

Sardegna Speleologica

A photograph of a cave interior. The cave walls are covered in numerous stalactites of varying lengths and thicknesses. The floor is dark and appears to be a mix of rock and mud. In the lower left, a person wearing a red helmet and a purple jacket is crouching, looking towards the center of the cave. The lighting is warm and focused on the central area, creating a dramatic atmosphere.

Sardegna Speleologica

Rivista della Federazione Speleologica Sarda

N. 27 - Aprile 2015

Autorizzazione del Tribunale di Cagliari n. 20 del 15.05.1992

Direttore Responsabile: Mario Pappacoda

Redazione: Silvia Arrica, Roberto Cogoni, Manuela Mulargia, Maurizio Murgia.

Impaginazione: Corrado Conca

In copertina:

Concrezionamenti nella Galleria Carmina - Grotta Corojos (foto di Luigi Mereu)

Quarta di copertina:

Murgulavø. La colonna nel Salone dei dispersi (foto di Silvia Arrica)

La riproduzione totale o parziale di articoli, disegni e fotografie è permessa solo citandone la fonte.
Le foto, quando non diversamente specificato, sono degli autori dell'articolo.

Gli articoli impegnano esclusivamente gli autori.

Stampa Grafiche Ghiani, Monastir



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE SA DEFENSA DE S'AMBIENTE
ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE

Pubblicazione finanziata con fondi della L.R. n. 4 2007
"Norme per la tutela del patrimonio speleologico
delle aree carsiche e per lo sviluppo della speleologia"

Editoriale

Sardegna Speleologica è cambiata. A partire da questo numero infatti si ripresenta ai lettori rinnovata nella veste grafica e, per la prima volta dalla sua nascita, stampata a colori. Tutto questo è il risultato di un periodo di assestamento, di confronto di idee vecchie e nuove. Questo numero è occasionalmente finanziato dalla Convenzione con l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Sardegna, della quale nelle pagine interne è presente un riepilogo delle attività svolte in questi anni.

Come la rivista, negli ultimi tempi anche la Federazione sta venendo fuori da un periodo di riorganizzazione strutturale. Non è stato un percorso facile anche perché nel contempo vi erano tante attività in corso dalle quali non si poteva distogliere l'attenzione. Siamo riusciti a dare continuità ai progetti, a non perdere le occasioni che la Legge Regionale sulla Speleologia (di seguito LR 4/2007) ci ha offerto.

I fondi stanziati dalla LR 4/2007 sono in esaurimento; in queste settimane ci siamo impegnati senza successo per ottenere un'ulteriore copertura finanziaria, in modo da poter dare continuità alle nostre attività più importanti come il catasto, e centri annessi. Ci riproveremo, per riuscire a portare avanti la collaborazione con la Regione, auspicando che la prossima volta i nostri amministratori capiscano la differenza tra interessi regionali e interessi locali. Grazie anche al lavoro fatto dai nostri predecessori, oggi siamo in grado di sfruttare al meglio le tecnologie informatiche, sia per migliorare i tempi di aggiornamento del Catasto che per agevolarne la consultazione, così come della Biblioteca e del Centro Internazionale di Documentazione e Ricerca sulle Grotte di Miniera. Oggi raccogliamo i frutti di chi ha iniziato a dedicarci impegno. La Federazione deve avere sempre più un ruolo di coordinamento sia nelle attività esplorative che divulgative, nonché sulla tutela delle grotte e delle aree carsiche.

Bisogna fare in modo che rinasca al nostro interno la commissione che ne coordina la tutela e che si strutturi quella speleo subacquea.

Dobbiamo anche mantenere una capacità aggregante e per fare questo si vuole dare più importanza alle assemblee "itineranti", scegliendo di volta in volta località diverse e affidando la gestione logistica ai gruppi locali. In passato abbiamo spesso organizzato attività collaterali che si devono riproporre.

In questi ultimi mesi è stato utile poter incontrare nei loro territori i gruppi e gli speleo per confrontarsi. Si vuole dare seguito a questi incontri e ci recheremo ancora nelle loro sedi per continuare a far conoscere la federazione e le sue attività.

Ci adopereremo anche per realizzare nuovamente dei raduni, delle attività di campagna, qualunque cosa che ci consenta di stare assieme, di raccontare e di confrontarci.

Salvatore Buschetti

SOMMARIO

Corojos: l'emozione della scoperta

Marco Murgia

Pagina Sei



Attuali conoscenze esplorative della Serra Pirisi

Silvia Arrica, Gianluca Melis, Lucio Mereu,
Simone Argiolas

Pagina Dodici

Novità nella zona di Oddoulagi, Supramonte di Baunei

Sandro Corona, Giovanni de Falco,
Francesco Firinu

Pagina Ventidue



La GVG o grotta "Il Campanaccio"

Guglielmo A. Caddeo, Daniel Zoboli,
Carlo Sulas

Pagina Ventotto



La grotta di Su Isteri

Franco Sanna, Silvana Sotgia

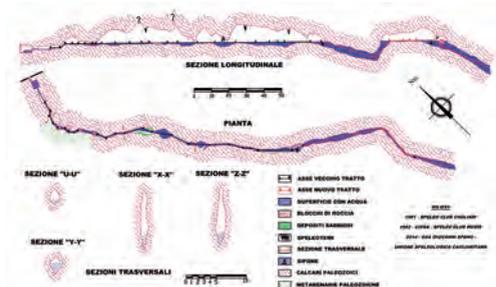
Pagina Trentaquattro



Le grotte della costa di Porto Pino

Roberto Curreli, Alessandro Acca,
Daniele D'Ambrosio, Morena Bonaccorsi,
Riccardo Chirigu, Paolo Pilisi

Pagina Quaranta



Nuove esplorazioni nella Grotta dell'Acquedotto di Nuxis

Roberto Curreli, Alessandro Acca

Pagina Cinquantadue



Sa Brecca de S'Armidda

Sandro Demelas

Pagina Sessantasei



Nidiate di geotritone *Hydromantes imperialis* nella grotta degli Spelerpes

Rosalba Murgia, Giovanni De Falco,
Salvatore Buschetti, Manuela Mulargia,
Cinzia Mulas, Enrico Lunghi, Raoul Manenti,
Claudia Canedoli, Gentile Francesco Ficetola

Pagina Settantadue

SOMMARIO

I geotritoni: cinque ricchezze nascoste della Sardegna

Gentile Francesco Ficetola,
Enrico Lunghi, Claudia Canedoli,
Raoul Manenti
Pagina Ottanta



Analisi e risultati di un nuovo tracciamento geochimico nell'acquifero carsico che alimenta le sorgenti di Su Gologone

Francesco Murgia
Pagina Ottantotto

Resoconto di otto anni della Legge sulla Speleologia

Salvatore Buschetti
Pagina Novantasei



Considerazioni sull'illuminazione a led nella Sala delle eccentriche, Grotte Is Zuddas, Santadi

Roberto Curreli, Alessandro Acca,
Giorgio Sulas
Pagina Cento



**Istituzione della Commissione
di Biospeleologia**

Giampaolo Merella, Roberto Cogoni,
Manuela Mulargia

Pagina Centoundici

Attività C.E.R. 2014

Pagina Centotredici





Corojos: l'emozione della scoperta

di Marco Murgia (Gruppo Grotte Nuorese)

Siamo appena rientrati dall'inaugurazione dell'anno speleologico 2015. Non so perché, ma qualcosa mi spinge a riprendere in mano il racconto, ormai abbandonato, della scoperta della grotta di Corojos.



Qui e in alto, Galleria Carmina (foto L. Mereu)

Quella di quest'anno è una strana inaugurazione. Gli ultimi accadimenti hanno destato una profonda tristezza e un'intima riflessione di ogni singolo socio.

Ma per il Gruppo Grotte Nuorese è una tradizione, da ripetere sistematicamente, che affonda le radici da non so quanti decenni.

Io la vivo da quando, bambino, vedevo mio padre che, preparando lo zaino, mi spiegava, con poche parole, dove andava e che cosa avrebbe fatto. Da quel momento, ogni Santa Domenica e per tutto l'anno, si sarebbe incontrato con gli amici nella sede sociale per andare a fare speleologia.

Ogni volta che lo vedevo partire, cercavo di capire cosa potesse provare uno speleologo nell'entrare in una nuova grotta e cosa potesse sentire di così gratificante.

Sono passati tanti anni e di ricerche esterne ne sono state fatte tante. E, solo adesso, posso comprendere cosa si prova nell'entrare

in un ambiente totalmente inesplorato. Ho sempre provato a immedesimarmi, muovendomi all'interno della Grotta di Su Bentu, in Bruno Piredda che, superando la sala delle Salamandre e, quindi, il Primo Vento, iniziava a percorrerla, dando vita, inconsapevolmente al Gruppo Grotte Nuoresi. Con Babbo, che entrava nella sala dei Palloncini, e per quel tempo, arrivarci, era già un'impresa. Con Mimiu, che accompagnandoci nella nuova diramazione, ci spiegava passo per passo il susseguirsi delle spedizioni che li portarono nella parte finale di Carsismo e Rassegnazione.

Solo adesso percepisco l'emozione da loro provata nell'introdursi in luoghi ancora sconosciuti, quindi inviolati, incontaminati.

Quella di Corojos è stata una piacevole scoperta del GGN.

Stavamo vivendo un momento magico. Esplorandola si fantasticava e si raccontava, a chi non può più entrare in grotta, delle meraviglie di quelle immense sale e delle sue formazioni. Facendo rivivere quelle emozioni che, a suo tempo, loro trasmettevano ai ragazzi più giovani. Si esplorava insomma. Nel nostro piccolo facevamo speleologia.

Il gruppo era più vivo che mai.

Ma poi, improvvisamente, arriva quel maledetto 18 Settembre che ci porta via Luigi. La perdita di un nostro fratello fa crollare quel castello di emozioni che avevamo faticosamente costruito. E oggi quando al Monte Ghirverri ammiravo tutto il golfo, pensavo a tutto questo. E adesso, mentre scrivo ripenso a Luigi, alla famiglia e ai suoi amici.



*Laghetto e, sotto, Galleria Carmina
(foto L. Mereu)*





Galleria Carmina (foto L. Mereu)

Non sarà facile ritrovare quell'entusiasmo e non basteranno tutte le grotte del mondo a colmare la sua mancanza. Addio Luigi.

È un sabato pomeriggio dei primi di luglio. Caldo torrido. In una giornata così si dovrebbe andare a "impoiare" al mare. Invece, con Giulia si decide di fare un salto a Lanaittu. Ci ritorna in mente un piccolo anfratto, alla base di un grosso leccio da cui tirava una corrente d'aria. L'alluvione dell'anno precedente potrebbe averla modificata. Partiamo alle tre col costumino e il telo da mare in macchina. Non si sa mai! Non ci sono Maurizio e Giovanni con i quali condividiamo solitamente le ricerche esterne, soprattutto a Lanaittu, a cui

si dedicano tante domeniche. Sono andati con Alessandro, che sta organizzando una spedizione di tre giorni a Bonaetè, che si svolgerà da lì a poco.

Arriviamo a Troccu de Corojos, una codula che più o meno tutti abbiamo percorso, almeno una volta. È piuttosto lunga e come tutte le codule, molto noiosa. Corojos... Zio Bruno Piredda ci raccontava che quel nome aveva come significato "lamenti del cuore" e richiama a una vecchia leggenda che voleva una centuria romana addentrarsi al suo interno ed essere trucidata dai nostri avi per difendere le genti arroccate a Tiscali.

La grotta si trova a poche centinaia di metri

da dove si lascia la macchina. Indossiamo la tuta, il casco ed entriamo. L'aria è sempre presente. La grotta si presenta molto piccola e lunga poche decine di metri. Non si è aperto niente di nuovo e usciamo. Oramai siamo lì e iniziamo una piccola ricerca in quella zona, molto simile a una gruviera! Saranno passate generazioni di speleologi e probabilmente, in tanti sono già entrati in quegli anfratti, ma nessuna grotta è mai venuta alla luce. Ci soffermiamo in un angolo. Ci sono un po' di rovi e tanta legna accumulata dall'acqua, ma s'intravede qualcosa. Puliamo il posto e spostiamo delle pietre. Nella parte bassa si intravede un ingresso. Giulia si incunea e mi dice "Sembra che prosegua". Non abbiamo niente con noi per continuare a disostruire e decidiamo di ritornare. Di certo, non ci aspettavamo quello che sarebbe successo nei giorni a venire.

La sera stessa a Capo Comino incontriamo la banda che è scesa a Bonaetè, a una festa degli amici del GEA, e insieme decidiamo di ritornare il giorno seguente a controllare quella cavità.

La domenica rieccoci all'ingresso. Questa volta il gruppo è da novanta. Si sono aggiunti Alessandro C. Alessandro P. Maurizio, Giovanni e Biagioli.

Sì, tutti abbiamo pensato che sarebbe stato l'ennesimo buco nell'acqua.

Dopo qualche colpo di martello, Alessandro C. (il nostro demolitore di fiducia!) e Giovanni sono dentro. Fuori cerchiamo un po' d'ombra, il caldo dentro le codole è fastidioso ed è amplificato dall'incessante canto delle cicale. Poi, una voce chiara e distinta rompe le chiacchiere di Biagioli. "Prosegue!!". Giovanni esce e, a differenza di Alessandro non sa nascondere l'emozione. Il suo volto sembrava un libro aperto. Mi guarda e come suo solito stringe i pugni in segno di vittoria e ci abbraccia. Maurizio esce dal torpore della nottata brava. Si mette la tuta e piomba all'interno. Io

mi attardo nell'ingresso un po' stretto, ma in meno di dieci minuti siamo all'interno di quello che sembra un inghiottitoio.

Maurizio è già in fondo, infatti non riesco a vedere la sua luce. Dietro di me Giovanni, che mi raggiunge proprio mentre passo in una bella sala ricca di concrezioni e sabbia finissima. "Questa", mi dice, "è la sala Giulia"! Dopo circa ottanta metri arriviamo a una sala che si dirama. Ridiamo e scherziamo! Scendiamo in un piccolo pozzo sulla destra, alla base del quale, in successione, ci sono due laghetti pensili. Il primo si supera facilmente, mentre il secondo ci costringe a fermarci perché la condotta è completamente allagata.

Torniamo indietro e proseguiamo nella diramazione di sinistra. I segni delle pareti ci fanno capire che anche quella in presenza di forti precipitazioni si allaga completamente. Anche questa ci chiude il passaggio con una serie di concrezioni. Siamo tutti colti da un'euforia quasi isterica: forse abbiamo scoperto qualcosa d'interessante!

Passano appena due giorni e, dopo una giornata di lavoro, ci troviamo nuovamente a Corojos. Arriviamo decisi a forzare la diramazione di sinistra poi denominata diramazione sud. La superiamo senza esitazione. Non è bellissima, ma a noi poco importa. Quello che ci interessa è che vada dentro il cuore del calcare. Alla diramazione nord si inizia a svuotare il laghetto pensile e di lì a qualche giorno, scendendo di livello, ci fa sentire una discreta corrente d'aria.

Ma la grossa novità si avrà nell'uscita del 2 agosto. Maurizio entra per primo, poi Giovanni, io, Giulia, Francesca e Alessandro P. Andiamo verso il sifone. "Si sarà svuotato?". Con Giovanni, arriviamo al laghetto. Maurizio non c'è. Ma dove è andato? "Non sa nemmeno nuotare!". Il freddo dell'acqua gelida ci fa rabbrivire. Ma che importa? La grotta prosegue, c'è! Ed è grande! Ma ancora non sap-

priamo quello che ci aspetta. Il vociferare di Alessandro annuncia l'imminente arrivo del resto del gruppo. Prima Giulia poi Francesca e, infine, il nostro Piredda! La sua presenza porta sempre allegria. Raggiungiamo Maurizio e Giovanni riesce ad accendere una sigaretta e proseguiamo! Non possiamo stare fermi, la curiosità di andare oltre è forte. Dune di argilla finissima rendono la grotta scura e scivolosa. La diaclasi inizia ad aprirsi, le dimensioni crescono. Ormai la volta ci guarda da un'altezza di 10 metri. Avanziamo in fila indiana. "Marco! Ma custa e grutta"! Ci urla da non so dove Alessandro. Giulia sta in silenzio. L'emozione è troppo forte e non riesce a dire niente. Entriamo in un altro laghetto. Questa volta ci bagniamo per davvero in un lago ge-

lido. "Forza" dico a Giulia e Giovanni "Venite avanti. L'acqua arriva al petto". Loro iniziano a ridacchiare "Questione di punti di vista!" mi dicono. Infatti loro se la faranno a nuoto. Superato il lago, la galleria si apre sempre di più. Siamo in una sala di crollo ne percorriamo quasi cento metri. Qui la volta ci guarda superba, sino a una colata che precipita verso il basso. Ci fermiamo. La risalita va armata, ma non oggi. Non abbiamo il materiale necessario. Ci ritroviamo così davanti a un meraviglioso fuoco ristorante a chiederci se oltre la colata riusciremo ad andare avanti. Siamo un po' delusi. "Che sia già finita?".

È il 3 agosto. Ci dividiamo in due squadre. Alessandro C., Giovanni e Antonio vanno alla sud. Io, Maurizio, Giulia e Alessandro P. alla



Diramazione Sud-Ovest (foto A. Piredda)

nord. Mentre Alessandro e Giulia proseguono il rilievo, io e Maurizio ci apprestiamo ad affrontare la colata che il giorno prima ci aveva bloccato. Con qualche chiodo e un po' di "sbracciate", Maurizio, supera con agilità la colata e arma una fissa. "Marco, sali - mi dice - qui tira aria ma non si passa", "prova a vedere!". E mentre mi avvicino mi passa un martello. "Ci sono stalattiti... chiudono il passaggio... che si fa?" dice Maurizio sempre col braccio proteso in avanti con quel martello, come se volesse dirmi di andare avanti io. Lo prendo e con "delicatezza" do un colpo alla prima stalagmite, poi a un'altra e a un'altra ancora. Seguo il cunicolo, mi affaccio. Si apre uno scenario impensabile sino a poco prima. Maurizio alle mie spalle che frema "E allora? Continua?". "Sì sì, vieni continua!". Scendiamo un breve tratto e iniziamo a percorrere la diaclasi. Tra di noi solo uno sguardo di stupore e incredulità. Non ci siamo scomposti più di tanto. Giovanni, penso, mi avrebbe già abbracciato non so quante volte. Ma va bene così.

Camminiamo. Sulla destra si apre una galleria che percorriamo cercando di arrecare il minor danno possibile. La volta raggiunge in qualche caso i quindici metri di altezza e i trenta di larghezza. La diaclasi viene sicuramente percorsa, nella stagione delle piogge, da un fiume sotterraneo che sprofonda in una voragine. Nella parte centrale si apre una galleria fossile. Dopo un primo tratto d'argilla, saliamo e raggiungiamo una sala con una bellissima colata di calcite bianchissima. Sarà la Sala Carmina. Il pavimento scricchiola sotto i nostri piedi. La calcite finemente concrezionata la riveste completamente. Quel suolo, mai calpestato, che cede sotto i nostri piedi, ci fa piangere il cuore. Passiamo radenti alla parete, ma dobbiamo andare avanti.

La grotta gira a destra, sale. Emozionati, proseguiamo. Ci sembra di fare un torto a prose-

guire senza gli altri. Ma la voglia di esplorare va oltre i sentimenti! Dobbiamo vedere ancora! Lateralmente si aprono altre piccole diramazioni. Il pavimento cambia pendenza e si riavvicina alla volta. La grotta gira a sinistra e continua a salire, restringendosi. Poi, con sorpresa, si allarga e si apre in una condotta che, la nostra ormai flebile luce, non vede proseguire oltre il buio. La volta è ricca di eccentriche, sono in ogni angolo. Anche il pavimento ne è completamente ricoperto. Dalla volta, cannule di calcite infinitamente sottile tagliano la grotta come fili di ragnatele. Sembra la fabbrica delle eccentriche. Non ne ho mai visto così tante e grandi. La trepidazione di quei momenti è indescrivibile. Pensiamo agli altri che, rimasti dietro, non hanno una vaga idea di quello che stiamo vivendo con mio fratello. Idealmente percorriamo la galleria. Dove sta andando? Ha girato, è vero, ma va dritta verso la Pentumas. "Porta a Su Bentu?" Si fantasticava, ma è giusto così.

Avanziamo lungo la frattura che un tempo doveva essere percorsa da un grosso fiume sotterraneo. Continuiamo a seguirla fino al punto in cui troviamo un laghetto e un'altra colata. Non abbiamo niente per poter proseguire. Decidiamo di ritornare da Alessandro P. e Giulia. Dobbiamo raccontare!

Quel giorno percorremmo quasi seicento metri. Ritornammo nella grotta a più riprese. A oggi, abbiamo esplorato quasi un chilometro. È presto per fare delle considerazioni. Ci aspettano nuovi ambienti da esplorare.

Ma sicuramente, il GGN sta scrivendo un'altra importante storia all'interno di questa splendida vallata.



Attuali conoscenze esplorative della Serra Pirisi

Silvia Arrica, Gianluca Melis (Unione Speleologica Cagliariitana)

Lucio Mereu (Gruppo Speleo-Archeologico Giovanni Spano)

Simone Argiolas (Centro Speleologico Cagliariitana)

Anno 1960: due soci dell'Unione Speleologica Bolognese partecipano a una spedizione organizzata dall'Istituto di Geologia dell'Università di Bologna. La zona oggetto dell'esplorazione è in località di Margine e Piano D'Otzio nel territorio di Baunei che a quei tempi era sostanzialmente sconosciuto, almeno sotto il profilo speleologico. Vengono esplorate alcune facili grotte che colpiscono non tanto per la loro lunghezza ma soprattutto per la ricchezza di concrezioni; il lavoro non è agevole perché quel luogo, aspro e selvaggio, offre scarsi punti di riferimento e le singole pietre possono essere viste distrattamente come tutte uguali a se stesse. In questo contesto diventa difficile seguire le coltri detritiche delle Codule, che digradano verso la parte

costiera del Golfo di Orosei, distante appena qualche km in linea d'aria. Nonostante questo i due soci dell'USB ritornano entusiasti sotto tutti gli aspetti dall'esperienza sarda, consci che in quei momenti erano nate grandi aspettative e promesse. Erano i primi che affrontavano ricerche di quel tipo in un territorio dove solamente i pastori si avventuravano.

“La parte sud da Margine a Baunei potrebbe riservare in futuro senz'altro delle grosse sorprese”, scrivono i due speleologi.

Quegli scritti consentono oggi di cogliere uno spaccato fedele della speleologia fatta in anni in cui, materiali, tecniche e modalità esplorative erano completamente diverse da quelle odierne.

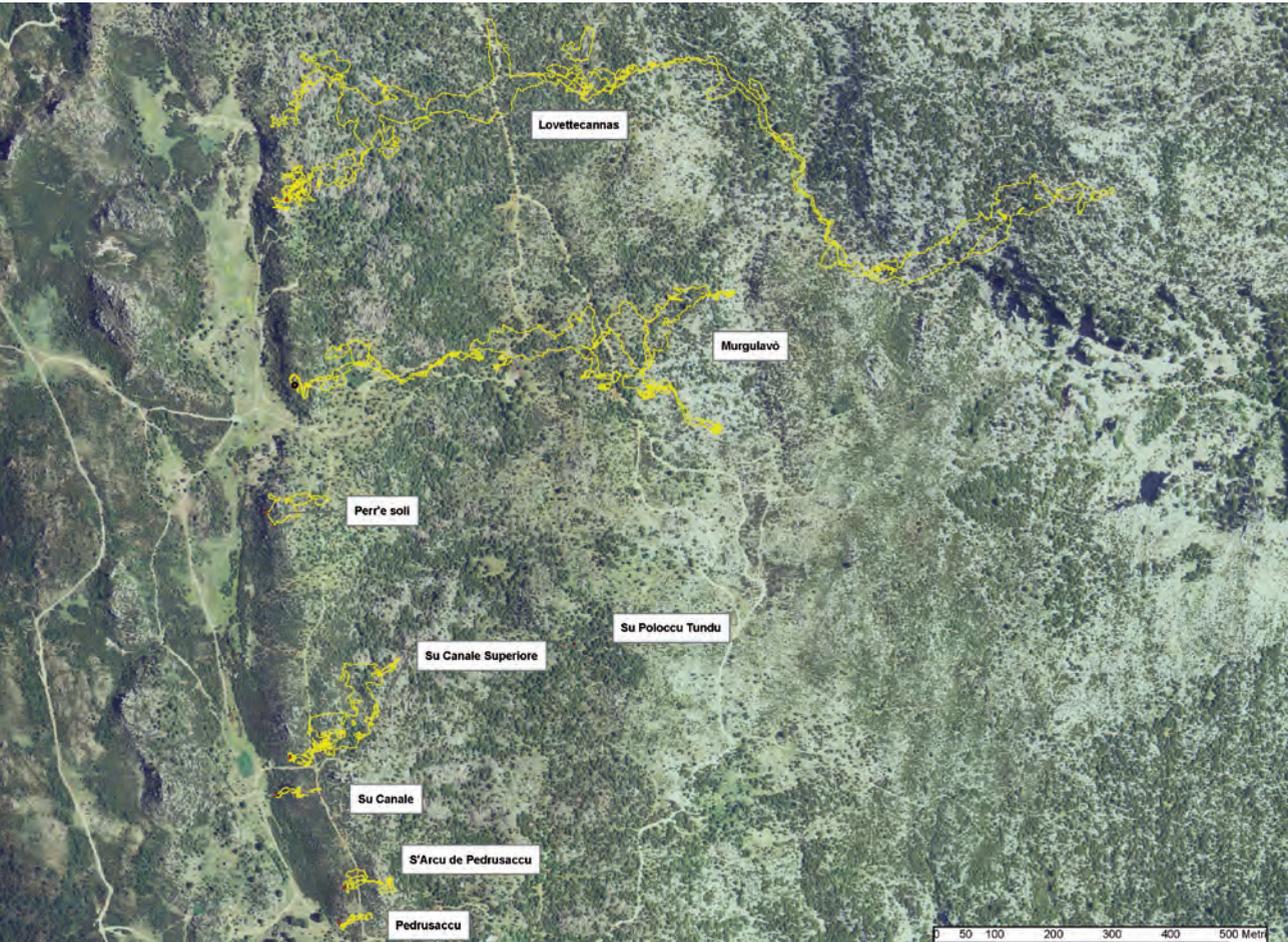
Esplorando gli stessi luoghi abbiamo fatto quasi un viaggio nella memoria e, in questi ultimi anni, in tutta la zona si scorge una nuova vitalità nell'attività esplorativa che da tempo non si vedeva.

La stagione "moderna" delle esplorazioni è ripresa negli anni '80 e aveva come oggetto soprattutto la zona di Su Canale. Le ricerche sono state condotte con vigore e, a fine anni '90, si sono concentrate in particolare nella zona conosciuta come Serra Pirisi, nella fascia altimetrica dei 900-1000

metri, ossia lungo la cresta calcarea intensamente fratturata che orla la sponda orientale della dolina di Su Canale, sovrastata da Monte Turusele (1024 m) e dal Nuraghe Pedrusaccu (998 m), che si erge quasi a guardiano della valle e si solleva dalla piana spoglia e priva di antropizzazione. Così i primi risultati incominciarono a cadere goccia a goccia nel mare di calcare baunese.

Caratteristica è la presenza di tre inghiottitoi, probabilmente appartenenti un tempo

La zona speleologica di Su Canale: sguardo d'insieme (elaborazione Alice Scanu). Nella pagina accanto: Perr'e soli: il salone d'ingresso illuminato da un raggio di sole (foto Silvia Arrica)





Panoramica della Serra Pirisi (foto Silvia Arrica)

a tre conche carsiche, fuse a formare un'unica dolina tuttora attiva, soprattutto durante la stagione invernale. Da sud a nord sono rispettivamente: Su Canale, Murgulavò e Lovettecannas. Dei tre solo Su Canale, il cui ingresso è ampio, era stato esplorato dai Bolognesi. Oggi si sviluppa per un centinaio di metri circa, dopodiché la prosecuzione si interrompe a causa di strettoie ostruite da grosse quantità di detriti.

Nei primi anni del 2000 con Lovettecannas e Su Canale Superiore si fa il salto di qualità. Grazie alla scoperta di grandi saloni le due grotte incominciarono a rivelarsi in tutta la loro maestosità fino ad allora celata sotto l'esile cresta, lasciando meravigliati gli speleologi. Dopo avere intercettato il fiume, a Lovettecannas vennero esplorati vari km di grotta, tra piccoli passaggi in frana e grandi saloni riccamente concrezionati. Purtroppo la stessa cosa non è successa a Su Canale Superiore, dove il raggiungimento dell'acqua sotto il salone "Enrico Saver" ha interrotto le esplorazioni,

ferme per ora su cunicoli allagati impraticabili e raggiungibili solo dopo qualche ostica strettoia. Si passò così, da una esplorazione fatta di battute esterne a una vasta campagna esplorativa prevalentemente ipogea, che impegnò per diverso tempo speleologi sardi e non. Contemporaneamente si scoprirono e rilevarono diverse grotte minori, che contribuirono a delineare sempre meglio il quadro della zona. Dopo qualche anno di oblio, un'altra tappa fondamentale nella storia esplorativa iniziò nel 2010 con la scoperta eccezionale della grotta di Murgulavò e del salone "Marco Mattu" a Lovettecannas, un gigantesco vuoto ipogeo di oltre 400 metri di lunghezza che si apre dapprima pseudo orizzontale e che, dopo una ripida discesa tra giganteschi massi di frana, la "Fossa delle Marianne", ritrova in un'altra grande galleria il fiume, lasciato centinaia di metri più indietro all'inizio del salone. Con questa scoperta Lovettecannas è diventata la grotta più profonda della Sardegna con - 520 metri rilevati, attualmente. Altre vaste



Foto sotto: Murgulavò (foto Roberto Atzori)





*S'Arcu 'e Pedru Saccu: una delle fasi del rilievo
(foto Silvia Arrica)*

zone di frana più in basso e un sifone a valle ancora attendono di essere attentamente esplorate. All'inizio del salone a circa – 400 metri è stato allestito un campo stabile per agevolare le esplorazioni, dal momento che ora si lavora a circa 6/7 ore dall'ingresso.

Murgulavò, invece, si apre a poche decine di metri dall'inghiottitoio Gutturù 'e Murgulavò nel punto di contatto fra i calcari e il basamento granitico della piana di Serra

Pirisi. Ancora in fase di esplorazione, si estende per circa 3500 metri e segue prevalentemente la direttrice est-ovest del basamento granitico su cui si sviluppa, come le vicine grotte di Lovettecannas e Su Canale Superiore.

Qui, in passato, diverse squadre di speleologi italiani e non si sono alternate nel tentativo di seguire il fiume che scompare su un fianco della montagna, ma solo la campagna esplorativa dell'estate del 2010 ha permesso, finalmente, di accedere al sistema carsico rimasto fino ad allora interamente inviolato.

I primi metri della grotta sono fossili; si procede in un tratto a sviluppo sub verticale intervallato da passaggi in frana e strette diaclasi. Si intercetta nuovamente il basamento granitico e il fiume proveniente dal vicino inghiottitoio e qui la grotta cambia completamente morfologia: i cunicoli lasciano spazio a un'ampia galleria che declina verso est e nella sua zona terminale in direzione nord, si apre il "Salone della Cascata" caratterizzato, nei suoi rami alti da una serie di splendide sale finemente concrezionate e, nel ramo basso, da grosse colonne e dal fiume, che forma una spettacolare e insolita cascata carsica sul granito.

Nei successivi 140 metri la grotta prosegue lungo cunicoli semi allagati e passaggi in frana (quota – 120 m) per poi "esplodere" nuovamente in direzione est e per una lunghezza totale di 280 metri nell'enorme e splendido salone di crollo "Chiama Vittorio". La volta, completamente concrezionata, si trova mediamente a una decina di metri d'altezza, mentre al di sotto, dentro una galleria semi crollata, scorre il fiume, che verso la zona terminale, incontra un suo affluente di cui non si conosce ancora la provenienza.

Lasciato il fiume si procede fra cunicoli e sale basse per poi affacciarsi su un balcone (quota -180m) in un punto alto di vedetta sul successivo "Salone dei Dispersi", forse il più maestoso fra i saloni della grotta.

Proseguendo dal "Salone dei Dispersi" in direzione nord-est, si accede al "Salone del Lago", completamente concrezionato e contraddistinto dalla presenza di uno splendido lago che nasconde decine di stalattiti a pera che risultano visibili però, solo nel periodo estivo, quando il livello dell'acqua si abbassa.

Qui il fiume continua a scorrere in direzione est per poi terminare in un inghiottitoio di fango non percorribile (quota -280 m).

Dal "Salone dei Dispersi", seguendo la direzione sud-est invece, attraverso lo stretto passaggio denominato "Star Gate", si entra nel Salone fossile di "Pappedda", quasi privo di concrezioni.

Superate alcune strettoie nella parte bassa del salone, si ritrova la zona attiva. Il fiume forma una serie di cascate e laghetti per poi immettersi nella parte più spettacolare e unica del suo genere in Sardegna: la "Galleria di Pappedda", dove il colore grigio del granito e l'acqua sono i protagonisti.

Se non fosse per le concrezioni sulla volta, si potrebbe tranquillamente scambiare la cavità carsica per un canyon della Gallura. Infatti, complice una parziale arenizzazione del granito, il fiume ha eroso il letto e le pa-

Lovettecannas, la "Fossa delle Marianne" nel Salone Marco Mattu (foto Silvia Arrica)





Su Canale Superiore, concrezioni nella sala Enrico Saver (foto Silvia Arrica)

reti della sua sede lasciando a nudo la roccia ignea. Gli speleologi, per raggiungere il fondo della galleria, (quota -303 m) devono trasformarsi per l'occasione in canyoni e superare con l'aiuto delle corde due cascate da 6 e 8 metri. In questo punto il fiume sparisce dentro stretti cunicoli che, insieme alla frana terminale poco più a monte, sono l'attuale limite esplorativo della grotta.

Con la scoperta di Murgulavò, il cui ingresso dista poche centinaia di metri da Lovettecannas prende forma quindi un intricato puzzle carsico che a poco a poco sta venendo fuori, rivelandosi in tutta la sua bellezza ed estensione.

Nonostante le sue ridotte dimensioni, anche ultimamente, la Serra Pirisi ha continuato a regalare altre interessanti cavità

come Perr'è Soli in cui si entra direttamente in un grande salone discendente dal quale si accede, attraverso uno stretto passaggio sul fondo a circa -60 metri, a due altri grandi saloni di crollo particolarmente concrezionati. Qui, proprio per cercare di preservare l'integrità di questi ambienti si è provato, fin dal principio, a delimitare dei camminamenti obbligati nei quali passare. La particolarità di questa grotta oltre ai grandissimi spazi è legata a un fenomeno osservabile solamente nei mesi estivi, quando un raggio di sole filtrando dall'ingresso illumina a giorno il primo grande salone disegnandone tutta la circonferenza a mano a mano che la luce si sposta verso l'alto e dando così vita ad uno spettacolo davvero particolare.

Un'altra interessante recente scoperta è

S'Arcu de su Pedrusaccu, che si estende per centinaia di metri in un intricato labirinto di grandi stanze e cunicoli. Attualmente le esplorazioni sono ferme su una piccola frana di difficile interpretazione e nonostante una forte corrente d'aria non si è ancora trovata la prosecuzione. Nei prossimi mesi però si potrebbero avere delle importanti novità.

L'ultima scoperta è del 2013, quando nel corso di ricerche esterne, è stato rinvenuto, grazie anche alle conoscenze dei locali, un ingresso aspirante molto piccolo, ma assai importante, vista la sua posizione.

Questo si trovava appunto in un sito di assorbimento, caratterizzato da numerosi inghiottitoi, proprio nella zona a valle del sistema di "Su Canale", denominato "Ovile

Poloccu Tundu".

Solo col progresso dell'esplorazione ci si è davvero resi conto della portata e delle potenzialità su cui si era incappati. Si è raggiunta quasi subito e piuttosto facilmente la profondità di circa 80 metri ma, data la presenza di grosse formazioni di concrezione, sono stati necessari numerosi frazionamenti.

Il pozzo ha una forma tipica a fusoide, la cui genesi, al momento, potrebbe non essere quella descritta per la norma dei pozzi aventi questa tipicità, cioè quella dell'erosione inversa. Le sue dimensioni, in alcuni tratti, superano il diametro di 6 metri e oltre. L'esplorazione ha proseguito, per ora, sino alla profondità di quasi 140 metri

La presenza d'aria è sempre forte, la-



Il caratteristico colore della fluoresceina sodica nel torrente di Lovettecannas (foto Silvia Arrica)

sciando prevedere ulteriori e interessanti sviluppi dei lavori esplorativi.

L'importanza e la necessità di proseguire l'esplorazione di questa bellissima cavità è,

Su Poloccu, l'angusto ingresso che immette nel pozzo (foto Silvia Arrica)



comunque, dettata soprattutto dall'importanza strategica del punto in cui è ubicata. Si trova infatti a circa 80 metri di distanza, in planimetria, dal naturale senso di prosecuzione della grotta di "Su Canale Superiore", oltre il suo punto ultimo esplorato.

Per di più, facendo un calcolo del rateo di pendenza dello sviluppo di questa grotta, ipotesi nemmeno poi tanto azzardate porterebbero ad auspicare un ipotetico "incontro" col sistema di "Su Canale" nel caso in cui, il pozzo di "Su Poloccu", riuscisse a raggiungere la profondità di circa 150 - 160 metri.

Le recenti colorazioni del 2011 e 2013 effettuate grazie al supporto della Federazione Speleologica Sarda hanno dato un'impronta più scientifica alle ricerche e, fra l'altro, hanno confermato il collegamento

idrogeologico tra Lovettecannas e Murgulavò. Gli sforzi degli speleologi potrebbero essere diretti, oltre che al proseguo delle esplorazioni nelle due cavità, anche al tentativo di unire le due grotte e farne così un unico sistema carsico che potrebbe raggiungere quasi 11 km di sviluppo totale. Rilievi alla mano infatti, si è visto che, nei due rami che più si avvicinano, le due grotte distano tra loro circa 140 metri.

La mole di lavoro si presenta enorme ma le numerose idee per il futuro dei gruppi speleologici, che operano oramai da anni nella zona, non fanno che accrescere le possibilità di aumentare le dimensioni del labirinto sotterraneo custodito da sempre sotto la Serra Pirisi, di cui probabilmente conosciamo, ora, solo le diramazioni iniziali.

BIBLIOGRAFIA

- Cantelli C.(1962). Campagna speleologica in Sardegna. Sottoterra 3, p.30-35.
- De Waele J., Onnis C., Robin Y. (2001). Lovettecannas, dove le dolomie incontrano i graniti. Speleologia 45, p.16-29.
- De Waele J., Onnis C. (2001). La grotta di Su Canale Superiore. Sardegna Speleologica 18, p.2-9.
- De Waele J., Graffiti G., Locci C., Pisano M., Spiga R. (1995) - Attuali conoscenze speleologiche nel Supramonte di Baunei. Monografia di Anthèò 4, 88 p.
- Arrica S., Melis G. (2010). Il risveglio di Lovettecannas. Speleologia 63, p.72-73.
- Centro Speleologico Cagliariitano (2010). Superato l'inghiottitoio di Guttururu 'e Murgulavò. Speleologia 63, p.73-74.
- Arrica S, Melis G., Pani D., Pillai S., Seddone E. (2011) Lovettecannas, una nuova stagione esplorativa. Speleologia 65, p.40-47.
- Arrica S., Melis G., Mereu L., Seddone E.(2012). Lovettecannas, il passato, il presente, il futuro. Sardegna Speleologica 25, p.9-14.
- Arrica S., Melis G., Mereu L.(2012). Lovettecannas, la grotta più profonda della Sardegna. Montagne 360, p.48-52.
- Arrica S., Loru R., Melis G., Rinaldi A. (2013). Colorazioni nel Supramonte Orientale. Speleologia n.70, p.44-47.
- Arrica S., Melis G., Pappacoda M.(2013). Il complesso carsico della Codula Ilune. Speleologia 68, p.34-37.
- Cogoni R., Melis G. (2014). La Serra Pirisi, dove le sorprese non finiscono mai. Sardegna Speleologica 25, p.31-33.



Novità nella zona Oddoulagi Supramonte di Baunei

Sandro Corona, Giovanni De Falco, Francesco Firinu (Speleo Club Oristanese)

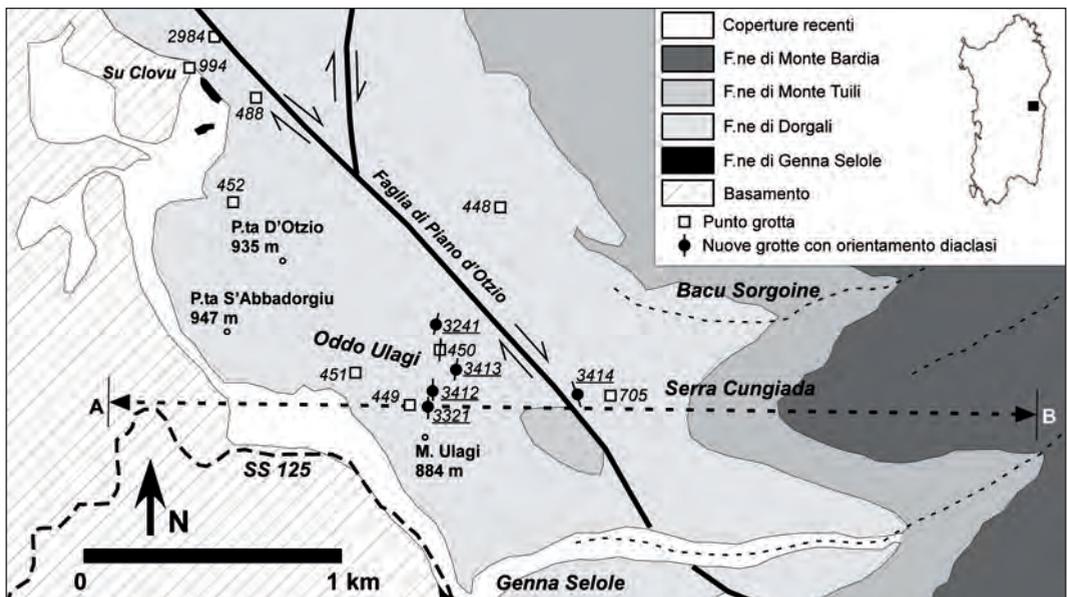
Diciotto anni fa alcuni soci dello Speleo Club Oristanese, in occasione di un trekking nella zona di Oddoulagi in agro di Baunei, rinvennero una voragine inesplorata che battezzarono "il pozzo del martedì" vista la giornata insolitamente feriale. Successivamente la esplorarono e la rilevarono ma, sfortunatamente, essendo in atto la guerra in Kosovo, non fu possibile registrare le sue coordinate con un GPS (la cui precisione era inficiata da errori militari appositamente inseriti col sistema di Selective Availability) e la totale assenza di riferimenti rese la triangolazione molto imprecisa. Il fitto dedalo roccioso-boscoso e le tre ore di macchina per raggiungere la zona hanno fatto il resto e la grotta è finita nel dimenticatoio, per cui la documentazione è rimasta improduttiva negli scaffali della sede fino ad essere smarrita. Solo nei primi mesi del 2014 abbiamo deciso di riscoprirla e, dopo alcuni tentativi andati a vuoto, grazie alla presenza di

Gianni Cannas, vero e proprio GPS umano (senza errori militari stavolta), abbiamo ritrovato, nuovamente rilevato e messo finalmente a catasto la cavità. La possibilità di una prosecuzione nel fondo del pozzo è stata occasione per ritornare successivamente e perderci nuovamente nei sentieri di avvicinamento. Ci siamo imbattuti così in un'altra voragine ancora più spettacolare e una serie di pozzetti non molto distanti che ci hanno dato lavoro per settimane. La zona in esame si raggiunge inerpicandosi a piedi o con fuoristrada lungo la sterrata che da Genna Selole, Km 167 della SS 125, risale sul fianco sinistro del bacu verso il Monte Ulagi e la zona denominata Oddoulagi, adiacente al più noto bosco di Serra Cungiada. Monte Ulagi (884 m) costituisce uno dei rilievi più elevati del Supramonte di Baunei, ed è localizzato all'interno di un altopiano dolomitico accessibile dalla valle di Genna Selole da Sud e dalla piana d'Otzio da Nord. L'altopiano è de-

limitato a ovest dalle ripide pareti che segnano il confine delle bancate carbonatiche mesozoiche, mentre a est la morfologia si fa sempre più accidentata con il susseguirsi di ripide valli che incidono le formazioni calcaree. Le formazioni geologiche presenti (Figura 1) comprendono il basamento granitico, di età paleozoica, che costituisce il substrato impermeabile. Al passaggio tra il basamento e le sovrastanti formazioni carbonatiche si trova la formazione di Genna Selole, che risulta bene esposta all'incrocio tra la SS 125 e la sterrata che porta verso la valle omonima. Questa formazione è costituita da sedimenti ghiaiosi (conglomerati) con intercalazioni sabbiose depositi in un ambiente continentale e marino costiero (Jadoul et al., 2010), per uno spessore massimo di circa 20 m. Segue verso l'alto la successione carbonatica giurassica, con la Formazioni di Dorgali, costituita da arenarie dolomitiche e che passano a dolomie di color bruno alla

sommità. Lo spessore di questa formazione è variabile, in genere intorno ai 200 m in quasi tutto il Supramonte, riducendosi a pochi metri fino ad annullarsi del tutto nel settore meridionale del Supramonte di Baunei. Seguono la formazione di Monte Tului, costituita da calcari micritici e calcareniti oolitiche e la formazione di Monte Bardia, costituita da calcari di scogliera (bioerma) e calcari detritici. Queste formazioni risultano parzialmente in eteropia, caratterizzate cioè da passaggi laterali e non da una netta e continua successione stratigrafica. La zona esplorata è impostata prevalentemente sulle dolomie della Formazione di Dorgali che costituiscono il bordo occidentale delle bancate carbonatiche del Supramonte di Baunei. Gli strati, così come il sottostante basamento, sono inclinati di 20-30° verso est-nord-est, formando una monoclinale che confluisce verso il centro del Golfo di Orosei. Questa conformazione geologica controlla anche il dre-

Figura 1: schema geologico del settore del Supramonte di Baunei oggetto delle esplorazioni e posizione delle nuove grotte individuate. Nella pagina accanto: lo spettacolare ingresso della Nurra di Monte Ulagi (foto Salvatore Manca)



naggio sotterraneo delle acque, per il quale si ipotizza una confluenza verso Codula Sisine e il Golfo di Orosei, con le risorgenti presenti lungo la costa (De Waele e Spiga, 1995). Le bancate carbonatiche e il sottostante basamento sono attraversate da diverse linee di faglia. La tettonica del Supramonte è prevalentemente di tipo trascorrente, con spostamenti dei blocchi prevalentemente in senso orizzontale e subordinatamente verticale. Il principale elemento tettonico presente nell'area è la faglia di Piana D'Otzio (Pasci, 1997), orientata Nordovest-Sudest, che attraversa la zona tra Oddoulagi e Serra Cungiada e si prolunga verso nord ovest. Si tratta di una faglia trascorrente e diretta dovuta ad uno scorrimento prevalentemente orizzontale dei due blocchi e al ribassamento del blocco occidentale. Una seconda faglia orientata Nord Sud interseca la faglia di Piana d'Otzio (Figura 1). Come vedremo successivamente, le faglie hanno avuto un ruolo importante nella formazione delle grotte di Oddoulagi.

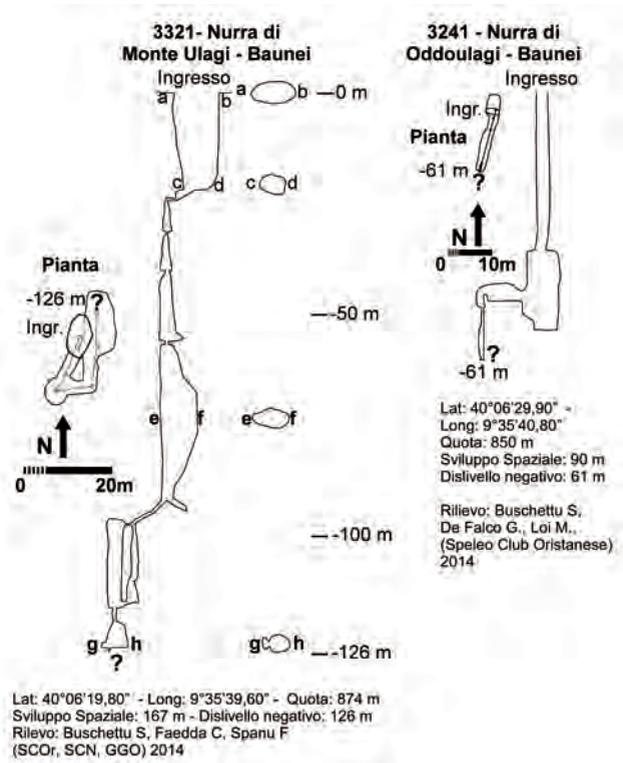
La zona è stata teatro dagli anni '60 in poi di diverse esplorazioni da parte dei bolognesi e di qualche gruppo isolano, per cui, confrontando i rilievi con quelli presenti a catasto, ci siamo assicurati di non creare sovrapposizioni o ambiguità. Nelle immediate vicinanze erano riportate a catasto tre cavità rilevate dall'Unione Speleologica Bolognese negli anni '60, la 0450 SA/NU - Buca degli scheletri, la 0451 SA/NU, Buca dei tre Sassi e la 0449/ SA/NU - Nurra di Oddo Ullagi (con una elle di troppo) (Sottoterra 10/1962 Anno 1 n 3). Si tratta di tre grotte verticali, la maggiore delle quali raggiunge i 35 m di dislivello.

Evidentemente il bosco ha saputo celare bene per tanti anni i suoi accessi più reconditi. Così, in compagnia di numerosi speleo dei gruppi Speleo Club Oristanese, Speleo Club Nuoro e Gruppo Grotte Ogliastra, abbiamo animato la zona come non mai per diverse settimane, ef-

fettuando ricerche esterne, disostruzioni, rilievi e quant'altro, approfittando del crescente entusiasmo. Il lavoro effettuato ha permesso di aggiungere a Catasto cinque nuove grotte, una delle quali ci ha permesso di scendere a quote prossime al basamento impermeabile (e quindi con la speranza di progredire in orizzontale).

3241 SA/OR Nurra di Oddoulagi (Pozzo del Martedì). Il pozzo (Figura 2), il cui ingresso ha una forma ellittica di 3x4 m, si apre nei pressi di una dolina ed è ben celato dalla vegetazione, dietro una piccola cresta di roccia che ne rende difficoltoso il reperimento. Una camera unica di 54 m, frazionata in 3 punti, permette di raggiungere la base da cui ci si può

Figura 2: rilievi della Nurra di Oddoulagi e della Nurra di Monte Ulagi.



spostare lateralmente e accedere ad uno stretto pozzetto percorribile in disarrampicata fino ad una strettoia finale che lascia intravedere qualche possibilità di disostruzione, anche se molto difficoltosa per via degli ambienti stretti. Una tenue corrente d'aria è un invitante richiamo per eventuali lavori futuri. Il pozzo è impostato su una diaclasi orientata nord-sud. La stessa strettoia finale non è altro che la prosecuzione della diaclasi stessa.

3321 SA/OR Nurra di Monte Ulagi. Lo spettacolare ingresso è una nurra a sezione ovale di 10x5 m di apertura, profonda 22 m e con le pareti ricoperte di muschio e vegetazione. Al primo sguardo ci si chiede sempre come sia passata inosservata finora, anche se non è nelle immediate vicinanze del sentiero principale. Quando Andrea Pinna ha trovato l'ampia apertura sul terreno, abbiamo pensato che fosse stata già segnalata dai bolognesi e siamo scesi a controllare senza molta convinzione. Un armo di partenza sugli alberi al lato

ovest della cavità permette di scendere lungo la verticale dove abbiamo realizzato altri 2 frazionamenti. La base del pozzo di ingresso è ricoperta da terra e detriti vegetali, compreso un grosso albero che va aggirato per raggiungerne la parte più bassa. Anche in questo caso sul fondo si dirama una diaclasi orientata nord-sud che ha consentito, dopo un lavoro di disostruzione, l'accesso a una strettoia orizzontale che porta, dopo pochi metri, sulla sommità di uno stretto pozzo profondo 20 metri e frazionato a metà altezza. Il pozzo accede a un terrazzino, che risultava quasi completamente chiuso da concrezioni. Il lavoro di disostruzione ha consentito l'apertura di uno stretto passaggio che porta a un secondo terrazzo, circa 20 m sotto. La diaclasi su cui i pozzi sono impostati si fa sempre più ampia proseguendo in profondità. Anche questo terrazzo risulta concrezionato ma il lavoro di disostruzione richiesto è stato abbastanza veloce. Si apre quindi un bel pozzo di 35 m, la cui sezione visibile

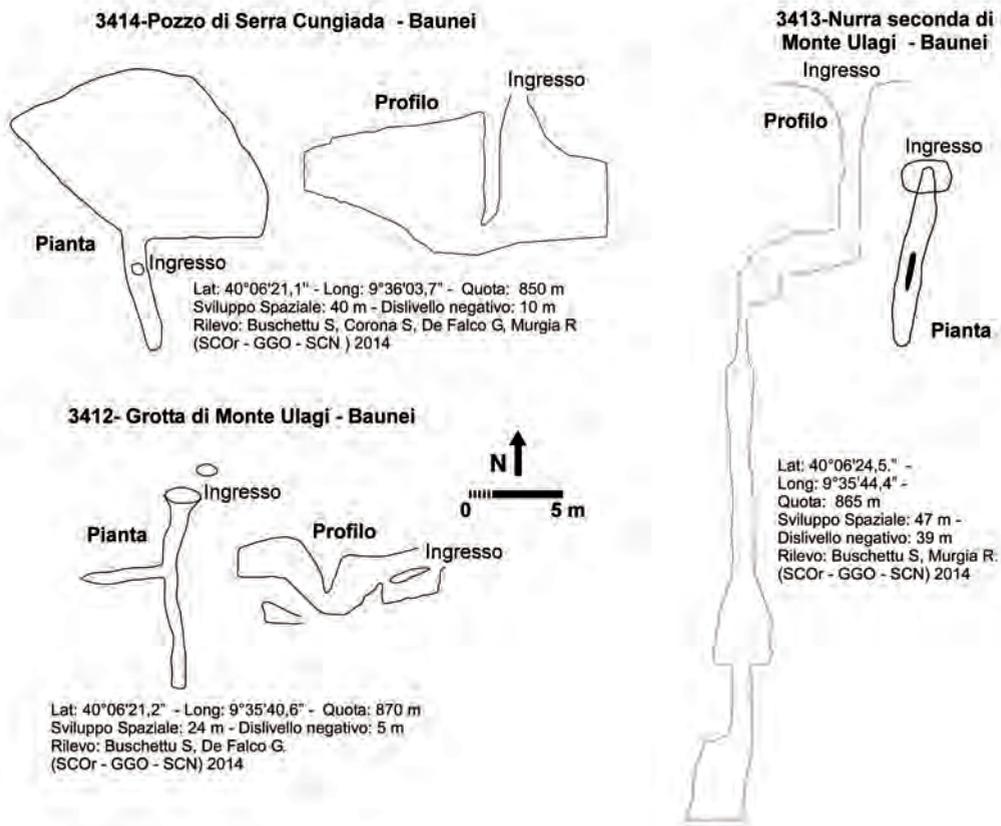
Il pozzo da 35 m della Nurra di Monte Ulagi: è chiaramente osservabile l'impostazione sulla diaclasi (foto Giovanni De Falco).



nella fotografia denota l'impostazione sulla solita diaclasi Nord-Sud e una sezione circolare al centro. Attraverso una ulteriore discesa in appoggio si arriva a quota – 126 metri, attuale limite delle disostruzioni (Figura 2). Il fondo è molto concrezionato con colate che rendono difficoltosa la prosecuzione. La profondità raggiunta suggerisce che ci troviamo ormai in prossimità del basamento impermeabile, considerando lo spessore delle dolomie e la stratificazione. Questo fa ben sperare per il futuro anche se sono necessari pesanti lavori per allargare il pozzo presente sull'attuale fondo della grotta. Durante i lavori di ricerca in esterno abbiamo ritrovato, inoltre, altre 3 cavità nuove (Figura 3), alcune delle quali sono in

fase di esplorazione. La Grotta di Monte Ulagi si apre con un doppio ingresso sul piano di campagna e si sviluppa per 24 m lungo una diaclasi orientata Nord-Sud, con un piccolo ramo laterale perpendicolare alla diaclasi stessa. La Nurra seconda di Monte Ulagi è un pozzo profondo 39 m, sempre impostato su una diaclasi Nord-Sud, la cui prosecuzione richiede ulteriori lavori di disostruzione. Il pozzo di Serra Cungiada è localizzato immediatamente ad Est della faglia di Piano D'Otzio: si accede alla grotta attraverso una apertura dall'alto che consente l'accesso ad una stretta diaclasi, orientata nordovest-sudest, al cui interno ci si cala in opposizione. La grotta termina con una ampia sala che si apre a

Figura 3: rilievi delle altre cavità nuove ritrovate nell'area di Oddoulagi e Serra Cungiada

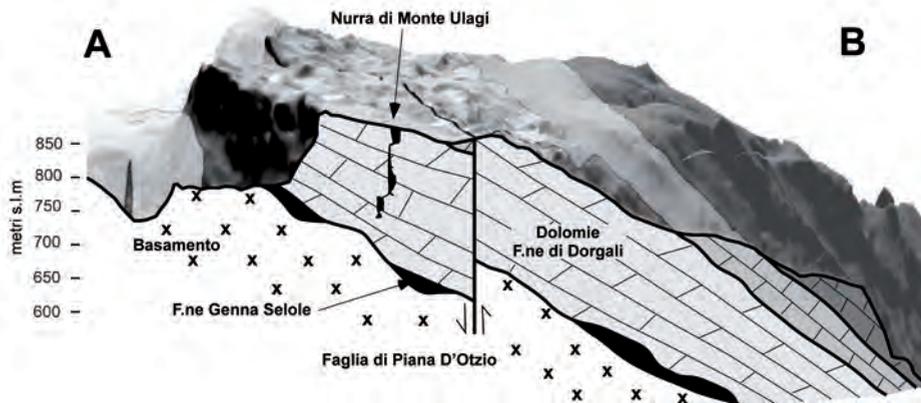


ventaglio, all'interno della quale abbiamo rinvenuto lo scheletro di un cinghiale.

Il confronto tra la posizione delle grotte (sia le nuove grotte individuate durante l'esplorazione che quelle rilevate dai bolognesi) e l'orientamento delle diaclasi su cui queste grotte sono impostate (riportato con un segmento orientato sul punto grotta in Figura 1) evidenzia che quattro grotte (3241 Nurra di Oddoulagi, 3321 Nurra di Monte Ulagi, 0450 Buca degli scheletri, 3412 Grotta di Monte Ulagi) sono all'incirca allineate in direzione Nord Sud. Anche le diaclasi mostrano lo stesso orientamento che corrisponde all'orientamento di una delle direttrici tettoniche presenti nell'area. La Nurra Seconda di Monte Ulagi (3413) è sempre impostata su una frattura Nord – Sud, anche se la posizione della grotta è spostata verso Est rispetto all'allineamento precedentemente descritto. Si può quindi supporre che il processo speleogenetico sia progredito attraverso l'allargamento di fratture delle dolomie orientate Nord-Sud con la formazione dei pozzi che rappresentano i principali punti di infiltrazione delle acque. Le acque che attualmente sono convogliate all'interno delle dolomie derivano

dall'assorbimento diffuso delle precipitazioni che interessano l'altopiano, in quanto non vi è evidenza di circolazione idrica superficiale. Le informazioni stratigrafiche disponibili nell'area fanno ipotizzare una profondità del basamento impermeabile intorno ai 150-170 m (Figura 4). Questo dato potrebbe variare in funzione della morfologia del basamento stesso, ma possiamo dire che la profondità massima raggiunta (-126 m, Nurra di Monte Ulagi) non è molto distante dalla base delle dolomie. Questo dato ci fa sperare in una possibile prosecuzione della grotta all'interfaccia tra le dolomie e il basamento. Vedremo se si tratta solo di una speranza o se Oddoulagi ci riserverà altre sorprese in futuro.

Figura 4: profilo geologico orientato est ovest passante per la Nurra di Monte Ulagi



BIBLIOGRAFIA

- De Waele J., Spiga R. 1995. Attuali conoscenze speleologiche nel Supramonte di Baunei. Anthèo, monografia n. 4, 87 pp.
- Jadoul F., Lanfranchi A., Berra F., Erba E., Casellato CE. 2010. I sistemi carbonatici giurassici della Sardegna orientale (Golfo di Orosei) Geol.F.Trips, Vol.2 No.2.1, pp. 122.
- Pasci S. 1997. Tertiary transcurrent tectonics of North-Central Sardinia. Bull. Soc. Geol. France 168(3) pp 301-312.



La GVG o grotta Il Campanaccio (Santadi)

*Guglielmo A. Caddeo, Carlo Sulas (Speleo Club Santadese)
Daniel Zoboli (Università degli Studi di Cagliari)*

Una delle cavità carsiche più interessanti fra quelle limitrofe alla Grotta di "Is Zuddas" è la Grotta "Il Campanaccio", scoperta nel 1975 da tre speleologi di Santadi. Dopo aver ampliato un piccolo pertugio del terreno, i tre esploratori vi passarono attraverso, calandosi lungo un pozzo profondo circa dieci metri. Essi riuscirono così a raggiungere e a esplorare un vasto ambiente ipogeo a sviluppo pressoché orizzontale.

Inizialmente la grotta venne denominata "GVG", nome ottenuto mettendo insieme le iniziali dei tre scopritori (Giorgio, Vincenzo e Gianni) ma è stata in seguito catastata (2925 SA/CA) col nome di Grotta "Il Campanaccio" dal Gruppo Archo Speleo Prolagus di Santadi (2000). Questo nome venne assegnato poiché nel fondo della prima sala fu rinvenuto un campanaccio. Sicuramente appartenuto ad una capra, il cui scheletro giaceva a pochi

centimetri di distanza, il campanaccio risultava ormai concrezionato al pavimento ma venne rimosso e trafugato da ignoti poco tempo dopo le prime esplorazioni. Giorgio Sulas, uno dei tre scopritori, ci ha fatto

Il campanaccio come si presentava, presso il cranio della capra, nel pavimento della prima sala (Foto M. E. Madeddu).





Pianta e sezione della Grotta "Il Campanaccio". Mod. dal Rilievo del Gruppo Arceo Speleo Prolagus Santadi (2000). Nella pagina accanto: Cortina nella Sala delle Stalagmiti (Foto G.A. Caddeo).

notare che nella prima sala erano anche presenti delle belle stalagmiti a bastone, lunghe e sottili, poi scomparse. Comunque, fatta eccezione per questi spregevoli atti vandalici, la grotta è stata ben preservata, anche perché da tempo dotata di un robusto cancello.

Generatasi nella dolomia grigia del Cambriano inferiore (Formazione di S. Giovanni) (Pillola, 1995; Bechstadt & Boni, 1996) la cavità si apre lungo il versante occidentale del Monte Meana (Santadi, Sardegna sud-occidentale) e si sviluppa lungo un reticolo di diaclasi incrociate per una lunghezza complessiva di circa 400 metri. Attualmente sono diverse le zone inesplorate ed è molto probabile che questa cavità, quella di Is Zuddas e altre del Monte Meana costituiscano un unico grande continuo ipogeo in parte ancora sconosciuto.

L'attuale ingresso non corrisponde a quello originario ma è stato ottenuto disostruendo una

seconda piccola apertura posizionata qualche metro più in basso, la quale immette però nello stesso pozzo. Una gradinata consente oggi di raggiungere comodamente la prima sala, denominata, per quanto sopra detto, "Sala del Campanaccio", un ambiente poco spazioso e ben concrezionato, da cui si diramano due principali camminamenti. Procedendo lungo quello di sinistra, si osservano ambienti abbastanza spaziosi, aventi altezza non superiore ai 10 metri e larghezza raramente superiore ai 20 metri. Tali ambienti sono chiaramente differenziabili in una serie di sale, dette nell'ordine: Sala del Balcone, Sala delle Stalagmiti, Sala del Baldacchino e Sala della Pietraia. La Sala delle Stalagmiti è situata qualche metro più in alto rispetto alla Sala del Balcone ed è separata dalla successiva Sala del Baldacchino da una sorta di muraglia naturale (Primo Muro). Dalla Sala del Baldacchino è possibile rag-

giungere la Sala della Pietraia attraverso un ulteriore saliscendi (Secondo Muro). La Sala della Pietraia risulta maggiormente estesa sia in altezza che in larghezza rispetto alle precedenti e deve il nome ad un pavimento costituito da un caos di blocchi. Da questa sala si diparte un più impegnativo tragitto di ritorno, conosciuto come “ramo speleologico”, il quale riconduce alla prima sala e completa in tal modo un percorso chiuso. Ne consegue che, procedendo sempre in avanti lungo il percorso, ci si ritrova in prossimità del punto di partenza, proprio dove giace lo scheletro della capra.

Il ramo speleologico è caratterizzato da ambienti meno spaziosi, consistenti in piccole salette alternate a stretti corridoi. Tra diversi ambienti minori nell'ordine s'incontrano: La

Sala Fragile, La Sala dell'Argilla, Il Collo d'Oca, La Sala della Colonna Spezzata e il Condotto Terminale. Nel ramo speleologico è presente qualche piccolo salto verticale che richiede una certa attenzione nell'arrampicata, o qualche strettoia che obbliga a strisciare, specie tra la Sala dell'Argilla e il “Collo d'Oca”. Il tragitto non è molto impegnativo e per lo più percorribile senza l'ausilio di attrezzi. Tuttavia, nella parte conclusiva del Condotto Terminale un passaggio da affrontare in opposizione, lungo una stretta e profonda diaclasi di cui non si intravede il fondo, fa generalmente venire i brividi ai meno esperti.

Nella parte alta della Sala del Baldacchino, poco prima del salto verticale che immette nella Sala della Pietraia, sopra un masso veniva notato già da qualche decennio lo sche-

Prolagus sardus. A. Scheletro in connessione anatomica rinvenuto per primo nella Grotta “Il Campanaccio” (Foto G. Merella). B. Secondo scheletro, di più recente scoperta ed interamente concrezionato (Foto S. Papinuto). C. Cranio isolato in vista ventrale (Foto S. Papinuto). D. Ricostruzione dell'animale in vita (disegno D. Zoboli).



Un frammento di ceramica decorata “a pettine” dalla Grotta del Campanaccio-Santadi

Il frammento ceramico, rinvenuto sulla superficie all'interno della grotta del Campanaccio, abbraccia un ampio arco cronologico che va dal V al IX sec. d.C., dunque dalla tarda età romana al periodo alto medievale. Nello specifico si tratta di un frammento di parete forse pertinente ad un boccale o brocca di ceramica, comune del tipo decorato “a pettine”. La classe ceramica di appartenenza del frammento rinvenuto è ben attestata in tutto il territorio isolano, e si presuppone per essa una fabbricazione locale. La ceramica medievale decorata “a pettine” rientra nella tipologia definita, a torto o a ragione, come “ceramica comune”. Con questo termine si è soliti indicare tutti quei manufatti per cui prevale l'aspetto funzionale su quello estetico, molte di queste forme, proprio per la loro funzionalità, restano in uso per un lungo arco cronologico senza grandi variazioni. Il nostro frammento presenta un impasto



di colore arancio-mattone, depurato, con pochi inclusi di quarzo di piccolissime dimensioni. Lo spessore medio della parete è di circa 3-4 mm, sulla superficie interna sono visibili tracce di lavorazione al tornio mentre su quella esterna, oltre alla decorazione a pettine di circa 15 denti, si denota un annerimento delle pareti dovuto all'atmosfera di cottura riducente cui la brocca è stata sottoposta. La presenza dell'acqua nella suddetta grotta può farci ipotizzare che il nostro manufatto fosse

stato importato al suo interno per la raccolta dell'acqua e magari spaccatosi accidentalmente durante il suo trasporto. Un suo frammento ha resistito ed è giunto fino ai giorni nostri.

Nicola Dessì
Archeologo

ietro pressoché completo di un piccolo mammifero. Questo sembrava riferibile alla specie fossile *Prolagus sardus* (Wagner, 1829), lagomorfo endemico della Sardegna e della Corsica estintosi probabilmente in epoca romana (Vigne, 1998). Sebbene leggermente danneggiati, in seguito al maldestro tentativo di rimozione da parte dei “soliti ignoti”, i resti sono ancora presenti in loco e ben concrezionati al pavimento.

Nel corso di un recente sopralluogo, durante il quale è stata confermata l'appartenenza del fossile alla specie *P. sardus* da parte dell'Università di Cagliari, Silvestro Papinuto ha segnalato a breve distanza dal primo esemplare un secondo scheletro di *Prolagus*. A differenza del primo, lo scheletro di questo secondo esemplare è interamente ricoperto da un sottile strato di concrezione carbonatica. Associati a tali resti sono stati osservati altri

elementi ossei isolati, anch'essi concrezionati ed appartenenti al medesimo taxon, tra i quali spicca un cranio completo in vista ventrale. Una nota descrittiva di questi fossili è in fase

di realizzazione e verrà in futuro pubblicata su una rivista paleontologica. Si tratta indubbiamente di una scoperta interessante in quanto, sebbene le ossa di *Prolagus sardus* vengano

La fauna della Grotta “Il Campanaccio”

Le prime ricerche faunistiche effettuate nella Grotta “Il Campanaccio” (2529 Sa/CA) si devono agli Autori con la collaborazione di Enrico Lana, Marcello Grussu e Marco Pala il 5 giugno 2005 (Lana et al., 2006; Grafitti & Merella, 2008), in occasione dell'esplorazione della cavità carsica portata avanti dallo Speleo Club Santadese. Successivamente la grotta è stata oggetto di altre ricognizioni biospeleologiche da parte di M. Pala il 24.03.2007 e di uno di noi (G.M.) in data 15.04.2007.

Allo stato attuale la fauna conosciuta della Grotta “Il Campanaccio” è rappresentata dai seguenti gruppi animali: Crostacei (Isopodi), Aracnidi (Ragni), Diplopodi (Glomerida), Chilopodi (Litobiomorfi) e Insetti (Collemboli, Coleotteri, Omotteri). Diamo qui un sintetico riscontro sugli elementi faunistici finora acquisiti. I Crostacei Isopodi sono costituiti da una sola specie, il Trichoniscidae *Catalauniscus puddui* Argano, 1973, elemento troglobio, endemico sardo, segnalato in alcune grotte del Sulcis-Iglesiente (Argano, 1973; Argano & Rampini, 1973; Grafitti, 2001; Grafitti & Merella, 2008; Taiti & Argano, 2011). Tra gli Aracnidi degni di nota i numerosi Ragni Metidae *Meta bourneti* Simon, 1922, entità troglifila comune in molte grotte della Sardegna (Brignoli, 1972; 1985; Puddu & Pirodda, 1974; Grafitti & Merella, 2008; Pantini et al., 2013) ed alcuni reperti di Ragni non ancora determinati. I Diplopodi hanno dato una sola specie, un Glomeridae indeterminato (Grafitti & Merella, 2008). Tra i Chilopodi è risultato soltanto il Lithobiidae *Lithobius (Lithobius) castaneus* Newport, 1844, troglifilo ad ampia diffusione sud-europea, già segnalato per altre cavità sarde (Zapparoli, 2009). Il gruppo più numeroso di specie è quello degli Insetti. Riscopriamo il Collembolo Entomobryidae *Heteromurus tetrophthalmus* Börner, 1903, troglifilo diffuso in diverse cavità dell' Isola. Tra i Coleotteri si evidenzia la sola specie degli Stafilinidi *Sepedophilus cavicola* (Scriba, 1870), entità troglifila distribuita in Sardegna e Italia centro-meridionale (Bordoni, 2007). Infine gli Omotteri del gruppo Auchenorrhincha appartenenti alla fam. Cixiidae, che vivono succhiando la linfa di radici di piante esterne che penetrano all'interno delle grotte.



Giuseppe Grafitti (Gruppo Speleologico Sassarese)
Giampaolo Merella (Gruppo Ricerche Speleologiche E.A.Martel Carbonia)

regolarmente rinvenute in molte grotte della Sardegna e della Corsica (Dawson, 1969), sino ad ora non sono mai stati descritti scheletri articolati di questo animale.

La Grotta è ricca di concrezioni. In ogni sala sono presenti stalattiti, sia nella varietà a cono sia in quella tubolare. Le cannule, in particolare, si contano a centinaia in diversi tratti del percorso e specialmente nella Sala del Baldacchino. Molte delle stalattiti non mostrano tuttavia una tipica morfologia conica o cilindrica ma un profilo assai irregolare, caratterizzato dalla presenza di protuberanze, appendici, biforcazioni e riconfluenze. Esempi di questo particolare genere di stalattiti "erratiche" sono osservabili in diverse sale.

Sebbene ben preservate in questa grotta, le stalagmiti sono generalmente meno sviluppate rispetto alle stalattiti e in alcuni casi nemmeno visibili sotto queste ultime. Il che suggerisce una portata d'acqua in molti casi contenuta ed associata ad una evaporazione importante. In continuità con le stalattiti sono spesso visibili anche le cortine (o vele) che si stagliano dal soffitto in lunghi e sottili drappi ondeggianti.

Come tipicamente osservato in altre cavità del Monte Meana, anche in questa grotta sono scarsi gli esempi di colonne intatte e le poche presenti sembrano di recente formazione. Questo suggerisce che gli ultimi fenomeni di assestamento abbiano interessato le cavità di tale rilievo in un passato non troppo lontano; forse qualche migliaia di anni. La datazione di alcuni speleotemi potrebbe fornire una risposta definitiva al riguardo. Segni di fenomeni di crollo sono comunque ben visibili lungo l'intero percorso.

Le colate ricoprono lunghi tratti della grotta dando origine ad imponenti canne d'organo o lisce superfici a pendenza molto variabile. Talvolta le colate avvolgono e inglobano dei massi inclinati, come osservato nella Sala della Pietraia. Anche le colate stalattitiche o "a bal-

dacchino" sono piuttosto comuni, data la ricorrente interruzione delle superfici inclinate lungo le quali l'acqua concrezionante fluiva.

Al concrezionamento massivo se ne aggiunge poi uno più raro e delicato, rappresentato da eccentriche o cristallizzazioni aghiformi (frostwork) di aragonite fino a qualche raro esempio di antodite. Le eccentriche soprattutto, già visibili nel ramo di sinistra, risultano ancora più abbondanti nel ramo speleologico e in particolare nella Sala Fragile (sesta del percorso), dove alcune nicchie ne sono completamente ricoperte. Dimensioni e forme sono alquanto variabili, con una prevalenza delle eccentriche vermiformi su quelle filiformi e perlate. Nel ramo speleologico si segnalano degli esemplari di eccentriche molto interessanti; alcuni per le dimensioni, in quanto presentano dia-

Particolare di stalattite erratica con eccentriche nella Sala della Pietraia (Foto G. Merella).



metro intorno ai 3-4 cm, altre per la collocazione, dato che si tratta più propriamente di “eligmite” ovvero di eccentriche che si sviluppano a partire da una superficie rivolta verso l'alto. Il meccanismo genetico di alcune eccentriche di aragonite sopra citate emerge da un recente studio su campioni analoghi provenienti da Is Zuddas (Caddeo et al., 2008b).

Da segnalare inoltre la presenza di concrezioni coralloidi, sia di origine subaerea che subacquea, la cui genesi non dovrebbe differire da quella descritta per i coralloidi di “Is Zuddas”

(Caddeo et al. 2015). Sebbene al Campanaccio le vaschette siano piuttosto rare, nelle poche presenti, localizzate nelle parti più depresse del ramo speleologico ed ormai prosciugate, sono visibili, oltre che coralloidi subacquei, anche depositi di aragonite flottante (rafts), concrezioni a mensola (shelfstones) e grossi cristalli di calcite (pool spar).

La fase mineralogica dominante negli speleotemi del Campanaccio è comunque l'aragonite, che prevale sulla calcite anche nelle concrezioni massive, quali stalattiti, stalagmiti, colate, etc. La causa è da ricercarsi nella natura dolomitica della roccia incassante, dalla cui dissoluzione derivano soluzioni acquose ricche in magnesio. La calcite quindi, quando presente, è sempre più o meno magnesifera e, pertanto, di difficile formazione (Cabrol, 1978), come si evince dall'analisi chimica di una cortina nella vicina Grotta dello Spaghetto (Caddeo et al, 2013). Le elevate concentrazioni in magnesio nelle acque del Campanaccio sono del resto dimostrate dalla notevole quantità di moonmilk, una bianca e soffice sostanza anche nota come “latte di monte”. Questo particolare tipo di deposito chimico, già studiato da diversi autori nella Grotta di Is Zuddas è risultato costituito da carbonati di ma-

Concrezioni (Foto Graziella Pinna)



gnesio quali huntite (Curreli et al., 1994; De Waele et al., 2001; Caddeo et al, 2008) e idromagnesite (Caddeo, 2011). Visibile in tutte le sale, il moonmilk si rinviene nel soffitto, sulle pareti e su altre concrezioni, soprattutto lungo il percorso speleologico, dove rende candidi lunghi tratti della cavità ed accentua così il contrasto cromatico con la terra rossa del pavimento. Riassumendo, lungo il percorso è possibile osservare varie tipologie di speleotemi fra quelle definite dalla classificazione di Hill & Forti (1997). Oltre alle tipologie più comunemente rinvenute nelle grotte, al Campanaccio abbondano le eccentriche di aragonite ed i cristalli aghiformi dello stesso minerale. La presenza di tali speleotemi e di altre formazioni particolarmente delicate, come le innumerevoli e sottili stalattiti tubolari, fanno di questa cavità un ambiente spettacolare ma estremamente fragile.

Intendiamo ringraziare Silvestro Papinuto e Giampaolo Merella per la loro collaborazione durante alcune delle nostre escursioni in grotta e per aver realizzato una parte importante del materiale fotografico a corredo di questo articolo. Un ringraziamento va inoltre a Maria Elena Madeddu per la gentile concessione dell'immagine del campanaccio.

BIBLIOGRAFIA

- Bechstadt T. & Boni M. (1996). Sedimentological, stratigraphical and ore deposits field guide of the autochthonous Cambro-Ordovician of Southwestern Sardinia. *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 48: 390 pp.
- Cabrol P. (1978). Contribution à l'étude du concrétionnement carbonate des grottes du Sud de la France, morphologie, génèse, diagénèse. *Memoires du Centre d'études et de recherches géologiques et hydrogéologiques* 12.
- Caddeo, G., Caredda, A.M., De Waele, J., Frau, F. (2008a). Il ricco patrimonio speleotemico della Grotta di Is Zuddas (Santadi, Sardegna sud-occidentale). *Atti del XX Congresso Nazionale di Speleologia*, 27-30 Aprile 2007, Iglesias (Italia). *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia* II(24), 296-307.
- Caddeo G., De Waele J., Frau F. (2008b). Morfologia e meccanismi di crescita per alcune eccentriche aragonitiche della grotta di Is Zuddas a Santadi (Sardegna, Italia). *Riassunti del 84° Congresso Nazionale Società Geologica Italiana*, 15-17 Settembre 2008, Sassari (Italia), *Rendiconti Online Soc. Geol. It.*, 3, 148-149.
- Caddeo, G.A. (2011). Studio morfologico e mineralogico-geochimico di speleotemi in cavità carsiche della Sardegna sud occidentale, Italia. PhD Thesis, University of Cagliari, 267 p.
- Caddeo G.A., De Waele J., Frau F., Railsback L.B. (2013). Contrasting genesis and environmental significance of aragonite inferred from minor and trace element variation in speleothems. *Symposium Proceedings on Mine Caves. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia*. s. ii, 28, 2013, PP. 157-175.
- Caddeo G.A, Railsback L.B., De Waele J., Frau F. (2015). Stable isotope data as constraints on models for the origin of coralloid and massive speleothems: the interplay of substrate, water supply, degassing and evaporation. *Sedimentary Geology* (in press).
- Curreli R., Diana N., Floris A., Sulas A. (1994). Descrizione morfologica e stime dell'impatto ambientale derivante dall'apertura al pubblico delle grotte di Is Zuddas presso Santadi (Sardegna, Italia). *International Journal of Speleology*, 23 (1-2) :95-103.
- Dawson M.R. (1969). Osteology of *Prolagus sardus*, a Quaternary ochotonid (Mammalia, Lagomorpha). *Palaeovertebrata*, 2 (4): 157-191.
- De Waele J., Frau F., Lorrain M. (2001). Geochemica delle acque e minerogenesi nella grotta di Is Zuddas (Santadi, Sardegna sud- occidentale). *Atti del Convegno: Il Carsismo e la Ricerca Speleologica in Sardegna*.
- Gruppo Archeo Speleo *Prolagus Santadi* (2000). 2925 SA/CA Grotta Il Campanaccio. Federazione Speleologica Sarda - Catasto delle grotte della Sardegna.
- Hill C. & Forti P. (1997). *Cave Minerals of the World*, Second Edition: Huntsville, Alabama, National Speleological Society, 463 p.
- Pillola G.L., Leone F. & Loi, A. (1995). The Lower Cambrian Nebida Group of Sardinia. In: Cherchi A. (Ed.), 6th Paleobenthos International Symposium, Guide-Book. Cagliari, October 25-31, 1995. *Rend. Sem. Fac. Univ. Cagliari* (suppl. Vol. 65,1995): 27-62, Cagliari.
- Vigne J.D. (1998). Preliminary results on the exploitation of animal resources in Corsica during the Preneolithic. In Balmuth, M.S. & R.H. Tykot (eds). *Sardinian and Aegean chronology. Studies in Sardinian archaeology*, Sheffield, 5: 57-62



La grotta di Su Isteri

Franco Sanna, Silvana Sotgia (Speleo Club Domusnovas)

La punta Isteri è un piccolo rilievo alto 763 metri, situato nella regione nota come "Oridda", nelle montagne a nord-ovest di Domusnovas. La zona, geologicamente parlando, è costituita da scisti arenacei e da calcari cambrii metamorfosati dalla messa in posto del granito ercinico che ha sollevato e spaccato la copertura carbonatica. I calcari risultano così ricristallizzati a grana non uniforme, localmente molto grossa. Nella ristretta zona da noi presa in esame, non sembrano presenti, come nelle zone limitrofe Sa Tribuna e Sa Tellura, le intrusioni a granato e vesuviane. Nelle immediate vicinanze, c'è da sottolineare, la presenza dei vecchi lavori minerari di Su Isteri, dove venne coltivato un giacimento colonnare con magnetite, sfalerite e galena, variamente ossidati in carbonati e silicati di zinco e cerussite, incassato nei calcari, con ganga ferroso-manganesifera. Le ricerche minerarie erano già attive nella seconda metà dell'ottocento ma le col-

tivazioni vere e proprie ebbero inizio nel 1909 con una concessione citata con il nome di "Mitza de su Isteri". Ne sono testimoni le svariate discariche e i ruderi minerari della direzione.

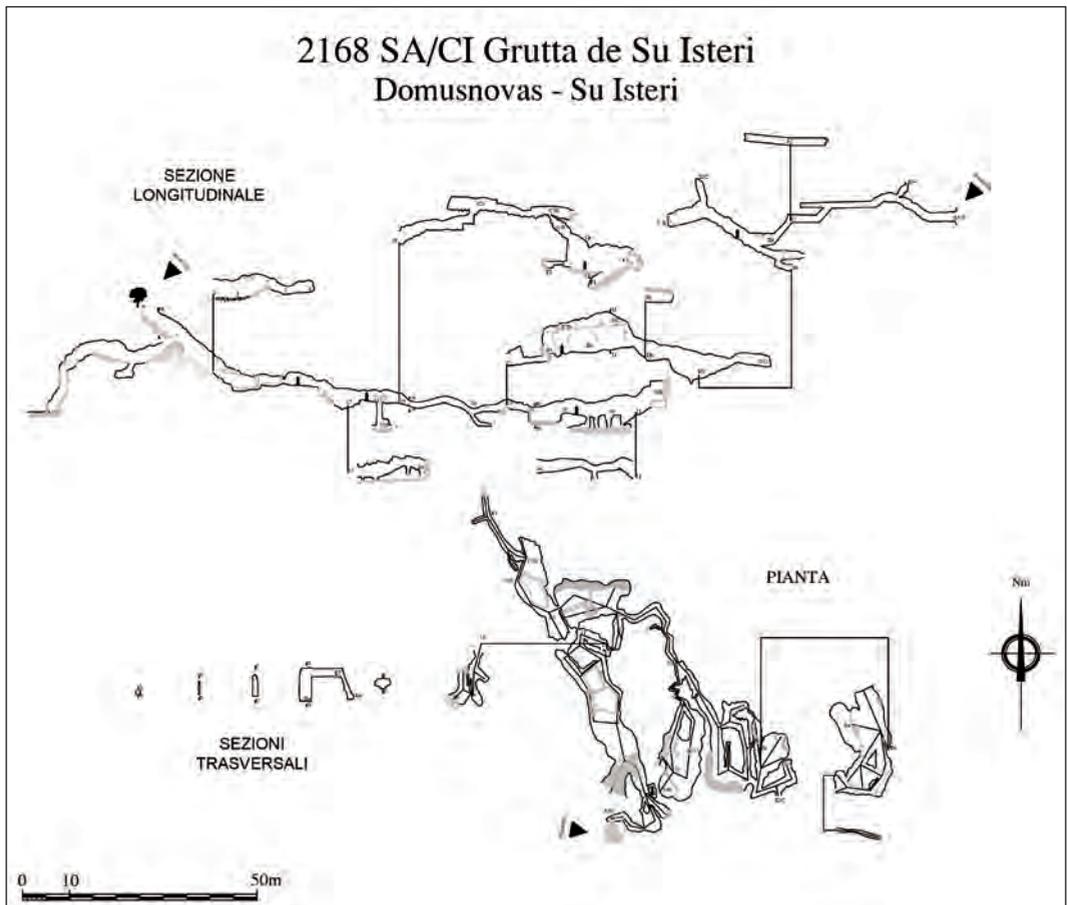
Si perviene in loco partendo da Domusnovas e seguendo le indicazioni che conducono all'agriturismo di "Perda Niedda". Anche in questo sito, sede di un importante giacimento ferroso, furono avviati lavori per lo sfruttamento minerario. Si prosegue lungo la strada, non sempre in buone condizioni, fino a giungere a una piana denominata "Su Pilloni 'e sa Figu". Sono ancora evidenti le trincee scavate dalla SILIUS per la ricerca della fluorite. Ci troviamo ora in prossimità di un bivio: percorrendo la strada sulla destra si giunge alla Piana di Oridda dopo aver attraversato il canale di "Bega d'Aleni" con i suoi misteriosi inghiottitoi. Dirigendosi a sinistra invece arriviamo, dopo qualche centinaio di metri, alla nostra meta. Incontreremo

una prima strada alla nostra sinistra, chiusa da una sbarra e subito dopo una seconda, sempre sbarrata. Lasceremo qua i nostri mezzi. Seguiremo il sentiero per meno di un centinaio di metri facendo attenzione a individuare, sulla destra, un vecchio rudere minerario. L'ingresso della grotta è situato veramente vicino a quel che resta del caseggiato. La "pista" principale prosegue, oltrepassando alcuni caseggiati per giungere nella piana di Oridda.

La grotta è nota da sempre, è stata esplorata e rilevata dallo Speleo Club Domusnovas già nel 1992. Situada a poca distanza, si trova

l'ingresso di un'altra grotta, di dimensioni minori, anch'essa esplorata e rilevata in più occasioni ma mai messa sulla carta. Quest'estate abbiamo rimesso le mani sul tutto e in un'uscita fortunata siamo riusciti a collegare le due cavità. Collegamento da sempre ipotizzato. Abbiamo così tralasciato il vecchio rilievo e rilevato nuovamente tutto l'insieme. Esploriamo e documentiamo la cavità senza tralasciare tutte le piccole diramazioni, sprofondamenti, pozzetti e salette che si snodano lungo l'asse principale, aggiungendo altri metri allo sviluppo conosciuto.

Il rilievo della grotta. Nella pagina accanto: le barbe degli ambienti superficiali (Foto F. Sirigu)





La discenderia che dà accesso alla prima sala. Nella pagina accanto: gli ambienti creati dai cedimenti (Foto F. Sirigu)

La cavità comincia con un ampio antro e prosegue lungo una discenderia molto inclinata. Arriviamo subito a una sala, che si presenta piuttosto ampia e ingombra di terriccio e massi di svariate dimensioni. Sulla destra una breve salita conduce all'imbocco di uno stretto pozzetto alla cui base s'incontra un ruscello che si perde tra i sedimenti. La sala si sviluppa per una trentina di metri in un ambiente caotico: grossi blocchi collassati e qui ricoperti di concrezioni, mentre la sua naturale prosecuzione va ad infilarsi, dopo alcuni passaggi in frana, veramente pericolosi, in un pozzetto che conduce in un bel meandro alto alcuni metri dove non sono state riscontrate prosecuzioni percorribili.

La cavità continua con una serie di cunicoli

meandriformi che conducono, dopo un po' di saliscendi, in una vasta sala occupata, nella sua parte più bassa, da un laghetto perenne. Esso raccoglie le acque di un torrentello che nei periodi piovosi incontriamo lungo il percorso. Infilandoci lungo il meandro, in uno stretto cunicolo ascendente (al punto 23 del rilievo topografico) troviamo il collegamento con l'altra grotta che ora fa parte integrante della cavità principale. Questa seconda parte della grotta è caratterizzata dagli scollamenti degli strati rocciosi che hanno lasciato ambienti bassi e ampi. Tutta la cavità si sviluppa poco sotto il piano di campagna e questo ha fatto sì che in molti punti si affaccino delle suggestive "barbe" create dalle radici degli alberi. Le acque del

laghetto prima citato, alimentano verosimilmente la sorgente de sa Mitza de Su Isteri che è stata intubata per usi potabili.

La grotta de Su Isteri ha sicuramente una genesi complessa. Parliamo di terreni molto antichi che hanno subito diversi episodi geologici. Il fiumicello che incontriamo al suo interno, a giudicare dalle dimensioni del meandro fossile trovato, doveva avere una portata decisamente superiore. La tettonica e le forze orogenetiche assieme all'erosione interna hanno innescato i fenomeni di crollo

e di assestamento.

In diversi punti abbiamo notato la presenza di foglie e ghiande trasportate dalle infiltrazioni dell'acqua piovana, segno che non siamo troppo distanti dalla superficie. La cavità non si sviluppa in profondità (per le conoscenze odierne) ma sembra avvatarsi su se stessa: compie una grande curva e torna indietro verso l'ingresso. La parte più profonda, occupata dal laghetto, pensiamo sia la chiave di volta, suscettibile di ulteriori futuri sviluppi.



BIBLIOGRAFIA

- I.Uras e M.Violo: "Su alcuni fenomeni metamorfici nella regione d'Oridda" Rendiconti della S.M.I. Vol.XX anno 1963.
- P. Stara, R. Rizzo e G.A. Tanca: Iglesiente - Arburese Miniere e Minerali. Vol. 1 - 1996

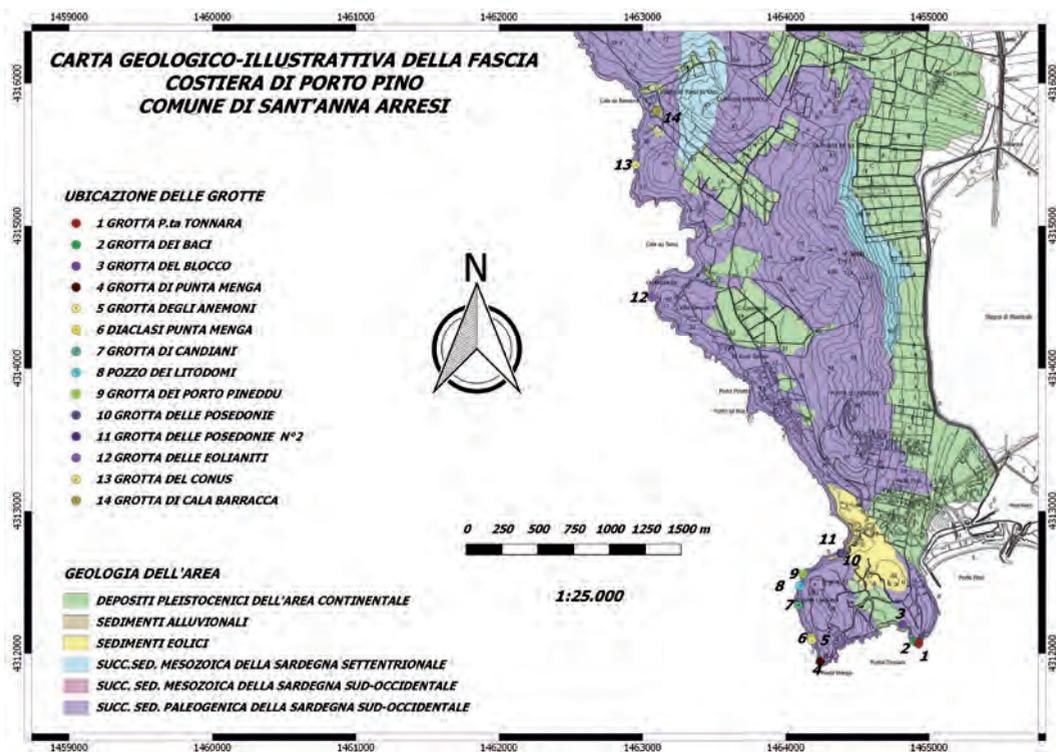


Le grotte della costa di Porto Pino Sant'Anna Arresi

Roberto Curreli, Alessandro Acca, Daniele Ambroso, Morena Bonaccorsi, Riccardo Chirigu, Paolo Pilisi (Speleo Club Nuxis)

Le grotte costiere rivestono particolare importanza, non solo per l'aspetto puramente speleologico, ma anche per quello paleo-climatico, permettendo di dedurre l'evoluzione generale dell'area. Attraverso lo studio delle cavità naturali è possibile osservare particolari geologici e geomorfologici che permettono di ricostruirne la loro storia evolutiva. Lo scopo di questo articolo non è stato solo quello di censire, rilevare e studiare gli ipogei, ma anche di evidenziare gli elementi geomorfologici che hanno determinato la loro genesi. L'area oggetto di studio è caratterizzata dall'alternanza di coste alte e spiagge sabbiosociotolose situate nei promontori delle baie di Punta Tonnara, Punta Menga, Guardia su Turcu e Cala Barracca. Nel settore sono presenti cavità naturali di differente genesi e dimensioni; all'interno di alcune di esse si può "leggere" l'evoluzione geologica dell'area e in

modo particolare le diverse fasi di trasgressione marina attribuibili al Tirreniano. Tra le grotte studiate in questo settore, la "Grotta di Cala Barracca" è l'unica nella quale è stata riscontrata presenza di "acque dolci" rivestendo, oltre all'interesse speleologico, anche quello idrogeologico. La cavità è situata a poche decine di metri dall'omonima baia e presenta al suo interno un lago-sifone, meritevole di uno studio approfondito. La genesi delle grotte esplorate e studiate non è solo di natura carsica, ma dipende anche dall'azione meccanica e in parte chimica che il mare svolge sulla costa. Il moto ondoso può infatti allargare le fenditure, muovere i detriti e determinare le erosioni, mentre la miscela d'acqua a differente concentrazione di sali provoca la corrosione delle rocce. Il ruolo speleogenetico del mare è molto modesto, infatti, l'azione erosiva del moto ondoso si attenua velocemente



Le grotte posizionate sulla Carta Tecnica Regionale 1:10.000

con la profondità, mentre l'azione chimica si esplica prevalentemente all'interfaccia acqua di mare/fluidi diversi (aria o acqua dolce); ne consegue che queste cavità sono non solo determinate dall'azione marina in senso stretto ma da un'azione mista. La tettonica ha sicuramente influenzato la morfologia degli ipogei, infatti durante i movimenti eustatici, il mare ha modellato gli ingressi allargando quelli già impostati nelle fratture generate dalla tettonica, erodendo pareti e pavimenti, obliterando vuoti, e formando speleotemi.

Il settore di studio si trova nel territorio comunale di Sant'Anna Arresi dell'ex Provincia di Carbonia Iglesias, sulla parte meridionale della costa Sud-Occidentale. Cartograficamente è identificabile alla cartografia I.G.M. foglio 572, Sezione I "Porto Pino" edita in scala

1:25.000 e alle Sezioni 572040, 572050 e 572030, della Carta Tecnica Regionale Numerica edita in scala 1:10.000.

L'area interessata dallo studio è caratterizzata da litologie appartenenti al Mesozoico, precisamente alla serie carbonatica di Porto Pino del Triassico medio-Giurassico medio (Ledda, 2011). Il basamento è costituito da calcari laminati sottilmente stratificati e calcari dolomitici in grossi strati del Triassico medio, soprastante sono presenti dolomie e dolomie calcaree, brecce dolomitiche da grigio chiare e grigio scure con pseudomorfi di solfati, alla base sono presenti livelli discontinui di marne e argille varicolori, del Triassico superiore, seguono calcari oolitici, localmente selciferi, talora fossiliferi (foraminiferi, crinoidi, belemniti, brachiopodi ecc.), spesso dolomitizzati e al-

ternati nella parte alta a calcari marnosi e marne nocciola, con calcari brecciati da grigi a rossastri (Formazione di Guardia sa Baracca-Giurassico inferiore). Nella parte alta sono presenti calcari grigio-beige con intercalazioni marnose di colore nocciola ben stratificati e fossiliferi (spicole di spugne, radiolari, foraminiferi del Giurassico medio). Il Quaternario è rappresentato prevalentemente da depositi del Pleistocene, in questi sedimenti si possono osservare diverse trasgressioni ascrivibili al Tirreniano (Eutirreniano e Neotirreniano) e al periodo glaciale Wurmiano. La trasgressione tirreniana si è sviluppata nell'interglaciale Riss-Wurm ed è molto ben visibile nel settore in esame, testimoniata da resti di depositi marini sabbioso-ciottolosi nei quali sono presenti resti di fossili (Patella ferruginea, piccoli Strombus bubbonius e Conus testudinarius). I depositi eolici sono costituiti da sabbie cementate di colore variante dal giallastro al rossiccio, con impronte di radici e piste dovute ad organismi limnivori.

L'area oggetto dello studio presenta diverse forme di dissoluzione tipiche del carso costiero, nel quale si combina l'azione delle acque dolci con quelle marine, l'azione degli aerosol, degli spray marini, nonché l'azione del moto ondoso, delle maree e del vento. In buona parte della fascia costiera sono presenti falesie alte anche oltre 20 metri con evidenti solchi di battente, in parte coperte da sedimenti quaternari, prevalentemente da sabbie argillose, brecce e suoli molto arrossati con crostoni carbonatici (calcrete). Nella piattaforma interna sono presenti rilievi strutturali, incisi da valli ben marcate con una successione di ripiani a "gradinata" nelle quali si possono osservare le fasi deposizionali Plio-Quaternarie costituite da sedimenti fini (Ulzega et al. 1980). Le falesie sono sicuramente il prodotto dell'evoluzione post-tirreniana a seguito dell'abbassamento del livello

del mare durante l'ultima fase glaciale (Wurmiano). Sulle rocce carbonatiche mesozoiche affioranti si sono sviluppati particolari "karren". I karren costieri, spesso accompagnati da fori, sono influenzati dagli splash e spray marini e risultano molto frastagliati in prossimità del livello del mare.

Queste forme si presentano come piccoli solchi aventi i bordi molto taglienti e possono raggiungere l'altezza di alcune decine di centimetri. Man mano che ci si allontana dalla linea di costa queste morfologie carsiche sono più arrotondate e meno profonde fino a sfumare in sagome sempre meno riconoscibili. I karren sono spesso interrotti da alveoli e buchi irregolari. Nelle aree a diretto contatto con il mare compaiono vaschette di corrosione con i bordi smussati, talora comunicanti con piccole grotte sottomarine (Grotta del Conus). La genesi dei karren è da mettere in relazione a due principali processi che agiscono in modo combinato: il primo processo è dato dalla normale dissoluzione carsica del carbonato di calcio e magnesio in acque arricchite da CO₂. Tale processo è quindi legato alla disponibilità di acqua piovana, essendo la dissoluzione dei calcari in acqua di mare molto ridotta. Il secondo processo è da mettere in relazione all'attività biologica, prevalentemente dovuta ad alghe blu-verdi (De Waele et al. 2009). Molto spesso l'azione degli aerosol combinata con gli agenti atmosferici modella, soprattutto nelle Eolianiti, dei pinnacoli delimitati da creste taglienti spesso traforati (Cala su Turcu). Questi karren formati in rocce quaternarie, vengono definiti "karren eogenetici" o "carso eogenetico" (Tarabosi et al. 2004). A ridosso della linea di costa si formano vaschette di corrosione (Grotta del Conus) con diametro di circa 60 centimetri, caratterizzate da bordi verticali aggettanti e fondo liscio e sub-pianeggiante, simile a marmitte di erosione, contenenti talvolta sul fondo dei ciottoli ben arrotondati.

Spesso si trovano vaschette coalescenti (Cala su Turcu), la cui profondità varia da pochi centimetri a qualche decina di centimetri. Altre forme che si rinvengono nell'area sono i "tubi di dissoluzione" o "pipes" (De Waele, Lauritzen & Parise 2010), che presentano profondità media di 50-60 cm e diametro medio 40-50 cm; la loro forma è quasi perfettamente circolare. Croste di carbonato si osservano anche sui suoli sabbiosi di Cala Barracca.

Le grotte esplorate in quest'area presentano genesi differenti, per cui possono essere classificate in tre gruppi:

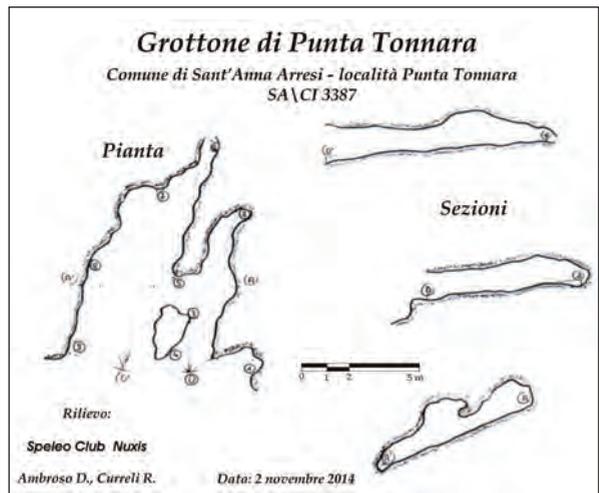
1. Grotte impostate su fratture nei calcari mesozoici;
2. Grotte sulle Eolianiti;
3. Grotte al contatto tra calcari e sedimenti quaternari soprastati da Eolianiti.

Nelle litologie carbonatiche le grotte si sono formate grazie all'evoluzione delle fratture originate dalla tettonica alpina, con conseguente apertura e formazione di diaclasi. Le direzioni sono prevalentemente orientate NNE-SSW per poi proseguire in direzione N-S; talvolta questi giunti sono intersecati da fratture orientate NW-SE (media 120°-130°), determinando la formazione di ambienti complessi come nella Grotta di Porto Pineddu. All'interno della stessa si trovano depositi attribuibili alla trasgressione Tirreniana con il rinvenimento di associazioni paleontologiche a *Patella ferruginea*, *Conus sp.* e *Pecten sp.* cementate nella roccia (Grotta del Conus e Grotta di Porto Pineddu). La seconda tipologia si riscontra nei depositi arenacei di natura eolica; le grotte sono impostate sui giunti di strato, che nella fase erosiva dei livelli meno tenaci e meno cementati determinano la formazione di grotte con volta e pavimento abbastanza piatto con spuntoni aguzzi, dove all'interno si può ben osservare sia l'azione eolica sia quella degli spray e degli aerosol marini.

La terza tipologia evidenzia la formazione delle cavità lungo il contatto tra il basamento carbonatico e depositi terrigeni di natura sia detritica che eolica. All'interno della Grotta delle Posidonie si può osservare l'andamento stratigrafico dove nella parte basale sono presenti i calcari grigio chiari con livelli color nocciola sormontati da un piccolo banco di sabbie molto addensate e cementate rossicce e argille grigio-verdoline, mentre la parte alta è costituita da un piccolo banco di breccie in matrice sabbio-argillosa e eolianiti grigio-giallastre, alterate ed erose sia dal mare che dagli agenti atmosferici.

Grottone di Punta Tonnara (SA-CI 3387)

La grotta si sviluppa per circa 23 metri ed è situata in un piccolo spiazzo incavato a circa 4 metri sopra il livello del mare. È caratterizzato dalla presenza di clasti spigolosi, depositati dall'erosione di un affioramento roccioso costituito da un conglomerato spigoloso molto cementato. La cavità si presenta come un ampio grottone separato da un diaframma di roccia che determina la formazione di due ambienti; uno lungo circa 7 metri e l'altro circa 10 metri, collegati tra loro da un arco naturale. La grotta è impostata sull'evoluzione di due sistemi di giunti, il primo dai piani di strato e il

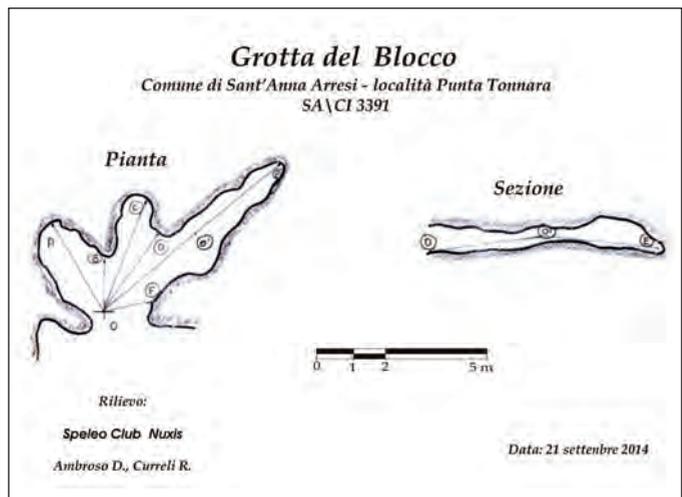
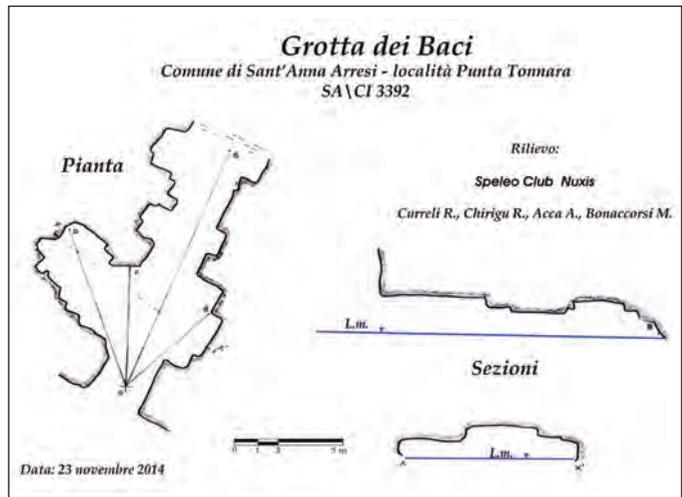


secondo da fratture perpendicolari al primo. La giacitura degli strati è leggermente inclinata con direzione 110° ed immergono a 20° con un'inclinazione di circa 30°. Non sono presenti all'interno speleotemi. Molto interessante è la presenza di un solco formato molto probabilmente dal ruscellamento, dove nel fondo si possono osservare grossi ciottoli ben arrotondati.

Grotta dei Baci (SA-CI 3392)

La Grotta dei Baci, è sicuramente la grotta più rappresentativa della fascia costiera di Porto Pino. Già conosciuta fin dai primi anni del secolo scorso, poiché dalla parete rocciosa sulla quale si apre la cavità si esibivano diversi tuffatori, chiamata così probabilmente per l'effetto delle onde sulle pareti. La genesi della grotta è dovuta senza dubbio alla combinazione dell'azione marina e di quella chimica che hanno allargato le fratture già esistenti, costituite dall'incrocio di piani di strato orientati N 60° con immersione 330° inclinati in media 10°-15° e le fratture principali orientate prevalentemente NNE-SSW e N-S. L'ingresso si apre sui calcari dolomitici poco alterati, mediamente fratturati, della "Formazione di Punta Tonnara", sormontate da un piccolo banco di marne grigio-verdoline, al quale segue un secondo banco di calcari dolomitici. I parametri strutturali hanno messo in evidenza il crollo di blocchi a forma di parallelepipedo con dimensione media di 40-60 cm. La volta è piatta a "gradoni inversi", evidenziando l'evoluzione della cavità procedendo dal basso verso

l'alto. La grotta prosegue e si dirama in due piccoli bracci uno lungo circa 8 metri e il principale circa 12 metri, per un'altezza media dal livello dell'acqua di 1,50 m, per poi abbassarsi nella parte centrale ad un metro. La grotta prosegue verso il basso e risulta sommersa, quindi esplorabile mediante tecniche subacquee. Sulla sinistra dell'imboccatura è presente uno spiazzo pianeggiante, assimilabile ad un terrazzo marino, mentre sulla parete rocciosa a circa 4 metri dal livello del mare si possono osservare i solchi di battente.



Grotta del Blocco (SA-CI 3391)

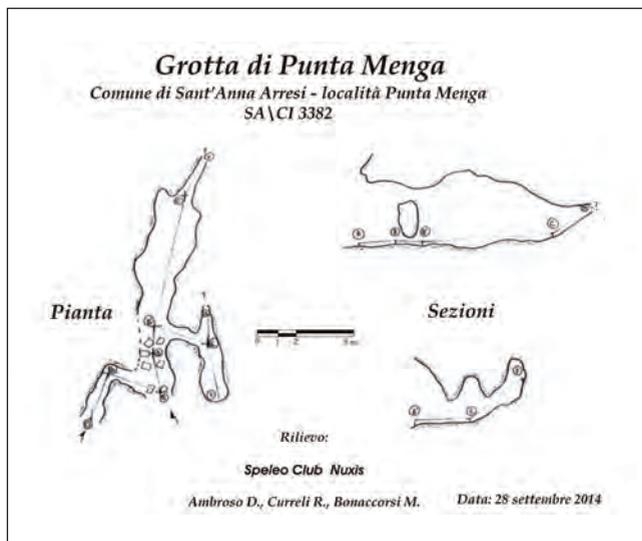
Il nome della cavità è dato dalla presenza di alcuni blocchi di arenarie eoliche cavati nella cava antistante, utilizzati in passato per la costruzione di opere edili. La grotta si sviluppa per una lunghezza di 14 metri lungo un giunto di strato nelle eolianiti e si suddivide in tre bracci quasi paralleli, il più lungo dei quali misura oltre sette metri. L'altezza media è di circa 60 centimetri e il punto più basso 30 centimetri.

Grotta di Punta Menga (SA-CI 3382)

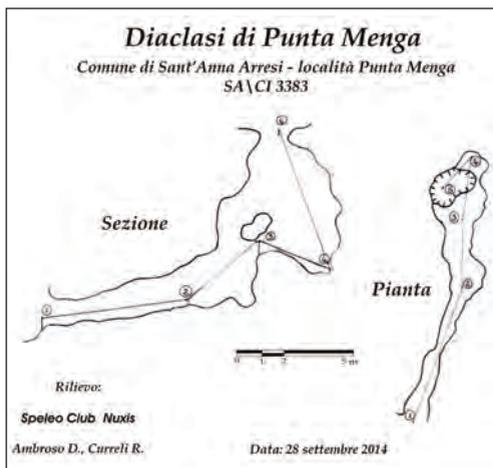
La grotta è impostata su diaclasi con evidenti forme di erosione mentre all'interno non si osservano depositi quaternari ma sono presenti crostoni carbonatici. Sulla parte alta si possono osservare cupole di erosione inversa e fori cilindrici ben sagomati, invece sulle pareti sono presenti concrezioni coralloidi di piccole dimensioni con attorno croste bianco-latte similari a moonmilk. La grotta presenta diverse forme di erosione e si possono osservare piccole concrezioni che assumono colore verdastro sicuramente per via dello sviluppo di licheni. Nella parte iniziale la volta franata è collegata sulla sinistra con una piccola diramazione di oltre 5 metri che va a finire sulla scogliera. La cavità prosegue con due accessi sovrapposti, uno abbastanza ampio e uno di piccole dimensioni (circa 30 cm). All'interno si osservano piccoli coralloidi e incrostazioni carbonatiche, sono inoltre presenti piccoli livelli di calcare color nocciola.

Grotta degli Anemoni (SA-CI 3381)

La cavità, che si sviluppa per 27 metri, deve il nome al ritrovamento al suo interno di alcuni anemoni di mare. All'imboccatura, nella parte basale, sono presenti sabbie eoliche con brecce a cemento carbonatico-argilloso rossiccio e da brecce spigolose alternate a sabbie prive di fossili (Pleistocene). Il riempimento di piccoli karst presenti nell'imboccatura della cavità è costituito da sabbie compattate da cemento carbonatico che hanno subito un successivo processo di erosione. La grotta è impostata su diaclasi e tende ad allargarsi verso la linea di costa nella quale sono presenti due ingressi separati da un pilastro di roccia. L'ingresso è alto 2 metri e largo circa 1 metro sino a restringersi a 60 cm. Sulla parte mediana il soffitto è abbastanza piatto ed evidenzia la giacitura



degli strati inclinati 15°. All'interno si osservano diversi fori di litodomi (almeno a tre metri dal livello del mare), profondi alcuni centimetri. Sulle pareti si osservano depositi arenacei erosi dall'azione marina. L'imboccatura presenta sul fondo ciottoli abbastanza arrotondati. Particolare interesse mostra la stratigrafia presente in prossimità dell'imboccatura, caratterizzata da una frattura beante con fori di litofagi, in seguito riempita da sabbie cementate di colore rossiccio depositate sicuramente nel Wurmiano.



Diaclasi di Punta Menga (SA-CI 3383)

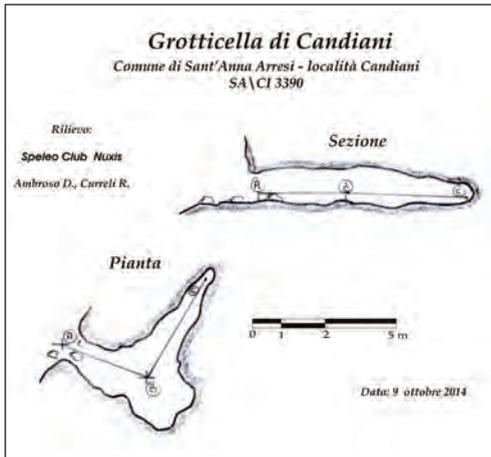
La grotta presenta sviluppo spaziale di 22 m (fig. 8), ed è impostata in una diaclasi orientata 30° per poi proseguire a 360°; la frattura è abbastanza stretta ed è colmata da sedimenti ciottolosi e frammenti di conchiglie con livelli di interstrato. La diaclasi si è formata sicuramente dall'evoluzione di una faglia, nella cui parete, osservando attentamente, si notano le strie di frizione provocate dal movimento tettonico, mentre la superficie del giunto è coperta da incrostazioni. Sulla parte mediana sono presenti boxworks, mineralizzati da ossidi di colore rossiccio. Sulla volta si può osservare una breccia ciottolosa con ciottoli e fossili marini del Pleistocene, sul fondo sono invece presenti massi di grosse e medie dimensioni. Nella parte alta la grotta termina con un secondo ingresso alto 7 metri sulle cui pareti sono presenti piccoli cristalli di calcite lamellare, mentre sul pavimento inclinato circa 20° si osservano grossi massi; sul fondo sono presenti piccoli fossili appartenenti al genere *Cardium* cementati sulle pareti. Sulla volta si osservano piccole concrezioni coralloidi.

Grotticella di Candiani (SA-CI 3390)

Piccola cavità lunga 7 metri, presenta un'imboccatura larga circa un metro, dopo di che si apre una piccola saletta larga poco meno di 2 metri e alta in media 80 cm. Sul pavimento è presente sabbia rossiccia e sulle pareti ci sono le solite breccie. Esternamente si trovano crostoni di carbonato di calcio che hanno cementato breccie e sabbie che aggettano sulla falesia.

Pozzo dei Litodomi (SA-CI 3395)

La Grotta si sviluppa per 43 metri ed è costituita da due ingressi sovrapposti che immettono in un piccolo ambiente che permette l'accesso mediante un pozzo, in una diaclasi che termina a mare. Uno degli ingressi alti si apre lungo una fessura orizzontale larga circa 2 metri e alta 60 cm, per poi abbassarsi a 30



cm. Superata la strettoia, si accede in un ambiente largo circa 3 metri che permette, tramite una piccola strettoia impostata su dei blocchi franati, l'accesso ad un pozzo profondo oltre 19 metri che tende ad allargarsi a campana nella parte intermedia, per poi proseguire verso NW in senso orizzontale lungo una diaclasi alta oltre 3 metri che fuoriesce a mare. Sulle rocce di questa imboccatura si possono osservare stupendi fori di litodomi e particolari fossili ancora da classificare. Sulla parte alta della grotta è presente un banco di breccie spigolose cementate.

Grotta di Porto Pineddu (SA-CI 3384)

La grotta presenta sviluppo spaziale di 53 m e si apre su una grossa frattura orientata circa 20°, prosegue per una lunghezza di circa 8 metri e larghezza media di 1,20 m per poi dividersi in due rami, uno a destra e uno a sinistra. In quest'ultimo tratto sul fondo sono presenti ciottoli di medie dimensioni parzialmente appiattiti, talora arrotondati. La natura dei clasti è prevalentemente carbonatica la cui forma è sicuramente data dal riflusso del moto ondoso e dalla risacca. Il ramo di destra si sviluppa verso l'alto e sulle pareti si osservano concrezioni coralloidi di calcite. La porzione superiore della grotta è caratterizzata da erosione abbastanza intensa con accrescimento di speleotemi coralloidi; le fratture sono aperte e riempite da intercalazioni di breccie con elementi sia spigolosi che arrotondati. Sulle pareti si possono osservare piccoli livelli arrossati assimilabili a paleosuoli e lenti clastiche contenenti fossili di fauna terrestre, precisamente gasteropodi polmonati (*Helix* sp.). Sulle pareti sia all'interno che all'esterno della cavità sono presenti fori di litodomi che evidenziano la trasgressione marina con conseguente variazione del livello del mare. Sul livello più alto si apre una piccola saletta anch'essa caratterizzata dalla presenza di depositi sabbiosi.

Grotta delle Posidonie (SA-CI 3385)

La cavità (fig. 11), avente sviluppo spaziale 20 m, è impostata al contatto tra calcari dolomitici e depositi clastici con resti di fossili di fauna marina, sottostanti ad Eolianiti wurmiane molto cariate e alterate. Sulla parte sud dall'imboccatura sono presenti sabbie argillose rosso-mattone ed argille grigio-verdoline.

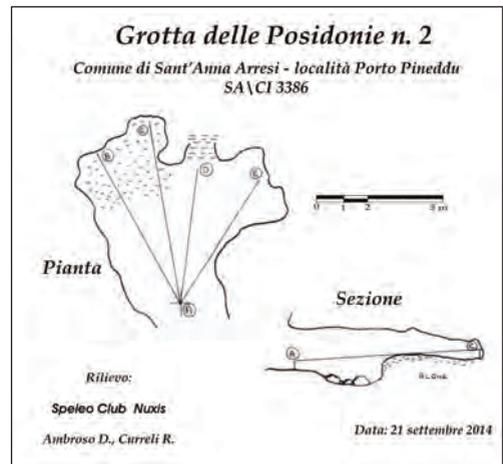
All'ingresso sono presenti grossi blocchi di eolianiti che ne ostruiscono parzialmente l'accesso; il basamento è costituito da un calcare grigiastro con incrostazioni di sabbie e piccoli ciottoli e livelli limo-argillosi di colore giallastro-ocra a granulometria molto fine. Sulla volta è presente una breccia spigolosa con cemento carbonatico. La grotta è formata prevalentemente dall'azione marina combinata con quella atmosferica. Le arenarie eoliche presentano colore marroncino con inclusi ciottoli mesozoici e patine rossastre dovute all'ossidazione. Sulle pareti si osservano inclusioni grigio-verdoline e giallastro-rossicce.

Grotta n.2 delle Posidonie (SA-CI 3386)

La grotta si sviluppa spazialmente per 14 m, all'interno sono presenti piccoli banchi di calcari e calcari marnosi grigio-giallastri talora color nocciola di spessore decimetrico, che immergono a 90° con inclinazione di 10°; sulla parte bassa sono più scuri e fratturati. La parte esplorata è lunga oltre 7 metri, ma a causa del livello del mare non è stato possibile proseguire oltre.

Grotta delle Eolianiti (SA-CI 3388)

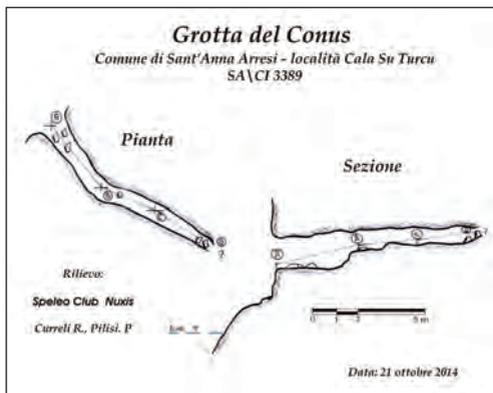
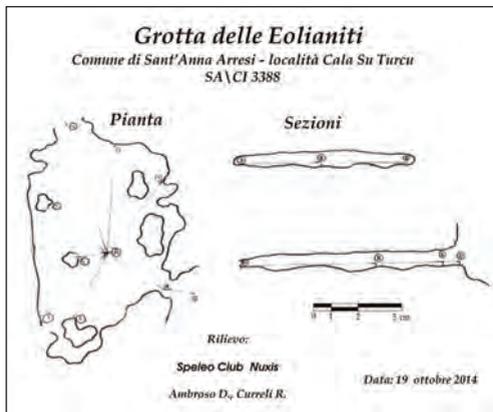
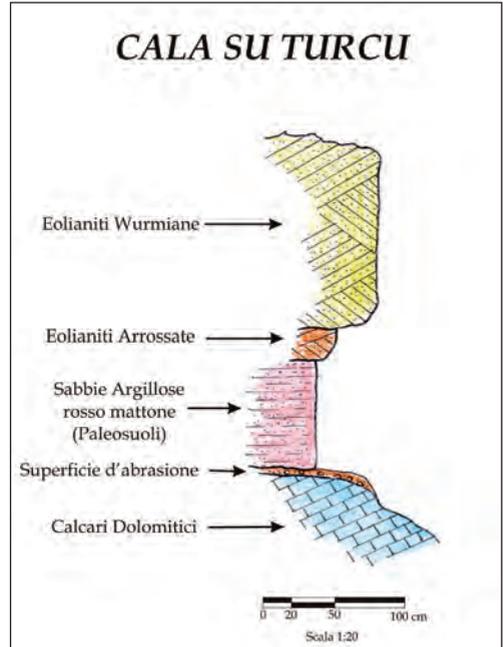
La grotta è impostata su un piano di strato nelle Eolianiti, l'imboccatura è stretta e bassa, il tetto è abbastanza regolare e parzialmente eroso, mentre il pavimento è abbastanza irregolare. Sia sulla parte centrale che sulla destra sono presenti blocchi franati dalla volta, sempre sulla destra si apre un secondo accesso che sbuca sul piazzale di una vecchia cava di arenaria. La grotta presenta sviluppo planimetrico 22 m, larga in media circa 3,50 m e alta



circa 70 cm con punti di massima altezza di 90-100 cm. La grotta si è formata grazie all'azione meccanica del mare combinata con il vento e l'azione chimico-fisica dei sali presenti negli splash e gli aerosol marini.

Grotta del Comus (SA-CI 3389)

Piccola cavità di tipo carsico che si apre a 3,5 metri rispetto al livello del mare. Lunga 10 metri è, la sua forma morfologica è quella a "tubo freatico forzato" poco influenzato dall'azione del mare. Sul pavimento della cavità è presente una piccola colata e sulla parete destra si possono osservare piccoli speleotemi coralloidi. Il nome si deve al ritrovamento del guscio di un gasteropode marino del genere *Conus* (fossile guida della trasgressione tirreniana), cementato in una breccia spigolosa e situato sulla parte alta dell'imboccatura a oltre



5 metri dal livello del mare. Sul pavimento prima dell'ingresso sono presenti alcune marmitte di erosione del diametro circa 70 cm e profonde circa 50 cm. In prossimità della grotta si può osservare una breccia rossiccia con gusci di *Helix* sp. Sui calcari circostanti, a circa 4 metri di quota s.l.m., si osservano fori di litodomi. Nella parte finale della grotta sono presenti grossi ciottoli che occludono la cavità.

Conus rinvenuto nella Grotta del Conus



Grotta di Cala Barraca (SA-CA 441)

La grotta di Cala Barraca situata a circa 100 metri dall'omonima spiaggia, è stata rilevata e catastata dal Gruppo Speleologico "E.A. Martel" di Carbonia, con il n. 0441 nel 1987 (fig. 16). Attualmente possiede uno sviluppo spaziale di 150 metri e un dislivello di -33 m. La grotta si apre al centro di un terreno privo di vegetazione. Si accede mediante un pozzetto verticale profondo 2,50 metri, caratterizzato nel primo tratto dalla presenza di un banco di sabbia spesso circa 2 metri. La grotta prosegue con un piano inclinato, anch'esso parzialmente coperto di sabbia, dal quale si possono osservare sia le pareti che la volta costituite dai calcari di colore grigio-chiaro. La grotta si apre lungo una frattura orientata 120° ed è impostata lungo giunti orientati NW-SE e NE-SW; all'interno si aprono due ampie sale nelle quali si osservano grossi massi depositati da enormi crolli. Proseguendo lungo il piano inclinato si giunge ad un laghetto di acqua dolce oltre il quale non è possibile proseguire. Nella grotta è stata osservata una piccola colonia di pipistrelli, costituita da una quindicina di esemplari. Sulla volta della sala si possono os-



Concrezioni nella Grotta di Cala Barraca

servare cupole di erosione inversa poco evolute, alternate a tratti piani o poco inclinati, indicanti la giacitura degli strati, nei quali si accrescono piccole e isolate stalattiti lunghe in media 30-40 centimetri di colore bianco candido. Il laghetto presente nella parte bassa della grotta contiene acqua limpida, nel quale si possono osservare speleotemi semisferoidali di colore marroncino; sul pavimento in

prossimità del piccolo bacino idrico sono presenti concrezioni coralloidi di colore bianco-candido e concrezioni di forma sferica a tonalità madreperlacea sui cui bordi si sono formati cristalli forse di aragonite. In alcuni blocchi ribaltati si possono osservare piccole stalagmiti che evidenziano il deposito chimico, prima che avvenissero ulteriori crolli nella cavità.



BIBLIOGRAFIA

- A.A.V.V. (1968) - Atti del X Congresso internazionale di studi sardi (Simposio sul Quaternario della Sardegna). Centro Internazionale di Studi Sardi. A cura di Carlo Maxia. Editrice Sarda F.Ili Fossataro, Cagliari.
- Andreucci S., Pascucci V., Murray A.S., Clemmensen L.B. (2009) - Late Pleistocene coastal evolution of San Giovanni di Sinis, west Sardinia (Western Mediterranean).
- Antonioli F., Ferranti L., Mucedda M. (1993) - Osservazioni geomorfologiche e paleoclimatiche nella grotta delle alghe (Capo Caccia, Sardegna); *Sardegna Speleologica*, Anno II, n.3, pp.2-7.
- Bonicelli Vardabasso S. (1971) - Geomorfologia delle grotte del Sulcis, (Sardegna SO); stabilimento Tipografico Editoriale Fossataro-Cagliari, pp.3-26.
- Carmignani L., Oggiano G., Barca S., Conti P., Salvadori I., Eltrudis A., Funedda A., & Pasci S. (2001) - Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. LX. I.P.Z.S.
- Colantoni P. (1994) - Le grotte marine-Grotte Marine d'Italia; Atti del Convegno SPELEOMAR 91-Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia-6. Serie II, Bologna 1994, pag 7-8.
- Costamagna L.G. (2000) - Analisi di Facies della successione Triassico-Giurassica di Porto Pino (Sardegna Sud-Occidentale); *Atti Ticinesi di Scienze della Terra*, Vol. 41, pp.65-82, Ed. New Press-Como.
- Costamagna L.G. & Barca S. (2002) -The "Germanic" Triassico of Sardinia (Italy): a stratigraphic, depositional and palaeogeographic review-*Riv. It. Paleont. e Strat.*, 108(1). 67-100.
- Curreli R. (2012) - Nella costa di Porto Pino non solo mare ma anche cavità carsiche: la grotta di Cala Barracca; *La Gazzetta del Sulcis-Iglesiente*, n. 583, del 24 maggio 2012.
- De Waele J., Lauritzen S.E. & Parise M. (2011) - On the formation of dissolution pipes in Quaternary coastal calcareous arenites in Mediterranean settings; *Earth Surface Process and Landforms* 36, pp. 143-157.
- De Waele J., Mucedda M., Montanaro L. (2009) - Morphology and origin coastal karst landforms in Miocene and Quaternary carbonate rocks along the central-western coast of Sardinia (Italy); *Geology* 106, pp.26-34.
- Ledda P. (2011) - Caratteristiche geoambientali e tendenze evolutive del paesaggio costiero dell'insenatura di Porto Pino (Sulcis, Sardegna SW); tesi di laurea inedita.
- Lecca L., Carboni S., Scarteddu R., Sechi F., Tilocca G. & Pisano S. (1986) - Schema stratigrafico della piattaforma continentale occidentale e meridionale della Sardegna. *Mem. Soc. Geol. It.*, 36, pp. 31-40.
- Martini R., Amieux P., Gandin A. & Zaninetti L. (1987) - Triassic foraminifers from Punta Tonnara (SW Sardinia) observed in cathodoluminescence. *Revue de paléobiologie*, 6, n.1, 23-27.
- Tarabosi D., Jenson J.W., Mylroie J.E. (2004) - Karren features in island kars; *Guan Mariana Island. Zeitschrift für Geomorphologie N.F.* 48, 369-389.
- Ulzega A., Ozer A. (1980) - Etat des connaissances sur le Tyrrhenien en Sardaigne avant l'excurSION table-ronde; *Comptes-Rendus ExcurSION table-ronde Tyrrhenien de Sardaigne-Cagliari* 21-28 avril 1980, pp.17-46.



Nuove esplorazioni nella grotta dell'acquedotto di Nuxis

Roberto Curreli, Alessandro Acca (Speleo Club Nuxis)

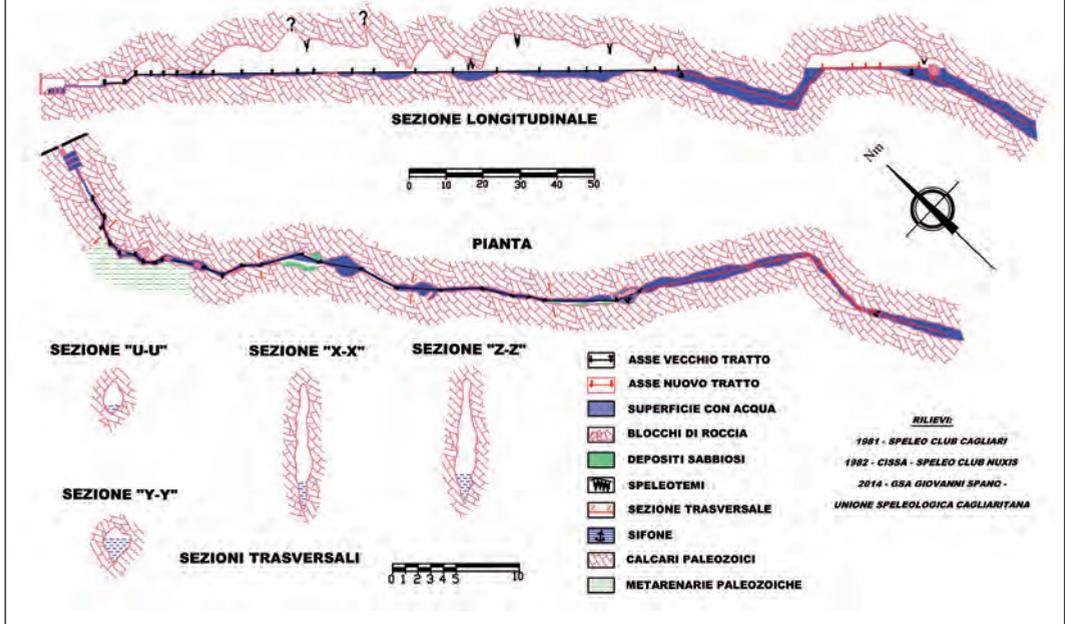
A causa del continuo inquinamento delle acque superficiali, la tendenza è quella di utilizzare sempre più le acque sotterranee, in modo particolare quelle ospitate negli acquiferi carsici che, in certi territori, costituiscono la risorsa idrica più cospicua. Nel Sulcis-Iglesiente sono presenti estese formazioni carbonatiche che ospitano imponenti acquiferi carsici; uno di questi si trova nei rilievi del comune di Nuxis e ha sbocco nella risorgente Grotta dell'Acquedotto. Questa grotta, già studiata e parzialmente esplorata nel secolo scorso, è oggetto di nuovo interesse negli ultimi anni, per motivi legati allo sfruttamento e alla preservazione dell'acquifero. Le acque presenti nella grotta, già dagli anni venti, sono utilizzate per l'approvvigionamento idrico del paese. La grotta è stata negli anni passati oggetto di investigazioni, con relative pubblicazioni da

parte prima dello Speleo Club Cagliari e poi dallo Speleo Club Nuxis. Dopo 23 anni si è deciso di rivedere e aggiornare questi lavori, soprattutto esplorando il sifone, già sagolato nel 1992 dallo speleosub Leo Fancello, nella speranza di trovare nuove prosecuzioni. Le nuove attività hanno coinvolto speleologi del Gruppo Speleo Archeologico Giovanni Spano, Unione Speleologica Cagliariitana e Speleo Club Nuxis. È stato ispezionato un secondo sifone e sono stati acquisiti nuovi dati sullo stato geologico, idrogeologico, biospeologico, oltre a quello più strettamente esplorativo.

Una volta giunti al centro abitato di Nuxis si attraversa il paese verso monte sino a raggiungere via Monte Tamara, ex frazione Is Meis, da questo punto si prosegue lungo una strada asfaltata che percorre la valle nella quale scorre il Rio

GROTTA DELL'ACQUEDOTTO

LOCALITA' "SA TURRI". COMUNE DI NUXIS
SAICA 2083



Il rilievo della grotta e, nella pagina accanto, la presa dell'acquedotto di Nuxis (foto d'archivio)

Coxinas, sino a raggiungere un piazzale che determina la chiusura della strada. Sulla sinistra si intravede un cancello di ferro che permette l'accesso alla grotta. I primi dati riguardanti la grotta sono riportati nell' Angius-Casalis, nel quale si narra: "Acque sorgive. Ne' settentrionali sono moltissime fonti, tra le quali ... indicherò presso Nugis a ... del monte ghiandifero la grossa vena (Su Scioppadroju) di Cosina, che versa le acque gorgoglianti delle fauci di una roccia calcarea, dove chi entri abbassandosi sopra il laghetto, trova due spelonche successive. Presso questa fonte sono le rovine di un'antica costruzione che dicono "Su Palaziu de sa Mar-

chesa".

Il Vidal la definisce "Sa Turri de Sa Donna" (Torre della Signora), attribuibile a Benedetta marchesina di Massa e giudicessa di Cagliari. Negli anni venti, precisamente nel 1923 venne edificato dai militari un recinto murario attorno all'imboccatura della grotta per delimitarne il perimetro e un fabbricato nel cui interno sono presenti alcune vasche di decantazione, nelle quali venivano captate le acque che fuoriuscivano dalla grotta, per poi essere convogliate nell'acquedotto utilizzato dalla popolazione locale. Nell'estate del 1952 Saverio Patrizi rinviene diversi esemplari di Sinfilidi, Tricotteri e Coleotteri. I primi dati



Parte iniziale della grotta (foto M. Bonaccorsi)

sulle esplorazioni nella Grotta dell'Acquedotto risalgono al 1981, quando gli speleologi dello Speleo Club Cagliari ispezionarono la grotta pubblicando i dati nel 1982 sul periodico "Speleologia Sarda". Nello stesso periodo lo Speleo Club Nuxis, in collaborazione con il C.I.S.S.A di Iglesias stesero un nuovo rilievo e lo pubblicarono assieme a nuovi dati relativi alla grotta (rif. bibl.: Cenni sul primo inventario ipogeo nel comune di Nuxis). A queste uscite seguì un tentativo d'immersione nel sifone presente nella parte finale da parte di un subacqueo di Cagliari, non andato a buon fine. Nel mese di settembre 1992 lo speleosub Leo Fancello del G.R.A. Dorgali, con il supporto dello Speleo Club Nuxis, dello Speleo Club Santadese e del Gruppo Speleologico

Archeologico Giovanni Spano di Cagliari e con la collaborazione degli speleosub M. Deschmann e F. Mitri di Trieste, si immerse nel sifone per oltrepassarlo e descriverlo. Rilevando quanto scrisse: "Il laghetto-sifone ha una profondità di circa 3 metri sul fondo è presente l'apertura del sifone di metri 1/1,20 di diametro. Da qui ha inizio il condotto sommerso che mantiene, grosso modo, le stesse dimensioni della finestra di partenza. Percorsi 40 metri a una profondità massima di 8 metri, si risale velocemente lungo un camino di due metri di diametro, che porta ad emergere in un ambiente con caratteristiche simili a quello pre-sifone; esso è impostato su una frattura avente il medesimo orientamento di quella della parte finale della grotta 110° N. Sulla verticale del laghetto di emersione l'altezza è notevole e non è stato possibile individuarne la fine. Lungo la frattura, dopo 5 metri, una grossa colata concrezionale riduce l'altezza dell'ambiente a poco più di un metro dal pavimento; oltre questo ribassamento la grotta prosegue in un ambiente piuttosto stretto, dove si sente il ruscigliamento dell'acqua. Sopra la colata pare esservi un'altra possibilità di prosecuzione. Al ritorno la visibilità non superava i 50 cm e una temperatura di 16 °C. La sagola è rimasta armata sul posto". Nel mese di settembre 2014, grazie all'esplorazione condotta dagli speleosub Enrico Seddone (Unione Speleologica Cagliariitana) e Daniele Mauergeri (Gruppo Speleo Archeologico Giovanni Spano) sono stati raccolti nuovi dati relativi alla speleogenesi ma anche al sistema idrogeologico e alla biospeleologia. Per quanto riguarda le geologia, il settore è interessato da litologie appartenenti al Paleozoico, precisamente al Cambriano inferiore. La grotta si apre al contatto tra le

litologie del “Gruppo di Nebida e del Gruppo di Gonnese” (Pillola 1991). Il Gruppo di Nebida è costituito da metarenarie e metasiltiti con laminazioni piano-parallele, alternate a bancate decimetriche di metarenarie quarzose con livelli carbonatici (Formazione di Matoppa) e litofacies costituita da livelli discontinui di metacalcari scuri ad Archeocyata. In continuità stratigrafica, sono presenti arenarie quarzose e siltiti con laminazioni incrociate e piano parallele. Verso l’alto si evidenziano alternanze di calcari, talvolta ricchi di archeociatine e dolomie con bioturbazioni, spesso silicizzate (Formazione di Punta Manna). Soprastanti sono presenti dolomie grigio-chiare, ben stratificate spesso con laminazioni stromatolitiche, noduli e livelli di selce scura alla base (Formazione di Santa Barbara ex Membro della Dolomia Rigata). In continuità sono presenti calcari grigio-chiari massivi, che spesso tendono al colore nerastro, spesso dolomitizzato (Formazione di San Giovanni, ex Membro del Calcare Ceroide), all’interno sono presenti litofacies costituite da dolomie e calcari dolomitici massivi di colore che varia dal giallastro al bruno (Dolomia Grigia auct.) e litofacies costituite da dolomie e calcari dolomitici massivi di colore che varia dal grigio al nocciola (Dolomia Gialla auct.). La grotta è impostata sia sul calcare ceroide che sulla dolomia rigata.

La prima parte della grotta si sviluppa in direzione N-S con, verso a sud, al contatto tra le litologie terrigene metamorfosate della Formazione di Punta Manna del Gruppo di Nebida e la Formazione di Santa Barbara del Gruppo di Gonnese. Per via della quasi totale impermeabilità delle rocce clastiche metamorfiche l’acqua sia nella sua azione meccanica che

chimica ha trovato una vera e propria diga naturale insuperabile per la quale ha cambiato direzione; infatti dopo circa 15 metri la grotta subisce una forte deviazione verso S-E, impostandosi proprio sulle litologie carbonatiche della Formazione di Gonnese, dove scorre il corso d’acqua sotterraneo. A ridosso del gomito affiorano le arenarie di basso grado metamorfico, nelle quali si evidenziano alcuni spuntoni rocciosi che emergono sopra il livello del fiume. Lo sviluppo della grotta avviene prevalentemente su una diaclasi abbastanza stretta. Nella prima parte si può osservare la Dolomia Rigata con le tipiche striature alternate di colore che varia dal chiaro a scuro; in questo settore il fenomeno carsico, ha sicuramente interessato i piani di strato, sollecitati anche dalla tettonica (seconda fase dell’orogenesi ercynica) che in tempi relativamente recenti li ha incassati. In alcuni punti la grotta tende ad allargarsi, dove si sono impostati dei piccoli laghetti. In uno di questi si è formato un primo sifone, una volta superato, la grotta mantiene le caratteristiche presenti nel tratto precedente. Nel secondo sifone si rinvennero rocce carbonatiche molto alterate, infatti l’analisi della roccia campionata dalle pareti del sifone, evidenzia un grado di alterazione abbastanza elevato, tanto da sbriciolarsi al contatto. Dopo averlo analizzato è stato stabilito che la roccia è un calcare e vista la forte effervescenza messa in evidenza dall’acido cloridrico si tratta sicuramente di “Calcare Ceroide”. La sovrapposizione del rilievo topografico della grotta con il rilevamento geologico di dettaglio dell’area, ha evidenziato la presenza nel punto di campionamento di una faglia non evidente in superficie. Il materiale prelevato, presenta caratteristiche tessiturali assimilabili ad

una "milonite" meglio conosciuta come "breccia di frizione" formata dalle azioni dinamiche esercitate nella roccia durante i movimenti tettonici e in questo caso indebolita dalla presenza dell'acqua. All'interno, la grotta presenta diverse forme di erosione meccanica, sulle pareti si possono osservare "scallops" di dimensione decimetrica, aventi forma che varia da ovale ad ellittica, allungate nel senso della corrente. La loro formazione è dovuta all'escavazione per corrosione ed abrasione della roccia, operata dall'acqua che scorre nel fiume sotterraneo in regime di circolazione turbolenta e vorticoso. Le concavità sono asimmetriche con la parte più scavata verso monte. La grotta è caratterizzata dalla presenza di "solchi di erosione", sopra i quali si sono formate delle "mensole", conseguenti ai fenomeni erosivi e/o corrosivi dovuti alla variazione del regime di scorrimento idrico. In alcuni tratti la sezione assume forma a "8", causata da erosione selettiva, infatti, testimonia che lo scorrimento idrico è avvenuto sino ad un certo livello e successivamente al variare del regime idraulico si è verificato un ulteriore approfondimento del corso d'acqua determinato sicuramente da una variazione delle precipitazioni con conseguente modificazione degli apporti idrici. Sulla volta, lungo la principale linea di frattura si possono osservare "cupole di erosione inversa", definite impropriamente "marmitte inverse", che presentano forma emisferica, talora cilindro-coniche, con sezione sub-ellittica e pareti leggermente ondulate, in alcuni punti le cupole risultano coalescenti. La loro genesi potrebbe essere sicuramente dovuta, vista la presenza del fiume alla variazione di concentrazione di CO_2 nell'acqua circolante, oppure in condizioni vadose per

condensazioni da aria satura in umidità nella quale entra in soluzione la stessa CO_2 , rendendo aggressive le soluzioni acquose. Dall'analisi chimica effettuata su alcuni campioni d'acqua, si evidenzia l'appartenenza alla famiglia delle acque bicarbonato-alcaline terrose, con buone percentuali di SiO_2 , dovuto sicuramente alla dissoluzione parziale dei silicati presenti nelle metarenarie, e di solfati formati dall'ossidazione dei solfuri metallici inglobati all'interno delle formazioni carbonatiche.

L'imboccatura della grotta è caratterizzata dalla presenza di due ingressi nei quali sono stati effettuati dall'uomo alcuni interventi per facilitarne l'accesso; il primo è chiuso da un cancello con grate di ferro, oltre il quale sono presenti alcune vasche di decantazione, che una volta superate, permettono di giungere all'imbocco della grotta. Questa si può raggiungere anche tramite un secondo ingresso a pozzo, anch'esso ampliato dall'uomo, nel quale si accede mediante una scala con gradini fissi in ferro. Da questo punto inizia la grotta naturale, nella quale scorre il fiume sotterraneo. La parte iniziale, una volta superato un piccolo dislivello di circa un metro e mezzo, si presenta come una stretta frattura, superabile mediante un angusto cunicolo lungo circa due metri. Una volta oltrepassato, la grotta si sviluppa in senso orizzontale, ampliandosi verso l'alto. Proseguendo, la grotta tende a restringersi ulteriormente e dopo pochi metri cambia direzione in modo netto formando un angolo di circa 75° ; in questo tratto la roccia assume colore marroncino scuro che corrisponde alle arenarie metamorfosate del Gruppo di Nebida (Formazione di Punta Manna); esse presentano un aspetto morfologico abbastanza frasta-

gliato con spuntoni piuttosto aguzzi che emergono dall'acqua. Andando avanti, lungo il corso d'acqua, sulla sinistra si possono osservare delle grosse radici sommerse nell'acqua del fiume che anticipano la presenza di lame di roccia parallele alle pareti, evidenziando un contatto litologico; quello delle formazioni scistose (Formazione di Punta Manna) e quello delle formazioni carbonatiche della (Formazione di Santa Barbara). In questo punto l'ambiente diventa leggermente più ampio con larghezza media circa tre metri; sulle pareti si possono osservare solchi di erosione, prodotti dall'azione combinata chimico-meccanica del moto turbolento dell'acqua. Lo scorrimento ha provocato un'azione erosiva di tipo "selettivo" formando piccoli ripiani aggettanti verso l'interno per una dimensione di circa 20-30 cm la cui genesi potrebbe essere riconducibile all'alternanza di diversi periodi d'erosione, causati da differenti portate del fiume sotterraneo, determinate da periodi di differente piovosità, con conseguente variazione dell'azione erosiva. In questo tratto nell'acqua limpida si possono osservare sabbie grigio chiare e conglomerati di piccole dimensioni. Proseguendo l'ambiente tende ad allargarsi e sulla sinistra si trova un ripiano facilmente percorribile. Dopo pochi metri l'ambiente si allarga ulteriormente, e il fiume forma un primo laghetto. In questo punto si osserva una prosecuzione verso l'alto che tende a restringersi rendendo difficoltosa l'esplorazione. Sul fondo del laghetto è presente sabbia di colore grigio chiaro nella quale si possono osservare increspature dalle quali si può determinare la direzione del flusso dell'acqua. Superato il piccolo bacino idrico si possono vedere stalattiti e colate bianche con qualche sta-

lattice tubolare trasparente, mentre sulle pareti rocciose sono presenti interessanti forme di erosione. Dopo una decina di metri si trova il secondo laghetto, più stretto e più lungo del primo. Una volta superato, la grotta si restringe ed assume una larghezza media di circa 60-70 cm. Proseguendo dopo oltre una trentina di metri si raggiunge il lago-sifone. Vista la possibilità di prosecuzione si è cercato di oltrepassarlo passando dall'alto senza alcun successo. Da questo punto sono riprese le esplorazioni nel settembre 2014. Sino a questo tratto la grotta è intersecata perpendicolarmente da piccole fratture molto strette, nel cui interno si accrescono eccentriche di aragonite. Nel tratto iniziale sino ad arrivare al primo laghetto sono sicuramente presenti altri collegamenti esterni che si sviluppano verso l'alto, confermati dal rinvenimento dello scheletro di un serpentello e di un topo.



Cannula (foto M. Bonaccorsi)

La fauna della Grotta dell'Acquedotto (Monte Tamara, Nuxis, Sardegna sud-occidentale)

La fauna della Grotta dell'Acquedotto (2083 Sa/CA) è conosciuta fin dal 1952. Si devono a Saverio Patrizi le prime ricerche faunistiche effettuate il 16 agosto 1952 nella cavità, che in suoi lavori (1952; 1956) la cita come "Sorgente sul M. Tamara, in località «Sa Turre», presso Nuxis". In quella occasione rinvenne in gran numero il Coleottero *Stafilinide Myrmecopora fugax* Erich., il Sinfilo *Scutigera immaculata* New., l'Ortottero *Grylloforma dalmatina* (Ocsk.), Ditteri della fam. *Limoniidae* (sub *Limnobiidae*) e resti del *Tricottero Mesophylax aspersus* Ramb. Alcuni dati sono riportati da Cerruti (1968). Dai diari di Patrizi pubblicati postumi da Cassola (1982) si evince che, oltre alla fauna sopra detta, raccoglie anche un Gasteropode acquatico, alcuni piccoli Ragni e qualche farfalla.

Successive ricerche sono state operate da Sergio Puddu nel giugno 1981 che nella sua nota (1982) conferma la presenza dello *Stafilinide Myrmecopora fugax* Erich., osservato su pareti in placche di numerosi esemplari. Vengono notati *Ragni Meta* sp., resti del *Tricottero Mesophylax sardus* Mor. & Gian. (sub *Mesophylax adpersus sardus* Mor.-Gian.) e infine dell'Anfibio *Urodelo Speleomantes genei* Temm. & Schleg. (sub *Hydromantes genei* Schleg.). Più recenti ed esaustive indagini speleofaunistiche sono state condotte nella Grotta dell'Acquedotto da parte di due degli Autori (M.B. e G.M.) in data 22 settembre



Pseudoscorpione Neobisiidae Roncus baccettii Lazzeroni (Foto Giampaolo Merella)

e 2 ottobre 2014 con la raccolta e documentazione fotografica di Gasteropodi, Crostacei, Pseudoscorpioni, Ragni, Chilopodi, Insetti (Dipluri, Lepidotteri, Coleotteri) e Anfibi Urodeli. Allo stato attuale la fauna conosciuta della Grotta dell'Acquedotto è rappresentata dai seguenti gruppi animali: Molluschi (Gasteropodi), Crostacei (Isopodi), Aracnidi (Pseudoscorpioni, Ragni), Sinfili (Scutigerrillidi), Chilopodi (Litobiomorfi, Geofilomorfi), Insetti (Dipluri, Lepidotteri, Ditteri, Tricotteri, Coleotteri) e Anfibi (Urodeli).

Diamo qui una sintetica analisi sugli elementi faunistici finora acquisiti.

I Molluschi Gasteropodi sono attinenti al gruppo dei Pulmonati con la fam. *Zonitidae Oxychilus oppressus* (Shuttleworth, 1878), specie troglifila endemica sarda, nota di numerose cavità dell'Isola (Puddu & Pirodda, 1974; Cassola, 1982; Manganelli, 2007 in litt.). Nulla si può dire del "gasteropode acquatico" rinvenuto da Patrizi (1982: cfr. Diari), potrebbe trattarsi di una interessante specie, per la quale sarebbe necessaria un'apposita ricerca.

I Crostacei Isopodi sono costituiti da due specie, una terrestre e una acquatica: per la prima risulta il *Trichoniscidae Catalauniscus puddui* Argano, 1973, elemento troglolobio, endemico sardo, segnalato in alcune grotte del Sulcis-Iglesiente (Argano & Rampini, 1973; Grafitti, 2001; Grafitti, 2011; Grafitti & Merella, 2008; Taiti & Argano, 2011). Per la seconda è dato dall'Asellota *Stenasellidae Stenasellus* sp., forse da ascrivere

alla specie *Stenasellus assorgiai* Argano, 1968 in quanto una sua stazione tipica, cioè la Grotta di Riu Murtas (Narcao) risulta essere molto vicina al Monte Tamara, area in cui si apre la risorgente in esame.

Tra gli Aracnidi degni di nota gli Pseudoscorpioni con il Neobiisidae *Roncus* sp. da attribuire probabilmente alla specie troglobia endemica *Roncus baccettii* Lazzeroni, 1969, considerato che una delle sue stazioni più prossime è, anche in questo caso, la Grotta di Riu Murtas (Narcao) (Gardini, 2000; Graffiti, 2011); mentre tra i Ragni il comune *Tetragnathidae Meta bourneti* Simon, 1922, entità troglifila nota in molte grotte della Sardegna (Brignoli, 1972; 1985; Puddu & Pirodda, 1974; Graffiti & Merella, 2008; Pantini et al., 2013) ed alcuni piccoli Ragni indeterminati visti dal Patrizi.

I Sinfilii si segnalano con la fam. Scutigerelellidae e la specie *Scutigerelella immaculata* (Newport, 1845), troglifila, nota in altre grotte sarde, a distribuzione europea e mediterranea occidentale.

Tra i Chilopodi risultano il *Lithobiidae Lithobius* sp. tuttora indeterminato e un *Geophilidae* indet.

Ma il gruppo più numeroso di specie è quello degli Insetti. Ai Dipluri appartiene la fam. Campodeidae da attribuire probabilmente al gen. *Plusiocampa*, elemento già noto del Sulcis Iglesiente con la specie *Plusiocampa sardiniana* Condè, 1981, nota della Grotta di S. Giovanni (Domusnovas).

Tra i Lepidotteri l'*Erebidae Apopestes spectrum* (Esper 1787), farfalla troglifila nota di

varie cavità sarde, ad ampia distribuzione euro-mediterranea. Per i Ditteri si segnala il *Limoniidae Limonia nubeculosa* Meigen, 1804, specie troglifila diffusissima, è uno dei più importanti elementi dell'associazione parietale delle grotte. Gli Ortoteri sono noti con la specie troglifila *Grylomorpha dalmatina* (Ocskay, 1832), diffuso grillide, comune in numerose grotte sarde (Puddu & Pirodda, 1974; Cassola, 1982). I Tricotteri sono rappresentati dal *Limnephilidae Mesophylax sardus* Moretti & Gianotti, 1964, entità troglifila endemica della Sardegna, segnalata in altre cavità dell'Isola (Moretti G. & Cianficconi F., 1983; Cianficconi F. & Moretti G., 1985).

Tra i Coleotteri si evidenziano le due specie di *Stafilinidi Myrmecopora (Iliusa) fugax* (Erichson, 1839), entità troglifila distribuita in Sardegna, Sicilia e Italia centro-settentrionale (Bordoni, 1982; 2007*), e *Sepedophilus cavicola* (Scriba, 1870), entità troglifila rinvenuta in moltissime cavità dell'Isola, distribuita in Sardegna e Italia centro-meridionale (Bordoni, 2007). Infine tra gli Anfibi l'*Urodela Plethodontidae Speleomantes genei* (Temminck & Schlegel, 1838), troglifilo endemico del Sulcis-Iglesiente, diffuso in diverse grotte dell'area tipica.



Chilopode Lithobiidae Lithobius sp. (Foto Morena Bonaccorsi)

Giuseppe Graffiti (Gruppo Speleologico Sassarese)
Giampaolo Merella (Gruppo Ricerche Speleologiche E.A.Martel Carbonia)
Morena Bonaccorsi (Speleo Club Nuxis)

BIBLIOGRAFIA

- A.A.V.V. (2009) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000, F° Capoterra; ISPRA, servizio geologico d'Italia. Regione Autonoma della Sardegna, A.T.I. S.EL.CA. srl-L.A.C. srl-SystemCart srl-2009.
- Angius V./Casalis G.(1840) - Dizionario Geografico Storico Statistico Commerciale degli Stati di S.M. il Re di Sardegna-Torino- Ed. Maspero-Torino.
- Aresu G., Aru P., Curreli R., Fanutza I., Floris A., Tocco E. (1989) - Cenni sul primo inventario ipogeo nel comune di Nuxis; la Grotta dell'Acquedotto. *Speleologia Sarda*, n.69, Gennaio-Marzo 1989, pp.3-7
- Atzori T., Fercia M.L., Muroli C., Tuveri S. (1982) - Grotta dell'Acquedotto, Nuxis, Monte Tamara. *Speleologia Sarda*, Anno XI-n.3, Luglio-Settembre 1982, pp.19-21.
- Bertorino G., Caboi R., Caredda A.M., Cidu R., Fanfani L., Sitzia R., Zanzari A.R., Zuddas P. (1981) - Le manifestazioni termali del Sulcis (Sardegna sud-occidentale). *Periodico di Mineralogia-Roma*. Anno 50, 1981, pp. 233-255.
- Bullegas S.(1998) - La scena e il paesaggio.- Edizioni Dell'Orso, pag. 130-131.
- Curreli R. (1989) - Rilevamento geologico e inventario delle risorse geominerarie, pedologiche, e fitogeografiche di una porzione del territorio di Nuxis (Sardegna meridionale). Tesi di laurea inedita.
- Fancello L. (1992) - Ancora esplorazioni speleo subacquee in Sardegna. *Sardegna Speleologica* 2, pp.28-31.
- Fancello L.(1992)- Relazione sull'esplorazione speleo subacquea del 28/9/92 effettuata nella grotta dell'Acquedotto di Nuxis (CA). Dattiloscritto inedito.
- Fancello L. (1993) - Novità dalla Sardegna. *Speleologia* 28, pp. 74-76
- Federazione Speleologica Sarda (1990) - Quinto aggiornamento all'elenco catastale delle grotte della Sardegna. *Speleologia Sarda* 74, pp. 1-29.
- Mosetti F.(1989) - Il carsismo e l'idrologia carsica. *Quaderni etp; Rivista di Limnologia*, numero 17-1989.
- Pillola G.L. (1991) - Trilobites du Cambrien inférieur du SW de la Sardaigne, Italie. *Palaeontographia Italica*. Vol. LXXVIII-Anno 1991.
- Rosset A., Sartorio D., Grillo B. (2007) - Geologia e Carsismo delle rocce carbonatiche. *Unione Speleologica Pordenonese-CAI Pordenone*.
- Speleo Club Cagliari (1986) - 20 anni nelle grotte della Sardegna. p. 239

L'ESPLORAZIONE SPELEOSUBACQUEA 2014 DELLA GROTTA DELL'ACQUEDOTTO DI NUXIS

di Enrico Seddone (USC)
e Daniele Maugeri (GSAGS)

Ormai è da qualche mese che parliamo di riprendere le esplorazioni in questa grotta, immaginando cosa ci possa essere oltre il sifone terminale esplorato da Leo Fancello nel 1992, esplorazione che ha confermato la presenza di gallerie aeree oltre il tratto sommerso, prosecuzioni che da oltre vent'anni attendono di essere percorse. La grotta, chiusa da un cancello, non è accessibile; il comune di Nuxis che capta le acque sotterranee per approvvigionare metà del paese, regola l'accesso alla cavità. Ottenere l'autorizzazione necessaria per accedere alla grotta non era certo l'ostacolo principale, trovare degli speleosub che avessero voglia di superare il sifone terminale per esplorare e documentare le probabili prosecuzioni quello sì che era il problema da affrontare. Né io né Daniele Maugeri del GSAGS ci siamo fatti corteggiare, appena saputo di poter partecipare ad una esplorazione speleosubacquea abbiamo immediatamente dato piena disponibilità a Roberto Curreli, dello Speleo Club Nuxis, che tempo qualche settimana ci contatta comunicandoci di aver ottenuto l'autorizzazione comunale necessaria e le chiavi dell'ingresso. Ci accordiamo per una esplorazione notturna, vogliamo evitare inutili polemiche che potrebbero nascere con eventuali curiosi, autorizzazione comunale a parte non tutti gradiscono che un gruppo di speleologi possa sguazzare nell'acqua che uscirà poi dai rubinetti di casa loro. Per evitare di sovraffollare la cavità decidiamo di entrare in

pochi, solo le persone necessarie ad effettuare il trasporto delle attrezzature per l'immersione, la campagna acquisti per reclutare speleo-sherpa non sarà difficile, il sifone è breve e poco profondo, l'attrezzatura necessaria non sarà molta. Dello Speleo Club Nuxis parteciperanno in una decina, dell'USC saremo in cinque e in tre del GSAGS. La data per l'esplorazione viene finalmente fissata per venerdì 19 Settembre. Nonostante qualche piovasco durante la settimana le previsioni sono buone e la portata del fiume sotterraneo non sembra aver subito variazione... è confermato si va. L'appuntamento per i cagliaritari è alle 18:30 da MediaWorld; anche se stanchi dopo una giornata (e settimana) di lavoro arriviamo, sorprendentemente, tutti puntuali. Io, Nicola, Silvia, Gianlusc e Rambo (Lucaamatore N.d.R.) ci incontriamo con Daniele, Riele e Guido. Il tempo di smistare persone e bagagli in due auto e partiamo alla volta di Nuxis. Quarantacinque minuti di viaggio sono sufficienti per arrivare a destinazione; incontriamo Alessandro e Roberto al distributore del paese e da lì ci spostiamo a casa di Roberto, dove attendono gli altri soci del gruppo di Nuxis. La grotta dista ormai davvero poco, in meno di cinque minuti siamo parcheggiati nel piazzale sotto l'ingresso, l'avvicinamento alla grotta è quasi zero, bene. Scarchiamo dalle auto i sacchi che dovranno transitare lungo la grotta sino al sifone, tre sacchi a testa per subacqueo più uno zaino con il canotto; Daniele stende un telone sull'asfalto e iniziamo subito a cambiarci, in meno di dieci minuti siamo pronti. Sacco in spalla e ci avviamo verso il cancello, oggi per noi aperto. In fila, alle scalette che dal cancello portano al primo stretto tratto di diaclasi, siamo parecchi, forse qualcuno in più di quanto preventivato, ma la possibilità di poter accedere ad una grotta chiusa da anni ha risvegliato

l'animo speleologico di tanti, è giusto così: "è la passione che ci spinge... e alla passione non si comanda". La grotta è bella, passaggi stretti e l'acqua non agevolano il percorso dei meno esperti ma la soddisfazione di arrivare al primo lago o addirittura al sifone terminale valgono lo sforzo. Dopo qualche minuto di rodaggio organizziamo un efficace passamano e i sacchi raggiungono la riva del primo laghetto, gli spazi non sono certo comodi e mentre viene gonfiato il canotto, Guido, appollaiato su dei massi, indossa la muta stagna. Nel frattempo io e Daniele, una volta tolti gli "abiti asciutti", ci mettiamo le mute direttamente a mollo nel fiume, che fortunatamente non è gelido come ci aspettavamo. Guido, con la stagna, affiancato da Daniele e dal sot-



La prima diaclasi (foto S. Arrica)



Il primo lago (foto S. Arrica)

toscritto, traghetta oltre i due laghetti sacchi e speleologi; tutti arrivano a destinazione più o meno asciutti alla riva del secondo laghetto, da qui percorriamo l'ultimo tratto di diaclasi che ci porta finalmente al sifone. Strettoie, canotto, laghi e opposizioni acrobatiche per non bagnarsi (e gelarsi poi nell'attesa dei sub) rallentano la progressione. Siamo entrati in grotta circa alle 21:00, arriviamo al sifone che ormai sono scoccate le 23:00, è più tardi del previsto ma ci badiamo poco, sapevamo che la giornata sarebbe stata lunga. L'acqua del sifone è cristallina, la sagola che Leo ha steso da ben ventidue anni è ancora lì, tutto considerato in buone condizioni. M'immergo parzialmente per dare uno sguardo alla sagola e al sifone e l'acqua s'intorbidì-

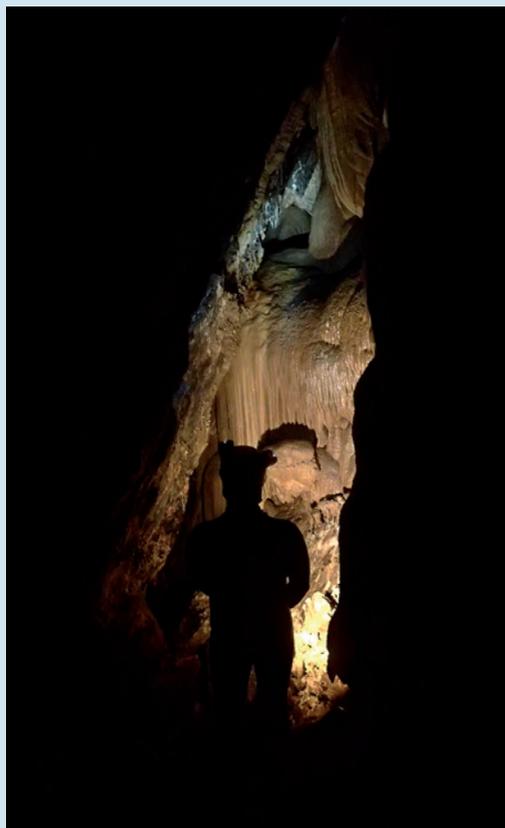


Preparativi al sifone (foto S. Arrica)

sce subito, ma dopo qualche minuto lo scorrimento porta via il torbido...Arrivano anche Daniele e pian piano tutti i sacchi, stendiamo un telo sulla spiaggetta e iniziamo ad assemblare l'attrezzatura; visto e considerato che lunghezza e profondità del sifone sono note, otto metri di profondità per quaranta di sviluppo, abbiamo potuto predisporre una configurazione essenziale, bombole piccole (7+7 per Daniele e 4+4 per me) infilate in un sacco speleo senza GAV. In pochi minuti siamo pronti, decidiamo di seguire la sagola di Leo e di posizionare una sagola nuova solo nel caso in cui la vecchia sia danneggiata o troppo logora. Pianifichiamo di star via massimo un'ora e mezzo, sono le 23:45 salutiamo tutti e ci immergiamo.

Vado io per primo e Daniele segue poco lontano, l'acqua è trasparente e la visibilità perfetta almeno sino alla parte più profonda, a circa 30 m dalla partenza; le bolle che espiriamo risalgono verso la superficie oltre il sifone e fanno precipitare il fango depositato sul soffitto intorbido leggermente il percorso davanti a noi. Poco male, la sagola è in buone condizioni, la seguiamo ancora per pochi secondi e siamo in superficie, dall'altra parte; il computer non ha registrato l'immersione, è durata meno di un minuto. Gli ambienti che ci accolgono alla riemersione sono in tutto e per tutto simili agli ambienti pre-immersione, vista dal sifone la diaclasi sembra biforcarsi in due gallerie una orizzontale e una pseudo-verticale, ma svestita l'attrezzatura e percorsi pochi passi ci rendiamo subito conto che si tratta di un semplice restringimento e nulla più. Poco più avanti una grossa colata ingombra quasi totalmente la galleria, l'unico passaggio è sul fondo della diaclasi, abbastanza stretto ma percorribile. Oltre questa breve strettoia il buio, l'inesplorato... Procediamo cauti, camminiamo su massi poco stabili e poco solidi, da qui in poi la roccia non è compatta come nei tratti precedenti, ma, in qualche maniera alterata, si sbriciola letteralmente sotto i nostri piedi e tra le nostre dita. La parte alta della galleria, con il soffitto circa 5/6 metri sopra la nostra testa, è ricca di speleotemi, eccentriche e cannule abbondano. Percorriamo una decina di metri e arriviamo a un altro lago, a tratti profondo e di lì a poco, a circa 45 metri dal primo sifone, la parte aerea percorribile termina, siamo arrivati al secondo sifone, la diaclasi nella parte alta stringe e chiude inesorabilmente, l'unica prosecuzione è quella subacquea. Siamo via da 25 minuti, il tempo pianificato non ci basterebbe per portare tutto il materiale sino al secondo sifone, percorrerne quanto possibile, riemergere e

rilevare quanto esplorato... abbiamo bisogno di altro tempo almeno altre due ore, considerate le esigue dimensioni del primo sifone decidiamo di avvisare i nostri compagni e di verificare se sono disponibili ad aspettarci oltre a quello che era l'orario inizialmente prestabilito. In meno di 10 minuti Daniele ripercorre il tratto allagato, ottiene 2 ore di tempo extra e torna indietro. Ripercorriamo gli ambienti che separano i due sifoni traghettando bombole, sagolatori e il resto del materiale oltre la strettoia e lungo la diaclasi appena esplorata. L'accesso al secondo sifone non è tra i più comodi quindi cerchiamo nel lago che lo precede se si trova una via subacquea più comoda... purtroppo dopo il nostro precedente passaggio, l'acqua è divenuta eccessivamente torbida e non riusciamo ad individuare nessun varco. La visibilità all'imboccatura del sifone non è migliore, per fortuna quando ci siamo affacciati la prima volta con l'acqua ancora pulita abbiamo visto chiaramente dove proseguiva; fissata la sagola scavalco un diaframma di roccia e mi infilo in un passaggio largo circa un metro oltre il quale si accede alla parte allagata della diaclasi, percorribile più comodamente. A circa due metri di profondità la visibilità sembra migliorare, la galleria scende obliqua sulla mia destra e il paesaggio ricorda per certi versi quanto ci stiamo lasciando alle spalle, massi incastrati qua e là in una diaclasi di larghezza variabile tra uno e due metri. Per velocizzare l'esplorazione, come già altre volte, ci siamo divisi i compiti: io avrei steso la sagola, Daniele avrebbe provveduto a frazionarla, fissandola con gli elastici per prevenire lesioni e logorii, ma un buon piano non sempre è attuabile, la visibilità in immersione passava a zero in pochi secondi, le bolle espirate smuovevano il sedimento sulle pareti e sul soffitto facendo precipitare fango e pietrisco, Daniele con



Diaclasi post sifone (foto E. Seddone)

tutta quella sospensione non poteva vedere dove legare la sagola. Non che io avessi compito più semplice, per evitare il torbido, quando individuavo un punto dove legare il filo d'Arianna ero costretto a trattenere il fiato, evitando così che le bolle innescassero la pioggia di detriti, guadagnando qualche secondo in più per vedere meglio dove mettere le mani. Il più delle volte, nel tentativo di legare la sagola ad un pezzo di roccia, questa letteralmente mi si sbriciolava tra le dita. Dopo aver percorso circa 30 metri ad una profondità massima di 6 metri in questo "paradiso della speleosubacquea" ho preferito legare la sagola, tagliare e fare marcia indietro. Percorso

qualche metro un bagliore mi rivela la presenza di Daniele, lui vede le mie luci e capisce, dietro front, seguo la sagola senza vedere ad un palmo dal naso e in pochi minuti siamo entrambi fuori. Daniele mi conferma che stando dietro non si vedeva nulla e gli racconto che la galleria continuava a scendere ma che a mio avviso il rischio che l'aria espirata potesse smuovere un masso incastrato sopra le nostre teste era fin troppo reale. La mia sete di conoscenza si placa velocemente in queste condizioni. L'impressione generale avuta percorrendo il tratto aereo e il primo tratto del secondo sifone è che la diaclasi punti verso il basso in maniera decisa e che quanto resta da esplorare della grotta sia allagato o per lo



Speleotemi (foto E. Seddone)

meno che il secondo sifone non sia breve come il precedente. Riportiamo tutto l'equipaggiamento sino al primo sifone e prendiamo l'attrezzatura da rilievo e la macchina fotografica. Percorriamo nuovamente, per la sesta volta in meno di 2 ore, le nuove gallerie; ed in mezz'ora rileviamo e scattiamo qualche foto. Per gli scienziati della terra (geologi N.d.R.) preleviamo anche un campione di roccia. E' ora di tornare indietro, indossata velocemente l'attrezzatura ripercorriamo il tratto sommerso, la visibilità è ormai scesa a zero anche nel primo sifone e per maggior sicurezza riteniamo opportuno affiancare una nuova sagola a quella vecchia. È l'una di notte, ci spogliamo, smontiamo l'attrezzatura e la impacchettiamo nei sacchi mentre facciamo ai presenti un riassunto di quanto fatto "on the other side".

Ad aspettarci, avvolti nei teli termici, sono rimasti in sette, gli altri sono usciti, aveva poco senso rimanere a prendere freddo; per portare fuori gli zaini hanno calcolato che bastavano undici speleo. I due che mancano torneranno alle 01:30 al primo laghetto, dove non si sono fatti attendere. Nel frattempo che ci cambiamo per tornare agli "abiti speleo" la lunga marcia dei sacchi ha inizio... ormai esperti della grotta e del passamano in poco più di mezz'ora siamo fuori. Sono da poco passate le due, mentre ci togliamo le tute speleo, raccontiamo a chi aspettava fuori la nostra esplorazione. Chi è uscito "presto" non è certo rimasto con le mani in mano, a casa di Roberto la tavola è già abbondantemente imbandita così alle 2:30 ci sediamo per cenare e tra un racconto e una bevuta, una bevuta ed un racconto non riusciamo ad andarcene prima delle 04:00. Un abbraccio a tutti e siamo in viaggio verso casa, verso un letto che da tanto non era così desiderato. Sono quasi le sei quando, dopo ventiquattr'ore di veglia si va a nanna.



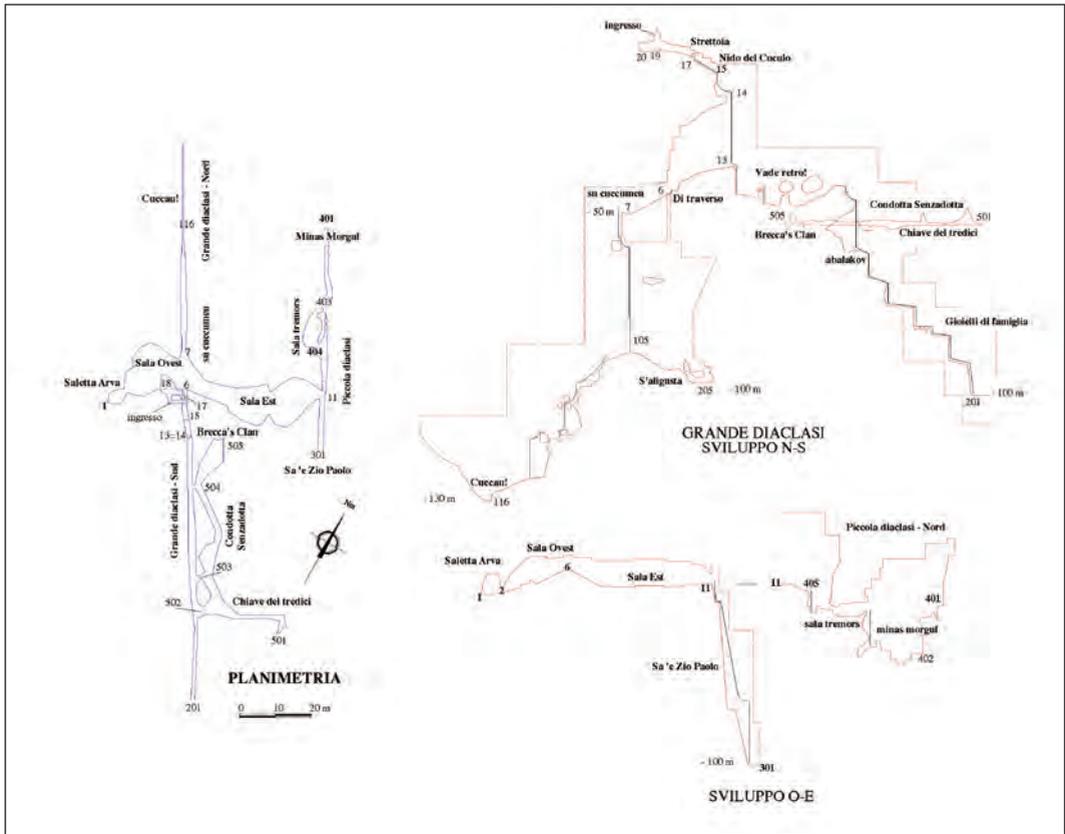
Sa Brecca de S'Armidda

Sandro Demelas (Gruppo Grotte CAI Cagliari)

È un martedì sera di giugno, quando Maurizio mi chiama al telefono: domani mattina vado a Ulassai per forzare un buco; tira un sacco d'aria. Embé? Gli dico. Con chi vai? Nel caso, risponde, vado anche da solo, persino in pullman. Ah, proseguo, sei pure a piedi; non puoi rimandare a un altro giorno? No, continua Maurizio. "Il Sacro Furrore per la Speleologia", lo chiamo: quando non si può aspettare un minuto per ficcarsi dentro una storia di cui non si sa nulla, a parte il fatto che "tiri aria". A me piace il furrore.

Per farla breve, il giorno dopo raggiungiamo la zona. Una volta all'interno della piccola grotta, una lama di roccia ostruisce il passaggio chiave. I segni di alcune martellate che segnano la superficie della roccia indicano che qualcuno aveva già provato in passato a farsi strada attraverso quel passaggio. Maurizio prova a passare al di sotto e, dopo un po' di lavoro, riu-

sciamo entrambi a superare il laminato. Ci ritroviamo in cima a una discenderia che scarica pietre di ogni dimensione. I massi rotolano oltre il ciglio della discenderia e precipitano nel buio, per molte decine di metri. Più tardi, ci renderemo conto che i massi incastrati attraverso la diaclasi disegnano quella caratteristica morfologia a terrazzini pensili che è comune a tutto lo sviluppo della grotta. Ci dedichiamo a un'accurata pulizia, finché la discenderia non è percorribile. Non ho avuto nemmeno il tempo di caricare la batteria del trapano, penso tra me, mentre soffio sulla punta di uno spit sdentato che non vuole saperne di penetrare la dura cotenna della dolomia silicizzata. La discesa dall'apice della discenderia fino al terrazzino inferiore richiede una certa cautela per evitare di smuovere materiale pericoloso. Raggiungiamo il secondo livello, poi il vasto ambiente che si apre a -50 metri. Oltre, la



Rilievo (S.Demelas, A.Caddeo, G.L.Dotta, A.Garau, M.Garau, F.Secci).
 Nella pagina accanto: concrezioni nella Condotta Senzadotta (A.Garau)

grotta prosegue. Nelle uscite successive, altri amici si uniscono a noi. Con Alessio e Amina, esploriamo il pozzo de su Cuccumeu, che raggiunge la profondità di 130 metri; con Francesco e Gianluca ci infiliamo nella piccola diaclasi a est, che raggiunge i 100 metri di profondità e ci regala alcuni ambienti di frana. Durante le ultime uscite, lavoriamo contemporaneamente su due fronti. L'esplorazione conclusiva della parte sud della Grande diaclasi, arriva con un po' di ritardo, e ci regala una bella condotta, la Condotta Senzadotta, per via della sfortunata assenza, in quei giorni, del nostro amico. La progressione in sa Brecca

de s'Armidda è tecnica, la visita completa della cavità richiede l'uso di molta attrezzatura. È stato necessario ritornare più volte, per completare l'esplorazione dei pozzi, poiché il materiale, distribuito su più fronti d'esplorazione, terminava immancabilmente sul più bello, in una sorta di conferma empirica della legge di Murphy applicata alla speleologia che potrebbe esprimersi come: il pozzo che stai esplorando è sempre 20 metri più profondo della lunghezza totale di corda che porti in grotta. Dal che, il "Cuccau!" esclamato da Alessio, esausto, giunto finalmente al fondo. Tracciata nero su bianco, la cavità si

rivela tutt'altro che modesta, con i suoi 130 metri di profondità e circa 650 metri di sviluppo spaziale complessivo. Si ritiene che sa Brecca abbia ancora potenzialità esplorative. Dall'abitato di Ulassai, si seguono le indicazioni per la Grotta di su Marmuri. Superata la grotta turistica e il punto di ristoro, si prosegue in salita lungo la strada bitumata per altri 900 metri fino a incontrare una sterrata che si stacca dalla strada principale a destra e che conduce in poche decine di metri di salita al pianoro di s'Armidda, dove si possono lasciare le automobili. Per raggiungere l'ingresso della cavità è necessario ritornare sul nastro bitumato e ridiscenderne il tracciato per cinquanta metri fino a imboccare un evidente tratturo che si dirige inizialmente verso E, poi verso NNE, per circa 100 metri. Un ulteriore tratto di circa 100 metri lungo un sentiero vegetato orientato verso NNE conduce all'ingresso della cavità, posto alla base di un affioramento roccioso (940 m s.l.m., N 39.821333°, E 9.487472°, Comune di Osini).

Superato in libera il pozzetto iniziale (-4 metri), si accede a un ambiente di crollo. Si prosegue verso N fino a incontrare una nicchia, all'estremità E della quale si apre, al livello del suolo, una strettoia da superare preferibilmente con i piedi in avanti, e il dorso per terra. Immediatamente a valle della strettoia, un pozzetto di 2 metri conduce al terrazzino che ospita l'armo di partenza per la corda da 40 metri. Un mancorrente è utile per assicurarsi lungo la discenderia che precede l'attacco del pendolo, il Nido del Cuculo (-7 metri), che, a sua volta, permette di raggiungere la partenza della calata di 21 metri. La calata conduce sulla sommità di un terrazzino inferiore (-37 metri) all'interno della Grande Diaclasi. Si tratta di un ambiente largo circa

1,5 metri, che si allunga indefinitamente con direzione NNW-SSE. Giunti alla base della calata, è possibile percorrere la diaclasi in direzione sud, oppure in direzione nord. Proseguendo verso sud, si supera un salto di circa 10 metri e alcuni passaggi tra massi incastrati. Questi conducono, per brevi calate separate da facili arrampicate, a un comodo passaggio obbligato tra due massi incastrati (Vade retro, -48 metri). Segue un tratto più verticale che presenta una sequenza di calate e traversi per il quale sono necessari circa 80 metri di corda e che conduce alla profondità finale di -100 metri. Qui, la diaclasi si approfondisce ulteriormente, risultando, per ora, impraticabile poiché si stringe più di quanto siamo riusciti a fare noi delle nostre ossa. Lasciando cadere sassi all'interno della fessura, questi precipitano urtando le pareti e producono, al termine della caduta, il tonfo caratteristico dell'acqua. Più in alto, a -55 metri di profondità, poco prima di giungere al caratteristico Abalakov nella roccia (-62 metri), un pendolo e un traverso consentono di raggiungere una finestra che si apre sulla parete orientale della diaclasi che, a sua volta, dà adito ai due tratti di una condotta di origine freatica. Questi due tratti si dirigono, rispettivamente, verso nord e verso sud, mostrando una bella sezione di galleria concrezionata, da un lato, e uno stretto meandrino, dall'altro, la chiave del tredici, per via dello strumento utilizzato da Francesco per scavare nel fango e sorpassare un laminatoio di circa 10 metri di lunghezza.

Proseguendo invece lungo la Grande diaclasi, dalla quota -37 metri verso nord, s'incontra l'apertura di un pozzo da superare traversando in arrampicata con cautela (Di Traverso, il pozzo riporta agli ambienti sottostanti di Cuccumeu). C'è la possibilità di



Attacco del pozzo su Cuccumeu (Amina Garau)

montare una corda. Oltre, il passaggio conduce alla Sala Ovest, ai piedi di un breve conoide detritico (-50 metri). L'ambiente è ampio e orientato ovest-est. La parte ovest è ingombra di sfasciumi di concrezioni e termina nella saletta Arva che esibisce qualche concrezione attiva. La parte est si allunga per qualche decina di metri, attraverso un pavimento orizzontale fangoso, Sala Est, fino a terminare contro la Piccola Diaclasi, anch'essa orientata con direzione NNW-SSE. L'esplorazione di questa diaclasi verso sud comporta la discesa di un pozzo di circa 50 metri di profondità (70 metri di corda), cioè fino a dove la diaclasi stessa chiude Sa 'è Zio Paolo (-100 metri). La prosecuzione della Grande Diaclasi si trova, invece, sul lato nord della Sala Ovest, dove si apre il pozzo de su Cucumeu che termina su un terrazzino a -90 metri, (70

metri di corda). Proseguendo verso nord, la Grande Diaclasi si approfondisce ulteriormente. Circa 60 metri di corda sono necessari per superare il dislivello tra i successivi terrazzini franosi, finché la diaclasi si stringe inesorabilmente e, finalmente, si giunge a quello che, per ora, è stato identificato come il fondo della grotta, (Cuccau! -130 metri), a un livello prossimo all'ipotetica quota del basamento cristallino. La cavità è attrezzata quasi interamente con ancoraggi definitivi (una cinquantina, perlopiù fix da 8 mm). Le parti terminali di Cuccau! sono state attrezzate con Multimonti da 6 mm. Molte zone della grotta, sono costituite da stretti ambienti di diaclasi, strutturati come una serie di terrazzini che non sono altro che labili occlusioni detritiche della diaclasi. Tali detriti, se mossi, rotoleranno inesorabilmente fino a giungere al pozzo. Attenzione, quindi, a chi si muove sulla corda: è essenziale che la progressione della squadra sia gestita in modo da evitare quanto più possibile il movimento sopra le verticali e di minimizzare il rischio di caduta pietre!

I tacchi sono quelle formazioni geologiche che caratterizzano il profilo della Sardegna centro-orientale, morfologicamente caratterizzate da un altopiano circondato da ripide pareti. Sono strutture caratteristiche del paesaggio dell'Ogliastra, e sono presenti anche nel Sarcidano e nella Barbagia. Da un punto di vista litologico, i tacchi sono costituiti da una successione di rocce dolomitiche di epoca giurassica, appoggiata sul preesistente basamento paleozoico. Talvolta, le dolomie poggiano su un sottile strato di conglomerati e argilliti, molto ricco di minerali del ferro ("ferro dei tacchi", auct.). Successivamente all'emersione, durante il Cenozoico, gli orizzonti tabulari dei tacchi hanno subito il

riflesso delle azioni tettoniche attive alla scala dell'orogene. Ciò ha determinato la fratturazione della struttura sedimentaria originaria e lo scorrimento relativo dei vari blocchi lungo faglie che ne hanno modellato la morfologia. I tacchi ospitano interessanti fenomeni carsici, doline e grotte, tra cui la vicinissima Grotta di su Marmuri. Il tacco di Ulassai-Osini presenta un rilievo che oscilla tra i 900 e i 1.000 metri s.l.m. Il limite inferiore della sequenza carbonatica si colloca intorno agli 800 metri s.l.m.

La cavità mostra una evidente impostazione tettonica. La morfologia è disegnata da diaclasi orientate NNW/SSE la cui larghezza diminuisce all'aumentare della profondità. Il materiale di riempimento è costituito da detrito di crollo non cementato. La parte esplorata di Sa Brecca de S'Armidda è fossile. A parte qualche concrezione visibile al livello epicarsico negli ambienti d'ingresso, la cavità si presenta asciutta e priva di concrezioni fino alla quota di 890 m s.l.m. dove la Sala Ovest mostra concrezioni perlopiù fossili e un pavimento costituito da detriti fangosi perfettamente piano, segno di un antico livello idraulico, riscontrabile alla medesima quota anche in vicine cavità. Poco sotto la quota di 890 m s.l.m., è presente un livello di potenza metrica di conglomerati da scarsamente a ben cementati, a matrice carbonatica e inclusi alloctoni (scisti, quarzo), segno di un antico funzionamento della cavità come inghiottitoio. Al di sotto della quota 890, la Grande diaclasi mostra una certa azione mineralizzante da parte delle acque presenti al livello del velo parietale e isolate concrezioni. Tale azione è molto maggiore nel ramo sud, dove sono presenti ampi concrezionamenti e, finalmente, il segno di un'attività carsica vera e propria, Condotta Senzadotta, I gioielli di



Progressione in diaclasi (Amina Garau)

famiglia. Il rilievo della cavità mostra un'analogia morfologica con la vicina grotta Nino Businco, anch'essa impostata lungo una diaclasi con orientamento NW-SE. La Businco raggiunge la profondità di circa 820 m s.l.m., confrontabile con la profondità di sa Brecca de s'Armidda, comunque più profonda. Malgrado la breve distanza, tali grotte non sembrerebbero collegate. Armidda presenta analogie morfologiche anche con una vicina cavità tuttora oggetto di studio da parte del Gruppo Grotte Cai, il cui fondo livellato è collocato alla stessa quota della sala principale della Brecca, a circa 890 m s.l.m., evidente segno che accomuna le vicende evolutive delle cavità della zona e che fornisce utili indicazioni a chi vorrà approfondire lo studio della paleogeografia e delle vicende geologiche del Tacco. Una campagna di indagini effet-



Apparecchio ARVA (Amina Garau)

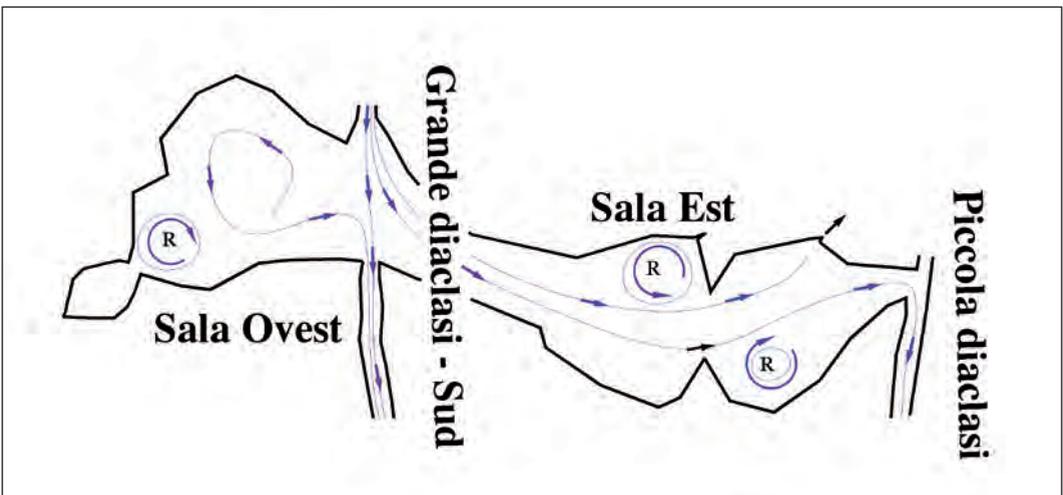
tuate con due apparecchi Arva, ha verificato la vicinanza delle due cavità (circa 15 metri), oltre a dimostrare l'effettiva utilità degli strumenti attraverso diaframmi di roccia con spessore pari a diverse decine di metri. Allo stato attuale delle conoscenze non esiste, però, prova di un collegamento praticabile con altre cavità.

La cavità presenta una sensibile circolazione d'aria. Il rilievo effettuato con il fumo tra le 12.00 e le 13.00 del 29 giugno 2014, di cui si allega uno schema, mostra la cir-

colazione dell'aria al livello -50, ovvero a quota 890 m s.l.m. La presenza di una sorgente di flusso attraverso la frana nella saletta occidentale fa ipotizzare una prosecuzione della cavità non ancora accertata. La temperatura misurata alla quota di 890 m s.l.m. si attestava intorno ai 9,4°C, valore che non si discosta dal valore atteso alla medesima quota, pari a 9,5°C, calcolato per una temperatura media annua al livello del mare di 14°C e un gradiente adiabatico dell'aria umida di 5 °C/km. La temperatura esterna misurava 29 °C.

All'interno della cavità si sono osservati alcuni esemplari di chiroterro in letargo a dicembre, presso la strettoia iniziale e gli ambienti distali, a nord della Piccola diaclasi e nella Condotta Senzadotta, e alcuni esemplari di speleomantes, sia presso l'ingresso, che lungo la Grande diaclasi.

Nel maggio 2014, nella parte iniziale della grotta, fu rinvenuto uno scheletro umano, inumato sotto un cumulo di pietre. Subito intervenuta, l'Autorità Giudiziaria dispose la rimozione dei resti, insieme con un bossolo di pistola trovato a breve distanza.



Schema della circolazione dell'aria (Sandro Demelas)



Nidiate del geotritone *Hydromantes imperialis* nella grotta degli Spelerpes, Castello di Medusa - Samugheo

Rosalba Murgia, Giovanni De Falco, Salvatore Buschetti (Speleo Club Oristanese)

Manuela Mulargia (Speleo Club Nuoro)

Cinzia Mulas (Gruppo Grotte Ogliastro)

Enrico Lunghi (Università di Trier, Germania)

Raoul Manenti (Università degli Studi di Milano)

Claudia Canedoli (Università degli Studi di Milano-Bicocca)

Gentile Francesco Ficotola (Università di Grenoble-Alpes, Francia)

Nella tarda Primavera del 2014 abbiamo ricevuto una richiesta da parte di un gruppo di ricercatori dell'Università la Bicocca di Milano per il supporto logistico relativo al monitoraggio delle comunità di geotritoni presenti nelle grotte sarde. Nello specifico si trattava di dare

*Nella foto sopra: prime nascite di fine agosto
(autore: Giovanni De Falco)*

seguito all'attività iniziata l'anno precedente con lo Speleo Club Nuoro nell'area del Supramonte e del Monte Albo per estendere il monitoraggio al resto degli areali occupati dal geotritone. Al Gruppo Grotte Ogliastro è stata richiesta la collaborazione per l'areale dell'*Hydromantes imperialis*, mentre lo Speleo Club Oristanese avrebbe dovuto fornire assistenza logistica per il Sulcis Iglesiente, dove

comunque è stata indispensabile la collaborazione del Gruppo Ricerche Speleologiche "E.A. Martel" di Carbonia, dello Speleo Club Nuxis e di Silvestro Papinuto. Avendo concluso i sopralluoghi anticipatamente, abbiamo deciso di organizzare una visita nelle grotte del Castello di Medusa, territorio di Samugheo, area limite di estensione dell'*H. imperialis* (Lanza et al., 2006). In queste grotte è ben nota l'abbondanza di geotritoni, descritta anche nella monografia dedicata al Castello di Medusa da Guido Bartolo e Gianfranco Muzzetto (1991). Con grande sorpresa, in occasione del sopralluogo nella Grotta degli Spelerpes, Tore Buschetti e Raul Manenti, hanno scoperto la presenza di diverse nidiate. È abbastanza raro imbattersi in nidiate di geotritoni, in quanto gli animali sono molto schivi e tendono a deporre in spaccature delle rocce difficilmente osservabili (Lunghi et al., 2014). Un precedente lavoro di monitoraggio di una nidiate di *Hydromantes genei*, ad opera di Silvestro Papinuto (Sardegna Speleologica 22-2005), ha fornito informazioni sullo sviluppo delle uova, la variazione nel tempo del loro aspetto esterno, fino alla schiusa con la nascita dei piccoli. La prima segnalazione in Sardegna del ritrovamento delle uova per l'*H. genei* è stata fatta da Franco Todde (Stefani e Serra, 1966).

Nessun riferimento esiste per *H. imperialis*, per cui ci è sembrato interessante seguire l'evoluzione delle nidiate, registrando nel contempo alcuni parametri ambientali, come suggerito dagli esperti dell'Università di Milano.

I geotritoni sardi sono delle salamandre che hanno subito un'evoluzione specifica legata all'isolamento della Sardegna. Gli eventi geologici correlabili con l'inizio della differenziazione dei geotritoni isolani sono ancora argomento di discussione tra i ricercatori; infatti l'isolamento potrebbe essere avvenuto a

partire da circa 20 milioni di anni fa, quando la nostra isola, insieme alla Corsica, si è staccata dall'Europa per iniziare una rotazione che l'ha portata ad occupare l'attuale posizione al centro del Mediterraneo Occidentale, oppure potrebbe essere più recente, legato all'essiccamento e alla successiva inondazione del bacino del Mediterraneo avvenuto circa 6 milioni di anni fa (Wake 2013, Carranza et al 2008, Lanza et al., 2006). Lo stretto legame tra le specie isolate e l'ambiente di grotta, dove i geotritoni sardi si riproducono e soggiornano nei periodi caldi e asciutti, ha portato alla differenziazione delle diverse specie presenti nella nostra isola (Lanza et al. 2006). Infatti i geotritoni sardi necessitano di condizioni ambientali particolari, ovvero richiedono temperature relativamente basse, e soprattutto di elevati valori di umidità (Ficetola et al. 2012, Lunghi et al., 2014). Ne risulta che questi simpatici animaletti sono strettamente legati alle aree carsiche e si sono quindi differenziati in ben cinque specie distribuite in funzione delle caratteristiche geomorfologiche del territorio isolano (Chiari et al. 2012).

Per questo motivo i geotritoni rappresentano specie di notevole interesse scientifico, in quanto il loro studio consente agli scienziati di capire i meccanismi evolutivisti, e rappresentano un patrimonio di biodiversità peculiare della nostra isola. Questa importanza è stata riconosciuta dall'Unione Europea che ha inserito i geotritoni della Sardegna tra le specie di Interesse Prioritario secondo la Direttiva Habitat e la loro presenza giustifica il riconoscimento di alcune cavità come Siti di Interesse Comunitario (SIC).

Come è noto *H. imperialis* è la specie di geotritone presente nella Sardegna centro orientale, segnalata nel Lago Omodeo (Mucedda, Sardegna Speleologica, 22-2005), nei Tacchi dell'Ogliastra e nel Gerrei (Lanza et al.,



Uova immature, giugno (foto Sandro Murru)

2006). Recentemente, attraverso uno studio genetico basato sulla caratterizzazione di una specifica porzione di DNA, è stato evidenziato il grado di affinità genetica delle diverse popolazioni presenti in Sardegna, distinguendo 5 specie, e ipotizzando diversi percorsi di diffusione delle specie basati sulla possibilità di attraversare barriere geomorfologiche (Chiari et al., 2012). Secondo questi investigatori in stile CSI, il nostro *H. imperialis* residente nel Castello di Medusa deriverebbe quindi dalle popolazioni presenti nella zona dei tacchi di Sadali, con il quale mostra il maggior grado di affinità genetica.

La grande diffusione di *H. imperialis* in quest'area ha portato all'istituzione del SIC Castello di Medusa (ITB032240) ricadente nei territori dei comuni di Asuni e Samugheo. Il Castello di Medusa costituisce un'area carsica esplorata principalmente dallo Spele Club Oristanese a partire dagli anni 80 (Bar-

tolo e Muzzetto, 1991), in cui sono presenti numerose cavità all'interno dei marmi del Devoniano. Queste formazioni carbonatiche fanno parte di una successione stratigrafica paleozoica presente in diversi settori della Sardegna centrale e sud orientale. Nella zona di Samugheo le formazioni carbonatiche sono state soggette a elevate pressioni e trasformate in marmi.

La grotta degli Spelerpes (1853 SA/OR) si trova sul fianco dello sperone roccioso che ospita i resti del Castello. Il fiume sottostante forma dei profondi meandri incassati nella roccia che danno luogo ad alte pareti in cui sono state rinvenute numerose cavità.

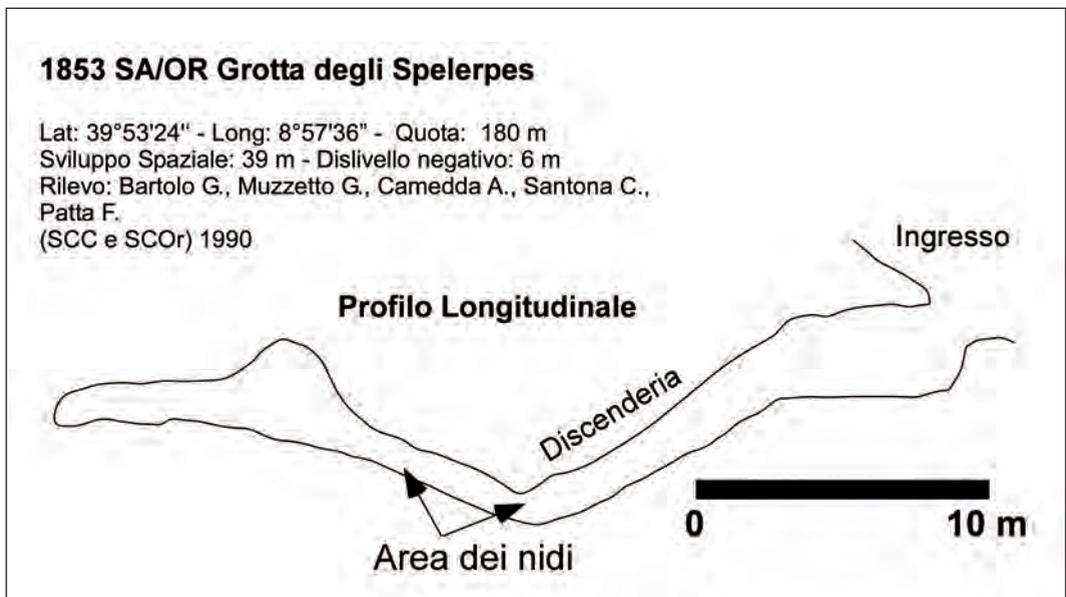
La grotta ha uno sviluppo spaziale di 39 m e il profilo longitudinale evidenzia la presenza di un settore centrale posto a un livello inferiore di alcuni metri rispetto ai tratti iniziale e terminale della grotta. Questo settore centrale è il tratto della grotta dove sono state rilevate

le quattro nidiate sottoposte a monitoraggio. Sono state effettuate 16 visite con cadenza settimanale tra giugno e agosto 2014, per il controllo dei nidi e ulteriori visite fino a Dicembre 2014 per verificare la presenza degli individui adulti e giovanili successivamente alla schiusa. Durante le visite sono state effettuate le seguenti osservazioni:

- rilevamento di temperatura e umidità relativa attraverso l'uso di una sonda portatile (PCE-EM 882);
- aree di concentrazione degli animali;
- localizzazione delle nidiate e descrizione delle nicchie;
- osservazioni periodica delle nidiate: numero delle uova, aspetto, presenza della madre.

La temperatura rilevata, nel tratto di grotta in cui sono stati rinvenuti i quattro nidi, è variata dai 15° a giugno fino a un massimo di 20° nel mese di agosto. L'umidità relativa è sempre stata superiore al 70%. Da un'osservazione qualitativa abbiamo notato che la zona dei

nidi e il settore dove abbiamo rinvenuto la maggiore concentrazione di animali risultavano le aree più umide della grotta, con le pareti bagnate e l'argilla che si presentava plastica e impregnata d'acqua. Viceversa la zona d'ingresso risultava maggiormente asciutta e polverosa. Col passare del tempo e in piena stagione calda la grotta appariva meno umida e l'argilla tendeva a screpolarsi. Abbiamo notato che il numero più elevato di individui si trovava nella discenderia subito dopo l'ingresso della grotta prima dell'ambiente che ospitava i nidi. Abbiamo visto tantissimi animali di tutte le dimensioni da 3-4 cm a oltre 12 cm, confermando le osservazioni precedenti (Bartolo e Muzzetto, 1991). Che significa tutto questo? Questi piccoli esemplari che età possono avere? Risalgono all'anno precedente oppure a una deposizione più recente che ci indicherebbe più deposizioni nell'arco di un anno? Probabilmente il monitoraggio delle future nidiate ci potrà dare



Il rilievo della cavità

una risposta. Tutta questa massa di geotritoni cambiava posizione di volta in volta preferendo una spaccatura piuttosto che una certa nicchia a seconda della giornata.

Una bassa apertura ci introduce nell'area di *nursery*. In verità il primo nido si trova proprio sopra questo passaggio mentre gli altri nidi si trovano nella parte più profonda della grotta. I nidi sono localizzati in piccole cavità di circa 2x5 cm a una distanza dall'ingresso compresa tra i 15 e i 22 m e un'altezza dal suolo tra i 20 e i 150 cm. Nella zona dei nidi abbiamo sempre trovato pochissimi adulti e pochi giovani. Abbiamo inoltre rilevato la presenza di altri animali (gasteropodi, ditteri, coleotteri, aracnidi, collemboli e lepidotteri), tra cui non poteva mancare qualche piccolo esemplare di pipistrello. È da segnalare la

presenza di altre nidiate che sono state osservate successivamente; una di queste è risultata abbandonata con le uova rapidamente predate dagli animalletti addetti al servizio di pulizia.

Le osservazioni ci hanno consentito di documentare lo stadio di sviluppo delle uova, osservare il comportamento delle madri, le nascite, le cure parentali e l'abbandono dei nidi. Il numero di uova per nido è risultato compreso tra 7 e 11, non sempre è stato possibile contare con precisione le uova anche perché per questioni etiche, legali e di tutela abbiamo accuratamente evitato qualunque tipo di contatto e manipolazione delle uova e degli animali così come abbiamo accuratamente prestato attenzione nel fotografare. Le madri nella posizione di covata proteggono le



Madre che avvolge le uova, luglio (foto Manuela Mulargia)

uova avvolgendole con il proprio corpo in particolare con la coda, è stato curioso osservarle spesso con la zampa anteriore sopra un uovo. Inizialmente le uova, di dimensioni stimate intorno ai 5mm, apparivano di colore chiaro, trasparenti con gli embrioni perfettamente osservabili. Nelle prime settimane di luglio si cominciava a notare la forma definita all'interno e metà uovo appariva di conseguenza scuro. Ad agosto le uova raggiungevano le dimensioni massime di circa 8 mm, la superficie appariva opaca e screpolata e i piccoli all'interno occupavano quasi l'intero uovo lasciando un piccolo residuo di tuorlo. Durante il periodo di cova si è osservato che le madri cambiavano posizione delle uova, spostandole verso la parte più profonda e stretta del nido, questo impediva la conferma del numero delle uova conteggiate all'inizio delle osservazioni.

Le prime nascite sono state osservate il 16 agosto nel nido più nascosto dall'ingresso, negli altri nidi le nascite si sono succedute dal 25 al 28 agosto. Le uova dello stesso nido non si sono schiuse contemporaneamente, sono stati necessari circa 10 giorni per la completa schiusa.

I giovani nati stanno a stretto contatto della madre a lungo, se il nido è ben protetto. Infatti abbiamo osservato che i primi ad abbandonarlo erano i piccoli del nido che risultava il più esposto al passaggio (nati il 28 agosto e abbandono il 13 settembre). Il comportamento di alcuni cuccioli, nelle prime settimane, si alterna tra lo stare a contatto della madre e girovagare intorno al nido.

A fine settembre è iniziato l'abbandono progressivo di tutti i nidi. Le pareti della grotta e, la prima conca in ingresso, generalmente vuota, pullulavano di animaletti adulti e giovanili, risultavano talmente tanti da costituire un vero e proprio groviglio. L'area di ritrovamento nidi sembra essere poco frequentata;

potrebbe darsi che l'area di grotta più interna e profonda in cui sono state ritrovate le nidiate sia la zona di nursery mentre la discenderia, più prossima all'ingresso, sia la zona frequentata dagli adulti e dai giovani delle nidiate precedenti.

Le piogge autunnali sono arrivate con notevole ritardo e la grotta risultava sempre più asciutta con le argille ormai secche e frammentate a zolle. Con le prime piogge del mese di novembre si è osservata la diminuzione vertiginosa della presenza degli adulti all'interno della grotta, mentre i cuccioli si concentravano nelle pieghe delle pareti dove resisteva un certo grado di umidità. A dicembre gli adulti ritrovati in grotta sono stati pochissimi (2-3 esemplari), mentre i piccoli risultavano maggiormente abbondanti. Secondo Lanza et al. (2006) i geotritoni abbandonano le grotte nei periodi invernali in concomitanza di condizioni climatiche sfavorevoli, per sparpagliarsi nel territorio circostante.

Questa attività di monitoraggio ci ha confermato l'importanza della grotta degli Spelerpes per la conservazione di una specie di elevato interesse da un punto di vista ecologico come lo *Hydromantes imperialis*. La nostra intenzione è quella di continuare l'attività di monitoraggio attraverso la guida scientifica dei ricercatori allo scopo di raccogliere dati sulle condizioni ambientali microclimatiche che probabilmente favoriscono la presenza e la riproduzione dei geotritoni.

Un altro aspetto da chiarire riguarda il numero di deposizioni effettuate nel corso dell'anno: continueremo a tenere sotto controllo i nostri amici per capire anche questo aspetto del loro comportamento riproduttivo. A tal fine abbiamo installato tre rilevatori di temperatura e umidità che registrano questi parametri ogni ora in una memoria interna. Potremo in questo modo avere un quadro chiaro delle condizioni



Uova mature, agosto (foto Giovanni De Falco)

microclimatiche nelle diverse aree della grotta da correlare alle osservazioni sui geotritoni. Questa serie di osservazioni ci ha consentito di familiarizzare con questi piccoli animaletti e ci ha fatto prendere coscienza della loro fragilità. Sono bestiole lente nei movimenti, facilmente catturabili e manipolabili e questo rappresenta un loro punto a sfavore. Sappiamo che respirano esclusivamente attraverso la pelle, di conseguenza sbalzi di temperatura possono essere fatali e questo può accadere se incautamente vengono prelevati per osservarli meglio o per fotografarli. Quando nella nostra attività speleologica ci imbattiamo nei geotritoni, così come in altri animali, cerchiamo di disturbarli il meno possibile, evitando accuratamente di toccarli; anche le manipolazioni necessarie per il monitoraggio scientifico richiedono le dovute autorizzazioni di legge.

Ultimissime novità: un sopralluogo effettuato il 22 marzo 2015 da Cinzia e Francesca (GGO e SCOR) ci ha regalato la sorpresa di una nuova nidata con 8 uova deposte in prossimità di uno dei siti monitorati. La popolazione di geotritoni interna alla grotta si è mantenuta molto bassa per tutto l'inverno, con pochi esemplari giovanili e qualche raro adulto. Il monitoraggio continua...

Si ringraziano i vari amici che hanno partecipato a questa indagine: Denise Atzei, Luca Buschetti, Giancarlo Cadeddu, Rita Cadeddu, Alfredo Camedda, Franca Contu, Sandro Corona, Gabriele Espis, Francesca Fais, Salvatore Manca, Carla Meli, Valentina Mirimin, Sandro Murru, Gianfranco Muzzetto, Francesco Papinuto, Silvestro Papinuto, Simona Putzolu, Cristina Santona, Loredana Tegas.



Uova mature, agosto (foto Giovanni De Falco)

BIBLIOGRAFIA

- Bartolo G., Muzzetto G. 1991. Il Castello di Medusa Ambiente Leggende Grotte. A cura degli Speleo Club di Cagliari e dello Speleo Club Oristanese. Guido Bartolo Editore 93 pp.
- Carranza, S., A. Romano, E. N. Arnold and G. Sotgiu (2008). "Biogeography and evolution of European cave salamanders, *Hydromantes* (Urodela : Plethodontidae), inferred from mtDNA sequences." *Journal of Biogeography* 35(4): 724 - 738.
- Chiari Y, van der Meijden A., Mucedda M., Lourenc JM., Hochkirch A., Veith M. 2012. Phylogeography of Sardinian Cave Salamanders (Genus *Hydromantes*) Is Mainly Determined by Geomorphology. *PLoS ONE* 7(3), e32332.
- Ficetola, G. F., R. Pennati and R. Manenti (2012). "Do cave salamanders occur randomly in cavities? An analysis with *Hydromantes strinatii*." *Amphibia-Reptilia* 33(2): 251 - 259.
- Lanza, B., C. Pastorelli, P. Laghi and R. Cimmaruta (2006). "A review of systematics, taxonomy, genetics, biogeography and natural history of the genus *Speleomantes* Dubois, 1984 (Amphibia Caudata Plethodontidae)." *Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste* 52(5 - 135).
- Lunghi, E., R. Manenti and G. F. Ficetola (2014). "Do cave features affect underground habitat exploitation by non-troglobite species?" *Acta Oecologica* 55: 29-35.
- Lunghi, E., R. Manenti, S. Manca, M. Mulargia, R. Pennati and G. F. Ficetola (2014). "Nesting of cave salamanders (*Hydromantes flavus* and *H. italicus*) in natural environments." *Salamandra*: 105-109.
- Mucedda M. 2005. Due nuove stazioni di Geotritone *Speleomantes imperialis* (Amphibia, Plethodontidae) sul Lago Omodeo (Sardegna centro-occidentale). *Sardegna Speleologica*, 22, 44-45.
- Papinuto S. 2005. Sul ritrovamento e il monitoraggio di una nidiata di *Speleomantes genei* (Temminck & Schlegel, 1838) (Amphibia Urodela Plethodontidae), in una galleria mineraria dell'Iglesiente (Sardegna Sud occidentale). *Sardegna Speleologica*, 22, 3-6.
- Stefani Renzo & Serra Giuliana, 1966. L'oviparità in *Hydromantes genei*. *Bollettino Zoologico* n. 33, pp. 283.291
- Wake, D. B. (2013). "The enigmatic history of the European, Asian and American plethodontid salamanders." *Amphibia-Reptilia* 34: 323 - 336



I geotritoni: cinque ricchezze nascoste della Sardegna

Gentile Francesco Ficetola (LECA, Université Grenoble-Alpes, Grenoble, France)

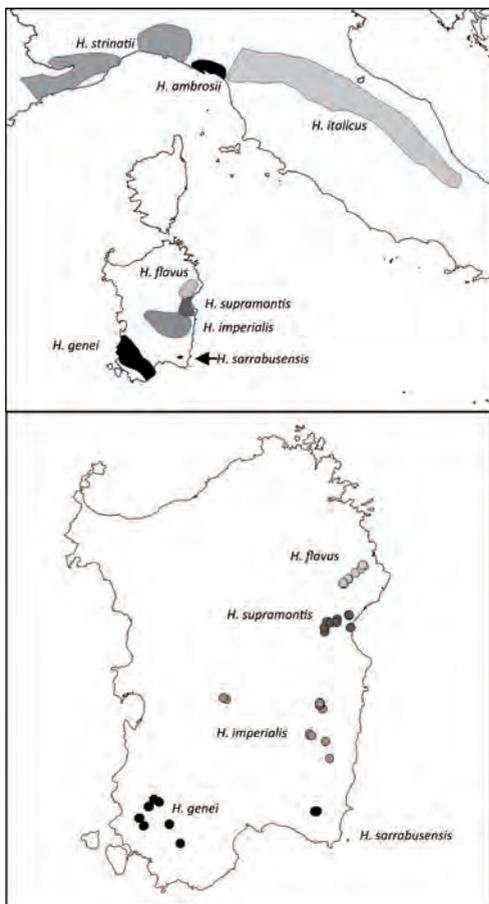
Enrico Lunghi (Natural Oasis)

Claudia Canedoli (Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, e di Scienze della Terra, Università di Milano-Bicocca)

Raoul Manenti (Dipartimento di Bioscienze, Università degli studi di Milano)

Tra le tante cose uniche delle grotte della Sardegna, ci sono i geotritoni. Cosa avranno di così speciale questi piccoli anfibi, così familiari a chiunque faccia speleologia in Sardegna? Innanzitutto, sono animali unici. In tutto il mondo esistono solo 11 specie di geotritoni: di queste, ben cinque si trovano in Sardegna. In pratica, troviamo i geotritoni soltanto in Sardegna, in parte dell'Italia appenninica, in Liguria e in Costa Azzurra occidentale. Al di fuori di quest'area, dobbiamo volare fino in California, se vogliamo trovare geotritoni in grotta. Perché i geotritoni siano presenti solo in queste aree, e manchino

nelle grotte di tutto il resto mondo, resta un mistero (Lanza et al., 2006). Inoltre, i geotritoni sardi sono tra i vertebrati a maggior tasso di endemismo in Europa: ciò significa che sono specie esclusive del territorio sardo e alcune di queste vivono in aree estremamente ridotte. Per esempio, il geotritone del Monte Albo vive solo in una striscia lunga una ventina di km all'interno della provincia di Nuoro. Basta spostarsi di pochi chilometri più a sud, e troviamo una specie diversa, il geotritone del Supramonte. Ciò rende i geotritoni una ricchezza molto fragile. Infatti i cambiamenti ambientali, anche



Distribuzione delle specie di geotritoni in Europa, e delle cavità monitorate in Sardegna.

quelli che interessano aree con dimensioni relativamente ridotte, potrebbero portare rapidamente al declino e alla scomparsa di queste specie. Pertanto, tutti i geotritoni sardi sono specie strettamente protette, a livello regionale, nazionale e anche dalla legislazione europea (Legge Regionale 29 luglio 1998 n. 23, D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357) e Direttiva Habitat. Siamo tutti abituati a trovare i geotritoni in grotta e ciò ci porta a pensare che siano animali cavernicoli. In re-

altà, ciò non è del tutto vero. Durante i periodi freschi e piovosi, dall'autunno alla primavera, i geotritoni possono uscire dall'ambiente sotterraneo, ad esempio per alimentarsi in superficie. Tuttavia, quando le condizioni esterne si fanno troppo calde e secche, questi piccoli anfibi si vedono costretti a ritirarsi in luoghi dove l'ambiente è più fresco e umido: ecco che osserviamo i geotritoni in grotta. Ovviamente, un geotritone può passare dove anche il più magro degli speleologi deve arrendersi, e questi animali sfruttano molto bene le strettissime cavità interstiziali che non riusciremmo mai a mettere a catasto. Per esempio, sul Massiccio dei Sette Fratelli, granitico e privo di cavità a catasto, è presente una specie di geotritone che probabilmente sfrutta soprattutto queste piccole cavità interstiziali, le quali sono decisamente troppo piccole per gli speleologi umani! Perché interessarsi tanto ai geotritoni? Siamo un gruppo di ricercatori che, oltre ad amare le grotte, si occupa soprattutto di conservazione della biodiversità e ci siamo accorti che si sa ancora troppo poco sugli ambienti in cui vivono i geotritoni. Perché alcune grotte sono occupate e alcune no? Anche all'interno della stessa grotta, troviamo zone con alte densità di geotritoni e altre totalmente vuote. Se non conosciamo quali habitat siano necessari per questi animali, non possiamo né proteggerli né evitare che le alterazioni ambientali provochino loro dei danni (i quali possono essere considerevoli, data la loro rarità). Ci siamo concentrati sulle grotte, anche se dobbiamo sempre ricordare che le grotte sono solo uno degli habitat usati da questi animali: diciamo che la grotta rappresenta l'ambiente in cui per noi è più facile trovarli. Per questo motivo, da alcuni anni ab-

biamo cominciato a visitare le grotte occupate dai geotritoni, cercando questi animali e misurando le caratteristiche delle cavità esplorate. Dopo due estati in cui abbiamo studiato i geotritoni dell'Italia continentale, abbiamo deciso di provare con le specie sarde. Nessuno di noi aveva mai lavorato nelle grotte della Sardegna: non conoscendo bene l'ambiente, all'inizio non eravamo sicuri di cosa avremmo trovato e se saremmo riusciti a visitare un numero sufficiente di siti. Per fortuna, la nostra ricerca ha superato qualunque aspettativa. Abbiamo prima preso contatto con gli amici dello Speleo Club di Nuoro: nel giugno del 2013, grazie al loro insostituibile aiuto abbiamo visitato un gran numero di cavità della zona del Nuorese in cui vivono il geotritone del Monte Albo e il geotritone del Supramonte. Nel giugno 2014 abbiamo replicato, e con l'aiuto di tantissimi speleologi siamo riusciti a visitare anche le zone in cui vivono il geotritone di Gené, il geotritone del Sette Fratelli e il geotritone odoroso, completando l'elenco delle specie sarde!

Probabilmente, in alcune circostanze la nostra attività di rilievo delle cavità è risultata un pò noiosa per gli amici speleologi che ci hanno accompagnato. Innanzitutto, a noi interessava confrontare sia le cavità occupate da animali che quelle non; tuttavia, come abbiamo già accennato, il

concetto di "cavità" per un geotritone può essere ben diverso da quello di un uomo. Di conseguenza ci è capitato di rilevare sia grotte con un buono sviluppo, sia buchetti profondi solo pochi metri, i quali hanno sicuramente suscitato la perplessità di chi ci ha accompagnato! Per di più, i geotritoni si trovano raramente a distanze notevoli dall'ingresso, dato che gli invertebrati di cui si cibano (ragni e insetti ad esempio) provengono dall'ambiente esterno e difficilmente si avventurano a grandi profondità. È stato però veramente eccitante osservare centinaia di animali appartenenti a tante specie diverse. Per ogni grotta abbiamo catturato e misurato tutti i geotritoni presenti. Ovviamente, tutti gli animali catturati sono stati maneggiati utilizzando appositi guanti per evitare di danneggiare la loro delicata pelle (i geotritoni, infatti, respirano tramite la pelle sempre umida); appena terminate le misurazioni, ogni individuo è stato rilasciato immediatamente nello stesso punto in cui era stato trovato. È bene ricordare che, trattandosi di specie protette, sono necessarie autorizzazioni specifiche anche solo per maneggiarli temporaneamente. Per caratterizzare l'ambiente di grotta abbiamo suddiviso lo sviluppo interno in settori di 3 metri di lunghezza e all'interno di ogni settore abbiamo misurato diversi parametri ambientali: temperatura, umidità,

Nomi scientifici e comuni dei geotritoni sardi, grotte e settori visitati

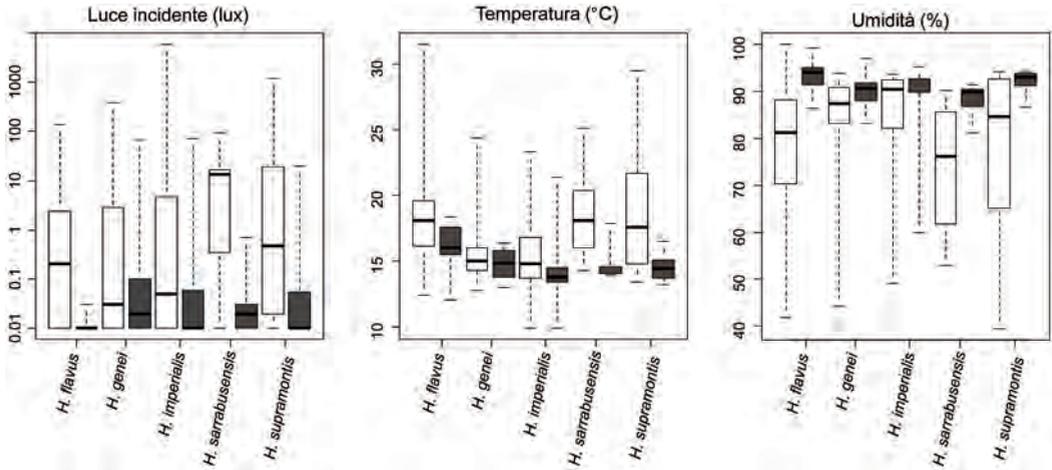
Nome scientifico	Nome comune	N° cavità esplorate	N° settori analizzati	Settori con presenza
<i>Hydromantes flavus</i>	Geotritone del Monte Albo	33	69	22 (32%)
<i>Hydromantes genei</i>	Geotritone di Gené	29	183	66 (36%)
<i>Hydromantes imperialis</i>	Geotritone odoroso	27	223	98 (44%)
<i>Hydromantes sarrabusensis</i>	Geotritone del Sette Fratelli	8	12	5 (42%)
<i>Hydromantes supramontis</i>	Geotritone del Supramonte	23	119	32 (27%)



Le cinque specie di geotritoni della Sardegna

morfologia, presenza di ragni e insetti. Raccogliere tutti questi dati è laborioso e richiede molto tempo e pazienza, ma ci ha permesso di ottenere informazioni preziose per caratterizzare questi ambienti con grande dettaglio.

Tra giugno 2013 e giugno 2014 abbiamo visitato 120 cavit , misurando le caratteristiche di oltre 600 settori. Oltre un terzo di questi era occupato da geotritoni e abbiamo misurato complessivamente quasi 1400 individui. Il geotritone odoroso e il geotritone di Gen  sono state le specie contattate pi  frequentemente, anche perch  sono quelle con le distribuzioni pi  ampie. All'interno dei loro areali, il geotritone del Monte Albo e il geotritone del Supramonte sono state le specie pi  difficili da trovare, visto che sono risultate presenti solo nel 30% dei settori monitorati. Abbiamo poi confrontato le caratteristiche dei settori di grotta occupati e non occu-

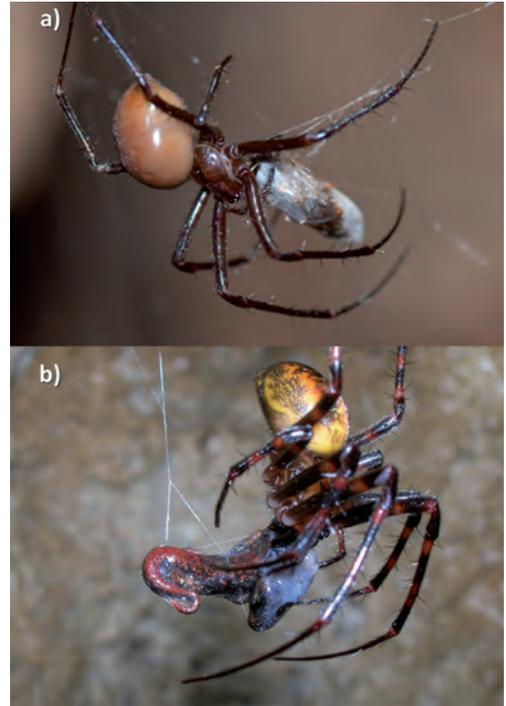


Caratteristiche ambientali dei settori non occupati (barre bianche) e occupati (barre grigie) dalle cinque specie di geotritoni sardi. Le barre di errore rappresentano la variabilità delle condizioni ambientali

pati. I settori occupati presentano caratteristiche peculiari per tutte le specie: i geotritoni sono regolarmente associati ai settori più bui, con temperature più fresche e maggior umidità. Ciononostante, ogni specie sembra differenziarsi per altre caratteristiche peculiari. Per esempio, il geotritone del Monte Albo sembra essere particolarmente esigente, visto che è associato a settori particolarmente bui, ed è stato quasi sempre osservato in aree con umidità superiori al 90%. Viceversa, il geotritone di Genè sembra essere più tollerante: è presente anche in aree delle grotte molto superficiali, in cui arriva ancora un po' di luce, e può tollerare umidità inferiori al 90% (Fig. 3). Le abbondanze più elevate sono state osservate per il geotritone odoroso. In una grotta nel comune di Samugheo (Oristano), abbiamo osservato densità di diverse decine di individui per metro di sviluppo lineare. Quest'area si conferma tra le più importanti per il geotritone odo-

roso, visto che era stata individuata come la zona a maggior abbondanza di geotritoni già diversi anni fa (Lanza, 1991). Le nostre stime di abbondanza sono abbastanza simili a quelle riportate nel 1991 e suggeriscono che la popolazione di geotritone odoroso in quest'area sia rimasta stabile. È molto importante poter confrontare le abbondanze registrate nel tempo, in modo da poter individuare prontamente eventuali fenomeni di declino delle popolazioni. Abbiamo osservato geotritoni a tutte le profondità, sia in settori estremamente superficiali, che a diverse centinaia di metri dall'ingresso. Tuttavia, i geotritoni trovati molto lontani dall'ingresso probabilmente possono raggiungere l'ambiente esterno attraverso una via più breve rispetto a quella che noi siamo costretti a percorrere, per esempio attraverso piccole fenditure nella roccia. Ciononostante, in una galleria mineraria non lontano da Carbonia abbiamo osservato geotritoni fino a 110 m dall'ingresso. In questo caso,

trattandosi di una galleria artificiale è possibile che i geotritoni abbiano dovuto percorrere tutta la distanza dall'ingresso. Non male per animaletti di 10 cm, che per mangiare dipendono dagli insetti che entrano dall'esterno. Nonostante rappresentino un rifugio contro le condizioni ambientali avverse, per i geotritoni le grotte sono tutt'altro che un posto tranquillo in cui poter vivere. All'interno delle grotte vivono altre specie di animali che sono molto "ghiotte" di geotritoni. Negli ambienti sotterranei si possono trovare alcuni grossi ragni troglodili che possono tranquillamente cibarsi degli esemplari più piccoli di geotritone: parliamo dei ragni appartenenti ai generi *Meta* e *Tege-*
naria. Nonostante i giovani ragni rappresentino una risorsa alimentare per i geotritoni, da adulti questi grossi ragni possono rappresentare un pericolo non di poco conto, infatti, le grandi dimensioni che possono raggiungere gli permettono di poter cacciare gli esemplari più piccoli di geotritone (Pastorelli and Laghi, 2006). Un altro piccolo animale che gradisce molto i nostri geotritoni sono le sanguisughe appartenenti alla specie *Batracob-*
della algira. Questi parassiti fino ad oggi erano stati riscontrati solo su alcune delle specie sarde (Lanza et al., 2006); tuttavia i nostri rilievi stanno permettendo di ottenere un quadro più completo delle interazioni tra le sanguisughe e i geotritoni, dimostrandone la presenza su tutte le 5 specie sarde. Come tutte le sanguisughe, questi parassiti si limitano ad attaccarsi al corpo dei geotritoni e a cibarsi dei nutrienti presenti nel loro sangue. Fortunatamente però, questi parassiti non dovrebbero provocare la morte dei loro ospiti. Purtroppo, non abitando in Sardegna,



Alcuni ragni predatori. a): Meta bournetii adulto (Grotta Di Cane Gortoè, 0019 SA/NU); b): Meta menardi che ha catturato un giovane geotritone italiano (Hydromantes italicus; osservazione effettuata in Toscana).

siamo stati costretti a limitare le nostre attività a poche settimane d'intenso lavoro. Abbiamo esplorato grotte, miniere, anfratti, risorgenze, spaccature, strutture artificiali, passando dalle cime di monti boscosi fino a grotte in riva al mare. Abbiamo girato in lungo e in largo per tutta la Sardegna, partendo dalla provincia di Nuoro fino ad arrivare nell'Iglesiente, cercando di campionare più siti possibili per ognuna delle cinque specie presenti nel territorio. E nonostante tutto, siamo ancora ben lontani dal poter dire "That's all". Ci stiamo addentrando a piccoli passi in un mondo che ha ancora tanto da offrire. Ab-

biamo visitato tanti siti, è vero, però questo non vuol dire conoscere esattamente la distribuzione dei geotritoni. Attraverso i nostri studi abbiamo iniziato a capire cosa gli piace e cosa meno, ovvero quali sono le necessità che li guidano nella ricerca di un sito in cui vivere. Queste esigenze si intersecano in un equilibrio che riunisce molti fattori, da quelli legati alla loro particolare fisiologia (ad es. l'assenza di polmoni) a quelli molto più pratici come l'abbondanza di cibo. Ma la cosa fantastica è che ogni specie presenta una sua combinazione unica! A vederli sembrano tutti molto simili. Eppure, le differenze che



Giovane di Hydromantes supramontis

si possono riscontrare anche tra due specie “vicine di casa” sono moltissime. Senza dimenticare che stiamo parlando soltanto di come si comportano in ambiente ipogeo. Tutta questa varietà stimola la nostra voglia di conoscerli ancora più a fondo, in modo che si possano individuare le giuste linee guida per la loro salvaguardia. Tuttavia, per capirli a fondo non basta sapere dove si trovano, ma è indispensabile conoscere bene anche la loro biologia e il loro comportamento. La cripticità di questi animali rende molto difficile il loro studio e per questo motivo, ancora oggi molti degli aspetti legati alla loro vita restano oscuri. Per esempio, sappiamo molto poco sulla loro riproduzione: a differenza degli altri anfibi europei, i geotritoni depongono le loro uova in grotta. La madre si prende cura delle uova per molti mesi, e dalle uova non escono girini, ma piccolissimi geotritoni già perfettamente formati; le premurose madri seguono e proteggono i loro piccoli ancora per alcune settimane dopo la schiusa (Stefani and Serra, 1966; Papi-nuto, 2005; Lunghi et al., 2014). In realtà, sono state osservate meno di una decina di deposizioni di geotritoni in natura e neppure per tutte le specie. Un monitoraggio dettagliato, con osservazioni ripetute nel tempo, è necessario per seguire la riproduzione di questi animali e comprendere la complessità delle loro cure parentali. Tutte queste osservazioni in così poco tempo ci confermano che c'è ancora tanto da sapere su questi piccoli animali. Speriamo che le attività iniziate in questi anni continuino, e saremo felicissimi di collaborare con tutti gli speleologi interessati. Oltre alla mera curiosità quello che ci spinge a continuare le nostre ricerche è la voglia di proteggere specie che

solo la Sardegna (e poche altre zone) possono vantarsi di avere: tra tutti, la Sardegna è quella che può tenere la testa più alta. La loro delicatezza e la loro ridotta distribuzione li rendono specie potenzialmente molto vulnerabili al rischio di estinzione. Noi non vogliamo che questo accada e continueremo a lavorare (e speriamo anche tanti speleologi sardi con noi) affinché questi piccoli amici possano avere la protezione e tutte le tutele che si meritano.

Un ringraziamento veramente speciale a tutti gli speleologi e gli speleo club che ci hanno aiutato durante queste due stagioni di ricerca. Con loro, abbiamo non soltanto visitato le grotte e trovato i geotritoni. Abbiamo trovato amici e compagni oltre ogni aspettativa, sia in grotta che

fuori. In particolare ringraziamo: A. Acca, M. Bonaccorsi, T. Buschetti, C. Carta, D. Carta, S. Coda, R. Curreli, A. R. Deidda, G. Di Falco, A. Lai, S. Manca, P. Meloni, G. Merella, V. Mirimin, M. Mulargia, C. Mulas, R. Murgia, M. Murru, F. Orru, S. Papinuto, A. Pasella, P. Pilisi, G. Pirisi, Sig. Saba, S. Solinas e la Cooperativa Grotte Taquisara. Questo studio è stato autorizzato dal Ministero dell'Ambiente e dalla Regione Sardegna, in deroga al DPR 357/97, con protocollo n. 0040002, con periodo di validità dal 2013 al 2016.

BIBLIOGRAFIA

- Lanza, B. (1991) - Note faunistiche sulle grotte di Samugheo e di Asuni, in particolare sul geotritone *Speleomantes imperialis*. In: Il Castello di Medusa: ambiente, leggende, grotte, p. 67-72. Bartolo, G., Muzzetto, G., Eds. Guido Bartolo Editore, Cagliari.
- Lanza, B., Pastorelli, C., Laghi, P., Cimmaruta, R. (2006) - A review of systematics, taxonomy, genetics, biogeography and natural history of the genus *Speleomantes* Dubois, 1984 (Amphibia Caudata Plethodontidae). Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, 52 (Suppl.), pp. 5-135.
- Lunghi, E., Manenti, R., Manca, S., Mulargia, M., Pennati, R., Ficetola, G.F. (2014) - Nesting of cave salamanders (*Hydromantes flavus* and *H. italicus*) in natural environments. *Salamandra*, 50, pp. 105-109.
- Papinuto, S. (2005) - Sul ritrovamento e il monitoraggio di una nidiata di *Speleomantes genei* (Temminck & Schlegel, 1838) (Amphibia Urodela Plethodontidae) in una galleria mineraria dell'Iglesiente. *Sardegna Speleologica*, 22, pp. 3-6.
- Pastorelli, C., Laghi, P. (2006) - Predazione su *Speleomantes italicus* (Amphibia, Caudata, Plethodontidae) da parte di *Meta menardi* (Arachnida, Araneae, Metidae). In: Riassunti 6° Congresso Nazionale della Societas Herpetologica Italica Stilgrafica, Roma.
- Stefani, R., Serra, G. (1966) - L'oviparità in *Hydromantes genei*. *Bollettino di Zoologia*, 33, pp. 283-291.



Analisi e risultati di un nuovo tracciamento geochimico nell'acquifero carsico che alimenta le sorgenti di Su Gologone

Francesco Murgia (Gruppo Grotte Nuorese)

Di seguito si espongono i risultati di un nuovo tracciamento idrogeologico effettuato dal Gruppo Grotte Nuorese nell'acquifero carsico del Supramonte, una estesa placca di calcari mesozoici che si estende per oltre 160 km² nella Sardegna centro-orientale. Il test di tracciamento geochimico è stato effettuato immettendo 1 kg di Tinopal® CBS-X e 2 kg di fluoresceina sodica in un sifone della grotta "Su Bentu" (Valle di Lanaittu - Oliena) al fine di accertare il collegamento idrologico tra questa porzione del sistema carsico ipogeo del Supramonte e le sorgenti di Su Gologone; a tal fine è stato posizionato un fluorimetro a campionamento continuo

per monitorare il passaggio del colorante in sorgente.

Lo studio qui descritto fa seguito ad alcuni precedenti tracciamenti geochimici effettuati dalla Federazione Speleologica Sarda nel Giugno del 1999 e nel Maggio del 2002, che permisero di accertare il collegamento idrogeologico tra le porzioni d'acquifero carsico poste al di sotto del Supramonte di Orgosolo - Urzulei e la sorgente di Su Gologone, già ipotizzato sin dalla prima metà del '800 (Angius & Casalis, 1826). Il primo di questi due tracciamenti, eseguito immettendo 10 kg di fluoresceina sodica nel torrente sotterraneo che attraversa la grotta di S'Edera,

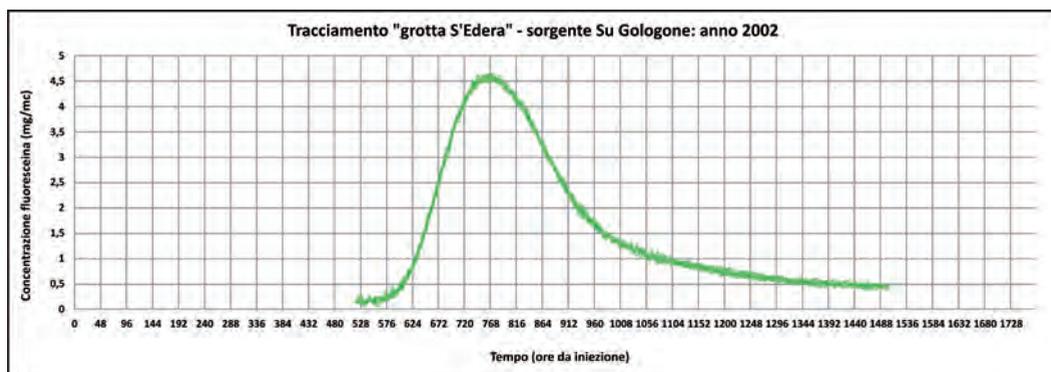


Fig. 1: rilascio del colorante in sorgente relativo al tracciamento del 2002

ubicata nel Supramonte di Urzulei, diede esito positivo (visivo) nella sorgente di Su Gologone dopo circa 76 giorni dall'iniezione e dopo aver percorso una rete di drenaggio sotterranea stimabile, in linea d'aria, in circa 21 km (Bandiera, 2000). Il secondo tracciamento, eseguito anch'esso dalla grotta di S'Edera, fu realizzato diluendo nel torrente sotterraneo 5 kg di tracciante; per questo studio furono predisposti fluocaptori in numerosi recapiti del Supramonte e, tra questi, presso la risorgente di Gorropu ed il sifone del Terzo Vento, nella grotta di Su Bentu. Nella sorgente di Su Gologone fu posizionato un fluorimetro a campionamento automatico che registrò la variazione della concentrazione del tracciante in sorgente (Fig. 1).

Nel corso dell'analisi, solamente il fluocaptore posizionato nella Grotta di Su Bentu registrò il passaggio della fluoresceina mentre quelli posizionati negli altri recapiti risultarono negativi. (Cabras, Murgia & Sanna, 2002).

Nel 2007, l'Assessorato Ambiente della Provincia di Nuoro, in collaborazione con la Federazione Speleologica Sarda e

nell'ambito di un progetto europeo finalizzato ad acquisire nuovi dati sullo stato chimico fisico delle acque sotterranee in provincia di Nuoro, coordinò uno studio del sistema carsico del Supramonte nel quale fu eseguita, tra le altre analisi, un nuovo tracciamento dell'acquifero che alimenta le sorgenti di Su Gologone. La colorazione, effettuata nel mese di Luglio con l'iniezione di 2 kg di fluoresceina sodica nel torrente sotterraneo della grotta "Colostrargiu", localizzata nel Supramonte di Urzulei, fu condotta allo scopo di valutare le direzioni di deflusso idrico sotterraneo nelle gallerie carsiche presenti in quell'area nel periodo di magra. In questo caso, la presenza del colorante si manifestò in sorgente circa 47 giorni dopo la sua immissione nei condotti idrici sotterranei, dopo aver attraversato un percorso ipogeo, stimato in linea d'aria, di circa 18 km. Dall'analisi del grafico di figura 2 appare evidente il brusco e marcato decremento nella concentrazione di fluoresceina, conseguente all'aumento delle portate in sorgente in occasione della piena. L'andamento della concentrazione del colorante nelle fasi successive alla stessa

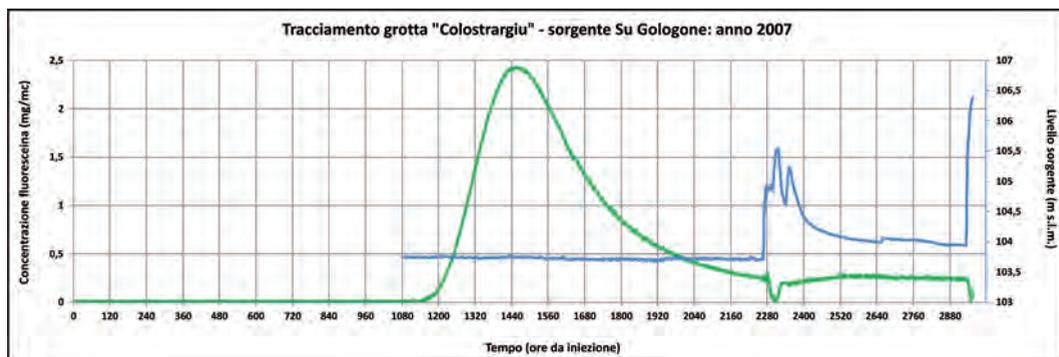


Fig. 2: rilascio del colorante in sorgente relativo al tracciamento del 2007 rapportato alle variazioni di livello idrico.

piena, invece, si posiziona intorno a valori disposti in continuità rispetto a quelli assunti nelle fasi idrodinamiche precedenti all'aumento delle portate in sorgente. Questa osservazione attesta l'assenza di fenomeni di pistonaggio di massa prodotti dalle acque di nuovo ingresso su quelle già residenti, e colorate, nel carso saturo (Murgia, 2010).

Il Gruppo Grotte Nuorese, nell'ambito di un più articolato studio idrogeologico concernente l'evoluzione dei livelli di piena nell'acquifero carsico che alimenta la sorgente di Su Gologone, ha avviato nell'autunno del 2013 una nuova attività di tracciamento nel sistema di drenaggio delle acque sotterranee in Supramonte. In particolare, la colorazione è stata condotta allo scopo di accertare un collegamento idrologico diretto tra i sifoni profondi di grotta Su Bentu e la sorgente di Su Gologone, già ipotizzabile a seguito dell'esito positivo al passaggio della fluoresceina riscontrato nel corso della colorazione eseguita nel 2002. Obiettivo della colorazione è stato anche quello di ricavare dati utili per meglio definire la tipologia delle condotte di drenaggio ipogeo

che potrebbero collegare la grotta con la sorgente, distanti tra loro circa 4,5 km in linea d'aria. L'iniezione è stata eseguita il 6 Ottobre nel sifone del Terzo Vento di grotta Su Bentu, laddove lo speleosub Leo Fancello, nell'anno 2000, aveva osservato un discreto flusso idrico in occasione dell'esplorazione subacquea del sifone (fig. 3). Il tracciamento, che si è svolto immettendo 2 kg di fluoresceina sodica e 1 kg di Tinopal® CBS-X, è stato preceduto da un campionamento delle acque del sifone, necessario per accertare l'eventuale presenza di eventuali coloranti residui delle antecedenti operazioni di tracciamento. L'esito di tale campionamento si è rivelato negativo all'analisi fluorimetrica. Al fine di valutare il passaggio del colorante in sorgente nonché le variazioni di concentrazione del colorante nel tempo, le acque di Su Gologone sono state monitorate con l'ausilio di un fluorimetro a campionamento continuo tipo "GGUN – FL30", prodotto dall'Università svizzera di Neuchatel, in grado di rilevare la presenza di tre diversi tipi di tracciante (Fluoresceina, Tinopal® e Rodamina) in concentrazioni pari a 0,02

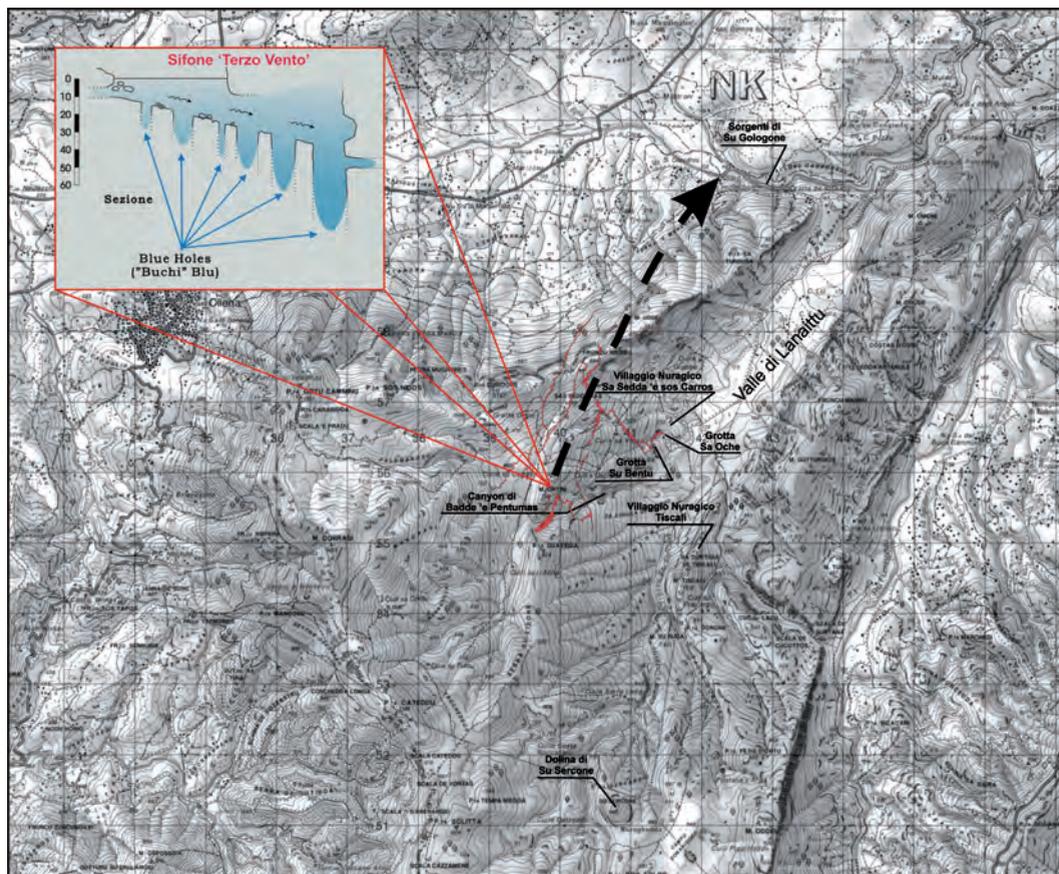


Fig. 3: corografia dell'area di studio

ppb. Lo stesso fluorimetro, che è stato posizionato nella vasca di carico della captazione acquedottistica gestita da Abbanoa Spa, è dotato anche di un sensore di temperatura con risoluzione al centesimo di grado e di un misuratore di torbidità.

Come evidenziato nel grafico di figura 4, il colorante si è manifestato in sorgente il 24 Ottobre 2010, dopo 427 ore dalla sua immissione. Il picco di concentrazione di fluoresceina, pari a $14,02 \text{ mg/m}^3$, ed il corrispondente picco del Tinopal®, pari a $6,02 \text{ mg/m}^3$, si sono manifestati in sor-

gente il 31 Ottobre 2013, dopo 592 ore dall'iniezione dei traccianti. La velocità di deflusso del colorante nell'acquifero carsico è stimabile in circa $11,7 \text{ m/h}$. L'aspetto della sorgente al momento del passaggio dei coloranti è illustrato nella foto in coda all'articolo.

Queste prime valutazioni dimostrano l'esistenza di un collegamento idrologico diretto tra la grotta di Su Bentu e la sorgente di Su Gologone. Inoltre, il valore relativamente elevato della velocità di deflusso registrata, peraltro in fase di massima magra, dimostra come tale collegamento

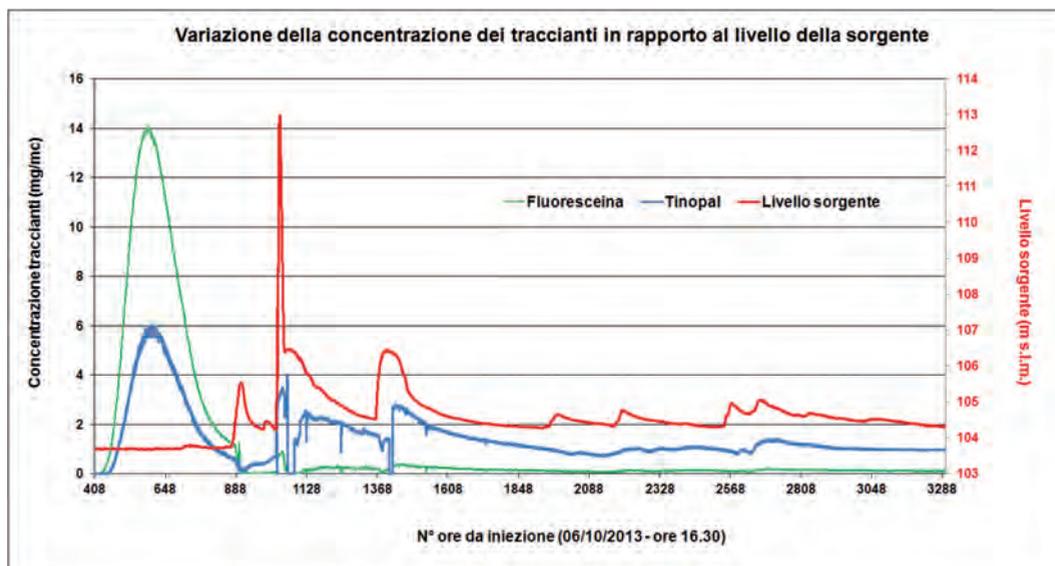


Fig. 4: colorazione 2013 - dettaglio primo arrivo e picco

sia assicurato da condotte localizzate nel carso saturo molto trasmissive, e quindi presumibilmente assai ampie, in grado di drenare rapidamente le acque dall'acquifero verso l'area di risorgenza.

L'analisi della figura 5 consente di mettere in relazione le variazioni di concentrazione dei traccianti con le variazioni di livello, e quindi di portata, misurate in sorgente; risulta evidente come i picchi di piena influiscano notevolmente sulla concentrazione dei traccianti, i quali vengono notevolmente diluiti in concomitanza dei massimi di portata. A conferma delle osservazioni già espresse in relazione alla colorazione del 2007, non si osserva alcun fenomeno di pistonaggio di massa da parte delle acque di piena su quelle già residenti e, dopo i picchi di maggior deflusso, la concentrazione dei coloranti tende a ripresentarsi nelle acque fluenti da Su Gologone. Quest'ultima considerazione ci permette di escludere l'esistenza

di una singola condotta che colleghi la grotta di Su Bentu con la sorgente di Su Gologone, alla cui eventuale presenza sarebbe dovuto corrispondere il completo dilavamento per pistonaggio delle acque colorate dall'acquifero successivamente al primo evento di piena. L'insieme di queste osservazioni consente di ipotizzare un'alimentazione diffusa della sorgente da parte di un sistema carsico molto articolato, del quale le condotte che dalla grotta di Su Bentu giungono sino alla sorgente sono solo parte. Inoltre, considerata la presenza dei coloranti in sorgente successivamente ai periodi di maggior deflusso, le acque di piena sembrano interagire solo marginalmente con le acque residenti nelle gallerie permanentemente allagate; di conseguenza è possibile ipotizzare l'esistenza di condotte molto trasmissive localizzabili anche al di sopra del carso saturo che, in fase di piena, trasmettono le acque dal sistema

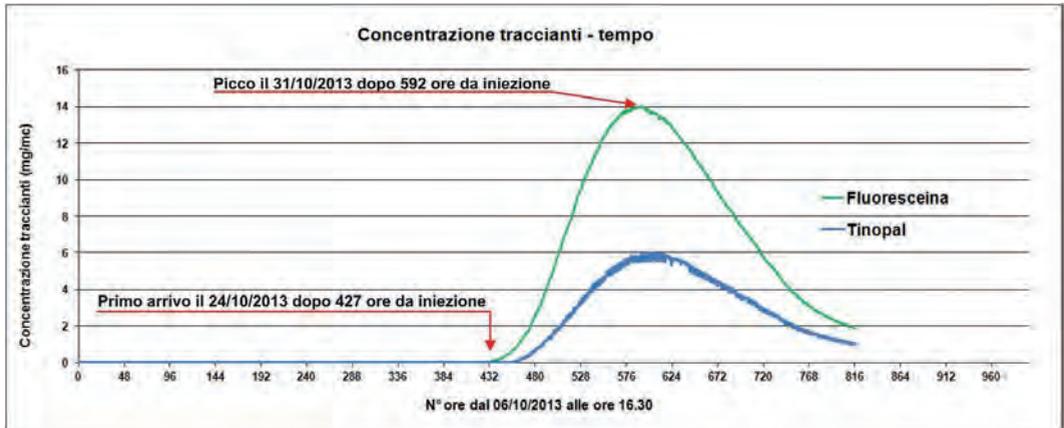


Fig. 5: colorazione 2013 - confronto concentrazione traccianti - variazione di portata

carsico ipogeo verso la sorgente scorrendo prevalentemente al di sopra del corso saturo. Sempre nel grafico di figura 5 si può osservare una particolarità che riguarda l'andamento dei valori di concentrazione dei due traccianti in sorgente: nel periodo antecedente la prima piena, la concentrazione della fluoresceina si è mantenuta mediamente su un rapporto 2,3:1 rispetto a quella del Tinopal®, mentre nelle fasi successive il rapporto si è in-

vertito, sino ad attestarsi mediamente su un rapporto 0,1:1. Considerato che la quantità di fluoresceina immessa al momento dell'iniezione era esattamente doppia (2:1) rispetto a quella del Tinopal®, è possibile ipotizzare che quest'ultimo colorante non si sia perfettamente diluito nell'acqua del sifone al momento della sua immissione nelle acque del sifone e che alcuni grumi dello stesso siano entrati in soluzione solamente nelle fasi successive

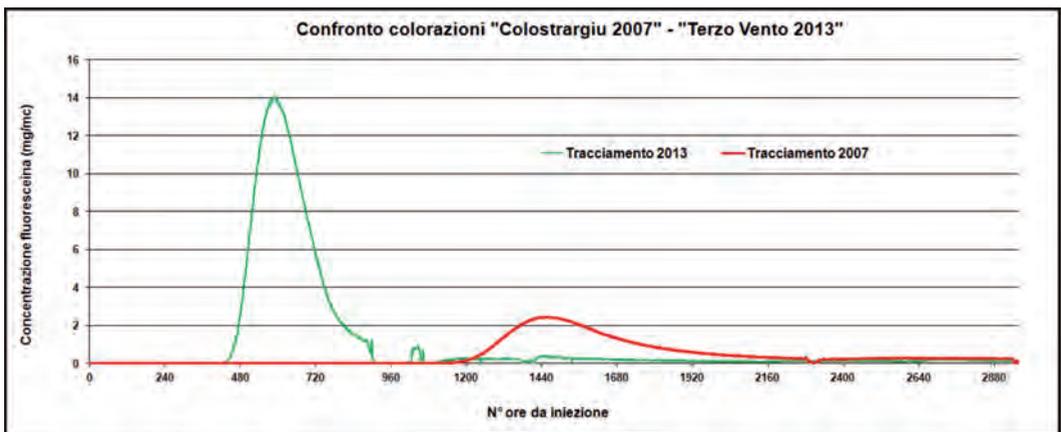


Fig. 6: confronto tra le curve di concentrazione della fluoresceina relative alle colorazioni 2007 e 2013

agli eventi di piena. Il confronto tra le curve di rilascio relative alle colorazioni effettuate nel sifone del Terzo Vento con quella del tracciamento effettuato nel 2007 nella grotta di "Su Colostrargiu", riportato in figura 6, evidenzia come, nel 2013, i tempi di arrivo del colorante in sorgente siano stati piuttosto brevi considerato il periodo particolarmente siccitoso nel quale si è svolta l'indagine. La concentrazione quasi sette volte superiore del picco del 2013 rispetto all'analogo del 2007, nonché la forma generale delle curve di rilascio, il cui impulso risulta assai più attenuato nel 2007 rispetto al 2013, of-

frono alcune indicazioni sulla geometria dell'acquifero e, in particolare, sull'esistenza di un carso saturo assai vasto localizzabile in un'area compresa tra il Terzo Vento ed il Supramonte di Orgosolo ed Urzulei, nel quale si è diffusa e diluita la fluoresceina iniettata nel 2007 con modalità assai più consistenti rispetto alla colorazione del 2013. Sopra quel carso saturo "colorato" in fase di magra sono scorse le piene che, dopo il loro passaggio, hanno lasciato praticamente invariata la concentrazione della fluoresceina in sorgente nei periodi successivi agli incrementi di portata. Tali ipotesi potranno essere confer-



colorazione 2013 - la sorgente di Su Gologone durante il passaggio dei coloranti (Foto: Salvatore Frau)

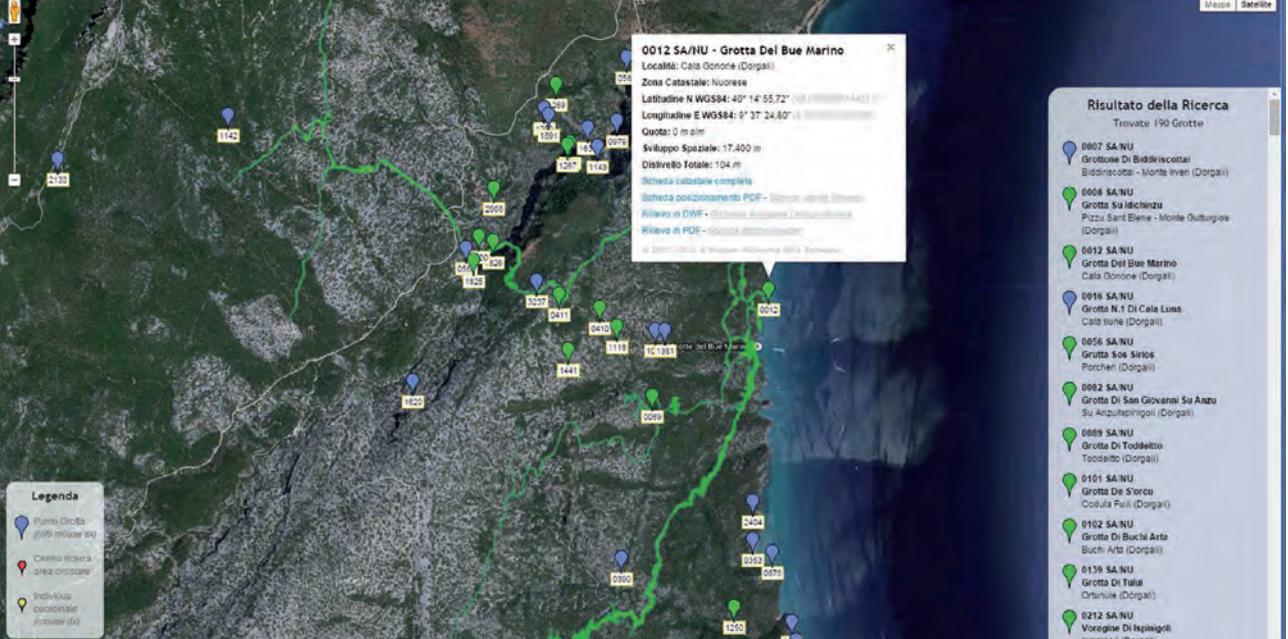
mate da un'eventuale nuova operazione di colorazione che preveda un'iniezione simultanea di traccianti sia nelle condotte del Supramonte che in quelle del Terzo Vento.

L'esperienza di tracciamento condotta tra il sifone del Terzo Vento di grotta Su Bentu e la sorgente di Su Gologone ha consentito di aggiungere nuovi elementi conoscitivi sulla geometria dell'acquifero carsico che alimenta proprio la sorgente di Su Gologone: tra questi, rilevante è il riscontro di un carso saturo, e quindi di una riserva geologica dell'acquifero, assai vasto, articolato e complesso e non da

poche e ben definite condotte di drenaggio. Inoltre, molto suggestiva dal punto di vista dell'esplorazione speleologica, è l'ipotesi che, a Su Bentu, esistano gallerie ancora sconosciute al di sopra delle condotte perennemente allagate in grado di allontanare le acque di piena verso le aree di risorgenza. Quest'ultimo aspetto è uno degli obiettivi dello studio tuttora in corso sull'evoluzione dei livelli di piena nel contesto generale dell'acquifero carsico del Supramonte.

BIBLIOGRAFIA

- Angius / Casalis (1826). Dizionario Geografico storico statistico commerciale degli stati di S.M. il Re di Sardegna: estratto delle voci riguardanti la Sardegna – Provincia di Nuoro. Vol 2, pag. 829.
- Bandiera F. (2000). Colorazione con fluoresceina del sistema idrico sotterraneo di Sa Rutta 'e S'Edera- Su Gologone. *Sardegna Speleologica* 16, 2-8.
- Bandiera F., Cossu A., Fois M., Sanna L., Cabras S., Cabras I., Cabras S., Murru F. (2001). Colorazione con fluoresceina nel Supramonte tra la grotta dell'Edera (Urzulei) e la sorgente di Su Gologone (Oliena): esperienze e considerazioni. *Atti del Convegno: "Il carsismo e la ricerca speleologica in Sardinia"*, Cagliari 23/25 novembre 2001: 47-60.
- Cabras S., Murgia F. & Sanna L.. *Complesso S'Edera – Su Gologone* (2002). Tracciamento geochimico sulle acque sotterranee del Supramonte. *Sardegna Speleologica*, 19, 18-24.
- Cabras S., De Waele J., Sanna L. (2008). Caves and karst aquifer drainage of Supramonte (Sardinia, Italy): a review. *Acta Carsologica*, 37 (2-3), 227-240
- Murgia F. (2008). Risorse idriche sotterranee ed acquiferi carsici in Provincia di Nuoro. *Natura Sardegna*, 30, 60-68.
- Murgia F. & Fancello L. (2000). Su Bentu 2000: nel cuore del sistema. *Sardegna Speleologica*, 17, 3-9.
- Murgia F., 2010 - Analisi e risultati dei recenti studi idrogeologici svolti nell'acquifero carsico che alimenta le sorgenti di Su Gologone (Sardegna centro – orientale) - Società Speleologica Italiana - L'Acqua che Berremo – Speciale Provincia di Nuoro, Terza Ed., 51 - 62
- Sanna L., & Cabras S. (2008). Recente colorazione con fluoresceina delle acque sotterranee nel Supramonte di Urzulei (Sardegna). *XX Congresso Nazionale di Speleologia*.



Resoconto di otto anni della Legge Regionale sulla Speleologia

Salvatore Buschettu (Presidente della Federazione Speleologica Sarda)

Fin dagli anni sessanta gli speleologi sardi hanno cercato un riconoscimento giuridico e un dispositivo legislativo che regolamentasse l'attività speleologica. Già nel 1972 in Consiglio Regionale si stava concretizzando una proposta (Tonci-Spina) che però non andò a buon fine.

Nel 1983 nasce la Federazione Speleologica Sarda e nel suo statuto è sancito il perseguimento di una legge regionale in materia. Ancora nel 1985 vengono ripresentati progetti di legge sulla speleologia, nuovamente senza esiti positivi.

Finalmente con l'approvazione dell'art. 10 della L.R. n° 46 del 21 Settembre 1993 si sancisce l'istituzione del Catasto Speleologico; questo dispositivo viene rifinanziato nel 1999 e nel 2006. Infine, dopo ulteriori azioni di sensibilizzazione, il Consiglio Regionale della Sardegna approva all'unanimità la Legge Regionale 7 agosto 2007, n. 4

“Norme per la tutela del patrimonio speleologico delle aree carsiche e per lo sviluppo della speleologia” confermando la giusta importanza naturalistica e ambientale nonché l'interesse culturale, scientifico e turistico del patrimonio speleologico e delle aree carsiche.

Per garantire la massima efficienza nel funzionamento e aggiornamento del Catasto Speleologico Regionale la legge regionale ha previsto l'affidamento tramite convenzione alla Federazione Speleologica Sarda. L'attuazione della Legge ha dato corso a tutta una serie di iniziative sia per il funzionamento del Catasto Speleologico Regionale che per la conservazione e valorizzazione del patrimonio speleologico e carsico regionale. In particolare è stato istituito presso l'Assessorato regionale dell'ambiente il Catasto Speleologico Regionale (CSR) per il censimento, l'individuazione car-

tografica e l'iscrizione in particolare delle grotte e delle aree carsiche. Ogni grotta iscritta al catasto viene individuata con una propria scheda attraverso coordinate geografiche e descrizione delle caratteristiche, a ognuna delle quali è associata una cartografia. È stato creato inoltre il "Comitato per la tutela e la valorizzazione delle aree carsiche" organo tecnico consultivo della Giunta Regionale che, stabiliti i primi impegni, non si è più riunito.

Presso l'Assessorato della difesa dell'Ambiente è stato costituito l'elenco regionale delle associazioni e dei gruppi speleologici che, così come la Federazione e gli enti locali, sono i destinatari individuati dalla legge delle risorse finanziarie che la RAS mette a disposizione per la realizzazione delle iniziative a tutela del patrimonio speleologico.

Con successiva delibera di Giunta regionale è stata delineata la piena operatività del Catasto, specificando nei dettagli la sua composizione e articolazione, la cura e l'aggiornamento, le modalità di iscrizione delle grotte e le regole per l'accesso e la consultazione. La delibera prevede inoltre che la sede dove è ospitato il Catasto sia individuata presso locali messi a disposizione dall'amministrazione regionale.

Contestualmente all'attività di gestione del CSR, con la succitata delibera è stata regolamentata la formazione e l'organizzazione del Centro di Documentazione Speleologica (CDS) e la gestione della Biblioteca Regionale di Speleologia (BRS), che si trovano presso i locali del Catasto e sono congiuntamente gestite dalla FSS per farne un valido ed efficace strumento di documentazione e informazione a sostegno sia della pratica e sviluppo della speleologia regionale, sia della conoscenza, ad uso anche didattico, di vaste aree del territorio regionale caratterizzate da alti valori ambientali e naturalistici,

singolari fenomenologie e importanti testimonianze storico culturali.

Il Centro Internazionale di Documentazione e Ricerca sulle Grotte di Miniera (CIDRGM) è stato istituito con l'obiettivo di promuovere, in collaborazione con istituti di ricerca, associazioni speleologiche e università italiane ed estere, gli studi interdisciplinari e le ricerche sulle grotte di miniera. Tutto ciò ha definito lo scenario nel quale è stato poi possibile stipulare le convenzioni tra Federazione e Assessorato della Difesa dell'Ambiente. Per l'affidamento dell'incarico relativo al funzionamento del CSR, del CDS-BRS e del CIDRGM sono state stipulate due convenzioni, una attingente ai fondi stanziati per il 2008 e una a quelli del 2009-2011, con programmi ben delineati, sia relativamente alle attività da portare avanti che al piano di spesa. Le due attività base delle convenzioni sono l'aggiornamento e l'implementazione del catasto e il riposizionamento degli ingressi delle grotte.

La prima comprende azioni che gli speleologi e i gruppi portano avanti da decenni, attività che ci permettono di avere oggi in archivio più di 3400 grotte e un'infinità di chilometri rilevati. È stata completata l'informaticizzazione del catasto, iniziata negli anni novanta, quando si era avviata la digitalizzazione dei dati. Oggi il grande salto di qualità è di sicuro la realizzazione del sito www.catastospeleologicoregionale.sardegna.it/, in rete da quasi due anni, che permette con un semplice collegamento internet di poter visualizzare e consultare tutti i dati aggiornati e di poter eseguire ricerche di grotte per numero catastale, nome, dimensioni, oltre che di vedere posizionate in mappa geo-referenziate gli ingressi. Il riposizionamento degli ingressi è la grande novità progettata ed eseguita tramite il finanziamento della convenzione e il lavoro degli speleologi; si tratta

di un'attività che consente di aggiornare le coordinate geografiche usando la tecnologia GPS. Dopo averne rilevato la posizione, si appone una placchetta col numero catastale all'ingresso della grotta e si compila una semplice scheda ove sono riportate le coordinate verificate, che viene poi inviata al catasto assieme a due fotografie riportanti l'ingresso della grotta e un particolare della placchetta. In questo modo i dati vengono poi aggiornati e archiviati, nonché messi a disposizione degli interessati.

Sono stati organizzati per gli operatori dei Centri di Educazione Ambientale Speleologici presenti e operanti nel territorio dei corsi di aggiornamento, che hanno spaziato dalla speleologia alla tutela delle aree carsiche, alla archeologia e alla capacità di trasmettere le proprie conoscenze, in modo da dare la possibilità di offrire un servizio più professionale e preciso ai propri utenti da parte di queste realtà economiche sempre più presenti in Sardegna.

Un'altra iniziativa resa possibile dalla messa a disposizione dalle risorse della legge destinate alle Province ha riguardato la predisposizione, in collaborazione con i gruppi speleologici, di itinerari didattici speleologici all'interno di grotte che per loro natura possono essere attrezzate in tal senso con un minimo impatto. L'allestimento degli itinerari ha interessato anche l'esterno, laddove si sono raccordati con i sentieri di accesso alle grotte per completare l'offerta didattica e valorizzare il territorio.

Da anni la Federazione Speleologica Sarda cerca di promuovere presso le amministrazioni pubbliche e gli operatori del settore la turisticizzazione delle grotte con un minimo impatto. Questo è realizzabile senza attrezzare la grotta con passerelle e illuminazioni pesanti e impattanti, portando di volta in volta in grotta piccoli gruppi, mettendo loro

un casco in testa e facendogli vivere una esperienza speleologica della quale resta un ricordo più profondo e intenso rispetto a quella fatta con un gruppone di decine di persone portate dentro le classiche grotte turistiche.

Tutte queste attività di divulgazione e informazione sono state sicuramente incentivate dalle possibilità finanziarie offerte dalle convenzioni stipulate tra FSS e Assessorato della difesa dell'ambiente.

Per meglio concretizzare gli obiettivi del Centro Internazionale di Documentazione e Ricerca sulle Grotte di Miniera, nel 2012 è stato organizzato a Iglesias il Secondo Simposio Internazionale sulle grotte di miniera che ha portato in Sardegna i maggiori studiosi internazionali sulla materia. L'iniziativa ha dato anche il giusto seguito al primo simposio, organizzato sempre a Iglesias nel 2004, dove fu dato un primo impulso agli studi in questo campo.

In campo idrogeologico è stato possibile proseguire le ricerche e gli studi per dare seguito a lavori che già i gruppi speleologici e la Federazione avevano in essere in diverse zone. Non da meno in questi anni è stato possibile approfondire le conoscenze degli acquiferi carsici delle aree del Supramonte e Golfo di Orosei dove oggi è più chiaro il percorso dei fiumi sotterranei.

Nel Monte Albo, tra Lula e Siniscola si è lavorato all'approfondimento della conoscenza di un acquifero carsico che potrebbe essere utile a sollevare alcuni paesi della Baronia dai problemi di acqua potabile che, ancora oggi, sono ben lungi dall'essere risolti.

I risultati di questi lavori sono stati presentati durante il convegno sull'utilizzo delle acque di origini carsiche svoltosi a Siniscola nel Maggio 2010 "Le potenzialità degli acquiferi carsici - ricerca ed esplorazioni al servizio



Considerazioni sull'illuminazione a Led nella Sala delle Eccentriche, Grotte di Is Zuddas, Santadi

Roberto Curreli e Alessandro Acca (Speleo Club Nuxis)

Giorgio Sulas (Cooperativa Monte Meana)

Questo lavoro non vuole essere un trattato di fisica o di illuminotecnica, ma ha il modesto scopo di osservare quali siano le influenze effettive, in condizioni reali, specifiche degli ambienti studiati, per i due sistemi di illuminazione: quello più moderno a LED e quello di più vecchia concezione a Ioduri Metallici, cercando di osservarne le influenze dirette sulle temperature nell'ambiente in cui sono installati. La salvaguardia degli ambienti presenti all'interno delle grotte turistiche è un biglietto da visita molto importante per la loro promozione e fruizione; per questo motivo uno degli aspetti di cui bisogna tener conto è sicuramente la scelta dell'illuminazione. Essa permette, se adeguata,

di esaltarne le caratteristiche estetiche e allo stesso tempo di produrre il minor impatto. La normativa vigente in materia, detta quali siano le caratteristiche degli impianti d'illuminazione per ambienti ipogei ad esempio, la quantità massima di calore emessa, la loro efficienza, la localizzazione dei fasci solo sui tratti d'interesse, la distanza di sicurezza tra fonte luminosa e parete o concrezione ecc... Un fenomeno riscontrato nelle grotte turistiche dotate d'illuminazione artificiale, oltre a quello dell'aumento della temperatura è quello della Lampenflora; questo fenomeno è dovuto alla proliferazione di organismi fotosensibili negli speleotemi interessati da fasci luminosi che rilasciano

luce nello spettro di assorbimento della Clorofilla. Gli organismi più comuni osservati sono: batteri, alghe, muschi, cianobatteri e altre piante opportunistiche. Un altro aspetto da non trascurare è che influenza notevolmente il mantenimento delle grotte turistiche è relativo ai costi di gestione: installare un impianto che limiti il consumo di energia e che allo stesso tempo permetta una buona illuminazione degli ambienti, consente un risparmio di risorse economiche utilizzabili ad esempio per il monitoraggio continuo dei parametri ambientali. Nello specifico del presente studio è stato preso in considerazione il nuovo impianto a tecnologia LED installato nella "Sala delle Eccentriche", sicuramente uno degli ambienti più suggestivi e affascinanti della grotta di Is Zuddas, dove sono presenti particolari speleotemi, le Eccentriche, da cui il nome della sala.

La "Sala delle Eccentriche" è sicuramente uno degli ambienti più affascinanti delle "Grotte Is Zuddas" per via della presenza di stupendi e variegati speleotemi, tra i quali, appunto, le eccentriche. Si trova a circa 200 metri dall'imboccatura e vi si arriva dopo essere passati per la Sala dell'Organo, svoltando sulla sinistra e oltrepassando una diaclasi abbastanza concrezionata il cui pavimento è protetto da una passerella per non calpestare delle stupende vaschette. La sala si sviluppa verso Est e possiede forma allungata con alcune diramazioni laterali non percorribili turisticamente che collegano con la Sala dell'Organo. L'ambiente si presta all'installazione dell'impianto per via della presenza di eccezionali concrezioni, come stalattiti, stalagmiti, colate, ma in modo particolare le eccentriche, eccezionali speleotemi aventi forma stravagante. La sala sulla parte iniziale, dopo aver su-

perato alcuni scalini, presenta un ambiente caratterizzato da forme di erosione, prevalentemente "scallops", parzialmente ricoperte da depositi argillosi e concrezioni coralloidi. Nella parte centrale la volta è intensamente concrezionata da stalattiti e cannule ornate da eccentriche e cristalli di aragonite. L'illuminazione valorizza sia i depositi terrigeni di colore rosso mattone, che le forme di erosione, tra le quali stupende cupole di erosione inversa, ma soprattutto le eccentriche. Queste si presentano sottoforma di ramoscelli o filamenti che si diramano in ogni direzione, descrivendo percorsi variabili nello spazio. Sono costituite prevalentemente da aragonite e si possono osservare sotto varie forme (ad esempio angolari, curvilinee, etc.). Le eccentriche sono costituite da un canalicolo capillare interno, attraverso il quale soluzione acquosa alimenta per capillarità l'apice della concrezione. La soluzione acquosa è smaltita dall'estremità dell'eccentrica per evaporazione favorendo il deposito del carbonato di calcio e l'allungamento della stessa.

La direzione di crescita è casuale e cambia continuamente nel tempo. Tuttavia in alcune eccentriche di Is Zuddas è stato evidenziato un andamento che segue un certo criterio e può aiutare a comprendere il meccanismo di crescita (Caddeo et al. 2008). Tali eccentriche, infatti, tendono a ramificarsi sempre lungo uno stesso piano. Esse sono costituite da un canalicolo di alimentazione che, visto in sezione, presenta la forma di stretta fessura. Il piano di tale fessura corrisponde perfettamente con il piano lungo il quale si verificano le biforcazioni e le curvature dell'eccentrica. Secondo Caddeo et al. (2008), la biforcazione e la curvatura derivano in questo caso dalla partizione del

RILIEVO PLANIMETRICO CON INDICAZIONE DELL'UBICAZIONE E DEI FASCI LUMINOSI DEL NUOVO IMPIANTO A LED

SALA DELLE ECCENTRICHE - GROTTA DI IS ZUDDAS

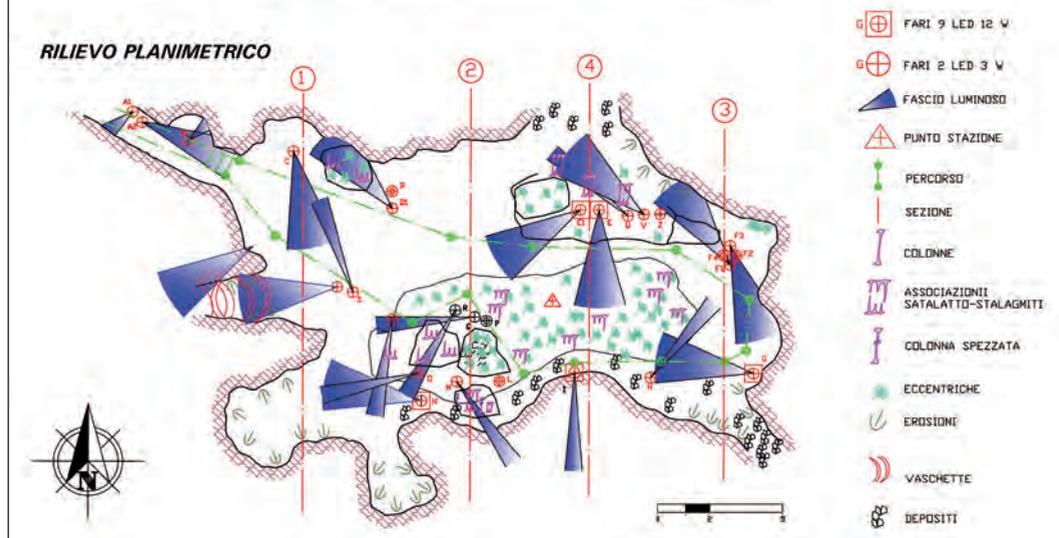


Figura 1 - Rilievo della Sala delle Eccentriche con l'ubicazione dei fari, relativi fasci luminosi e particolari morfologici

canalicolo in due orifizi distinti. Lo sbarramento che suddivide il canale originario in due parti è rappresentato da unità cristalline derivanti dalla separazione di un individuo di aragonite in più porzioni, dette subindividui. Tale tendenza è marcata nell'aragonite e viene definita *splitting*. L'elevata probabilità che lo sbarramento abbia luogo lungo la strettoia della fessura lenticolare, determina quindi la biforcazione lungo il piano della fessura medesima. La curvatura quindi sarebbe semplicemente un caso particolare di biforcazione in cui uno dei due rami abortisce rapidamente, ancor prima che possa essere visibile. Del resto in queste eccentriche si osservano spesso dei rami abortiti che curvano nella direzione opposta rispetto al ramo principale, Caddeo et al.

fanno anche notare che in eccentriche aventi il canalicolo a sezione di forma sub-circolare, la curvatura è del tutto casuale, a riprova di quanto sopra detto.

Nello studio sono stati presi in considerazione i dati di temperatura misurati nel corso di diversi anni. Le prime misure effettuate all'interno della cavità riguardano i mesi di luglio e agosto 1990 (Curreli et al. 1994), nei quali la grotta è stata soggetta a un primo controllo climatico per porre in evidenza eventuali variazioni in relazione al tipo di flusso turistico più o meno intenso. Tra le zone monitorate è presente anche la "Sala delle Eccentriche". Le misure sono state eseguite in situazioni differenti, fornendo diversi valori. Infatti senza visitatori i termometri hanno misurato 15,7°C, mentre con 1000 visita-

SEZIONI CON INDICAZIONE DELL'UBICAZIONE E DEI FASCI LUMINOSI DEL NUOVO IMPIANTO A LED

SALA DELLE ECCENTRICHE - GROTTA DI IS ZUDDAS

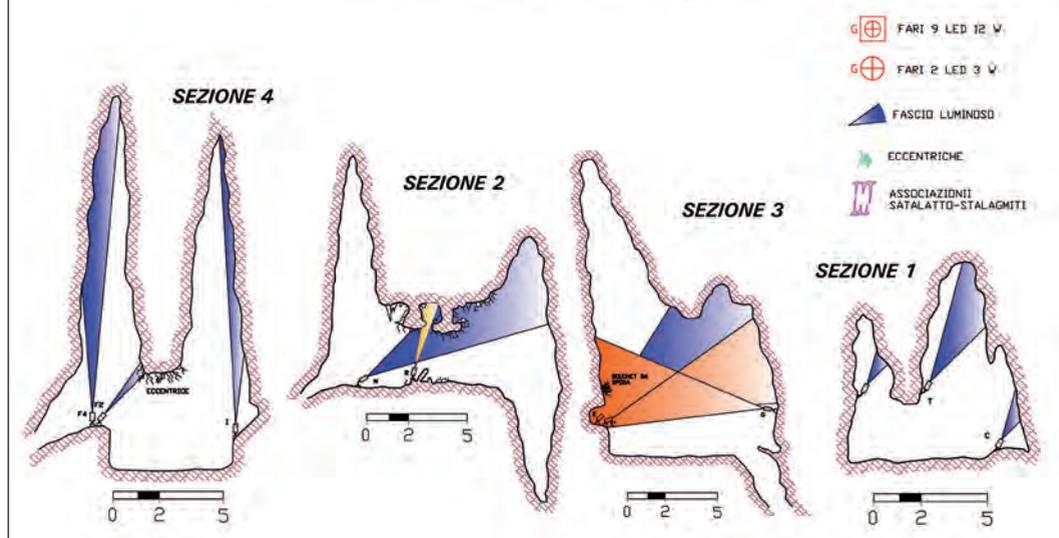


Figura 2 - Sezioni della Sala delle Eccentriche con l'ubicazione dei fari, relativi fasci luminosi e particolari morfologici

tori la temperatura è salita a 15,9°C, con un'oscillazione termica di 0,2°C. Nella vicina "Sala dell'Organo" i valori sono stati misurati a 15 centimetri dalla lampada fornendo un valore di 15,9°C senza visitatori a 16,4°C con 1000 visitatori. Questo valore è sicuramente dovuto non alla presenza dei turisti ma alla fonte luminosa accesa. Nelle parti alte, sia il flusso degli ospiti che il riscaldamento prodotto dalle luci non hanno influito sulla temperatura, infatti questa è rimasta a 15,7°C; comunque in media la variazione termica giornaliera con valori misurati all'apertura antimeridiana e alla chiusura pomeridiana è attorno a 0,2°C. Successivamente i dati sono stati rielaborati (Cigna e Sulas 1998), e hanno evidenziato una variazione di temperatura di 0,8°C. Nell'estate del 1999 (De

Waele et al.2000), hanno verificato che nella "Sala delle Eccentriche", subito dopo l'ingresso dei visitatori la variazione massima era di 0,4°C, e che veniva ripristinata in un tempo variabile da 30 a 120 minuti. Il valore massimo ottenuto nella "Sala delle Eccentriche" è stato di 16,7°C. Ulteriori valori sono stati misurati nei mesi di Luglio ed Agosto 2007-2008, ed hanno fornito rispettivamente prima dell'apertura (fine luglio) 15,7°C e alla chiusura 15,9°C, mentre a fine agosto 16,1°C all'apertura e 16,3°C alla chiusura. Gli ultimi dati sono stati misurati a metà del mese di agosto 2014 ed hanno evidenziato una temperatura di 16,2°C (alle ore 13,00), per innalzarsi a 17°C alle ore 16,50.

Uno dei primi passi nello svolgimento del lavoro è stato quello di eseguire un rileva-

mento di dettaglio che ha permesso di produrre una planimetria e diverse sezioni della sala (figura 1 e 2).

Con il rilievo, oltre ad evidenziare le caratteristiche morfologiche, sono stati ubicati i diversi fari, misurandone la direzione del fascio luminoso e l'inclinazione secondo il piano orizzontale è stato possibile realizzare un elaborato (composto da planimetria e sezioni) dove sono evidenti le disposizioni delle lampade e relativi fasci luminosi rispetto alle caratteristiche peculiari della sala. Le misurazioni di temperatura sono state eseguite a diverse distanze dalla fonte luminosa iniziando da una distanza il più vicino possibile alle lampade e spostando i sensori di misura progressivamente per distanze crescenti, sempre al centro del fascio luminoso, sino a dove è stato possibile, in alcuni casi in prossimità della concrezione. I punti di misura della temperatura sono stati scelti in base allo spazio disponibile, alle caratteristiche delle lampade (potenza, numero di LED, angolo del cono luminoso ecc..) e all'accessibilità delle stesse. Il tempo medio delle misurazioni è di circa 10 minuti, tempo medio di accensione dei fari relativo al tempo medio di permanenza dei visitatori nella sala. Per la comparazione con il vecchio impianto di illuminazione a Ioduri Metallici, sono state eseguite misure su lampade da 150 W e da 70 W, come quelle installate precedentemente nella Sala delle Eccentriche e ancora installate nella vicina Sala dell'Organo. I dati ottenuti dalle diverse misurazioni, sia sulle lampade a LED sia su quelle a Ioduri Metallici, sono stati elaborati, interpretati e restituiti attraverso grafici e carte tematiche, permettendo un'osservazione più immediata sulla possibile influenza dei due diversi impianti di illuminazione. Inoltre sono



Fase di misurazione delle temperature sul faro a 2 LED 3W (foto Morena Bonaccorsi)

state eseguite delle misure della temperatura dell'ambiente senza illuminazione. Per l'esposizione dei risultati sono state scelte le misurazioni su due lampade a LED e su due lampade a Ioduri Metallici che nel contesto generale, risultano essere quelle più rappresentative.

Il nuovo impianto di illuminazione installato nella "Sala delle Eccentriche" è costituito da 22 lampade a 2 LED (fig. 4) con potenza di 3W e tensione 24 V, e 5 lampade a 9 LED con potenza di 12 W e tensione 24V. Le lampade a 2 a LED hanno un cono di illuminazione, che varia a seconda della lampada, da 10 a 30° luce Cool White (luce bianca fredda).

I parametri fotometrici dichiarati dal costruttore indicano un'illuminamento (lux), di 420 lux a 1 m, 105 lux a 2 m, 47 lux a 3 m, 12 lux a 4 m, per un cono di illuminazione di 30° e 4500 lux ad 1m, 1125 lux a

2 m, 500lux a 3m, 280lux a 4m. Per le lampade a 9 LED i cono di illuminazione variano da 10° a 30°, a luce fredda; i parametri fotometrici caratteristici per queste lampade indicano un'illuminamento per un cono di 30° di 1700 lux ad 1 m, 420 lux a 2 m, 180 lux a 3 m e 100 lux a 4 m, per un cono di 10° 18000 lux ad 1 m, 4500 lux a 2 m, 2000 lux a 3 m e 1125lux a 4m. L'orientamento del fascio luminoso delle singole lampade è stato scelto per evidenziare particolari speleotemi o particolari morfologici della sala, distribuendo le lampade in modo tale da creare un'illuminazione che non fosse diffusa ma concentrata in determinate zone. Infatti le lampade composte da 2 LED, quindi di potenza inferiore, sono orientate su speleotemi vicini al percorso e di piccole dimensioni (ciuffi di aragonite o piccoli agglomerati di eccentriche), invece le lampade a 9 LED sono state utilizzate per illuminare speleotemi o particolari morfologici a grande distanza o con dimensioni tali da non riuscire nella completa illuminazione con le lampade a 2 LED.

Il controllo delle lampade avviene attraverso comandi dedicati alle diverse zone dalla sala; questo per permettere l'accensione solo al passaggio dei visitatori in modo da limitare l'esposizione sulle concrezioni e consentire un risparmio energetico generale.

Oltre all'illuminazione con le lampade a 2 e 9 LED sono state installate 8 lampade, per illuminare il percorso, con potenza di 1 W a luce Cool White; con un orientazione esclusiva sulla pedata del camminamento, senza interferire sull'illuminazione degli speleotemi.

La potenza totale installata con il nuovo impianto a LED, per le lampade dedicate

all'illuminazione degli speleotemi, risulta essere di circa 126 Watt, per una potenza totale, considerando anche quelle dedicate al camminamento, di 134 Watt.

Il vecchio impianto installato nella stessa sala era composto da lampade a Ioduri Metallici così distribuite: 4 lampade da 20 W destinate al camminamento, 1 lampada da 150 W, 2 lampade da 70 W e 1 lampada portatile da 100 W, per una potenza totale di 470 Watt.

Nello studio una delle fasi più importanti e più interessanti è stata la raccolta dei dati ottenuti dalle misurazioni delle temperature, relative all'influenza dei fasci luminosi delle diverse lampade a tecnologia LED installate nella "Sala delle Eccentriche". Ancor più interessante è stato il confronto con il vecchio impianto di illuminazione a Ioduri Metallici.

Le misurazioni si sono concentrate nei mesi di luglio e agosto, ed hanno interessato le diverse tipologie di lampade.

Per l'esposizione dei risultati si sono scelte le due tipologie principali presenti nella sala, sia per il maggior numero di unità installate, sia perchè i dati ottenuti si presentano nel contesto generale più rappresentativi. Per la tecnologia a LED sono state scelte una lampada a 2 LED da 3W e una lampada da 9 LED a 12W con un cono di illuminazione di 30°, identificate in carta rispettivamente come "Q" e "N".

Di seguito verranno esposti solo alcuni dei grafici e alcune tabelle fra quelle elaborate.

Lampada a 2 LED 3W 30°

Questa lampada è posizionata in un piano rialzato di circa 50 cm rispetto alla pedata del percorso ed è dedicata all'illuminazione di una stalagmite con particolari concrezioni nella sua superficie.

L'inclinazione della lampada è di circa 75°

rispetto all'orizzontale; tale inclinazione permette un'illuminazione dello speleotema dal basso verso l'alto.

Le misure sono state eseguite con un termometro digitale a due sonde posizionate al centro del fascio luminoso, con misurazione delle temperature ogni minuto.

Il tempo di osservazione medio è stato di 13 minuti, che corrisponde al tempo di accensione medio durante la visita guidata. Per questa lampada sono state eseguite 5 misurazioni ripetitivamente a: 2 cm, 20 cm, 40 cm, 50 cm (dal vetro della lampada) più una serie di misure sulle temperature medie della sala (tabella 1-grafico 1). Nel grafico si può osservare la diminuzione delle temperature all'allontanarsi dalla fonte luminosa. Si hanno temperature che si stabilizzano intorno ai 18,7 °C per misure effettuate in prossimità dell'origine del fascio luminoso per diminuire all'allontanarsi da esso, sino a una distanza di 50 cm dove il calore prodotto dalla lampada si dissipa, stabilizzandosi su valori di 16,2° C, questo valore risulta essere maggiore di 1/10 di grado rispetto alla temperatura media in presenza di visitatori e di 2/10 di grado rispetto alla temperatura media in assenza di visitatori.

Lampada a 9 LED 12W 30°

Questa lampada è ubicata in una posizione arretrata rispetto al percorso; anch'essa si trova su di un piano rialzato, con una inclinazione rispetto all'orizzontale di circa 20°, scelta per permettere l'illuminazione di agglomerati di eccentriche distanti dalla lampada. Le misurazioni delle temperature sono state eseguite a distanze di: 5 cm, 100 cm, 200 cm dal vetro della lampada anch'esse al centro del fascio, più una serie di misure di temperature per stabilire la temperatura media della sala. Anche queste misurazioni delle

LAMPADA A LED 2 LED 3 W					
Minuti	50 cm	40 cm	20 cm	2 cm	Temperatura media della sala
1'	16,2°C	16,5°C	16,4°C	16,7°C	16,2°C
2'	16,2°C	16,5°C	16,8°C	17,3°C	16,2°C
3'	16,2°C	16,5°C	16,8°C	17,7°C	16,2°C
4'	16,2°C	16,5°C	17,6°C	18,1°C	16,2°C
5'	16,2°C	16,5°C	17,4°C	18,3°C	16,2°C
6'	16,2°C	16,5°C	17,2°C	18,5°C	16,2°C
7'	16,2°C	16,5°C	17°C	18,7°C	16,2°C
8'	16,2°C	16,5°C	17°C	18,7°C	16,2°C
9'	16,2°C	16,5°C	17°C	18,7°C	16,2°C
10'	16,2°C	16,5°C	17°C	18,7°C	16,2°C
11'	16,2°C	16,5°C	17°C	18,7°C	16,2°C
12'	16,2°C	16,5°C	17°C	18,7°C	16,2°C
13'	16,2°C	16,5°C	17°C	18,7°C	16,2°C

Tabella 1 - misure di temperature alle diverse distanze sulla lampada a 2 LED 3W

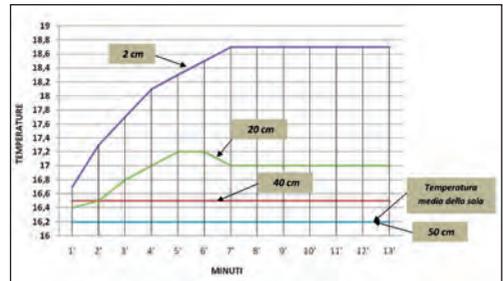


Grafico 1 - misure di temperature alle diverse distanze sulla lampada a 2 LED 3W

temperature sono state eseguite a distanze dal vetro della lampada al centro del fascio luminoso di: 5 cm, 100 cm, 200 cm, più la temperatura media della sala. Per la lampada 9 LED, le misure effettuate alla minor distanza come facilmente intuibile, sono maggiori rispetto alla precedente, con una differenza di circa 2°C rispetto a quella a 2 LED; si ha un aumento di temperatura da 20,3°C sino a

FARO A IODURI METALLICI 70 W			
Minuti	30 cm	300 cm	Fuori fascio luminoso
1'	16,9°C	16,1°C	16,1°C
2'	17°C	16,2°C	16,2°C
3'	17,2°C	16,2°C	16,2°C
4'	17,3°C	16,2°C	16,2°C
5'	17,3°C	16,2°C	16,2°C
6'	17,4°C	16,2°C	16,2°C
7'	17,4°C	16,1°C	16,1°C
8'	17,5°C	16,1°C	16,1°C
9'	17,5°C	16,1°C	16,1°C
10'	17,6°C	16,1°C	16,1°C
11'	17,6°C	16,1°C	16,1°C
12'	17,7°C	16,1°C	16,1°C
13'	17,7°C	16,1°C	16,1°C
14'	17,8°C	16,1°C	16,1°C
15'	17,8°C	16,1°C	16,1°C
16'	17,8°C	16,1°C	16,1°C
17'	17,8°C	16,1°C	16,1°C
18'	17,8°C	16,1°C	16,1°C
19'	17,8°C	16,2°C	16,2°C
20'	17,8	16,2	16,2

Tabella 2 – misure di temperature alle diverse distanze sulla lampada a Ioduri Metallici 70W

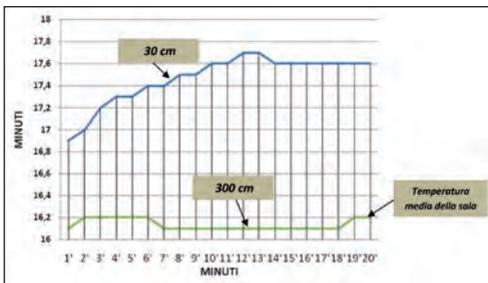


Grafico 2 – misure di temperature alle diverse distanze sulla lampada a Ioduri Metallici 70W

stabilizzarsi a 20,7°C dopo 7 minuti dall'accensione del faro. Alla distanza di 100 cm l'influnza diminuisce notevolmente attestandosi come temperature a 16,4°C . Per una distanza di 200 cm la temperatura è stabile a 16,2°C per tutta la lettura e uguale alla temperatura ottenuta fuori dal fascio luminoso, oltre che di 1/10 di grado superiore rispetto alla temperatura

media della sala senza visitatori. Questa differenza di 1/10 di grado è probabilmente dovuta, più che all'influenza del fascio luminoso, alla posizione più elevata del sensore, corrispondente a una massa d'aria più calda in quota per la presenza dei visitatori.

Lampada a Ioduri Metallici da 150 W

Questa lampada è installa nella “Sala dell’Organo” distante circa 4-5 m dal percorso e dedicata alla illuminazione generale di particolari morfologici e speleotemi a grande distanza, posti sulla parete e sulla volta della sala. La sua inclinazione è di circa 45° rispetto all’orizzontale .

Le misurazioni sono state fatte a distanze di: 5 cm, 60 cm, 200 cm, 300 cm dalla superficie illuminante.

Le temperature sono notevoli per la posizione del sensore in prossimità del vetro della lampada; come evidenzia il grafico; a 5 cm di distanza i valori si attestano a 27°C, corrispondenti a 20°C, superiori alla temperatura media della sala senza illuminazione. Distanziando il sensore, da prima di 30 cm e successivamente di 60 cm, l'influenza è ancora notevole; le temperature massime raggiunte a 30 cm sono 19,2°C e a 60 cm 17 °C. Ad una distanza di 300 cm il calore si è in gran parte dissipato con valori di 16,2°C, un 1/10 di differenza con le misure ottenute nella sala con presenza di visitatori.

Lampada a Ioduri Metallici da 70 W

Questa lampada è ubicata in prossimità del percorso a circa 0.5 m; essa è posizionata con un angolo di circa 45° rispetto l’orizzontale in modo da poter illuminare una serie di stalattiti e stalagmiti poste a distanza. Sono state eseguite 2 misurazioni, una a 30 cm e una a 300 cm dal vetro della lampada. (tabella 2- grafico 2). Anche per questa lampada per distanze



Sala delle Eccentriche - Gruppo di fari a 2 LED 3 W (foto Morena Bonaccorsi)

prossime al vetro le temperature sono elevate, attestandosi, dopo 20 minuti di esposizione del sensore, a 17,6°C, comunque inferiore a quella da 150 W per la stessa distanza (19,2°C per 10 minuti di esposizione) con una differenza di 1,6°C.

Anche in questo caso per distanze superiori a 200 cm non si osservano influenze della temperatura da parte della lampada rispetto alla temperatura media della sala. Nel grafico si notano dei picchi nelle letture (sia su quelle riferite al fascio luminoso sia sulla temperatura della sala) questo perché essendo la lampada molto vicina al limite del percorso, in un area dove i visitatori sostano per un tempo più lungo e in maggior numero, creano un aumento generalizzato della temperatura che si riflette anche sulle misure più strettamente legate al raggio d'influenza della lampada.

Nei due mesi di osservazioni fatte, sono state riscontrate differenze apprezzabili sui due diversi impianti installati. La nuova tecnologia a LED ha sicuramente un im-

patto minore rispetto alle lampade a Ioduri. Dalle misure effettuate appare evidente che le lampade a LED con il loro fascio luminoso, generano comunque calore che, man mano che ci si allontana dalla fonte, diminuisce sino a dissiparsi quasi completamente a distanze tra i 40/50 cm per le lampade da 2 LED 3W e distanze di 100 cm per le lampade a 9 led 12W.

Per le lampade a Ioduri Metallici sono state riscontrate temperature decisamente più elevate per distanze più prossime alla fonte luminosa (5 cm) e di circa 20°C superiori rispetto alla temperatura media della sala.

Già a 60 cm, pur essendo ancora elevate, si ha una decisa diminuzione delle temperature (17°C); si rendono necessarie distanze di circa 200 cm perché si abbia la dissipazione del calore e la minima influenza. La presenza dei visitatori, come già noto e trattato in specifiche pubblicazioni, influisce notevolmente sull'aumento generale delle temperature degli ambienti. Essa, come nel caso di questo studio, deve essere tenuta in conto nel bilancio dei parametri microclimatici della grotta in generale e più nello specifico nei singoli ambienti. Un'altra evidente differenza tra i due impianti di illuminazione è quella del consumo energetico.

Infatti il nuovo impianto di illuminazione a LED composto da 35 lampade a diversa potenza specifica e focalizzata solo sui diversi particolari della sala, raggiunge un massimo di 134 Watt contro i 470 Watt del vecchio impianto che era composto da 8 lampade, che producevano una luce generalizzata senza esaltare peraltro i particolari salienti.

Quindi, appare anche evidente il notevole risparmio energetico che nel complesso



Eccentriche (foto Morena Bonaccorsi)

gestionale della grotta è una voce importante nei fondi a disposizione. Appare auspicabile che con il progredire delle tecnologie relative ai LED, sempre in continua evoluzione, in un futuro si possa diminuire ancora di più l'impatto generato

dagli impianti di illuminazione sui vari fattori che compongono una grotta turistica tra i quali i parametri climatici, gestionali e anche estetici, dovuti alla presenza delle lampade stesse.

BIBLIOGRAFIA

- ACCA A., ARU P., BRENAU P., CURRELI R. PAGLIETTI G., SULAS G.C. (2014)-Forme geomorfologiche e speleo temi del complesso carsico di Monte Meana-Monte Pireddu- Monografia, volume unico
- CADDEO G., CAREDDA A.M., DE WAELE J., FRAU F. (2008)-Il ricco patrimonio speleotematico della Grotta di Is Zuddas (Santadi, Sardegna sud-occidentale). Atti del XX Congresso Nazionale di Speleologia, 27-30 aprile 2007, Iglesias (Italia), Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II, vol.XXI, 296-307.
- CADDEO G., DE WAELE J. FRAU F. (2008)-Morfologia e meccanismi di crescita per alcune eccentriche aragonitiche della grotta di Is Zuddas a Santadi (Sardegna, Italia). Riassunti dell'84 Congresso Nazionale Società Geologica Italiana, 15-17 Settembre 2008, Sassari (Italia) Rendiconti Online Soc. Geol. It. 3, 148-149.

- CIGNA A.A. (2011)-Problem of Lampenflora. 6th ISCA Congress-in Show Caves, Slovakia, pp.201-205
- CIGNA A.A. (2013)-Le grotte turistiche e la protezione dell'ambiente. U.I.S., Unione Int. Di Speleologia, Frazione Tuffo Cocconato (AT).
- CIGNA A.A., SULAS A. (2000)-Air temperature measum and trends in the "Grotta Is Zuddas" (Santadi, Cagliari, Italy). In: Cigna A.A. (Editors), Proceedings ofv 3rs Congress of the International Show Caves Association, Santadi 115-119.
- CURRELI R., ACCA A. & SULAS G. (2014) - Comparison between LED and metal iodide lighting systems in "Is Zuddas Cave", Santadi SW, Sardinia. Atti "International Show Caves Association 7th Congress. 2-8 November 2014, Jenolan caves, Australia ." (in fase di pubblicazione);
- CURRELI R., DI GREGORIO F., FLORIS A. (1992)-Evoluzione naturale e impatto antropico nel sistema carsico di Is Zuddas (Sardegna SW). Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia, 86; 60-69.
- CURRELI R., DIANA N., FLORIS A., SULAS A. (1994)-Descrizione morfologica e stima dell'impatto antropico derivante dall'apertura al pubblico delle grotte di "Is Zuddas", (Santadi, Sardegna, Italy). International Journal of Speleology; 23(1-2): 95-103.
- DE WAELE J., DI GREGORIO F., SULAS A., SULAS G. (2000)-New microclimatic measurements in the Is Zuddas cave (Santadi, Cagliari, Italy), Proceedings International Symposium of Show Caves Protection and Restoration ISCA, Yaolin Tonglu Zhejiang, China: 12-21.
- DE WAELE J., FRAU F. (2001)-Some examples of karst phoenomena in the Sulcis region. In Frau F. (Editor), WIR-10 Guide book to the field trips in Sardinia, Rendiconti del Seminario della Facoltà di Scienze dell'Università di Cagliari, 71(2): 125-148.
- DE WAELE J., FRAU F., LORRAI M. (2001)-Geochemica delle acque e minerogenesi nella grotta di Is Zuddas (Santadi, Sardegna sud-occidentale). In De Waele J. (Editor), Atti del Convegno di Studi il Carsismo e la Ricerca speleologica in Sardegna, Cagliari 163-183.
- DI STEFANO M.S.G. (1984)-Sulla grotta "Is Zuddas" (Santadi), relazione dattiloscritta: 1-27.
- FLORIS A. (1995)-Le grotte turistiche della Sardegna. Già Editrice, Cagliari: 175 pp.
- FORTI F.(1994)-Problemi turistici della Grotta Gigante nel carso triestino. Int. J. Speleol. 23, 1-2 (1994): 31-36.
- GRAFFITI G. (2003)-Ricerche faunistiche nella grotta Is Zuddas (Santadi Sardegna sud-occidentale). Sardegna Speleologica, 20:64-68.
- HILL C.A., FORTI P. (1997)-Cave minerals of the World. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, USA: 463 pp.
- NEXTVILLE (2014)-Energie rinnovabili ed efficienza energetica. Edizioni Ambiente
- SANNA G. (1989)-Le onici alabastrine di Terraseo, Inquadramento geologico e caratteri giacimentologici. Tesi di Laurea inedita.
- SULAS A., CURRELI R. (2002)-Research into the longterm effects on the Is Zuddas caves caused by water extraction from the surrounding underground springs (Sardinia, Italy). Proceeding IV International ISCA Congress, Postojna, Slovenia: 209-212.
- TODDE F., BARBATA P. (1972)-Grotta "Is Zuddas", Speleologia Sarda 1: 5-10.



Istituzione della Commissione di Biospeleologia

Giampaolo Merella (Gruppo Ricerche Speleologiche "E.A. Martel")

Roberto Cogoni (Unione Spleologica Cagliariitana)

Manuela Mulargia (Speleo Club Nuoro)

All'interno della Federazione Speleologica Sarda, a partire dai primi mesi del 2014 è stata proposta l'istituzione di una nuova commissione che potesse occuparsi degli aspetti biologici legati al mondo ipogeo sardo. È così che nel mese di giugno, in occasione del 1° Corso Tutela delle aree carsiche e ambienti ipogei svoltosi a Nuxis (CI), si è svolta una prima riunione informale tra alcuni degli interessati a prendere parte alla commissione ed è stata proposta la nomina a responsabile della stessa di Giampaolo Merella (Gruppo Ricerche E.A. Martel Carbonia). Solo nel successivo mese di settembre si è tenuta la prima riunione ufficiale a Oristano, dove oltre alle reciproche presentazioni, sono stati discussi i principali intenti e obiettivi che la commissione avrebbe potuto perseguire,

quali l'approfondimento delle conoscenze faunistiche di specifiche aree della Sardegna, la collaborazione con l'Università Bicocca di Milano per lo studio sulla distribuzione della



Lithobius nuragicus e, nella foto sopra, Camptopoda fragilis

popolazione dei geotritoni, e in generale la protezione e tutela dei siti carsici più sensibili e vulnerabili.

Al termine della stessa è stato deciso all'unanimità di organizzare nel breve termine un corso di formazione sulla biospeleologia e di creare una cartella condivisa in modo da mettere a disposizione di tutti gli aderenti quanta più bibliografia possibile esistente in materia.

Nella successiva assemblea di Federazione tenutasi a Tramatzia nel mese di ottobre, si è avuto modo di incontrare alcuni degli interessati non presenti a Oristano, discutendo e approfondendo ulteriormente le linee di azione



Hydromantes imperialis e, nelle foto a sinistra, esemplari di Catalauniscus Puddui Argano e di Pseudoscorpione Roncus



e gli obiettivi della commissione, prevedendo una prossima riunione operativa entro la fine dell'anno, per organizzare e definire i dettagli del corso di formazione. Quest'ultima riunione è stata successivamente spostata al mese di gennaio 2015. Fra gli argomenti affrontati in questo incontro, si sono definiti gli obiettivi del corso di biospeleologia che dovrà essere organizzato con l'ausilio e le indicazioni degli esperti. Inoltre si è discusso sull'opportunità di creare delle linee guida per la divulgazione e la sensibilizzazione, soprattutto durante i corsi di I livello di speleologia.

Allo stato attuale la commissione biospeleologica ha riscosso un buon livello di adesione, per cui risulta composta da circa 20 speleologi appartenenti a vari gruppi distribuiti in tutta l'Isola, segno dell'elevato interesse generale per le tematiche biospeleologiche.

Risulta inoltre costituita e condivisa una prima bozza di raccolta bibliografica, che sarà incrementata con il proseguo delle attività, anzi si invita chiunque abbia del materiale a inviarlo alla commissione all'indirizzo e-mail fssbiospeleo@googlegroups.com.



Attività C.E.R. Scuole di Speleologia 2014

Trascorsi vari anni dalla sua costituzione, nel panorama speleologico sardo continua ad operare il Comitato Esecutivo Regionale delle Scuole di Speleologia. Con queste poche righe l'organizzazione che si occupa delle scuole ha la voglia di riprendere a divulgare, sistematicamente, le attività svolte e le storie che fanno da corollario al lavoro svolto in questi ultimi anni.

Ci sarebbe piaciuto riapparire nella rivista della speleologia sarda raccontando la storia della nostra organizzazione ma abbiamo preferito iniziare in punta di piedi per inaugurare la realizzazione di una rubrica che ha l'ambizione di essere presente anche nei successivi numeri.

Sicuri del fatto che l'attività speleologica sia prima di tutto stare insieme, negli ultimi anni abbiamo operato nel territorio regionale cercando di coinvolgere il maggior numero possibile di persone. Per questo

oggi il CER, composto dal coordinatore regionale e da tutti i direttori delle scuole di speleologia, è affiancato dalla segreteria operativa, organo a cui partecipano tutti gli speleologi che hanno voglia di collaborare.

Grazie a questa partecipazione, la nostra organizzazione è stata in grado negli ultimi anni di omologare 79 corsi di primo livello, vera linfa vitale della speleologia, a cui hanno partecipato 1026 allievi. Affianco al lavoro svolto dai gruppi per formare le future leve, il Comitato Esecutivo Regionale delle Scuole di Speleologia ha potuto organizzare 18 corsi di secondo livello a cui hanno partecipato 666 speleologi interessati ad approfondire le loro competenze. Insieme alle attività didattiche, di primo e di secondo livello, sono stati organizzati gli esami utili a ringiovanire il parco degli Istruttori e degli Aiuto Istruttori. Grazie alla volontà di tanti, negli ultimi anni 48 speleo-



Esercitazioni durante il corso di tecniche di risalita in artificiale svoltosi a Monteleone Roccadoria (foto Claudia Coni)

logi hanno potuto conseguire la qualifica di Istruttore e 88 speleologi hanno conseguito la qualifica di Aiuto Istruttore.

I numeri registrati a livello regionale costituiscono, per chi collabora, un elemento di grande soddisfazione, unica paga percepita per la fatica profusa, perché consentono di registrare un'adesione paragonabile a quella delle regioni più popolate del resto d'Italia.

Inoltre, l'attività svolta a livello regionale è stata affiancata da una partecipazione sempre più assidua alle attività organizzate a livello nazionale. In tali incontri la Sardegna è stata sempre più presente, cercando di contribuire allo sviluppo della didattica ed alla gestione delle problema-

tiche organizzative.

Nell'anno 2014 il Comitato Esecutivo Regionale delle Scuole di Speleologia ha organizzato un corso di secondo livello dedicato alle "tecniche di risalita in artificiale" e un corso di secondo livello sulla "tutela delle aree carsiche". Il CER si è occupato, in entrambe le iniziative, della gestione logistica, affidando la parte didattica a speleologi esperti nelle materie trattate. È in programma per l'anno 2015 lo svolgimento dello stage formativo e dell'esame per la qualificazione dei futuri AI ed IT.

Il lavoro svolto ha visto l'avvicinarsi di tante persone che a qualsiasi titolo hanno offerto il loro contributo. Gli attuali partecipanti e l'auspicabile adesione di chi vorrà collaborare alle future attività costituiscono la base per programmare il lavoro degli anni a venire.



Momenti "pratici" della pulizia di una grotta nell'ambito del corso di tutela delle aree carsiche a Nuxis (foto Silvia Arrica)



International Cave Dive congress

Si svolgerà il prossimo 23 maggio presso il Cine teatro Arena di Cala Gonone il convegno "Le esplorazioni speleosubacquee nel

Golfo di Orosei e le nuove frontiere dell'esplorazione speleosubacquea". L'evento, organizzato dalla Commissione Speleosubacquea SSI e dalla Federazione Speleologica Sarda, finanziato dalla legge regionale 4/2007 sulla speleologia e patrocinato da SSI, Comune di Dorgali e UIS, si propone di raccontare, attraverso la viva voce dei suoi protagonisti, la storia delle esplorazioni delle grotte sommerse nel Golfo di Orosei, dagli anni 70 a oggi. Un evento imperdibile, una occasione unica per fare un viaggio nel tempo e nella memoria che consentirà ai convenuti di ripercorrere tutte le tappe di una esplorazione che dura oramai da oltre quarant'anni. La partecipazione al congresso è aperta a tutti e gratuita; a ciascun partecipante verrà consegnata una copia degli atti del convegno contenente i lavori che verranno illustrati nel corso dello stesso. Nella giornata successiva, domenica 24 maggio, è prevista una visita guidata alle grotte del Bue Marino.



Ti sia lieve la terra... In ricordo dei nostri amici

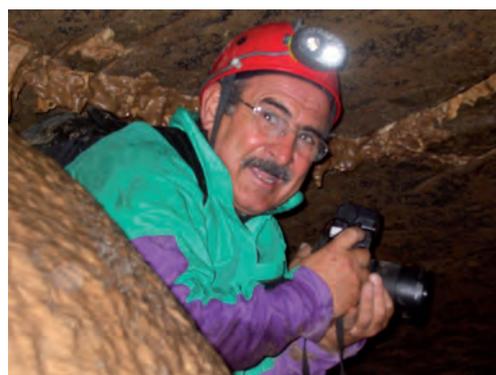
Il 2014 per la speleologia sarda è stato un anno funesto. In tre tragici incidenti hanno perso la vita Giuseppe Cuccu, Maria Claudia Cabras e Luigi Mereu. Lasciando un grosso vuoto tra amici e parenti sono mancati Paolo Valdes e Giancarlo Cannella, due veterani della speleologia isolana.



Paolo faceva parte del Gruppo Speleologico Pio XI di Cagliari, un gruppo storico. Sono i suoi compagni a descrivercelo: "Dopo padre Furreddu c'era lui, era una persona entusiasta, un leader, uno a cui piaceva condividere con gli altri le proprie esperienze. Sempre pronto ad aiutare gli altri, capiva al volo quando c'era qualcosa che non andava, ma al tempo stesso era una persona riservatissima. Aveva introdotto il rito della cena in sede tutti i mercoledì, rito tuttora in vigore, e tra

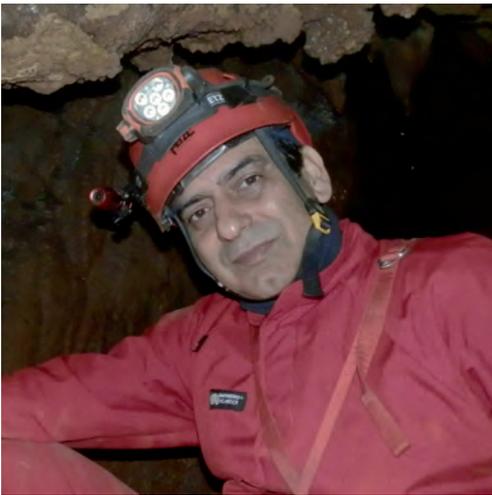
un piatto di spaghetti e un bicchiere di vino si discuteva e si organizzava di volta in volta l'attività del gruppo.

Un brutto incidente d'auto 25 anni fa ha segnato la sua salute negli anni a venire, fino al momento purtroppo in cui ci ha lasciato. È mancato un amico, un fratello, una persona cui piaceva vivere ogni istante come fosse l'ultimo".



Giancarlo era il Presidente del Gruppo Grotte Ogliastro, speleologo instancabile, puntuale con tutti gli impegni, sempre impegnato in prima fila nelle attività del gruppo: dall'organizzazione dei sentieri didattici nel territorio, all'impegno con la F.S.S. per il placchettaggio delle grotte, la scuola di speleologia e i progetti portati avanti col Centro di Educazione Ambientale gestito dal Gruppo per conto del Comune di Perdasdefogu. Fra gli ultimi progetti a cui stava lavorando, la realizzazione dello studio dei reperti umani nella grotta di Tueri, in collaborazione con la So-

printendenza ai Beni Culturali e alcuni ricercatori. Ultimo ma solo in termini di tempo la realizzazione della mostra naturalistica del Gruppo Grotte Ogliastro. Dalle parole dei suoi compagni del gruppo: "Ci piace pensare che tanti altri tuoi progetti e desideri, anche solo balenati per un attimo nella tua mente, possano arrivarci in qualche modo per provare a dargli compimento. Giancarlo hai lasciato un vuoto nel Gruppo che fatteremo tanto a colmare, sarai sempre nei nostri cuori".



Giuseppe era uno speleologo esperto, presidente del gruppo Meta Cave di Gonnena. I suoi amici ci tengono a rimarcare che la speleologia era la sua grande passione. "Poche parole in ricordo del nostro Presidente Giuseppe Cuccu, venuto a mancare per una pura fatalità durante una delle mille escursioni della sua vita.

Giuseppe Cuccu non era uno speleologo qualsiasi, era un UOMO esperto che conosceva ogni passo delle grotte. Aveva affinato la sua esperienza per anni in

Lombardia, dove ha vissuto circa dieci anni, partecipando a delle escursioni con Giovanni Badino.

Persona stimata e conosciuta da tantissimi in tutto il Sulcis-Iglesiente per le sue doti umane e intellettuali non comuni, trasmetteva a chi aveva accanto passione ed entusiasmo. Ciao Giuseppe a si biri."



Maria Claudia faceva parte dello Speleo Club Domusnovas. Sono sempre i suoi amici a parlarci di lei: "Nata a Ingurto era legata alle sue origini di figlia di minatori, donna di alto spessore umano, impegnata da sempre nel mondo del volontariato. Seguendo le orme di suo padre arriva al mondo della speleologia e presto si innamora di tutto ciò che rappresenta il mondo sotterraneo, impara le antiche tecniche dei vecchi speleologi sardi. Si iscrive da prima al gruppo Speleo di Gonnosfanadiga "Speleum" per poi confluire nello Speleo Club Domusnovas. Donna splendida, solare e sempre disponibile ad aiutare il suo compagno di avventura, ancora oggi la ricordiamo per il

suo sorriso. Claudia spero che da lassù tu possa guidarci nelle profondità della terra in tuo nome e per sempre con te al nostro fianco.”



Luigi Mereu era uno speleologo giovane e sorridente. Sempre accompagnato da un'innata curiosità, non si staccava mai oltre che dalla sigaretta, anche dalla macchina fotografica, cui si stava dedicando con passione e crescenti risultati. Adesso, mentre scriviamo questo breve ricordo e guardiamo i suoi scatti, riscopriamo la passione per la natura, l'esplorazione, la grotta, per l'uomo e l'archeologia. I ricordi e le fotografie si mischiano e si fondono, facendo tornare alla mente discussioni su future esplorazioni, su sale da illuminare e immortalare, sentieri da battere e riemergono battibecchi intorno al toponimo di una piccola valle.

Una notte di fine estate è andato via mentre percorreva, sorridendo, una grotta da lui amata.

Avvicinatosi al Gruppo Grotte Nuorese nel 2010 si è subito distinto per partecipa-

zione, entusiasmo e intraprendenza, divenendo in breve tempo consigliere del Direttivo e Segretario Tesoriere. Nel 2014 era entrato a far parte del Soccorso Alpino e Speleologico. B. (cit.)

È già dura dover scrivere un ricordo per un amico scomparso, quest'anno purtroppo ne dobbiamo ricordare cinque. Tantissimi per la nostra piccola comunità speleologica.

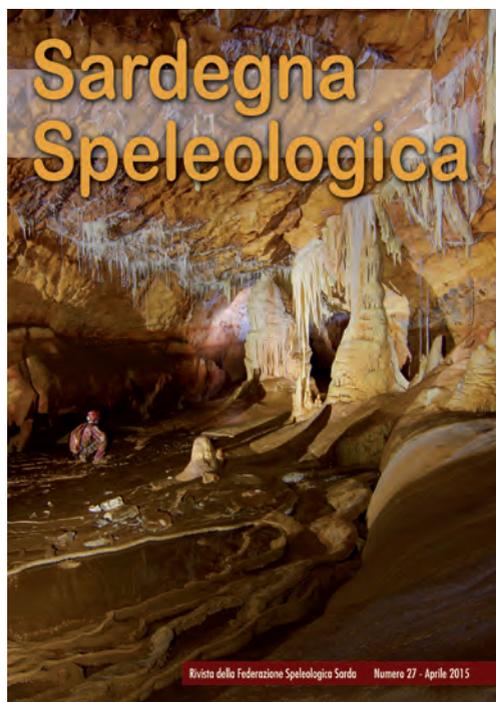
Li immaginiamo assieme, a esplorare nuovi luoghi, il tintinnare dei moschettoni, il fruscio degli attrezzi nelle corde, attorno a un fornellino da campo mentre preparano un tè e intorno a loro il familiare e rassicurante buio.

Vi porteremo nel cuore ricordandovi nelle nostre esplorazioni.

Ciao amici.

Norme redazionali per gli autori

Gli articoli possono essere inviati all'indirizzo email: redazione@federaspeleologica.it



I testi

I testi devono essere originali e possono essere forniti in .doc, .rtf, .docx, .odt. Se l'argomento relativo all'articolo è già stato trattato in altre pubblicazioni, dovrà essere proposto in forma differente. Non pubblicheremo un pezzo identico a uno già edito. I testi non devono contenere formattazioni particolari, numerazione delle pagine, note a piè di pagina, rientri, tabulazioni, revisioni e quant'altro abbia

scopo di simulare una impaginazione. Inoltre, lungo il testo, non devono essere inserite immagini, ma queste devono essere fornite in singoli file a parte. Eventuali indicazioni sul posizionamento delle immagini lungo il testo devono essere segnalate inserendo una "nota di servizio di colore rosso" con la dicitura "qui la foto n. XX" oppure "qui il box n. Y". I testi devono riportare il nome e cognome degli autori e l'eventuale associazione di appartenenza. Eventuali tabelle o grafici devono essere anch'essi forniti in file a parte.

Il numero massimo di battute, spazi inclusi, è 20.000.

Rientrano in questo conteggio anche le battute dei box, delle didascalie, dei ringraziamenti. Non rientrano nel conteggio le battute dei riferimenti bibliografici.

Eventuali elenchi di partecipanti, collaboratori, sponsor, patrocinii, ecc. devono essere limitati al minimo indispensabile.

Le immagini e le didascalie

Figure, carte, profili ed immagini, possibilmente inediti, devono essere forniti in digitale e in alta risoluzione, in modo da poter essere stampati anche in grande formato o eventualmente a tutta pagina. Si accettano formati .tif o .jpg alla minima compressione possibile e con dimensioni non inferiori a 10x15 cm con risoluzione di 1800x1360 (2,3 Mega pixel). Le foto a tutta pagina o a formato aperto devono avere una dimensione non inferiore a 30x45 cm e risoluzione non inferiore a 2560x1920 (5 Mega pixel). Se compresse in .jpg devono comunque rispettare le precedenti dimen-

sioni una volta decomprese.

Tutte le immagini devono essere numerate e fornite di relative didascalie e nome dell'autore/degli autori in un documento a parte. Di seguito un esempio:

«Foto 1: L'ingresso dell'abisso XYZ si apre lungo il sentiero principale che conduce al villaggio nuragico di Tiscali. Questo ha fatto sì che la cavità fosse nota da sempre agli escursionisti, e che ben presto essa venisse esplorata fino alla profondità di -70 m, limite che per molti anni ne ha rappresentato il fondo. Solo parecchi anni dopo è stato forzato un meandro ventilato che ha permesso di accedere al resto della cavità. (Foto Tizio Caio).»

Le didascalie delle foto sono obbligatorie.

I rilievi e le carte

I file di rilievi e carte geologiche devono essere consegnati "aperti" in modo da potervi intervenire nel caso lo si rendesse necessario. Essi devono avere dimensioni reali di stampa, quindi con disegno e caratteri leggibili adatti ai vari formati:

Rilievo/cartografia doppia pagina: 34x24 cm

Rilievo/cartografia a una pagina: 24x17 cm

Rilievo/cartografia a mezza pagina: 17x12 cm

Rilievo/cartografia a ¼ di pagina: 12x8,5 cm

I rilievi di grotta devono riportare la scala grafica e l'orientamento rispetto al nord (possibilmente parallelo a uno dei lati del foglio) e una didascalia di corredo che deve prevedere: numero di catasto, sigla della provincia e nome della grotta; dati metrici di sviluppo della grotta con l'indicazione della quota di ingresso e il dislivello dall'ingresso al fondo; comune, località e quota dell'ingresso. Eventuali coordinate; data di esecuzione; autori.

I ringraziamenti

I ringraziamenti, non obbligatori, devono essere ridotti allo stretto essenziale e non devono riportare lunghi elenchi di nomi di persone individuali, ditte, associazioni, sponsor ecc.

La bibliografia

La bibliografia, inserita in fondo al testo e messa in ordine alfabetico, deve essere essenziale e riportare solo i testi realmente significativi ai fini dell'articolo.

