tema, che altrimenti rimarrebbero appannaggio di pochi specialisti del settore. Il volume è rivolto ad un pubblico di lettori interessati alle scienze naturali ed attratti dalla varietà delle forme del paesaggio e a chi, in maniera non troppo impegnativa, voglia addentrarsi nel panorama geologico pugliese. L'opera editoriale, favorevolmente accolta dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Puglia che ha contribuito alla sua realizzazione, è costituita da due sezioni: nella prima vengono brevemente descritte le peculiarità geologiche della regione, che si riflettono nei vari aspetti del paesaggio; nella seconda parte si propone ai lettori una serie di esempi rappresentativi della *geodiversità* pugliese (Fig. 1). Gli argomenti trattati sono stati esposti sinteticamente e con linguaggio accessibile anche a chi non è specialista della materia, pur senza trascurare il rigore scientifico.

Il volume "*Il Patrimonio geologico della Puglia. Territorio e geositi*" vuol contribuire all'idea che il patrimonio geologico pugliese, se conosciuto e tutelato, diviene una risorsa basilare per molte forme di turismo alternativo a quello di massa; non solo risorsa per il campo "geoturistico", che è comunque una forma di cultura in crescita, ma anche per i risvolti legati all'escursionismo didattico (Fig. 2). Si riscontra sempre più diffusa, infatti, la positiva tendenza di ricercare stimoli culturali, in campi anche diversi da quello geologico, che spesso si rivelano a questo settore legati da nessi logici: ciò può dirsi del patrimonio architettonico o archeologico, strettamente relazionati con l'ambiente fisico, come pure dell'offerta enogastronomica, o di alcune manifestazioni delle tradizioni popolari che sono espressione dei connotati territoriali.

Un primo passo irrinunciabile verso la comprensione e la valorizzazione delle emergenze paesaggistiche e culturali, è la conoscenza di questo patrimonio, ed in tal direzione occorrerà orientare i processi decisionali in ambito politico. Perciò la SIGEA Puglia attraverso questa iniziativa intende creare le basi di una prima conoscenza e divulgazione del patrimonio geologico del territorio regionale, che sia anche di impulso ad un più ampio progetto cognitivo dei beni geologici. Gli interessi del gruppo di lavoro, infatti, sono orientati verso la realizzazione di una carta dei paesaggi geologici del territorio pugliese, che possa costituire la base su cui impostare un progetto di censimento dei geositi della Puglia.

## La grotta di Nove Casedde Martina Franca

### Ubicazione

Provincia di Taranto,  
Comune di Martina  
Franca.

Coordinate geografiche:  
17° 25' 18" E  
40° 36' 50" N

### Per raggiungere il luogo

Tra Martina F. e Villa Castelli (contrada Specchia Taramina) la strada rurale "Spezzatarallo" (100 m a W della chiesa) porta (verso S) dopo 1350 m nei pressi della cavità. Questa è 200 m a E, in un terreno privato chiuso da cancello, raggiungibile anche dalla strada per Grottaglie.

### Luoghi di osservazione

La grotta è visibile solo dall'interno. L'ingresso è protetto da una recinzione che lo nasconde.

### Valenze

Scientifica, scenica, geomorfologica, archeologica, ecologica (rifugio per colonie di chiroteri).

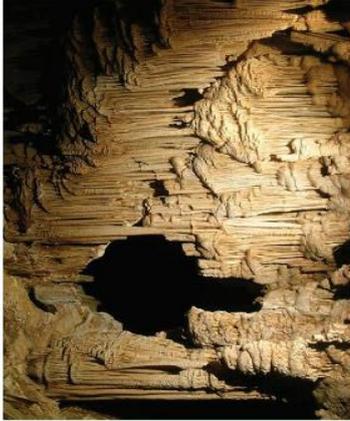


### Descrizione

La grotta è una delle più imponenti delle Murge di Sud-Est, sia per la dimensione degli ambienti, sia per quella delle concrezioni calcatiche presenti al suo interno. A ciò si aggiungono rilevanti fenomeni carsici, le colonie di chiroteri, appartenenti a 4 specie diverse e presenti in centinaia di esemplari, e i ritrovamenti di manufatti preistorici. Va considerata parte di un sistema carsico epigeo ed ipogeo che comprende anche una vicina dolina, profonda 15 m e situata in superficie presso il punto estremo della grotta.

L'accessibilità relativamente facile la rende anche fruibile alle visite di piccoli gruppi, pur senza averne snaturato le caratteristiche originarie. È composta di tre ambienti: vi si accede per un foro da crollo nella volta, che porta in una grande caverna illuminata dalla luce esterna, profonda circa 20 m. Questa, in basso, si dirama in due direzioni, un ramo di minor dimensione (verso Ovest) e un grande salone che approfondendosi si allunga verso Sud per oltre 60 m. Qui si trovano i più imponenti complessi di concrezioni, detti "Tempio" (in alto) e "Organo" (presso il fondo), con dimensioni dell'ordine della decina di metri. Il fondo è costituito da uno spesso deposito di crollo, con grandi blocchi di roccia e di antiche concrezioni, ricoperto da una colata calcitica.

Ricerche recenti hanno datato gli eventi di crollo a circa 100000 anni fa, mettendoli in relazione con eventi tettonici (o anche sismici) che hanno condizionato l'evoluzione morfologica della località. Dal 2005 la cavità ospita due stazioni di controllo micrometrico delle deformazioni tettoniche.



### Itinerari

La grotta è una tra le numerose presenti in questo settore delle Murge, è in proprietà privata, ma visitabile dietro richiesta ai proprietari del terreno. È degna di nota anche la meno grande Grotta del Cuoco, presso l'omonima masseria, ma più "tecnica". Inoltre, nelle vicinanze è visibile il panorama del ripido versante meridionale delle Murge, con vista verso Taranto e il golfo. A pochi chilometri si trovano Martina Franca, città d'arte (con apprezzati esempi di barocco), e Grottaglie, città delle ceramiche, nell'area delle Gravine.

### Bibliografia essenziale

Ottavio F. (1970) - Grotte e voragini di Martina Franca. Itinerari speleologici (5), l'Alabastro, n. 6, p. 33-34.  
Ianni V., Coccaraglia G., Sileri G., Palumbo G. & Mastronuzzi G. (2009) - Tectonics and karst morphogenesis in south-eastern Murge (Apulia, Italy). Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, n. 32 (2), 145-155.

### Figure

1. Uno dei grandi ed antichi complessi di concrezioni della grotta, denominato "Organo", alto 12 m.
2. L'ingresso visto dall'interno.

Fig. 1 - La Grotta di Nove Casedde. Martina Franca.



*Fig. 2 - “Fruizione didattica” di un geosito: Pulo di Molfetta. Escursione del 25.4.2010 organizzata da SIGEA Puglia e ANISN Puglia (Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali).*



## TRENT'ANNI E CI SIAMO ANCORA

*Enzo D'Adduzio<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Gruppo Speleologico Vespertilio – C.A.I. Bari

### Riassunto

30 anni di attività del Gruppo Speleologico Vespertilio una realtà ormai consolidata è che ha fatto la storia della Speleologia Pugliese, anche partorendo alcuni dei più attivi Speleologi Pugliesi, o contribuendo alla esplorazione speleologica, alla sensibilizzazione ed alla educazione ambientale di ieri e di oggi e non solo.

**Parole chiave:** Speleologia, Gruppi Speleologico Vespertilio, Storia della Speleologia,

L'incontro Regionale Spelaion 2010 è stata anche l'occasione per festeggiare il trentesimo anniversario della fusione del Gruppo Speleologico Vespertilio con l'Associazione Speleologica Barese.

Trent'anni di storia che hanno visto cambiamenti e trasformazioni, momenti felici e situazioni spiacevoli ma che hanno comunque contribuito alla crescita del nostro gruppo.

Volevamo dare voce a tutti gli amici che in questi anni si sono spesi donando, spesso anche solo per un breve periodo, il loro tempo e la loro passione.

Per rappresentarli abbiamo scelto quattro soci, Federico Caizzi, Beppe Gernone, Saverio Veronico ed Edoardo Fabiano, che più di tutti si sono distinti e che negli anni si sono avvicinati segnando dei punti di svolta nella storia del GSV.

Federico Caizzi è un po' il padre speleo di tutti noi. Speleologo dal 1976, artefice, insieme ad altri soci, dell'ingresso del GSV nel Club Alpino Italiano. Nasce con la 'speleologia fai da te', in tempi in cui gli imbraghi si costruivano a casa e si testavano nel garage di nascosto. Momenti felici con corsi da 35 persone, in giro sull'Alta Murgia alla ricerca di grotte con macchine stracolme di materiale.

Era il tempo del passaggio dalla tecnica con scaletta a quella con solo corda, di attrezzi nuovi tutti da provare, come il "gibbs", auto-costruito dai veronesi, o il discensore "Orofino", in semplice alluminio. La speleologia, secondo Federico, in questi trent'anni, è cambiata notevolmente. Precedentemente era animata dallo spirito di avventura, nessuno sapeva realmente cosa fossero le grotte, e ben lontana era la spettacolarizzazione dei mezzi di comunicazione di cui gode oggi ogni attività sportiva estrema. Col trascorrere del tempo si è affermata una speleologia di tipo scientifico, intesa come attività di ricerca sistematica e finalizzata alla catalogazione. Quello che è rimasto uguale, è la goliardia e la voglia di stare insieme.

L'attenzione del GSV, per le ricerche di cavità ipogee nell'agro di Minervino Murge nascono invece con Saverio Veronico. Fu facile riscontrare sulla carta geologia che poche erano le grotte accatastate in quel territorio carsico e dunque una zona da esplorare con sistematicità. Protagonista, a cavallo tra gli anni 80 e 90, di una intensa attività didattica con numerosi corsi di introduzione CAI che vedevano impegnati svariati corsisti, Saverio continua la sua formazione speleologica partecipando ai corsi della Scuola Nazionale di Speleologia fino a diventare Istruttore. In quegli anni, grazie anche all'assidua attività che rafforzava i rapporti tra i soci, il gruppo era fervente, tanto che spesso capitava di partecipare a nozze di amici che avevano fatto la loro conoscenza in qualche grotta di corso. Un periodo in cui la voglia di stare insieme e la passione per le esplorazioni e il desiderio di far sempre meglio hanno reso il gruppo forte e coeso. Un aneddoto molto curioso fu la scoperta, da parte di Saverio e soci, che a Minervino Murge c'era, e c'è ancora oggi, "Il bar del Faro", insolito nome conferito al bar per la sua vicinanza ad un faro realmente esistente, collocato inspiegabilmente a Minervino Murge, distante chilometri e chilometri dalla costa. Questo bar è ancora oggi la nostra destinazione di fine uscita.

Il tempo passa, inesorabilmente, e così si giunge ai primi anni del nuovo millennio e con Edoardo Fabiano e tanti altri soci si decide di cercare nuove mete, per molti di noi, e per altri di ritornare nelle cavità carsiche sui Monti Alburni. Scopriamo che il punto di incontro è il 'casone'.

E' qui che il Gruppo Speleo Vespertilio, col trascorrere del tempo e delle grotte, riallaccia i contatti con tutti gli altri gruppi pugliesi, interrotti molto anni prima, e ne instaura di nuovi con altri gruppi.



Altro aneddoto... alla prima uscita in Alburni, si va a Fra' Gentile. Enorme la sorpresa e grande l'emozione, nel leggere una scritta recante una data ed un acronimo "1983 GSV" ... sono trascorsi 15 anni, prima di ritornarci.

L'intervento si conclude fra i ricordi di trentanni, con la promessa di rincontrarsi tutti insieme, magari in qualche grotta, per festeggiare i 40 anni del Gruppo Speleologico Vespertilio CAI Bari.



Fig. 1 - Prima diapositiva della Presentazione per il trentennale Del Gruppo Speleologico Vespertilio CAI Bari.



# Spélaion 2010

XV Incontro Regionale della Speleologia Pugliese



## Sezione Poster

10 – 11 – 12 Dicembre 2010  
Villaggio del Fanciullo “San Nicola” – Bari



COMUNE DI BARI

SOCIETÀ  
SPELEOLOGICA  
ITALIANA



# CARATTERIZZAZIONE DELLE CAVITÀ CARSICHE MEDIANTE TOMOGRAFIE ELETTRICHE. UN CASO DI STUDIO, MEZZOPRETE.

Pierpaolo Moretti <sup>1</sup>, Mariapia Gnurlantino <sup>1</sup>

<sup>1</sup> CARS Altamura [geopmoretti@gmail.com](mailto:geopmoretti@gmail.com), [gmpia85@gmail.com](mailto:gmpia85@gmail.com)

## Riassunto

In questo lavoro vengono presentati i risultati di tomografie di resistività (Electric Resistivity Tomography) eseguite sulla parte superficiale della Grotta 'La Guangola', in località Sant'Elia, a 6 km in direzione nord dal centro abitato di Altamura (BA). La grotta è inserita nel Catasto delle grotte della Puglia ed è quindi disponibile una precisa conoscenza riguardo le geometrie e la morfologia della cavità oggetto di indagine. L'acquisizione dei dati geoelettrici è stata effettuata secondo alcune classiche configurazioni elettrode: Dipole-Dipole (DD), Wenner-Schlumberger (WS) e Pole-Dipole (PD). Inoltre in fase di elaborazione sono stati utilizzati anche i dataset provenienti dalla combinazione delle summenzionate configurazioni. Per ciascun dataset utilizzato, è stata effettuata un'analisi di sensitività per permettere la scelta del modello più idoneo all'interpretazione.

Il confronto tra la sezione catastale disponibile e l'immagine ERT selezionata attraverso l'analisi di sensitività mostra un'ottima corrispondenza tra le due, dimostrando che il metodo ha ottime potenzialità nel fornire indicazioni sulla localizzazione e sulle caratteristiche geometriche e morfologiche delle cavità. Inoltre le immagini elettriche avvalorano l'ipotesi della presenza di eventuali prosecuzioni.

**Parole chiave:** Puglia, ERT, cavità, sensitività.

## Abstract

This paper presents the results of resistivity tomographies (Electric Resistivity Tomography) performed on the surface of the Cave 'La Guangola', in locality St. Elia, at 6 km north from the town of Altamura (BA). The cave is registered at the 'Catasto delle grotte della Puglia' and therefore a precise knowledge about size and shape of voids under investigation is available. The electric resistivity data acquisition was carried out according to some typical electrode configurations: Dipole-Dipole (DD), Wenner-Schlumberger (WS) and Pole-Dipole (PD). On the other hand in processing phase, datasets from the combination of the above configurations have also been used. For each dataset used, a sensitivity analysis was performed to allow the choice of the most suitable model for interpretation.

The comparison between the section available and the ERT image selected by sensitivity analysis shows a good correspondence between them, demonstrating that the method has great potentiality in providing informations about the location and about geometrical and morphological features of the cavities. In addition, the electrical images corroborate the presence of possible prosecutions.

**Keywords:** Apulia region, ERT, Sensitivity.

## Introduzione

Le cavità naturali sono ampiamente diffuse in Puglia a causa delle caratteristiche geologico-strutturali della Regione. La loro localizzazione, a volte sconosciuta, la definizione delle caratteristiche geometriche e morfologiche e la ricerca di eventuali prosecuzioni delle stesse, hanno un ruolo importante nella esplorazione speleologica. In questo campo, le tecniche geofisiche hanno assunto un'importanza crescente a causa della loro natura non invasiva, nonché della possibilità di eseguire ricerche estese a costi ridotti.

Infatti diversi metodi di esplorazione geofisica sono stati applicati con successo per tali scopi (Del Gaudio *et al.*, 1989; Quarto *et al.*, 1996; Beres *et al.*, 2001; Styles *et al.*, 2005). Le tecniche più produttive sono quelle per le quali le cavità esibiscono i maggiori contrasti fisici (densità, resistività elettrica, suscettività magnetica, etc.) rispetto al mezzo geologico incassante. Il parametro resistività sembra rispettare abbondantemente tale

requisito ed in questo contesto la metodologia ERT, ampiamente utilizzata (Noel *et al.*, 1992; Palmer, 1959, Smith, 1986; Zhou *et al.*, 2000) può rappresentare uno strumento importante per gli scopi suddetti. In questo lavoro sono presentati i risultati di tomografie di resistività effettuate su un ipogeo carsico, di cui si dispone di rilievo topografico, situato nel territorio comunale di Altamura (BA) al fine di testare la metodologia ERT per quanto concerne localizzazione e caratterizzazione geometrico-morfologica delle cavità e per la ricerca di eventuali prosecuzioni della grotta “La Guagnola”.

## Materiali e Metodi

Il metodo geoelettrico tomografico (ERT) consente di ricostruire sezioni bidimensionali di resistività. Un profilo tomografico viene realizzato tramite lo stendimento di un cavo multipolare che collega una serie di elettrodi, i quali vengono utilizzati tanto per l'immissione della corrente  $I$  che per la misura della differenza di potenziale  $V$ . Tramite queste due grandezze fisiche è possibile calcolare la resistività elettrica apparente. Le misure possono essere fatte utilizzando differenti configurazioni elettrodeiche (fig. 1) che danno risposte differenti in termini di profondità di investigazione, risoluzione, rapporto segnale/rumore e sensibilità (vedi in seguito).

Gli elettrodi di corrente vengono indicati come  $C1$  e  $C2$ , quelli di potenziale  $P1$  e  $P2$ ;

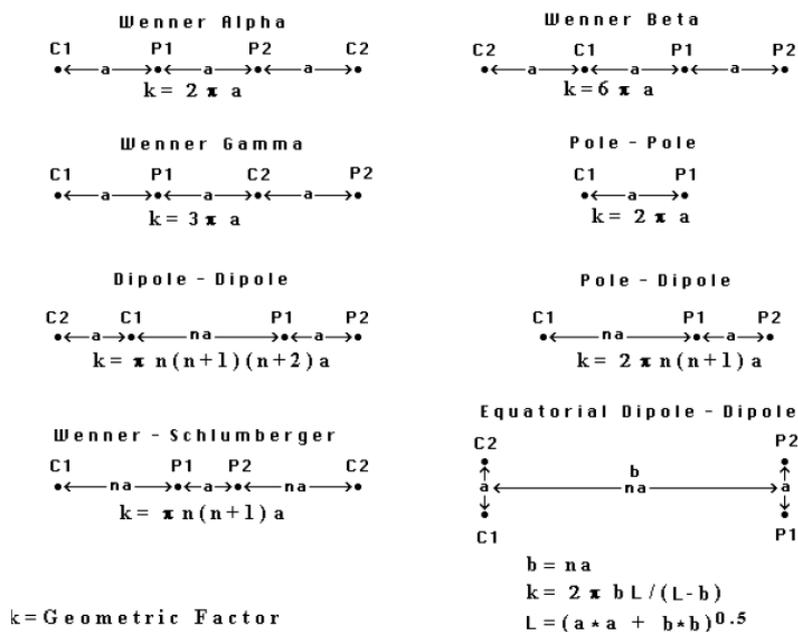


Fig.1: Configurazioni elettrodeiche.

Spostando lateralmente il quadripolo si registrano le variazioni orizzontali della resistività, mentre con il progressivo allargamento della spaziatura  $n$  e di  $a$  si acquisiscono informazioni su porzioni del sottosuolo via via più profonde; si ottiene così una pseudosezione di resistività apparente che, pur fornendo un'indicazione sull'andamento della resistività nel sottosuolo non ne rappresenta il valore reale.

L'inversione dei dati, rappresenta la fase dell'elaborazione che, attraverso opportuni algoritmi di calcolo, permette appunto di passare dall'insieme delle misure di resistività apparente ad un set di dati che contiene la reale distribuzione della resistività elettrica nel sottosuolo.

In questa fase la sezione viene suddivisa in un certo numero di blocchi rettangolari a ciascuno dei quali è associato un valore di resistività e la cui distribuzione viene generata in funzione dei dati misurati. Il modello di partenza è un semispazio omogeneo avente resistività pari al valore medio (in scala logaritmica) delle

resistività misurate. Il processo di inversione modifica il modello di resistività cercando di ridurre iterativamente la differenza tra i valori di resistività apparente misurati e calcolati, rappresentata matematicamente dallo scarto quadratico medio (RMS) dell'errore espresso in %.

### Inquadramento geologico e rilievo dell'ipogeo

La grotta 'La Guangola', detta anche 'Mezzoprete' è localizzata in località Sant'Elia, a 6 km in direzione nord dal centro abitato di Altamura (fig. 2) ed a circa 1 Km a SE del Pulo, a cavallo quindi tra le pendici meridionali dell'Altopiano delle Murge e quelle settentrionali della depressione della Fossa Bradanica, in un territorio che costituisce una zona di ricarica per la falda carsica Murgiana e che quindi risulta fortemente interessato da cavità. Utili informazioni sui caratteri generali dell'area si ricavano dal F° 189 "Altamura" della Carta Geologica d'Italia (1:100000), dalle relative note illustrative (Azzaroli *et al.*, 1968).

Tale ipogeo, accatastato come una grotta di sprofondamento, si attesta esclusivamente nella formazione cretacea denominata 'Calcarea di Altamura'. L'imbocco è localizzato a 468 m s.l.m., sul fianco occidentale di una anticlinale avente direzione NO-SE e localizzata tra l'ipogeo oggetto di indagine ed il Pulo.

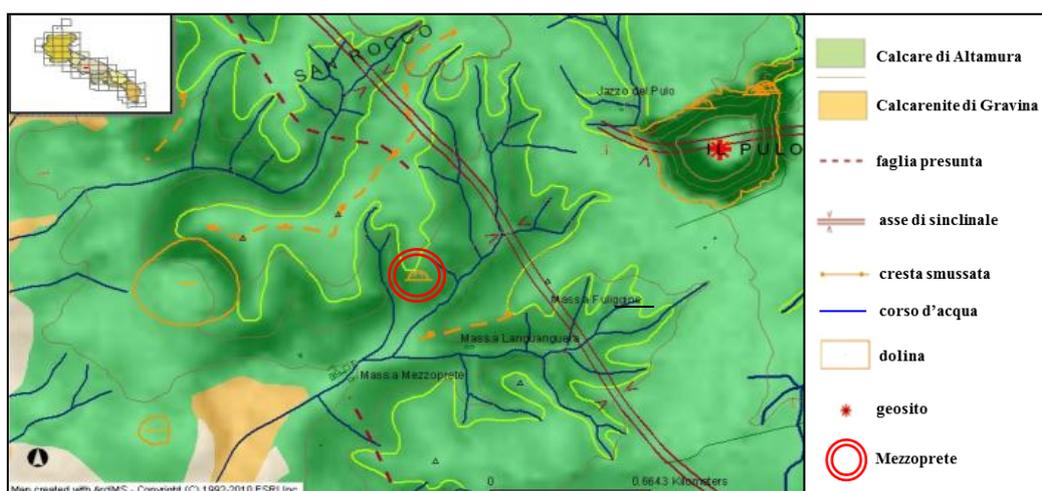


Fig.2: a) Carta geologico-strutturale schematica. b) direzioni di sviluppo della cavità e direzioni di fratturazione

La grotta è inserita nel *Catasto delle Grotte della Puglia* ed è stata rilevata nei suoi caratteri principali. Pertanto sono presenti diverse informazioni tra cui un rilievo topografico che consta di una mappa ed una sezione parallela al profilo tomografico (fig 3). Il rilievo mostra come un modesto imbocco immette in un salone, caratterizzato da grossi ammassi stalattitici e che tale salone presenta un'asse di massimo allungamento in direzione NE, e dimensioni massime pari a circa 40x20x15 m. Lungo la direzione di massimo allungamento ed oltre un modesto restringimento della sezione vi è un ulteriore sala di dimensioni più limitate cui segue, nella porzione più nord orientale, una piccolo pozzo, profondo circa 1 m, e riempito di sedimenti fini.

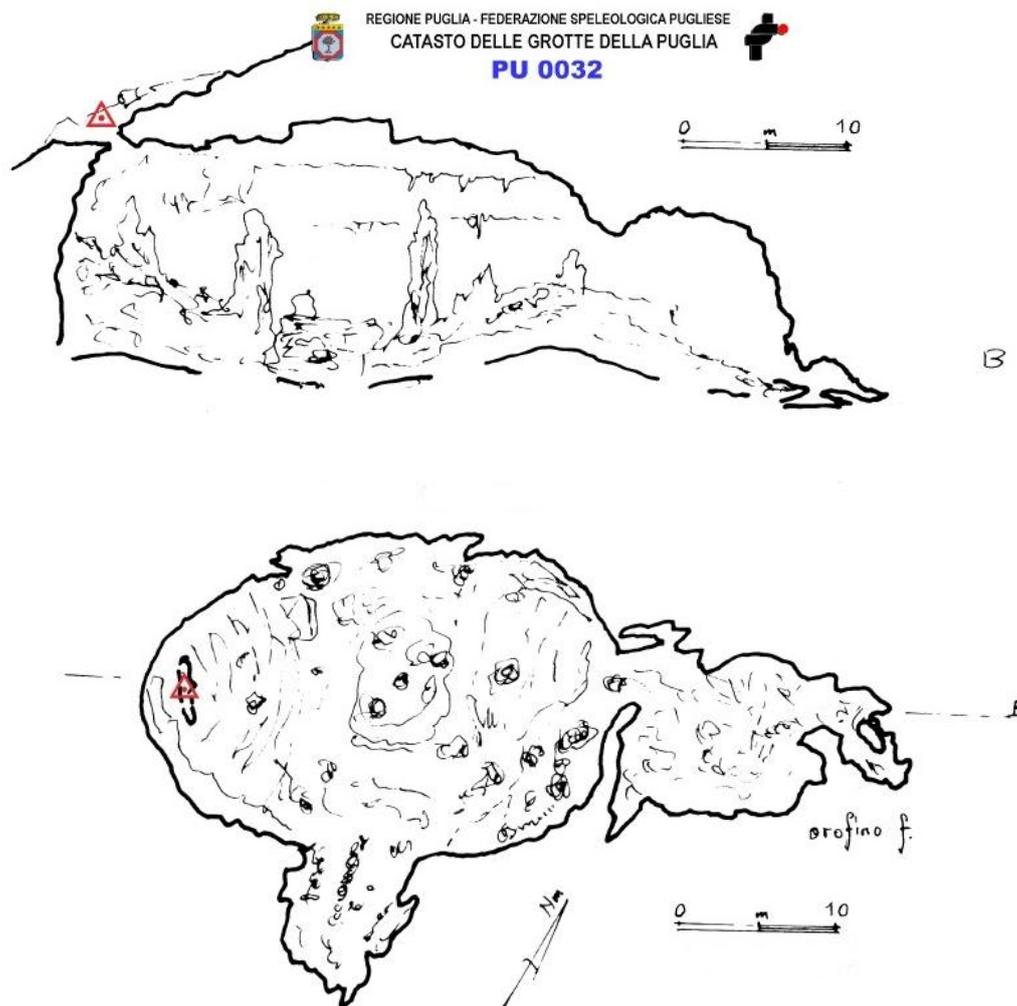


Fig.3: Sezione e mappa morfologica (Catasto delle Grotte della Puglia)

La sezione di rilievo è stata confrontata direttamente ai risultati delle tomografie per testare le potenzialità di tale metodo geofisico al fine di localizzare la cavità e delinearne le caratteristiche geometriche e morfologiche.

## Indagine

### Acquisizione

Le indagini elettriche sono consistite nella realizzazione di un profilo con 48 elettrodi (fig.4) con distanza elettrodoica pari a 5 m. Il profilo è stato centrato a circa 60 m a NE dell'ipogeo. Questa scelta ha permesso simultaneamente un buon controllo sulla geometria della grotta e su eventuali prosecuzioni della stessa in direzione NE.

I dati di resistività sono stati acquisiti mediante il georesistivimetro Syscal R2 della Iris Instruments, che utilizza un sistema multielettrodo. Sono state effettuate tomografie secondo tre differenti configurazioni elettrodoiche standard (fig. 3):

- Wenner-Schlumberger
- Dipolo-Dipolo
- Polo-Polo

La prima configurazione, meglio si presta a risolvere variazioni di resistività verticali, la seconda presenta una maggiore risoluzione orizzontale e la terza viene comunemente consigliata nelle indagini geoelettriche rivolte alla ricerca di cavità (Elawadi *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2005).

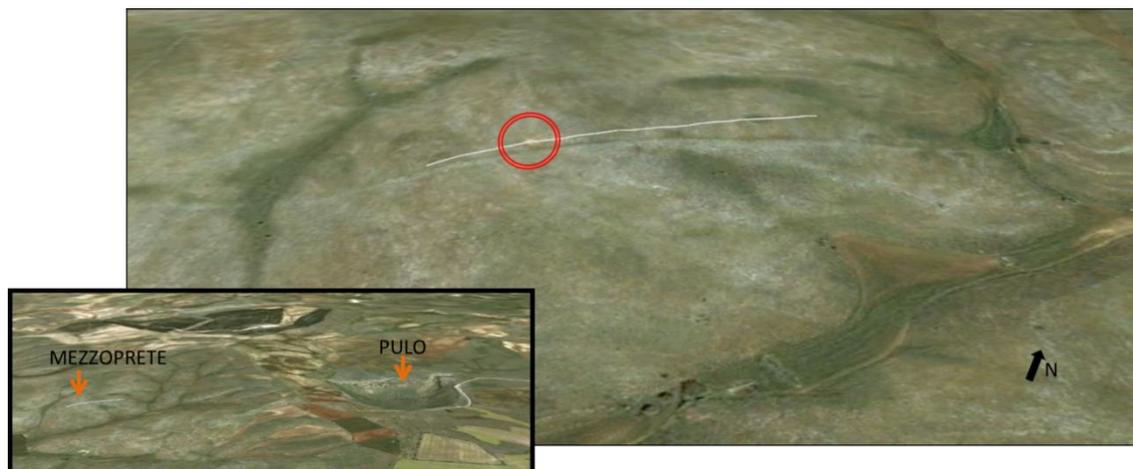


Fig.4: ubicazione del profilo tomografico (Google Earth).

### Elaborazione

L'elaborazione dei dati acquisiti in campagna è consistita in una prima fase di filtraggio mediante l'eliminazione manuale, per ciascuna configurazione elettrodica, dei *bad data* ed il restringimento semi automatico dello spettro dei valori misurati di potenziale, corrente e resistività mediante i software *PROSYS* e *RES2DINV* entrambi distribuiti dalla *IRIS INSTRUMENT*. Essenzialmente in questa fase vengono eliminati dati connessi ad elettrodi in cattivo contatto con il terreno o con il cavo. Tale fase permette quindi una riduzione dell'errore connesso al processo di misura. In questa fase sono stati anche assemblati i dataset comprensivi di più configurazioni elettrodiche che nella fattispecie risultano essere Wenner-Schlumberger/Dipole-Dipole (WS-DD), Dipole-Dipole/Pole-Dipole (DD-PD) e Wenner-Schlumberger/Dipole-Dipole/Pole-Dipole (WS-DD-PD).

La seconda fase è consistita nell'inversione dei 6 dataset mediante il software *RES2DINV* che utilizza un algoritmo di inversione basato sui minimi quadrati.

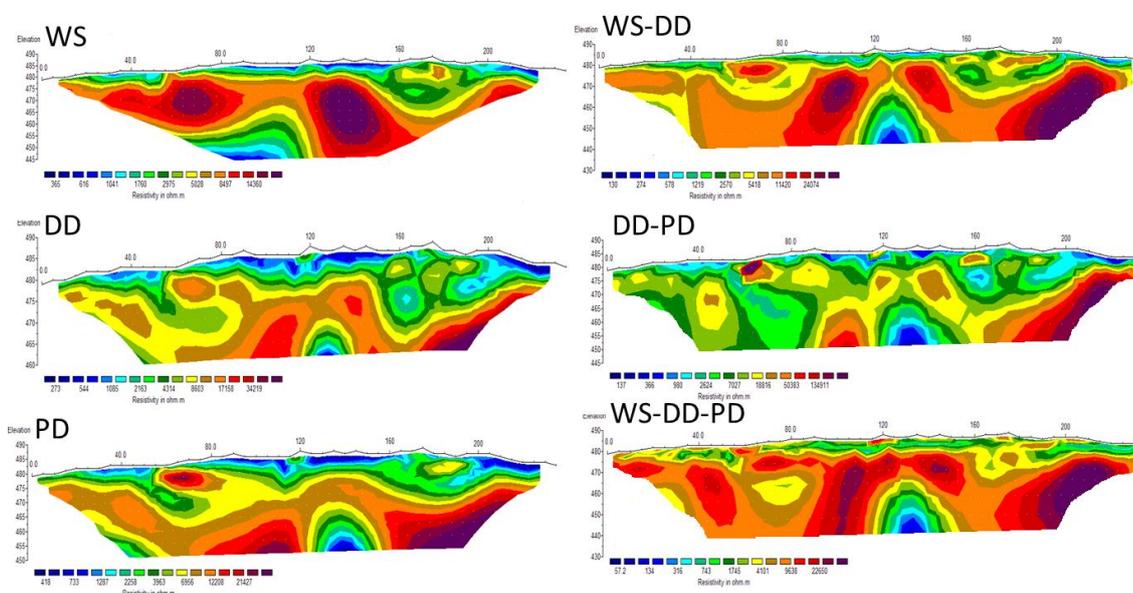


Fig.5: Tomografie Geoelettriche ottenute utilizzando differenti array

In questo caso disponiamo di 6 sezioni tomografiche differenti ma tutte compatibili, nell'ambito degli errori sperimentali, con i dati acquisiti. In questo lavoro, viene suggerito un criterio per selezionare l'immagine elettrica più affidabile per la successiva fase di interpretazione.

### Analisi di Sensitività

La funzione sensitività esprime l'entità con la quale un cambiamento di resistività di una porzione del sottosuolo, funzione della sua posizione (x,y,z) influenzerà il potenziale misurato da quel tipo di configurazione degli elettrodi. Più alto è il valore della sensitività maggiore sarà l'influenza di questa porzione del sottosuolo sulle misure e quindi anche il grado di affidabilità della misura su tale porzione. Tale grandezza (eq.1) per una semplice configurazione Pole-Pole e considerando come origine (0,0,0) la distanza da un elettrodo di corrente viene espressa dalla relazione

$$F_{3D}(x,y,z) = \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{x(x-a) + y^2 + z^2}{\left[x^2 + y^2 + z^2\right]^{1.5} \left[(x-a)^2 + y^2 + z^2\right]^{1.5}} \quad (1)$$

Si noti che i valori a più alta sensibilità si trovano in prossimità degli elettrodi mentre questa tende a diminuire con la profondità.

Pertanto, per tutte le inversioni è stata effettuata un'analisi di sensitività alle varie profondità di indagine al fine di selezionare tra le 6 configurazioni adottate, quella che presenta più alti valori di tale parametro alle profondità di interesse e quindi quella più affidabile.

L'analisi di sensitività (fig.6) mostra come i dataset comprensivi di più configurazioni presentino una sensitività più alta di quella delle configurazioni tipiche, ed in particolare la configurazione WS-DD-PD risulta quella che presenta la maggiore sensitività per tutte le profondità considerate. Pertanto sono stati utilizzati i risultati dell'inversione di questo array per la successiva fase di interpretazione del modello geoelettrico del sottosuolo.

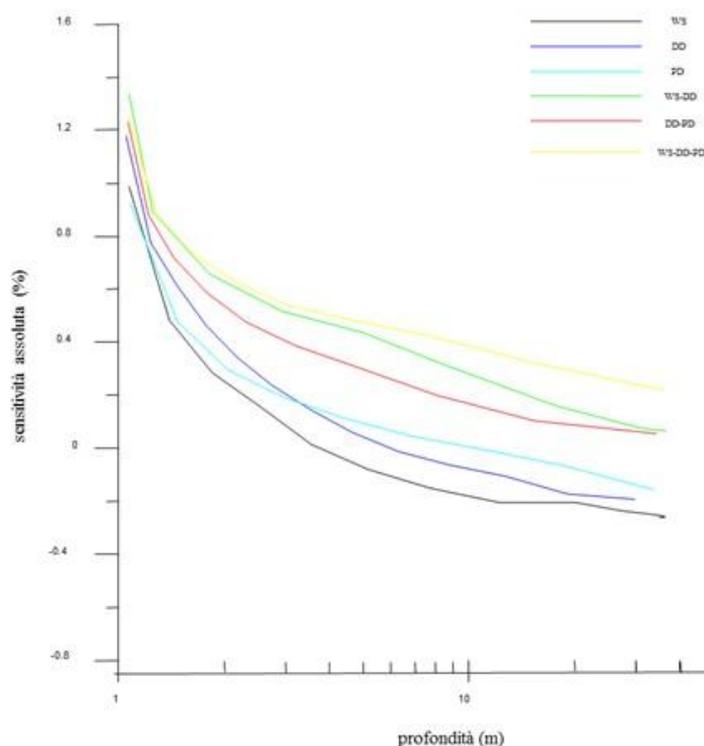


Fig.6: Grafico Profondità-Sensitività per i vari array

## Interpretazione

La sezione di resistività selezionata (fig. 6) mostra un elettrostrato resistivo (1000-4000  $\Omega\cdot m$ ), indicato con A, che si estende con continuità lungo tutta la sezione e dalla superficie sino ad una profondità compresa tra 3 m a 10m. Tale orizzonte è associabile al Calcare di Bari che affiora in prossimità della grotta. Questo è interrotto ad una distanza di circa 60 m dall'origine, esattamente nel punto dove si attende un anomalo corpo resistivo dovuto alla presenza dell'ipogeo. E' stata sovrapposta la sezione della grotta (scheda catastale) alla tomografia selezionata dalla precedente analisi al fine di verificarne la corrispondenza.

La sezione WS-DD-PD mostra una anomalia resistiva (10000-15000  $\Omega\cdot m$ ) che corrisponde piuttosto fedelmente (zona B) alla sezione catastale oltre che per le geometrie dei vuoti in questione, anche per la posizione della modesta strettoia che divide le due sale interne. Alle stesse quote ed in posizione simmetrica rispetto a 'Mezzoprete', un'altra anomalia meno resistiva della precedente (zona C, 4000-8000  $\Omega\cdot m$ ) interrompe la continuità dell'elettrostrato superficiale. Questa sembra riprodurre grossomodo le geometrie già viste per la grotta oggetto di studio e potrebbe essere interpretata come una zona in cui il processo di carsificazione non si è spinto a tal punto da creare vuoti continui. Le anomalie A e B ricadono in zone dove la sensitività risulta molto elevata (fig. 6).

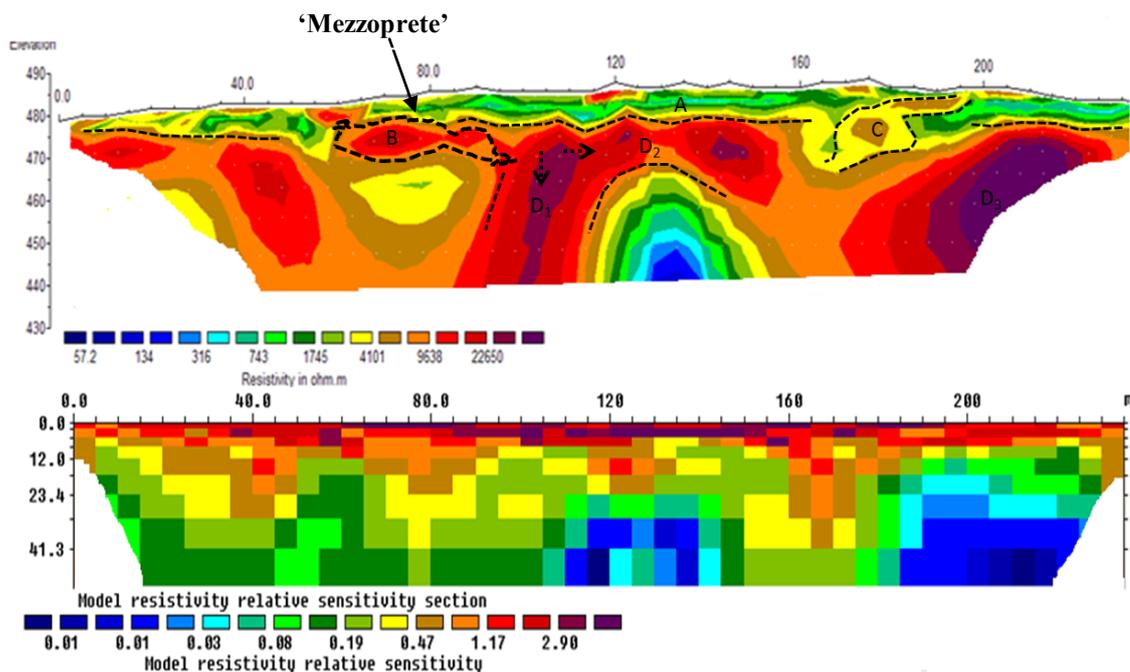


Fig.7: (sopra)Tomografia geoelettrica selezionata per l'interpretazione (WS-DD-PD) e (sotto) relativo profilo di sensitività.

Al di sotto delle zone A, B e C la distribuzione delle anomalie di resistività appare piuttosto complessa. Questa porzione di sottosuolo, dal punto di vista della risposta elettrica presenta valori di resistività piuttosto elevati ed è interessata da zone i cui valori possono raggiungere i 30000  $\Omega\cdot m$  (zone D) e da zone i cui valori solo in alcuni punti scendono al di sotto dei 4000  $\Omega\cdot m$ . L'anomalia resistiva D<sub>1</sub>, a prevalente sviluppo verticale è posta proprio al di sotto della porzione più esterna della grotta, ovvero dove è presente il piccolo pozzo descritto in precedenza. L'anomalia D<sub>2</sub>, è localizzata alle stesse quote di Mezzoprete e ricade in una porzione della sezione interessata da valori di sensitività elevati. Al contrario la anomalia D<sub>3</sub> è interessata da valori di sensitività piuttosto bassi. La tomografia di resistività sembra avvalorare l'ipotesi che le anomalie localizzate in D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> possano rappresentare verosimilmente prosecuzioni della cavità oggetto di indagine.



## Conclusioni

Nel presente studio sono stati raggiunti due principali obiettivi. Dal punto di vista metodologico è stata suggerita una procedura di processing che è consistita nella costruzione dei dataset comprensivi di più configurazioni, nell'inversione di tutti i dataset e, mediante un'analisi della sensibilità associata alle varie profondità di indagine, nella selezione della tomografia più affidabile per la successiva fase di interpretazione. A tal proposito si è visto come la sezione derivante dall'inversione del dataset comprensivo di tutte le configurazioni (WS-DD-PD) sia risultata quella con valori di sensibilità più elevata per tutte le profondità considerate.

Dal punto di vista applicativo invece, in primo luogo la comparazione tra l'immagine ERT selezionata e la sezione catastale disponibile mostra un'ottima corrispondenza tra le due. In secondo luogo l'immagine ERT delinea la presenza di anomalie fortemente resistive, una al di sotto del margine nord-orientale dell'ipogeo e l'altra alle stesse quote ed in posizione adiacente allo stesso.

I risultati di tale lavoro mostrano come le immagini di resistività possano aiutare a localizzare e caratterizzare in maniera speditiva le cavità dal punto di vista morfologico e geometrico ed infine a delineare la presenza di eventuali prosecuzioni delle stesse. Per questo, tale metodo può rappresentare un importante strumento in supporto all'esplorazione speleologica, sebbene l'integrazione di altre metodologie dirette e/o indirette possa aiutare a vincolare il modello del sottosuolo.

## Bibliografia

AZZAROLI A., RADINA B., RICCHETTI G. & VALDUGA A. (1968) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 189, Altamura*, Serv. Geol. It., 21 pp., Roma.

BERES, M., LUETSCHER, M. & OLIVIER, R. (2001) - *Integration of ground-penetrating radar and microgravimetric methods to map shallow caves*, *Journal of Applied Geophysics* Vol. 46, pp. 249-262.

DEL GAUDIO, V., FUIANO, R. & RUINA, G., (1989) - *Rilievo Gravietrico Preliminare sulla grotta di Monte Vicoli, Ceglie Messapica*, Estratto da Atti del XV Congresso Nazionale di Speleologia.

EL-QADY, G., HAFEZ, M., ABDALLA, M.A & USHIJIMA, K. (2005). - *Imaging subsurface cavities using geoelectric tomography and ground-penetrating radar*. *Journal of Cave and Karst Studies*, v. 67, no. 3, p. 174-181.

ELAWADI, E., EL-QADY, G., SALEM, A. & USHIJIMA, K. (2001) - *Detection of cavities using pole-dipole resistivity technique*, *Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu Univ.*, v. 61, p. 101-112.

NOEL, M. & XU, B. (1992) - *Cave detection using electrical resistivity tomography*: *Cave Science*, v. 19, p. 91-94.

PALMER, L. (1959) - *Location of subterranean cavities by geoelectrical methods*, *Mining Magazine (London)*, v. 91, p. 131-147.

QUARTO, R. & SCHIAVONE, D. (1996) - *Detection of cavities by the self-potential method*. *First Break* Vol. XIV, N.11.

SANTOS, A. & AFONSO, R. (2005) - *Detection and 2D modelling of cavities using pole-dipole array*. *Environ. Geology*, 48: 108-116.

SMITH D. (1986) - *Application of the pole-dipole resistivity technique in the detection of solution cavities beneath highways*: *Geophysics*, v. 51, p. 833-837.

STYLES, R., MCGRATH, R., & THOMAS, E., (2005) - *The use of microgravity for caving characterization in karstic terrains*, *Q J Eng. Geol.Hydrog*, 38, 155-169.

ZHOU, W., BECK, B. & STEPHENSON, J. (2000) - *Reliability of dipole-dipole electrical resistivity tomography for defining depth to bedrock in covered karst terranes*, *Env. Geology* Vol. 39 (7), pp. 760-766.



## IL PROBLEMA DELLE VORAGINI AD AGLIANO TERME IL PRIMO APPROCCIO DI TIPO SPELEOLOGICO INTEGRATO

*Valentina Tiberi<sup>1</sup>, Maurizio Mottin<sup>1</sup>, Elena Minuzzo<sup>1</sup>, Francesco Minuzzo<sup>1</sup>, Riccardo Cantele<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Gruppo Speleologico Geo CAI Bassano del Grappa -VI-

### Riassunto

Questo lavoro descrive i risultati di un approccio speleologico integrato applicato in una fase preliminare di definizione del problema dell'apertura improvvisa di voragini nel centro abitato di Agliano Terme (AT), fornendo anche alcuni spunti per successive indagini. Si tratta di un notevole passo in avanti nella comprensione e gestione di quello che si configura come un fenomeno complesso che interessa l'area almeno da qualche decennio ed è legato con tutta probabilità alla presenza nel sottosuolo di cavità artificiali costruite per scopi e probabilmente in epoche assai differenti.

**Parole Chiave:** Voragini, Approccio speleologico integrato, Cavità artificiali, Agliano Terme.

### Introduzione

In Italia il fenomeno degli sprofondamenti all'interno di centri urbani è ancora oggi tra gli elementi di pericolosità ambientale più rilevanti soprattutto a causa dell'imprevedibilità che caratterizza spesso tale fenomeno. Laddove il processo si manifesta, è spesso legato alla presenza di cavità artificiali aventi un'età anche millenaria. Gli esempi forse più noti provengono dai grandi centri urbani quali Roma (Sciotti, 1982; Lanzini, 1995; Mazza, Capelli, Lanzini, 2008), Napoli (Auriemma, Ortolani, Pagliuca, Pisano, 2004), costituendo addirittura uno dei maggiori elementi di pericolosità per il territorio pugliese (Bruno & Cherubini, 2005; Parise, A. De Pascalis, F. De Pascalis, Donno, Inguscio, 2008; Parise, 2008b; Parise & Delle Rose, 2009; Barnaba, Caggiano, Castorani, Delle Rose, Di Santo, Dragone, Fiore, Limoni, Parise, Santaloia, 2010; A. De Pascalis, F. De Pascalis, Parise, 2010). La problematica presenta una lunga serie di ostacoli alla sua comprensione e risoluzione soprattutto proprio per i casi in cui il fenomeno sembra essere legato alla presenza di cavità artificiali, caratterizzate spesso da sviluppi tali da comporre un mosaico di ambienti sotterranei esteso quasi quanto quello superficiale. In questi casi l'ispezione speleologica e la diretta verifica della stabilità delle strutture sotterranee costituisce una delle più importanti fasi di prevenzione nei confronti dei danni provocati dalla formazione di voragini, meglio conosciute nella letteratura scientifica internazionale con il nome di "sinkholes".

Arroccato su una collina dell'astigiano, Agliano Terme è il maggiore centro abitato dell'omonimo comune. Anche qui da decenni la popolazione e gli enti di governo del territorio devono affrontare il problema dell'apertura di voragini. Il fenomeno sembra riguardare in particolare l'area sommitale dove, oltre agli edifici abitativi, sono presenti strutture sportive, un parco giochi ed una cisterna che fornisce acqua al paese. E' probabile che il fenomeno sia legato alla presenza di cavità artificiali costruite all'interno di un substrato di rocce tenere caratterizzato talora da un'alterazione chimica diffusa. L'età, la struttura, l'originaria funzione e lo sviluppo delle cavità sotterranee conosciute nell'area ed in parte esplorate nell'ambito di questo lavoro, presentano una notevole varietà. Nonostante il problema coinvolga da tempo Agliano Terme, è solo dal 2010 che esso viene affrontato organicamente da un punto di vista speleologico integrato. Nel 2010 infatti l'amministrazione comunale di Agliano ha richiesto al Gruppo Speleologico Geo CAI Bassano del Grappa (VI) di effettuare un sopralluogo alla recente voragine e alle cavità artificiali presenti nell'area per individuarne un'eventuale connessione.

### Definizione dei recenti fenomeni di sprofondamento

Nella primavera del 2010, a seguito di precipitazioni piovose particolarmente intense, si è aperta nella porzione sommitale dell'abitato di Agliano Terme, l'ennesima voragine che ha coinvolto parte del camminamento che collega la struttura degli spogliatoi all'adiacente campo sportivo (fig. 1). Il cedimento si è manifestato all'incirca in corrispondenza di un precedente sprofondamento che per ragioni di sicurezza è stato occluso con un riempimento artificiale poco dopo la sua formazione. La voragine esplorata dagli speleologi del G. S. Geo CAI Bassano del Grappa (VI) ha rivelato una profondità di circa 6 m e sezioni

planari dalla forma irregolare, con dimensione massima di circa 3 m alla quota del piano campagna. Al momento dell'ispezione lo sprofondamento non presentava prosecuzioni laterali, neanche dopo la rimozione di parte dell'accumulo di fondo. Le pareti hanno mostrato in sezione una successione stratigrafica caratterizzata da livelli di terreno incoerente di riporto al di sopra di un substrato roccioso stratificato costituito da alternanze di marne, marne siltose ed arenarie, caratterizzate da un evidente stato di alterazione. Dalle testimonianze raccolte sembra che il fenomeno si sia sviluppato nell'arco di almeno qualche ora e non abbia causato danni fisici a persone. La ricerca di segni di cedimento nelle vicinanze dello sprofondamento ha permesso di individuare importanti lesioni della struttura dello spogliatoio (fig. 2) e dell'adiacente muro di contenimento, insieme ad una forma di deformazione del manto stradale compatibile con fenomeni di sprofondamento. Non è ancora chiaro se queste evidenze siano in qualche modo collegabili all'apertura della voragine esplorata ed a quella precedente, anche se, una prima valutazione dei dati strutturali raccolti durante i rilevamenti, ha messo in luce analogie tra le strutture di deformazione fragile che interessano il terreno e quelle rintracciabili sulle strutture antropiche.



*Fig. 1 - La voragine apertasi nella primavera del 2010 e la sua ispezione ad opera degli speleologi del G. S. Geo CAI Bassano.*



*Fig. 2 - Lesioni dell'edificio adiacente al sito d'innescò della voragine apertasi nella primavera del 2010.*

## **I sinkholes oblitterati**

Quasi tutti i fenomeni di sprofondamento che hanno interessato Agliano Terme negli ultimi decenni hanno subito interventi di consolidamento che ne hanno provocato la totale oblitterazione. Sembra che si sia trattato di sinkholes di grandezza e morfologia molto variabile, generalmente di dimensioni metriche o decimetriche. Per molti casi pare che il fenomeno fosse associato alla presenza di scorrimenti idrici sotterranei ben percepiti dalla popolazione locale che maggiormente veniva coinvolta dalle conseguenze distruttive del fenomeno. Va osservato, a questo proposito, come i danni prodotti dall'innescò dei sinkholes siano di natura ed entità variabile, anche in conseguenza delle differenti destinazioni d'uso che l'area ha avuto nel tempo. Ancora nella memoria di molti è lo sprofondamento nel terreno di un trattore durante la lavorazione agricola dell'area dove attualmente sorge il campo sportivo (fig. 3). Il sopralluogo effettuato dal Gruppo Speleo di Bassano ha permesso di individuare nell'area sommitale del paese, altri due sprofondamenti, oltre a quello della primavera del 2010, tuttavia essi sono difficilmente accessibili e di difficile definizione a causa della posizione e degli effetti prodotti dalla rigogliosa vegetazione che vi è attecchita sopra e nell'intorno.



*Fig. 3 - L'area sommitale di Agliano Terme, sede della maggior parte degli sprofondamenti.*

### **Le cavità artificiali di Agliano Terme**

I sopralluoghi effettuati ad Agliano Terme hanno messo in evidenza l'esistenza di ambienti sotterranei di origine antropica nell'area sommitale del paese alcuni dei quali scoperti solo di recente e ancora oggetto di una contestualizzazione storica. Tra le cavità visitate nell'ambito di questo lavoro, esprimono bene la varietà dell'underground di Agliano: un cunicolo a struttura roccia-sostenuta ed una vasca di raccolta delle acque costituita da una struttura di supporto e rivestimento interno in mattoni.

Per la stessa area si ha conoscenza di altre cavità sotterranee che, insieme alle due già citate, dovrebbero raggiungere nel complesso uno sviluppo di qualche centinaia di metri. Si tratta di cavità apparentemente non collegate tra loro, che si aprono da punti diversi dell'abitato.

Le cavità ispezionate nell'ambito di questo lavoro non sembrano mostrare segni di instabilità tali da poter far temere nell'immediato eventi di sprofondamento. Uno dei cunicoli esplorati si apre tuttavia al di sotto di un'abitazione che nell'ultima fase della sua ristrutturazione ha subito danni proprio a causa dell'innescò di un sinkhole. La reale estensione dell'originaria galleria è difficilmente valutabile in quanto una diramazione laterale è attualmente ostruita da un'occlusione di cemento. Dalle testimonianze raccolte sembra che tale occlusione sia frutto di un tentativo di messa in sicurezza di una parte del cunicolo che aveva subito fenomeni di crollo della volta. Le porzioni di galleria ispezionate, visibili in parte in fig. 4, presentano uno sviluppo di una ventina di metri e terminano in una saletta sotterranea adibita fino a qualche decennio fa a cantina. Il soffitto è interessato dalla presenza di radici e le porzioni rocciose affioranti manifestano un certo grado di degradazione chimica, inoltre l'alterazione e l'elevato grado di tenerezza delle rocce che contengono questi ambienti, fanno sì che il materiale delle pareti e della volta possa essere in molti punti disgregato applicandovi una debole sollecitazione delle dita.

La vasca di accumulo dell'acqua è caratterizzata, invece, da dimensioni di 12 m x 16 m di pianta e di 4 m circa di altezza dei quali quasi 3 sommersi al momento dell'ispezione avvenuta a giugno 2010 (fig. 5). Sembra che l'acqua si accumuli per fenomeni di infiltrazione diffusa attraverso le pareti dal lato monte. La struttura è posta quasi interamente al di sotto del parcheggio adiacente all'edificio scolastico del paese ed è accessibile da uno dei tombini del parcheggio.

Non è chiaro ancora in quali rapporti porre queste cavità nei confronti delle vicende storiche vissute da questo centro astigiano. L'area sommitale di Agliano Terme è stata sede tra l'altro di un castello distrutto nella prima metà del 1600 lasciando posto ad uno spazio dell'ambito urbano che ha subito nel tempo diverse modificazioni morfologiche comprendendo anche la realizzazione di rilevati e successivi abbassamenti del piano campagna fino alla quota attuale. L'antica tradizione popolare locale vuole che nel sottosuolo di quest'area fossero state costruite, all'epoca dei signori di Agliano, gallerie di fuga dello sviluppo addirittura di diversi chilometri.



Fig. 4 - Uno dei cunicoli sotterranei dell'area sommitale di Agliano Terme (altezza circa 1,5 m).



Fig. 5 - Uno dei momenti dell'ispezione della vasca sotterranea adiacente all'edificio scolastico.

### Verso una gestione sostenibile del fenomeno

Quanto emerso dai sopralluoghi effettuati dal Gruppo Speleologico Geo CAI Bassano del Grappa, ha fatto sì che per la voragine apertasi nella primavera del 2010, contrariamente a quanto avvenuto per la maggior parte delle precedenti, sia prevista una copertura rimovibile tale da garantire sia la sicurezza del sito, sia l'ispezionabilità dello sprofondamento. In tal modo sarà possibile verificare direttamente l'evoluzione naturale di quello che si configura come un fenomeno complesso le cui cause sono ancora in una fase preliminare di definizione. La soluzione, unitamente alle analisi effettuate nell'ambito dell'applicazione di un approccio speleologico integrato, nell'ottica di perseguire una gestione sostenibile del problema voragini, dovrebbe prevedere in futuro indagini più approfondite continuando a seguire una linea operativa integrata e partecipata.

Diversi sono gli spunti di ricerca che si possono ottenere da casi di studio che si riferiscono, in ambito nazionale, a situazioni riscontrate principalmente nelle regioni Puglia, Campania, Lazio e Toscana come mostrano in parte gli esempi citati nell'introduzione.

Nella maggior parte dei casi una delle prime fasi di lavoro verso la mitigazione del rischio da sprofondamento, consiste nel censimento e rilevamento delle cavità attraverso ispezioni di tipo speleologico ed indagini storiche (Calcaterra & Parise, 2007; Glade, Albini, Frances, 2001). Il programma di analisi dovrebbe prevedere inoltre un dettagliato inquadramento geologico-geomorfologico ed idrogeologico dell'area supportato da sondaggi ed associato ad una definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni. Oltre a queste analisi di base potrebbe essere valutata l'applicazione di indagini e monitoraggi di tipo interferometrico similmente a quanto fatto ad esempio da Cascini, Ferlisi, Peduto, Di Nocera, Fornaro, Serafino (2007); Buchignani, Binda Rosetti, Leva, C. Rivolta (2010) o gravimetrico sul modello ad esempio del recente lavoro di Castiello, Fedi, Florio, Grimaldi (2010). L'analisi delle anomalie gravimetriche è, a questo proposito, una delle tecniche che si sono rivelate più utili in ambiente urbano dove altre prospezioni geofisiche non trovano spesso una facile/utile applicazione (Di Filippo & Tartarello, 2010; Qianshen, Chijun, Funzhen, Wenhu, 1996). Interessante potrebbe anche risultare l'impiego integrato della tomografia elettrica sul modello di quanto fatto da Loperte Cristalloi, Lapenna, Bavusi, Piscitelli, Rizzo (2004) e Piscitelli, Rizzo, Cristallo, Lapenna, Crocco, Persico, Soldovieri (2007).



## Conclusione

Sembra probabile che il fenomeno degli sprofondamenti che si sono verificati nell'area sommitale di Agliano Terme (AT), sia legato alla presenza di cavità artificiali nel sottosuolo. L'approccio di tipo speleologico integrato attuato nel 2010 dagli speleologi del G. S. Geo CAI Bassano e fortemente voluto dalla nuova amministrazione comunale, rappresenta sicuramente un passo avanti verso una gestione sostenibile della pericolosità da sinkhole. Le prime analisi infatti, fornendo una prima definizione del fenomeno, propongono indirizzi di ricerca sulla base di casi studio provenienti, nell'ambito del contesto italiano, da situazioni pugliesi principalmente, ma anche campani, laziali e toscani. Le analisi effettuate hanno già spinto l'amministrazione comunale di Agliano Terme ad un approccio verso una gestione del fenomeno compatibile con la necessità di effettuare in futuro indagini più approfondite, ricostituendo l'agibilità dei siti in modo tale da garantire anche l'ispezionabilità degli sprofondamenti e quindi una più proficua valutazione dell'evoluzione del fenomeno con particolare riferimento a quelli che sembrano mostrare una tendenza alla reiterazione.

## Bibliografia

AURIEMMA G., ORTOLANI F., PAGLIUCA S. & PISANO L., (2004) - *Il rischio di sinkhole nell'area urbana di Napoli*, 1° Seminario sullo stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkhole e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio, APAT, Roma 20-21 maggio 2004.

BARNABA F., CAGGIANO T., CASTORANI A., DELLE ROSE M., DI SANTO A.R., DRAGONE V., FIORE A., LIMONI P.P., PARISE M. & SANTALOAIA F., (2010) - *Sprofondamenti connessi a cavità antropiche nella regione Puglia*, Atti del Work Int. I Sinkholes. Gli Sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato, Roma 3-4 dicembre 2009, Roma, pagine 653-672.

BRUNO G. & CHERUBINI C., (2005) - *Subsidence induced by the instability of weak rock underground quarries in Apulia*, Giornale di Geologia Applicata, 1, pagine 33-39.

BUCHIGNANI V., BINDA ROSETTI L., LEVA D. & RIVOLTA C., (2010) - *Monitoraggio interferometrico con radar da terra in area a rischio sinkhole. L'esempio di Camaiole*, Atti del Work Int. I Sinkholes. Gli Sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato, Roma 3-4 dicembre 2009, Roma, pagine 913-929.

CALCATERRA D., & PARISE M., (2007) - *The contribution of historical information in the assessment of the landslide hazard*, In: T. Glade, P. Albini, F. Frances [a cura di], *The use of historical data in natural hazard assessment*. Advances in natural and Technological Hazard Research, Kluwer Academic Publishers, pagine. 198-209.

CASCINI L., FERLISI S., PEDUTO D., DI NOCERA S., FORNARO G. & SERAFINO F., (2007) - *A land subsidence study via DInSAR technique over large urbanised areas*, Proceeding of Urban Remote Sensing Joint Event.

CASTIELLO G., FEDI M., FLORIO G. & GRIMALDI M., (2010) - *Indagini microgravimetriche per l'individuazione di cavità sotterranee in ambienti urbani: i casi di Cardito (NA) e di Lesina Marina (FG)*, Atti del Work Int. I Sinkholes. Gli Sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato Roma 3-4 dicembre 2009, Roma, pagine 949-966.

DE PASCALIS A., DE PASCALIS F. & PARISE M., (2010) - *Genesi ed evoluzione di un sinkhole connesso a cavità antropiche sotterranee nel distretto estrattivo di Cutrofiano (prov. Lecce, Puglia)*, Atti del Work Int. I Sinkholes. Gli Sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato, Roma 3-4 dicembre 2009, Roma, pagine. 703-718.

DI FILIPPO M. & TARTARELLO M. C., (2010) - *Nuovi dati gravimetrici e caratteri geologici del settore Sud-Est della conca di Camaiole (LU)*, Atti del Work Int. I Sinkholes. Gli Sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato, Roma 3-4 dicembre 2009, Roma, pagine 973-990.

GLADE T., ALBINI P., & FRANCES F., (2001) - *The use of historical data in natural hazard assessment*. *Advances in natural and Technological Hazard Research*, Kluwer Academic Publishers, 17, 220 pp.

M. LANZINI, (1995) - *Il problema delle cavità sotterranee a Roma (un rischio geologico)*, SIGEA, Geologia dell'ambiente, 3.



LOPERTE A., CRISTALLOI F., LAPENNA V., BAVUSI M., PISCITELLI S. & RIZZO E., (2004) - “*GPR and electrical tomography survey to detect cavities in the urban area of Matera (Southern Italy)*,” Progress in Electromagnetic Research Symposium, Pisa, Italy, 28-31 March, 2004.

MAZZA R., CAPELLI G. & LANZINI M., (2008) - *Rischio di crollo di cavità nel territorio del VI Municipio del Comune di Roma*, Memorie Descrittive Carta Geologica d’Italia v. LXXX (2), Dipartimento Scienze Geologiche dell’Università degli Studi Roma Tre, S.E.L.C.A., Firenze, pagine. 149-170.

PARISE M., (2008) - *I sinkholes in Puglia*, Mem. Descrittive Carta Geol. D’Italia, 85, pagine. 309-334.

PARISE M., DE PASCALIS A., DE PASCALIS F., DONNO G. & INGUSCIO S., (2008) - *Cavità sotterranee a fini estrattivi e loro connessione con fenomeni di sprofondamento e subsidenza in agro di Cutrofiano (Lecce)*, Atti “Spelaion 2006”, Borgo San Celano (FG), pagine. 55-69.

PARISE M. & DELLE ROSE M., (2009) - *Sinkhole development induced by underground quarrying and, the related hazard*, Geophysical Research Abstracts, 11, pagina. 214.

PISCITELLI S., RIZZO E., CRISTALLO F., LAPENNA V., CROCCO L., PERSICO R. & SOLDOVIERI F., (2007) - *GPR and microwave tomography for detecting shallow cavities in the historical area of Sassi di Matera (southern Italy)*, Near Surface Geophysics, 5, pagine. 275-284.

QIANSHEN W., CHIJUN Z., FUNZHEN J. & WENHU Z., (1996) - *Microgravimetry* Science Press, China, pagine. 1-146.

M. SCIOTTI, (1982) - *Engineering geological problems due to old underground quarries in the urban area of Rome*, Proc. IV Int. Congress I.A.E.G., New Delhi.



# Spélaion 2010

XV Incontro Regionale della Speleologia Pugliese



10 – 11 – 12 Dicembre 2010  
Villaggio del Fanciullo “San Nicola” – Bari



COMUNE DI BARI



SOCIETÀ  
SPELEOLOGICA  
ITALIANA











# Spélaion 2010

XV Incontro Regionale della Speleologia Pugliese



10 – 11 – 12 Dicembre 2010  
Villaggio del Fanciullo “San Nicola” – Bari



COMUNE DI BARI

SOCIETÀ  
SPELEOLOGICA  
ITALIANA





















## ELENCO ISCRITTI

### GRUPPO SPELEO DAUNO

TANNOIA UMBERTO  
MANSOLILLO GIUSEPPE

### GRUPPO SPELEO MONTENERO

VILLANI GIANPIERO  
CIAVARELLA M.ANTONIETTA  
LO MELE FLORIANA  
RADATTI MICHELE

### GRUPPO SPELEO RUVESE

BERARDI LUIGI  
IURILLI VINCENZO

### GRUPPO RICERCHE CARSIICHE E ASSOCIAZIONE SCIENTIFICA KARSICO

LIPPOLIS PIETRO  
MANGINI MIRKO  
LATERZA GIACOMO  
BELVISO DANILO

### GRUPPO PUGLIA GROTTA

ROMANAZZI ROSANNA  
LOVERGINE FRANCESCO P.  
MEULI VITO  
RODI MARILENA  
PINTO GIAMPAOLO  
BUONGIORNO VITO  
LATTARULO LUCIANA  
DICARLO FRANCESCA  
PROIETTO GAETANO  
LATORRE ROSSELLA  
MONTANARO ALESSANDRA  
NETTI PIERO  
VISPARELLI ROBERTO  
MINOIA LEONE  
SPORTELLI DANIELE  
SAVINO GIUSEPPE

### C.A.R.S. ALTAMURA

MORETTI PIERPAOLO  
MARTIMUCCI VINCENZO  
CARRETTA NICOLA



GNURLANTINO MARIAPIA  
NATRELLA LORENZO  
LASARACINA NICOLA  
GUEGUEN MAELDAN  
GUEGUEN ERWAN  
PUMIR SOPHIE  
PORCELLI MANLIO  
CAPPIELLO GIULIA  
BERLOCO PRUDENZA  
RAGONE GIOVANNI  
DEL VECCHIO FRANCESCO  
PENTIMONE NUNZIA  
CLEMENTE ANGELA

GRUPPO SPELEO MARTINESE

GRASSI GIOVANNI  
LO MASTRO FRANCESCO  
CALELLA PASQUALE  
MARRAFFA MICHELE  
ALO' FRANCESCO  
SEMERARO MARINO  
LACARBONARA GIANPIERO  
LACARBONARA ORLANDO  
DEVITO ANTONELLA  
ZINI MARCO  
PASTORE CLAUDIO

GRUPPO SPELEO STATTE

GRASSI DINO  
DI GERONIMO MARIANGELA  
GENTILE GIACINTO COSIMO  
CANTORE ROSAMARIA  
DRAGONE LUCA  
PONTASSUGLIA BARTOLOMEO  
CARAMIA STEFANO

GRUPPO GROTTA GROTTAGLIE

DE SUMMA CIRO  
DE MARCO BERNARDO  
MONOPOLI DAVIDE  
MASSARO VINCENZO  
DE GIORGIO CARMELO

GRUPPO SPELEO "P. DE LORENTIS"

CICcarese NINì  
NEGRO PAOLO



CENTRO SPELEO ALTO SALENTO (MARTINA FRANCA)

PINTO ANTONIO  
LADDOMADA SILVIO

GRUPPO GROTTI SALENTO

CAPILUNGO BRUNO

GRUPPO SPELEO NARDO'

QUARTA GIANFRANCO

GRUPPO SPELEO NERETINO

BECCARISI MASSIMILIANO  
VITALE ANDREA  
MARRAS VITTORIO  
POSI MARCELLO EMILIO  
FANCIANO FRANCESCA

GRUPPO SPELEO 'NDRONICO

DE NATALE FRANCESCO  
LENTINI MARCELLO  
SELLERI GIANLUCA  
BENE VALERIA  
SORDOILLET CLAIRE  
ROMANO EMILIA

GRUPPO SPELEO GEO CAI BASSANO

TIBERI VALENTINA

GRUPPO SPELEO NATURA ESPLORA

MANCO MICHELE  
GUIDONE IVANA  
MAURANO FRANCESCO

GRUPPO SPELEO CLUB CHIETI

CASSANO GIANLUCA

EXPLORA TEAM

RIZZI ANGELA

GRUPPO SPELEOLOGICO ALPINISTICO VALLO DI DIANO

PALADINO GIUSEPPE  
DE NITTO LAURA  
CAFARO SIMONA  
FUENTES RUBENS



SIGEA PUGLIA

FIORE ANTONELLO

SIMONE ORONZO

GRUPPO SPELEO BOLOGNESE E UNIONE SPELEO BOLOGN.

PAGLIARA ANTONIO

BENEDETTO PIERLUCA

LABORATORIO IPOGEO SALENTINO DI BIOSPELEOLOGIA

INGUSCIO SALVATORE

GRUPPO SCOUT BISCEGLIE

CAMERO GIUSEPPE



Si ringrazia la Regione Puglia, il Comune di Bari, l'Ordine regionale dei Geologi di Puglia, la SIGEA, la Federazione Speleologica Pugliese ed il Club Alpino Italiano Sezione di Bari per la concessione dei patrocini.

Si ringrazia la Provincia di Bari per la concessione del patrocinio e l'elargizione di un contributo.

Si ringraziano i seguenti soci del Gruppo Speleologico Vespertilio CAI Bari per aver collaborato e reso possibile l'organizzazione dell'evento.

Vincenzo Dadduzio  
Raffaele De Leonardis  
Rosanna Laragione  
Marta Lucia  
Sara Lorusso  
Mario Manzari  
Michele Marzulli  
Marco Massaro  
Marco Mondanese  
Francesco Narciso  
Marco Petruzzelli  
Giuseppe Radogna  
Francesco Rubino  
Giuseppe Russo  
Leonardo Santoro  
Umberto Trimigliozzi





*Spelaion 2010 – Atti del XV Incontro Regionale di Speleologia Pugliese*