



Gianluca Padovan *

La Speleologia in Cavità Artificiali

Sommario

Con questo lavoro s'intendono fornire alcuni spunti in merito allo studio e alla catalogazione delle cavità artificiali. Le tematiche trattate riguardano innanzitutto la salvaguardia di chi opera, dal punto di vista della sicurezza e della proprietà del lavoro. Si parla inoltre di che cosa siano le cavità artificiali e della loro importanza per lo studio degli abitati.

Abstract

By this work we want to provide some hints on the study and cataloguing of artificial cavities. Above all the discussed subjects concern the safety of operator and the protection of gathered data. We talk also about the nature of artificial cavities, the cataloguing systems and the study of underground habitats related to built-up areas.

Premessa

Per la prima volta ad un Congresso di Speleologia Lombarda una sezione è dedicata alla Speleologia in Cavità Artificiali; ritengo sia quindi utile presentare tale disciplina.

In Lombardia la Speleologia in Cavità Artificiali interessa pochi speleologi e solo dagli anni Ottanta, tranne precedenti sporadiche operazioni. Presumo che questo sia dovuto alla felice situazione geologica che offre rilievi calcarei caratterizzati da un discreto patrimonio di cavità naturali. Nell'Italia Centrale invece, ad esempio, in vaste aree la presenza del tufo non consente, dal punto di vista geologico, la formazione di grotte. Grazie anche a questo, unitamente a particolari condizioni geomorfologiche e conseguentemente idrogeologiche, le antiche popolazioni che lo abitavano hanno maggiormente sfruttato il sottosuolo, facilmente scavabile. Lo hanno in un certo senso 'adattato' alle proprie esigenze di vita quotidiana, intimamente legate all'agricoltura, con opere prevalentemente idrauliche, lasciando un considerevole patrimonio di cavità artificiali. Inoltre, in Lombardia è venuto a mancare un coordinamento che promuovesse e incentivasse tali studi, e favorisse lo scambio culturale.

In ogni caso, le limitate operazioni condotte hanno da-

to buoni risultati. In seno a questo Congresso si è cercato di prospettare agli speleologi le potenzialità offerte dalla regione, indicando loro dei punti di partenza per lo sviluppo della ricerca. Ricerca, lo sottolineo, che ognuno condurrà secondo scopi e intendimenti propri, tenendo semplicemente conto dei parametri di base per potersi confrontare con quanti operano nel settore. Metodologia d'indagine e restituzione dei dati sono temi importanti, che in questi Atti vengono affrontati, costituendo una necessaria premessa per le future operazioni.

Occorrerà istituire un catasto, che dovrà necessariamente essere gestito dai singoli gruppi: con un semplice ma efficace coordinamento regionale si assegnerà un determinato quantitativo di numeri catastali a coloro che sono interessati e periodicamente si stenderà un elenco delle cavità artificiali censite. In questo modo si eliminerà l'inconveniente di avere un medesimo numero d'identificazione dato a due differenti ipogei. Tale elenco riporterà il numero di catasto, il nome e la località della singola cavità e il nome del Gruppo operante. Tutti gli altri dati rimarranno in possesso di chi ha effettuato il lavoro. Questo significa che chiunque sia interessato a tali cavità, contatterà direttamente chi ha eseguito i lavori. Per il momento, senza voler cercare di pensare a grandi -e attualmente utopici- progetti, sono certo che quanto esposto possa

* Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano (S.C.A.M.)



costituire un punto di partenza. A mio avviso questo serve a stimolare il contatto e la collaborazione tra singoli e tra gruppi, eliminando in principio tutte quelle insane, e insanate, problematiche che hanno afflitto la gestione del Catasto Cavità Naturali della Lombardia. Pertanto, il primo concetto è: collaborazione. Il secondo: ognuno è proprietario dei propri dati. Il terzo: i dati sono l'inalienabile frutto dell'impegno di chi li ha 'raccolti'. Raccolti a prezzo di tempo, impegno, rischi, denaro e studi propri. Occorre che essi rimangano sempre tutelati. Sono dell'avviso che sia ora di porre termine al malcostume che porta alla sottrazione o al 'saccheggio' dei lavori speleologici, con la promessa di un ipotetico 'riconoscimento' (sovente nemmeno quello). Troppo spesso tali 'usi' o 'appropriazioni' vengono operati da parte di chi svolge determinate professioni e ambisce a dati che altrimenti non sarebbe in grado di recuperare con il proprio operato. Tale pernicioso agire è impostato sul fatto che si voglia lo speleologo 'solo tale' e lo si dipinga come privo della cultura necessaria a comprendere ed elaborare i dati che riporta alla luce. Allo stato attuale delle conoscenze, e quindi della 'cultura', non solo chi opera è padrone come da sempre delle proprie competenze, ma è dotato delle capacità per studiare, comprendere, elaborare e quindi rendere fruibili tali dati. In poche parole: lo speleologo serio è nel suo campo un professionista.

La speleologia e le cavità artificiali

La "Speleologia in Cavità Artificiali" si configura come disciplina analoga a quella praticata nelle cavità naturali. Ricercando e indagando le opere umane, considerandone la possibile origine, l'evoluzione e i fattori antropici e fisici ad esse connesse, la speleologia si pone in un contesto di interdisciplinarietà con altre scienze come geologia, geografia, mineralogia, archeologia, architettura, topografia, etc.

A queste vanno ad aggiungersi studi e ricerche di speleologia antropica e di biospeleologia. Se opere destinate all'inumazione e al culto sono già oggetto d'indagine da parte di coloro i quali operano in campo archeologico, così come accade per miniere antiche collocate in particolari contesti, gran parte degli ipogei non sono invece d'immediata accessibilità e facile studio. Le cavità artificiali possono quindi assumere caratteristiche tali da richiedere l'utilizzo di metodologie e attrezzature proprie della Speleologia e della Speleologia Subacquea. Pertanto è indispensabile per gli operatori seguire appositi corsi presso Associazioni o Enti speleologici. All'assenza di luce fanno seguito vari fattori: presenza d'acqua fino ad avere ambienti

sommersi, tratti angusti e disagiati, pozzi talvolta profondi decine di metri, sviluppi chilometrici e ad andamento labirintico, come nel caso di coltivazioni minerarie o nelle città sotterranee. A questi possono sommarsi i rischi propri dei manufatti ipogei: cedimenti strutturali, sacche di gas, possibili infezioni come la leptospirosi.

Lo speleologo è psicologicamente preparato a muoversi nel buio totale, ad affrontare i rischi che l'attività comporta e raccogliere i dati anche in condizioni estreme. E' padrone di tecniche di progressione e usa attrezzature che gli consentono di scendere per centinaia di metri nel sottosuolo e rimanervi un consistente numero di ore a compiere esplorazione e documentazione: rilievo planimetrico in pianta e in sezione, servizio fotografico, riprese cinetelevisive, descrizione degli ambienti, prelievo di campioni generalmente di rocce e acqua, etc. Intraprendere queste ricerche significa anche individuare all'esterno gli accessi agli ipogei con sistematicità e in questi raccogliere dati anche sulla loro condizione statica e sulla situazione idrogeologica del sottosuolo, con particolare attenzione a quello urbano (tavola n°1).

I rischi

La trattazione dei rischi che comporta l'attività di Speleologia in Cavità Artificiali non è semplice e allo stato attuale sono stati ben pochi gli scambi di informazioni anche a livello nazionale. Per un prossimo futuro auspico un apposito incontro tra quanti operano nel settore.

Le cavità artificiali possono presentare una serie di caratteristiche che, come precedentemente accennato, è bene affrontare con una acquisita e specifica preparazione speleologica. A questa si aggiungerà una buona dose di cautela, dal momento che si possono prospettare vari 'inconvenienti', da ipotizzare e valutare innanzitutto prima dell'eventuale intervento conoscitivo.

In primo luogo, le opere ipogee possono essere soggette a cedimenti strutturali, con il rischio di crolli. Oppure possono essere state riutilizzate come discariche, con la conseguente presenza di materiale tossico o in decomposizione. Non va sottovalutata l'eventuale frequentazione da parte di animali: soprattutto al di sotto dei centri urbani, generalmente in concomitanza con scarti alimentari, si possono incontrare topi e ratti. Cerchiamo ora di comporre, nello specifico, un quadro dei possibili rischi.

Cave e miniere abbandonate presentano sovente zone interessate da cedimenti. Questi sono generalmente meno frequenti nelle coltivazioni antiche, in cui sono stati utilizzati per l'estrazione solo strumenti manuali,

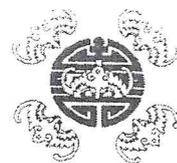


Tavola n° 1. Caverna di Petchaburi, nel Siam. Varie grotte presenti nel rilievo calcareo presso Petchaburi sono state trasformate in santuari buddisti (da: A. D. Badin, Grottes et Cavernes, con tavole di Camille Saglio, Parigi 1876).

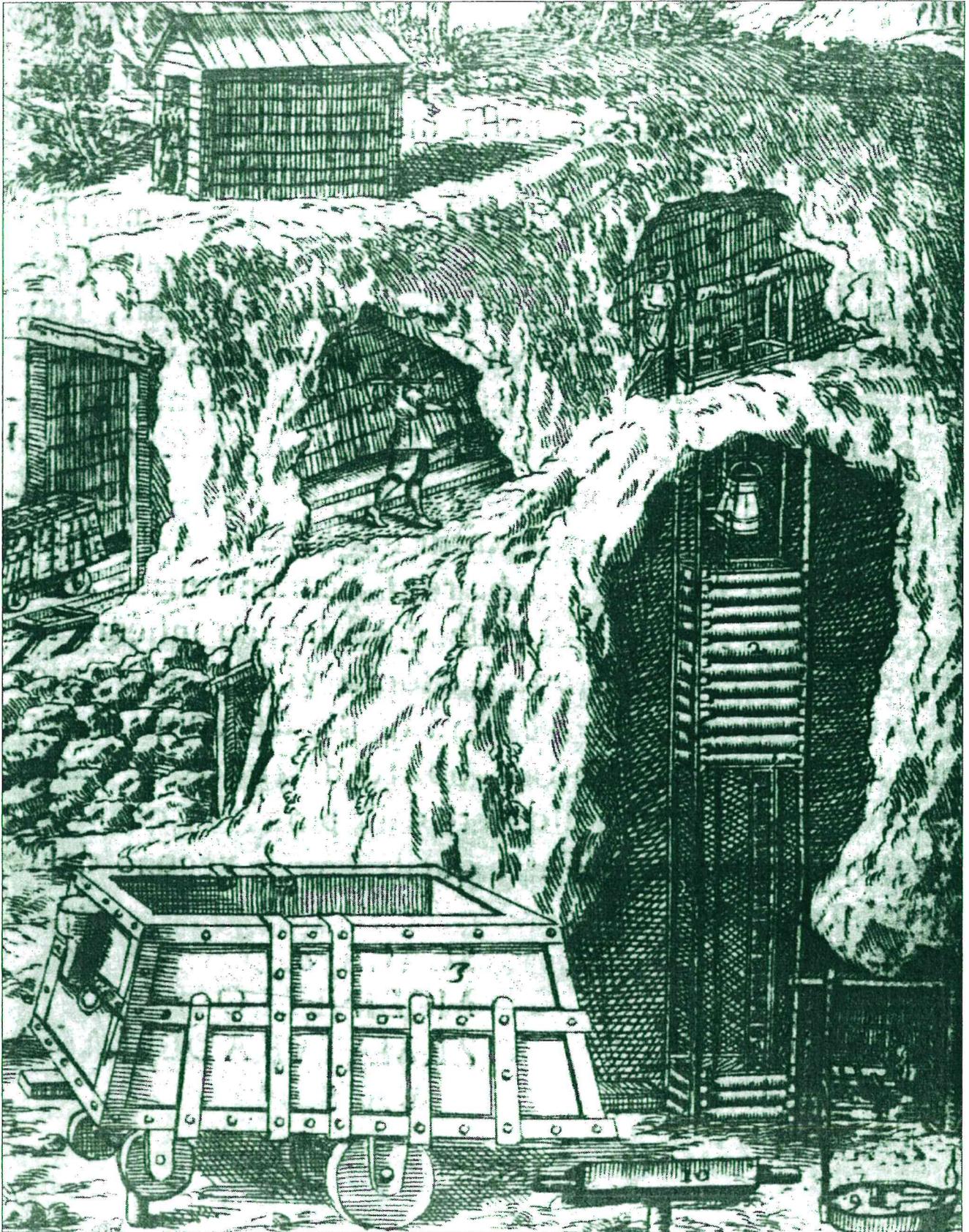


Tavola n° 2. 1: cava; 2: pozzo; 3: carriola; 4: cava di sotto; 5: armatura; 6: scala; 7: molinello; 8: armatura della cava (da: Antonio della Fratta e Montalbano, *Pratica minerale*, Bologna 1678).



quindi senza l'impiego di esplosivi. Cunicoli e gallerie centinati con i tipici 'quadri' in legno possono avere tali strutture oramai marce, se non parzialmente crollate, e costituiscono forse il rischio maggiore (tavola n° 2). Anche eventuali spazi 'ripienati' (1) risulterebbero instabili. In tratti allagati vi possono essere pozzi sommersi, quindi difficilmente individuabili, e 'sabbie mobili'. In talune coltivazioni non è esclusa la presenza di sacche di gas naturali, costituiti da idrocarburi gassosi esistenti negli strati del sottosuolo, da dove emanano spontaneamente. Il più noto è il grisou o grisù, detto 'gas delle miniere'. È un gas combustibile costituito da una miscela di metano o di altri idrocarburi, e anidride carbonica, ossigeno e azoto, che si può sviluppare nelle miniere di carbone e in quelle con la presenza di minerali di origine sedimentaria. Inodoro, insaporo e non tossico, miscelandosi con l'aria diviene infiammabile ed esplosivo.

Nell'articolo di Tito Samorè "Analisi d'incidenti mortali a speleosub e loro prevenzioni" (2) si riporta: <<Blocco di fango imprigiona due sub. Due respirano esalazioni di anidride solforosa dovuta a depositi di lignite in una grotta-miniera abbandonata, appena passato il sifone; il terzo si accorge del fatto e rimette l'erogatore agli altri ed esce a cercare soccorsi; inutilmente>>. Nel momento in cui si effettuano operazioni speleosubacquee che prevedono il superamento di tratti sifonanti, una regola d'oro è di non togliersi mai l'erogatore di bocca negli ambienti che si vanno ad incontrare. La cosa migliore sarebbe l'aver con sé una apposita apparecchiatura per l'analisi dell'aria.

Si possono incontrare anche ambienti complessi e con sviluppi chilometrici; l'eventualità di perdersi non è così remota.

Gli spazi sotterranei ai centri abitati sono considerati, a ragione, i più 'malsani'. Il principale inconveniente è determinato dall'eventuale presenza di ratti. In Europa ne sono diffuse due specie: il ratto nero (*Rattus rattus*) e il ratto delle chiaviche o surmolotto (*Rattus norvegicus*). Quest'ultimo è conosciuto anche con vari e coloriti nomi popolari fra cui 'zoccola' e 'pantegana'. Possono essere portatori di una ventina di malattie, tra cui la leptospirosi e la peste. Per informazioni più dettagliate consiglio di recarsi presso un Ufficio d'Igiene e consultare testi specializzati. Per esperienza posso dire che in un caso, trovandomi in un'ampia galleria con alcune decine di ratti, questi scappavano solamente quando facevo scattare il flash della macchina fotografica. Occorre ricordare che si possono contrarre malattie anche dal contatto con urina o escrementi, quindi, in ogni caso, dopo le operazioni occorrerà sempre lavare e disinfettare le attrezzature. La cosa

migliore, anche in presenza di muffe (3), funghi o polveri (4), sarebbe quella d'indossare l'apposita mascherina di gomma provvista di filtri, sostituibili e specifici per i vari tipi d'impiego. Pozzi e cisterne oramai in disuso talvolta hanno il puteale, o la stessa canna rivestita, in condizioni statiche precarie. Per discendervi occorrerà innanzitutto realizzare una sorta di ponteggio soprastante a cui assicurare la corda, evitando così di andare a sollecitare la struttura lesionata.

In generale, occorrerà ricordare che le opere ipogee possono essere state riutilizzate come pozzi neri, vasche di dispersione, fogne anche abusive, discariche di rifiuti anche tossici, liquami e solventi. E varie sostanze possono determinare la formazione di gas tossici o ridurre la presenza di ossigeno nell'aria. Ad esempio, nel corso della ristrutturazione di una casa abbandonata da tempo, trovato l'accesso ben chiuso alla cantina, due addetti vi sono scesi per ispezionarla. L'ambiente era ingombro di assi e di ripiani in legno oramai marci e non vi è stata la possibilità di trarre in salvo le due persone. Per precauzione, in determinati ambienti occorrerebbe adoperare appositi strumenti per l'analisi dell'aria, come precedentemente detto.

In generale, suggerisco di utilizzare come fonte di luce le sole lampade antideflagranti, oppure lampade stagne, come quelle subacquee. In ogni caso, è buona regola non usare l'acetilene e servirsi degli impianti elettrici. Così si evita anche di rovinare determinate opere lasciando sulle volte le tracce di nerofumo.

Benchè siano state effettuate a più riprese efficaci campagne di bonifica, anche sul fronte montano della Grande Guerra, ciò non toglie che si possano ancora rinvenire ordigni inesplosi, sia all'interno che all'esterno di opere forti. Non molto tempo fa, in una miniera in Toscana, gli speleologi hanno rinvenuto alcune bottiglie sigillate contenenti polvere da sparo e munizioni dell'ultima guerra. Sono stati prontamente chiamati i Carabinieri (5). Per quanto riguarda le operazioni speleosubacquee, oltre ai rischi connessi all'attività stessa, e quanto fino ad ora prospettato, si dovrà tenere conto che le acque possono risultare inquinate. Inutile dire che innanzitutto occorrerebbe farle preventivamente analizzare. Più di una volta, in cisterne situate in aperta campagna, abbiamo rinunciato alle operazioni perchè sull'acqua galleggiavano carogne di piccoli animali, tra cui topi e ratti. Concludendo, si può tranquillamente affermare che certe cavità artificiali possono fare a meno delle nostre esplorazioni.

Ipotesi di origine e di sviluppo

Quando l'uomo scava nel sottosuolo, o nel fianco di un rilievo, fino a ricavare un ambiente avente pareti,

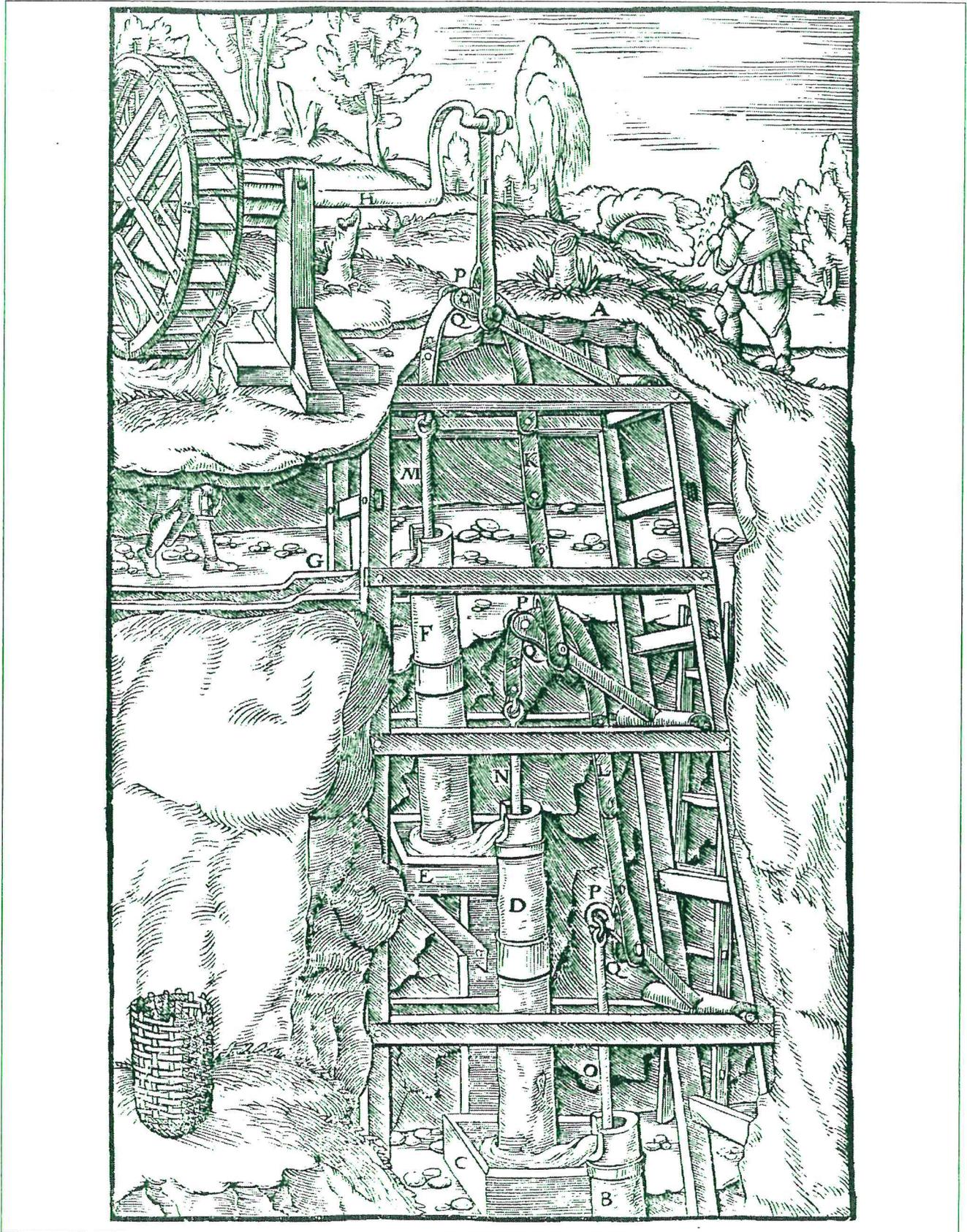
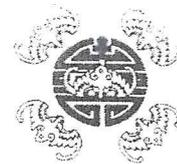


Tavola n° 3. A: rota; B: axis; C: Codaces; D: Armillae; E: tympanum; F: ansae ferreae; G: catena ductaria; H: tigna; I: pilae; K: fistulae; L: canales rivi (da: Georgii Agricolae, *De Re Metallica*, Basilea 1621).



volta e piano di calpestio, realizza una cavità artificiale. Questa può autosostenersi, se scavata nella viva roccia, o essere dotata di opere interne di contenimento, oppure rivestita per fattori contingenti o comunque nell'intento di renderla consona alle caratteristiche richieste. Allo stesso modo sono considerate le perforazioni verticali del terreno, ovvero i pozzi. Per non limitare in alcun modo il campo d'indagine sono generalmente catalogate come 'cavità artificiali' anche opere a cielo aperto successivamente dotate di volta di copertura - come canali e casamatte - poi ricoperte artificialmente, od anche naturalmente, e cavità naturali antropizzate.

Se l'acqua si è creata le proprie vie sotterranee dando luogo a gallerie, meandri, saloni ricchi di concrezioni e pozzi anche di notevoli dimensioni, così l'uomo ha realizzato nel sottosuolo innumerevoli opere nel tentativo, reale o illusorio, di migliorare le proprie condizioni di vita. Si possono solo avanzare ipotesi circa i motivi che hanno suggerito o spinto l'uomo, agli albori della civiltà, a sfruttare il sottosuolo anche per ricavarne spazi. Un interessante spunto è dato dalle <<necropoli ipogeiche>> sarde chiamate *domus de janas*. Sviluppatesi a partire dal Neolitico Medio (circa V millennio) fino almeno alla Prima Età del Bronzo, gli ipogei venivano scavati in ogni tipo di roccia: con esteso sviluppo planimetrico nel calcare e nell'arenaria, sono ampi anche nel tufo trachitico, ma con dimensioni più contenute nel granito e nel basalto (6). La ricerca di materiali per la fabbricazione di utensili può aver indotto prima a raccattare quanto vi era sul terreno e in seguito a cavare pietre, come la selce (7), direttamente dai punti di affioramento, sia a giorno che in cavità naturali. Inseguendo gli strati di rocce da utilizzare, l'essere umano non ha fatto altro che approfondire gli scavi, lasciando cavità. Con la nascita e lo sviluppo della metallurgia, l'oggetto dell'estrazione diventa il minerale e attraverso le coltivazioni minerarie le tecniche di scavo si evolvono anche nell'educazione delle acque. Ovvero progrediscono impianti e tecniche per lo svuotamento dei luoghi di lavoro dalle acque filtranti (8). Il sistema più rapido era quello d'incanalare in una galleria, avente leggera pendenza, che conducesse all'esterno; se questo non era possibile, a causa di fattori contingenti, si provvedeva a installare pompe e norie (9). Domergue asserisce come sia errato pensare che i Romani abbiano impiegato tecniche e macchinari nuovi nelle coltivazioni minerarie (10); e questo induce a riflettere sulla nascita e sullo sviluppo delle opere cunicolari nel mondo antico. Secondo Forbes la graduale applicazione di metodi per la ricerca delle acque fu data dall'osservazione della natura unita al-

l'esperienza acquisita nelle ricerche minerarie con lo scavo di gallerie (11). Fin dalla preistoria le grotte hanno invece costituito un luogo di rifugio, di temporanea abitazione, di riunione e di culto (12). Ma la cavità naturale può unire agli indiscussi vantaggi anche fattori quali umidità, stillicidio, frequentazione da parte di animali e ubicazione non sempre vicina alle esigenze dei loro possibili fruitori. Si suppone che in origine l'essere umano abbia adattato a sé alcune cavità naturali, ma che da esse abbia tratto spunto per realizzarne di proprie, artificiali, secondo acquisiti intendimenti. Non è da escludere che l'osservazione di un corso d'acqua uscente da una grotta abbia suggerito di andare a scavare la roccia laddove necessitava una fonte di approvvigionamento idrico. La consuetudine di vivere nella natura, osservandola e sviluppando particolari 'sensibilità', ha condotto a individuare con buona approssimazione i luoghi utili allo scavo: l'uomo di un tempo era senz'altro meno sprovveduto di quello che noi oggi possiamo ritenere, o essere, nel ruotare semplicemente il rubinetto. Non è poi da sottovalutare l'importanza dell'agricoltura. Produttività e incremento della popolazione vanno attentamente considerati, nel nostro caso in funzione di acquisizione, applicazione e miglioramento delle tecniche d'adattamento del suolo, d'irrigazione e di bonifica (13). Si può pertanto asserire che singoli fattori, o il loro concorso, abbiano favorito lo sviluppo delle tecniche di scavo, dando luogo a cavità artificiali con differenti destinazioni. Come afferma Kant: <<... sebbene ogni nostra conoscenza cominci con l'esperienza, non perciò essa deriva tutta dalla esperienza>> (14).

Concludendo, dalle coltivazioni minerarie è assai probabile che si sia appresa, o comunque specializzata, la tecnica di operare scavi e condottare le acque sia a scopo di drenaggio, che per la ricerca di falde freatiche (15), indispensabili all'approvvigionamento idrico degli insediamenti in via d'espansione (tavola n° 3). Dall'adattamento di grotte e dallo scavo di abitazioni rupestri protrattisi fin quasi ai nostri giorni sono venuti a svilupparsi agglomerati urbani anche di rimarchevole estensione. Apprese quindi le tecniche di scavo, l'essere umano le ha applicate ogni qual volta lo ritenesse necessario.

La cavità artificiale come quesito

Come ogni manufatto, le opere sotterranee sono frutto di una intenzione supportata dall'applicazione della volontà alle proprie risorse, sia materiali che intellettive. Posti innanzi a svariati esempi, possiamo dire che tutti dimostrano una volontà (sia espressa liberamente che tramite coercizione). Non sempre siamo



in grado di stabilire l'intenzione. Ovvero che cosa si sia voluto realizzare con lo scavo. Questo perchè sovente ci troviamo innanzi a opere solo parzialmente percorribili: interri, crolli, edificazioni o coltivazioni posteriori ne limitano la visione. Non è da escludere la possibilità d'incontrarne incompiute.

Per operare una prima 'selezione d'ipotesi' occorrerà stendere il rilievo, tenere conto del terreno geologico, capire il metodo di abbattimento, calcolare le quote e rapportarle alla superficie esterna. Non solo. Per la sua completa comprensione l'opera andrà collocata topograficamente e nel territorio, in relazione agli eventuali insediamenti, alla viabilità, alla presenza di altre opere ipogee. Si analizzeranno i dati a disposizione per formulare delle ipotesi anche senza rimuovere eventuali ostruzioni e senza l'ausilio dello scavo stratigrafico. Interventi comunque auspicabili, soprattutto per il tentativo di una plausibile definizione. Direi che come primo passo occorrerà individuare le opere sotterranee intraprendendone il censimento. Seppure tale affermazione si possa ritenere restrittiva, in realtà rimane il punto d'inizio della ricerca. Rilievo, foto e osservazioni costituiscono la piattaforma di partenza di un intervento conoscitivo che richiede il concorso di più discipline.

I segni sul territorio

Varie fonti storiche antiche parlano, ad esempio, di opere cunicolari nella stessa misura con la quale, in cronache o racconti, attualmente si accenna o brevemente si tratta di gallerie ferroviarie, passanti autostradali, oppure cunicoli di mina realizzati sotto le opere bastionate tra il XVII e il XIX secolo. Questo è indicativo del fatto che non si trattasse di opere non comuni o comunque così singolari da doverne parlare con dovizia di particolari. Si dovrà pertanto scendere sul campo e verificare con studi, ricognizioni e restituzioni planimetriche e cartografiche il patrimonio sotterraneo per averne un quadro omogeneo e significativo, indirizzato alla riscoperta di un sistema che noi attualmente riproduciamo e comunemente utilizziamo. Ad esempio, domandandosi quali siano i possibili obiettivi di una moderna indagine sulle cavità artificiali nel mondo antico, si può senza dubbio asserire che primario è il recupero conoscitivo della loro stessa esistenza. Ma prima di parlarne è necessario comprenderne la nascita, lo sviluppo e comporre il quadro delle tipologie. Inoltre, l'osservazione di opere più vicine a noi nel tempo, di cui rimangano precise fonti scritte riguardanti motivazioni, tecniche di realizzazione e destinazioni, costituiscono un valido esempio comparativo. Come già accennato, nel corso

dell'evoluzione si vedono infatti applicate analoghe soluzioni, seppure con differenti livelli tecnologici. Non è pensabile lo studio delle opere ipogee esistenti in un circoscritto territorio senza considerare almeno nella loro globalità le intenzioni e le tecniche, in quanto applicazioni, che vanno a determinare e a caratterizzare gli stessi ipogei: ogni civiltà che cerca di rispondere a differenti questioni in base alla propria organizzazione economica e sociale (16) andrà a lasciare una conseguente impronta anche in una eventuale realtà sotterranea.

Rilievo planimetrico in pianta e in sezione, documentazione fotografica, descrizione dello stato attuale e, qualora esistente, documentazione storica, archeologica e memoria storica, sono dati necessari al loro confronto e alla loro indispensabile collocazione nel contesto territoriale. In questo modo si vanno ad aggiungere informazioni alla ricostruzione dei siti, arricchendo il bagaglio conoscitivo (tavola n° 4).

In secondo luogo, ma non certo come importanza, occorrerà apportare un contributo allo studio del mondo italico riconoscendo un'identità, nello specifico tecnologica, a quelle opere in minima parte menzionate dalla storiografia antica, ma tuttora ben presenti e caratterizzanti il panorama geografico e archeologico del territorio italiano. Occorrerà capire e riconoscere lo sviluppo di pensieri e di azioni, nel concorso sinergico di un vivere comunitario, ma simbiotico con la natura, nella lettura delle testimonianze materiali a noi pervenute. Solo ricomponendo le realtà storiche nella considerazione del loro contesto peninsulare, mediterraneo e continentale, abbandonando astrattismi e particolarismi fini a sé stessi, si comprenderà la varietà e la peculiarità delle espressioni omologate e sommerse dal pragmatismo romano.

Dopo aver predisposto le basi per una comprensione delle evidenze sotterranee, si ricorderà quanto detto da Pallottino, per andare poi ad operare una revisione critica dei dati acquisiti: <<Ma proprio in un giudizio inquinato dalla conoscenza a posteriori della storia rischiano di cadere, istintivamente e più o meno inconsciamente, coloro che, sulla scia di orientamenti del pensiero degli antichi, tendono a spiegare le vicende dell'Italia preromana come prologo, o addirittura come una premessa necessaria, della grandezza di Roma. In realtà almeno fino agli inizi del III secolo a.C. il destino di Roma quale protagonista del mondo italico è ancora *sub iudice*: essa è soltanto un attore, seppure importante, della scena sulla quale recitano con ruolo di protagonisti i Greci, gli Etruschi, gl'Italici di lingua osco-umbra>> (17). Inoltre, a titolo esemplificativo, voglio ricordare che se gli Etruschi sono



Tavola n° 4. De Segni per ritrouar le Miniere (da: Antonio della Fratta e Montalbano, *Pratica minerale*, Bologna 1678).



tutt'oggi considerati un 'popolo misterioso', credo che ciò sia da imputare al fatto che troppo spesso ci si occupi *in primis* delle necropoli e delle aree templari. E il disturbare il sonno dei morti non solamente non lo considero un 'buon risultato', ma generalmente questo non conduce a capire l'impianto di un insediamento. Pozzi, cisterne, acquedotti sotterranei sono invece opere che sovente ci consentono di comprendere almeno la gestione delle risorse idriche di un territorio, in funzione degli abitati. L'acqua potabile è da sempre un bene primario, senza la quale non esiste alcun insediamento, non esiste lo sviluppo.

La ricerca

La ricerca in ambito urbano è senza dubbio interessante per la varietà e lo sviluppo planimetrico degli ipogei. A questa si può comparare un'indagine di superficie per meglio comprendere l'evoluzione del sito nel tempo. E inversamente, lo studio dello stesso sviluppo può condurre a indagare il sottosuolo per rintracciare particolari ambienti sotterranei che completino le informazioni concernenti il sito di superficie. Ma la crescita del tessuto urbano, soggetto a distruzioni, ampliamenti e soprattutto a riedificazioni, sovente intercetta preesistenti cavità artificiali. Queste possono rimanere oblierate, semplicemente intercettate da nuove, oppure divenire oggetto di un riutilizzo che ne muta la volumetria e la destinazione.

La profonda modifica dell'aspetto di Milano ha conservato nel sottosuolo chilometri di gallerie, che un tempo costituivano la rete idrica, viaria e difensiva di quella che era definita una 'città d'acqua' (18). Buona parte dei canali furono dotati di volte e mantenuti per lo scolo delle acque piovane, oppure riutilizzati per la posa della rete fognaria. L'abbattimento della cinta della Ghirlanda, che proteggeva l'attuale perimetro del Castello di Porta Giovia (detto Sforzesco) lungo i lati che 'guardavano la campagna', ha lasciato al di sotto dell'attuale piano di calpestio l'impianto di collegamento e le casamatte che rimanevano alla 'quota di campagna'. Al di sotto di questi, con l'indagine speleologica, sono stati esplorati e documentati i canali che permettevano di allagare il fossato (19).

L'inserimento della città di Matera nella lista del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO dimostra quale sia l'importanza di un sito che ha saputo sfruttare il sottosuolo per la vita del sistema urbano stesso: <<I Sassi di Matera e il Parco archeologico naturale della civiltà rupestre della Gravina costituiscono una eccezionale testimonianza di una civiltà scomparsa. I primi abitanti della regione vissero in abitazioni sotterranee e celebrarono il culto in chiese rupestri, che furono concepite

in modo da costituire un esempio per le generazioni future per il modo di utilizzare le qualità dell'ambiente naturale per l'uso delle risorse del sole, della roccia, dell'acqua>> (20). La realtà sotterranea di Matera presenta una decisa stratificazione che ne attesta la continuità d'espansione nel tempo, dovuta soprattutto alla capacità di immagazzinare risorse idriche al passo con la crescita demografica. Sotto la piazza Vittorio Veneto rimane una monumentale cisterna frutto dell'ampliamento e della congiunzione di più serbatoi, lunga una cinquantina di metri.

L'indagine condotta dall'Associazione Subacquea "Orsa Minore" in pozzi e cisterne ubicati in un tessuto urbano storicamente complesso come quello di Perugia, ha riportato alla luce <<emergenze architettoniche in negativo>> rispetto ai monumenti di superficie. Ricerca storica e operazioni speleosubacquee hanno consentito la 'visione' di impianti altrimenti dimenticati e comunque non direttamente studiabili. Almeno fino all'introduzione di moderni sistemi di pompaggio e di distribuzione, i punti di prelievo delle acque potabili hanno costituito un luogo e un momento d'incontro e di scambio nella vita quotidiana delle genti, divenendo anche un'importante fonte informativa sulla storia della città (21).

Orvieto si è sviluppata sopra una rupe di circa 12.000 metri quadri di superficie, i cui lavori di consolidamento hanno preso avvio alla fine degli anni Settanta creando i presupposti per una indagine conoscitiva delle sue potenzialità sotterranee, da parte degli speleologi. In pochi anni sono state catalogate ben 720 cavità artificiali, raccogliendo importanti dati sulle loro condizioni statiche. Dei 484 pozzi esistenti nel centro storico, più della metà era stato obliato, con i restanti inquinati da perdite del sistema fognante. Fino al secolo scorso, oltre a garantire l'approvvigionamento idrico, essi svolgevano una funzione drenante, consentendo il deflusso delle acque di superficie, che altrimenti sarebbero andate a intridere e compromettere la coesione della rupe: infatti molti pozzi sono connessi alla rete cunicolare destinata a trasporto e a smaltimento (22).

Roma è per eccellenza una città stratificata. I suoi edifici fondano o, per meglio dire affondano, le proprie radici in un terreno geologico composto da depositi vulcanici (tufi e pozzolane), fluviali e lacustri (argille, limi, ghiaie e sabbie) e marini (argille e sabbie). Di facile escavazione, questo sottosuolo ha indubbiamente favorito lo sviluppo di opere ipogee, sia dettate da specifiche esigenze urbanistiche come cave, pozzi, cisterne, acquedotti sotterranei, fognature, cunicoli di drenaggio, che da influssi culturali e religiosi (tavola n° 5).

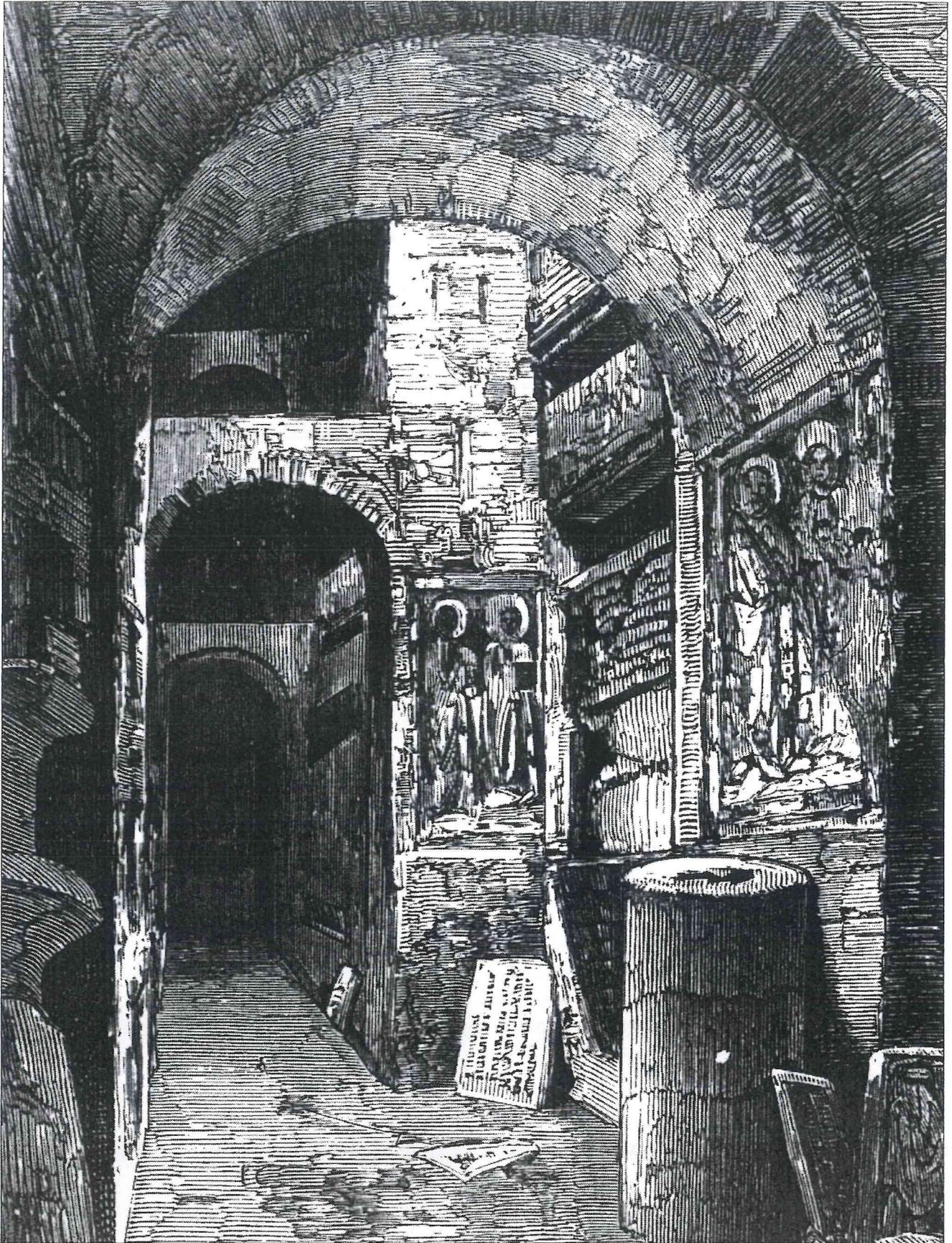


Tavola n° 5. Catacombe presso Roma (da: A. D. Badin, *Grottes et Cavernes*, con tavole di Camille Saglio, Parigi 1876).



In clima di Controriforma gli studiosi cattolici ricercarono e indagarono i monumenti più antichi della cristianità, con rilevante attenzione per le cosiddette catacombe. La loro testimonianza serviva a controbattere la non aderenza della Chiesa di Roma alla disciplina e alla fede della Chiesa primitiva, sostenuta dai Protestanti nell'accettazione dell'assioma teologico <<*falsum quod posterius immisum*>> (23).

Tornando alla 'stratificazione' dell'Urbe, per comprenderne l'entità occorre tener conto che si presume che raggiunse il milione e mezzo di abitanti nel II secolo d.C., declinando a quindicimilane nell'XI secolo, per segnare un lento ma deciso incremento fino al termine del XIX. Nel grafico di Pediconi, riportato da Pace (24), vi è una evidente corrispondenza tra costruzione degli acquedotti e la densità numerica degli abitanti, con un netto incremento nel XVI secolo corrispondente alla costruzione dell'acquedotto Felice, proposta sotto il pontificato di Gregorio XIII e promossa da Sisto V. Le calamità naturali dovute a terremoti e soprattutto a inondazioni, hanno depositato spessi strati di limo e di macerie, senza contare quanto andato in rovina a seguito di guerre e invasioni. Il concorso di questi fattori ha comportato l'abbandono, con la conseguente distruzione e successiva riedificazione, di migliaia tra abitazioni private ed edifici pubblici. L'accumulo di macerie e di terra riportata ha determinato la creazione di rilievi artificiali: Monte Savello è sorto sul Teatro di Marcello, Monte dei Cenci sul Teatro Balbo e Monte Citorio sul sepolcro degli Antonini (25). Dal quadro risulta evidente come la *Cloaca Maxima*, canale drenante a cielo aperto, sia stata dotata di volta e destinata anche a condotto fognario, sottostando a mutate esigenze urbanistiche. O come resti della *Domus Aurea*, citando uno dei più eclatanti esempi, siano oggi degli ipogei incorporati nelle fondamenta delle terme fatte costruire da Traiano agli inizi del II secolo d.C. Anche nell'ambito dell'Archeologia Industriale lo studio delle cavità artificiali permette di comprendere il sistema di produzione. Nel caso di Follonica (Grosseto), in una delle più interessanti aree siderurgiche moderne (XVI-XIX sec.), lo studio delle strutture fusorie non ha potuto prescindere dall'analisi degli impianti di ventilazione azionati dall'energia idraulica attraverso un complesso sistema di gallerie sotterranee (26).

Le città sono 'organismi' in perenne movimento, e la loro comprensione non può rimanere limitata alle volumetrie emergenti.

La città e il territorio

Nell'approccio a un sito occorrerebbe già 'intuire' quali ne siano le possibilità esplorative dal punto di vista

sotterraneo. Il trinomio 'terreno geologico - carattere della sede fisica - storia del luogo' sta alla base della prospettata intuizione.

La determinazione delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito è importante nel campo della ricerca speleologica in cavità artificiali e andrebbe effettuata già nella fase di approccio a questo tipo di studio, preliminarmente alla esplorazione diretta. La conoscenza delle caratteristiche del sottosuolo può aiutare a identificare le condizioni di stabilità degli ipogei, e quindi il grado di sicurezza in cui operano gli speleologi. Le spinte esercitate dal terreno alle pareti di una cavità dipendono dalle geometrie e dalle dimensioni della cavità stessa, dalla granulometria, dalle sue proprietà coesive e dal suo grado di costipamento e di imbibizione (27).

Il Baker sottolinea addirittura come sia importante considerare il sito nel suo ambiente globale e che <<... la geologia della regione è fondamentale sia in senso letterale che metaforico>> (28).

Per andare ad esplicitare la sopradetta 'intuizione' e interpretare la possibile consistenza innanzitutto del patrimonio ipogeo lombardo, prendiamo come esempio ipotetico un insediamento edificato sulla sommità di un rilievo collinare, con substrato roccioso facilmente scavabile, scarso o privo di sorgenti d'acqua potabile:



Tavola n° 6. Tratto da una tavola di Gustave Doré, *La Sacra Bibbia*, Garzanti Ed., Milano 1954, p. 168.



Tavola n° 7. Cappella di Sant' Antonio, nelle cave di sale di Wieliczka, in Polonia (da: A. D. Badin, *Grottes et Cavernes, con tavole di Camille Saglio, Parigi 1876*).

se vi aggiungiamo una vita storica intensa e articolata, da subito possiamo supporre di trovarvi opere sotterranee.

Dal punto di vista geologico, un terreno composto da rocce resistenti, come i porfidi e i graniti, presenta proprietà tali da conferirgli una certa durezza e nessuna docilità allo scavo, rendendo difficile la presenza di cavità artificiali particolarmente sviluppate. Eccezzuate le coltivazioni minerarie, si riscontra ovviamente una concentrazione maggiore di opere sotterranee laddove la roccia è più aggredibile dagli attrezzi.

In terreni sciolti, come in una pianura alluvionale, si può invece rilevare la presenza di cunicoli anche molto estesi orizzontalmente grazie alla facilità di scavo nei depositi incoerenti, pur obbligando a robusti rivestimenti data la loro incapacità fisica ad autosostenersi, ma anche superficiali dal momento che in queste condizioni spesso la falda freatica s'incontra a pochi metri di profondità, comportando conseguenti difficoltà. Le posizioni emergenti sul terreno circostante sono

state da sempre predilette per l'impianto di un insediamento o di una fortificazione. Non solo si prestavano a controllare, e conseguentemente a prevenire, grazie alla superiore visuale, ma se naturalmente dotate di fianchi scoscesi o dirupati facilitavano il compito difensivo. Il tracciato del *limes* tendeva a seguire le curve di livello, operando rientri a tenaglia per evitare conche e displuvi. Si eliminava così il netto calo di quota della linea difensiva (tratto prediletto a portarvi un attacco) e l'inconveniente generato dallo scorrimento delle acque meteoriche, le quali dovevano necessariamente trovare un varco di sfogo: lo sbocco di condutture o di cunicoli costituiva sempre un punto debole nella cintura muraria.

Per quanto si possa desumere dalle fonti storiche e dagli scavi archeologici, fin dall'antichità l'uomo ha ricercato, per non dire prediletto, le fonti d'acqua sorgiva per il proprio fabbisogno (29). Ma non sempre è riuscito ad ottenere un luogo contemporaneamente difendibile e naturalmente provvisto d'acqua potabile. Nel corso dell'evoluzione il nostro 'ipotetico esempio' sarà stato inizialmente dotato almeno di cisterne per la raccolta dell'acqua meteorica, le quali sono andate ad aumentare in numero e in grandezza con l'espansione urbana, migliorando le tecniche d'immagazzinamento e di stoccaggio. La conserva di queste acque, comunque condizionata dagli agenti atmosferici, comportava problemi a causa della loro facile corruzione, come attestano svariate fonti anche nei secoli a noi prossimi (30). A questo proposito è interessante ricordare l'epidemia, probabilmente di peste, che colpì anche Atene nel 430 a.C.; Tucidide, oltre a descriverne i sintomi e gli effetti, ci parla dell'approvvigionamento idrico del Pireo (31), privo di *krenai* (sorgenti, fontane) e del fatto che il 'morbo' investì quasi unicamente i centri più popolati, a cui si erano aggiunti i profughi di guerra, contribuendo a rendere precaria la situazione igienica. La presenza di falde acquifere poco profonde può invece aver dato luogo a una fruizione tramite lo scavo di pozzi come a Milano. In altri contesti, pur mantenendo e perpetuando i sistemi di conserva, si dà luogo ad un approvvigionamento diversificato. In caso di assedio era fondamentale poter disporre di ampie riserve d'acqua, non solo per il fabbisogno quotidiano, ma anche per mantenere un certo grado d'igiene. Un grave pericolo era dato, come già detto, dal diffondersi di epidemie, a cui concorrevano penuria d'acqua e aggravio delle condizioni igienico-sanitarie. L'acqua era inoltre necessaria allo spegnimento degli incendi, anche in previsione dell'usuale impiego di dardi infuocati ed altri materiali infiammabili da lanciarsi oltre le mura (tavola n° 6).

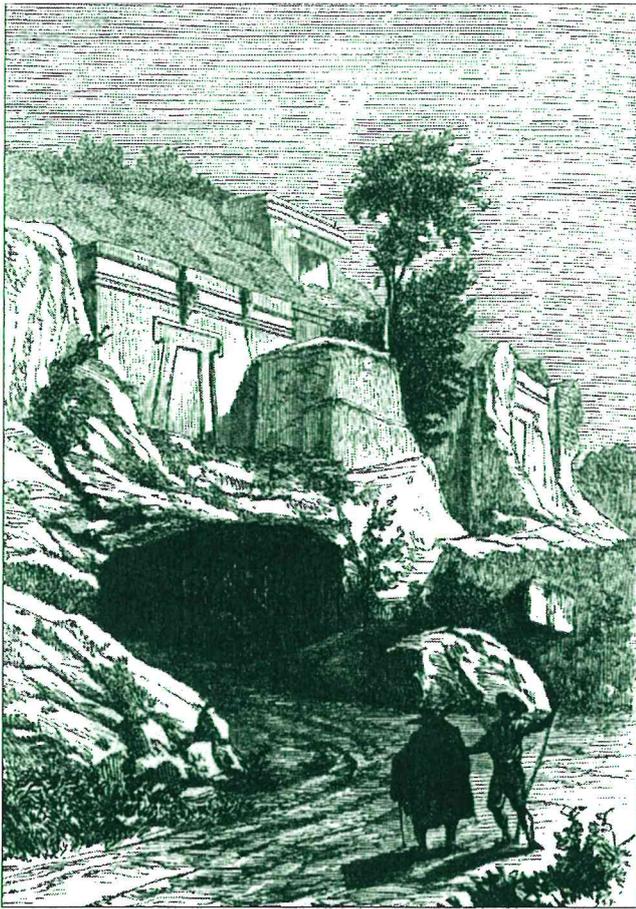


Tavola n° 8. Tombe ipogee etrusche a Castel d'Asso (VT) (da: A. D. Badin, *Grottes et Cavernes, con tavole di Camille Saglio, Parigi 1876*).

Nel suo "De re militari" Vegezio al capitolo "Provvedimenti per evitare che gli assediati patiscano la penuria d'acqua" (32), prescrive che la cinta muraria comprenda fonti perenni; in caso contrario si devono scavare dei pozzi <<di qualsiasi profondità>>, rimarcando che negli edifici pubblici e privati si deve comunque raccogliere l'acqua piovana dai tetti e conservarla in apposite cisterne.

Impiegando maestranze specializzate, tempo e denaro (concomitanza riscontrabile in gestioni centralizzate ed economicamente forti), può essere stato scavato un condotto sotterraneo in lieve pendenza che, così sfruttando la gravità terrestre, trasportasse sotto l'abitato, o direttamente a giorno, l'acqua potabile captata da sorgenti distanti anche chilometri (33), oppure emunta direttamente dalla falda acquifera. Quest'ultimo è analogo al sistema comunemente chiamato qanat, seppure il nome vari a seconda dell'area geografica in cui viene adottato (34). In arabo il termine indica le condotte sotterranee; l'equivalente persiano è *kariz*, usato anche nel Belucistan. Il vocabolo *ka*, derivante dal compo-

sto *kuh-riz*, significa 'acqua che scende dal monte'. I qanat vengono chiamati in Oman *falaj*; foggara in Algeria, *khattara* o *rhattara* in Marocco, *viajes* in Spagna (*madjirat* in Andalusia).

I cinque fattori legati all'attuale approvvigionamento idrico, ovvero il prelievo, il trasporto, il sollevamento, l'immagazzinamento e la distribuzione, erano già stati risolti almeno duemila e cinquecento anni fa. Si rinverranno quindi pozzi (più raramente discenderie) che servivano alle seguenti funzioni:

- raggiungere la quota prefissata per la realizzazione del cavo cieco;
- evacuare il materiale scavato e ventilare l'ambiente;
- sollevare il liquido a giorno a lavoro ultimato;
- manutentionare l'acquedotto.

A queste opere vanno ad aggiungersi camere sotterranee atte alla decantazione e allo stoccaggio dell'acqua, simili a cisterne (piscine limarie).

Al di fuori delle mura urbane pozzi e discenderie rimarranno occultati, oppure obliterati, per evitare che in caso di assedio se ne possa sfruttare il percorso sotterraneo per entrare in città, avvelenarne le acque o semplicemente interrompere il flusso. Occorre puntualizzare che la realizzazione di acquedotti su arcate comportava la possibilità della loro demolizione in caso di assedio (35).

Le fognature sono un insieme di canalizzazioni che servono ad allontanare da un'area le acque sia meteoriche (acque bianche), che di rifiuto (acque nere). Il funzionamento delle seconde è consequenziale ad una continua disponibilità d'acqua. Esistono inoltre le cosiddette fosse statiche, ovvero pozzi neri aventi le pareti impermeabili, da cui i materiali vengono periodicamente allontanati, e i pozzi e le vasche di dispersione, con pareti e fondo permeabili. In agricoltura il termine 'fogna' identifica un sistema di risanamento dei terreni che presentano un eccesso di umidità.

Nello sviluppo degli agglomerati urbani, vari servizi si spostarono gradualmente al di sotto degli edifici, delle vie e delle piazze, coesistendo e intrecciandosi magari con opere concepite e nate per essere sotterranee, ma destinate a tale collocazione da uno sviluppo del pensiero unito al progredire delle tecnologie. Possiamo avere cantine, fosse frumentarie e silos, come ipogei legati all'immagazzinamento delle scorte alimentari, ed altre come prigioni, colombai e butti. Questi ultimi sono fosse generalmente a forma di pozzo utilizzati come contenitori per rifiuti solidi. Ed è possibile che alcune cavità siano state destinate a ciò solo in un secondo momento. Nel sottosuolo di Napoli vi sono alcune cavità adibite a 'cisterne dell'olio' fino alla seconda metà del Settecento (36). Particolari opere

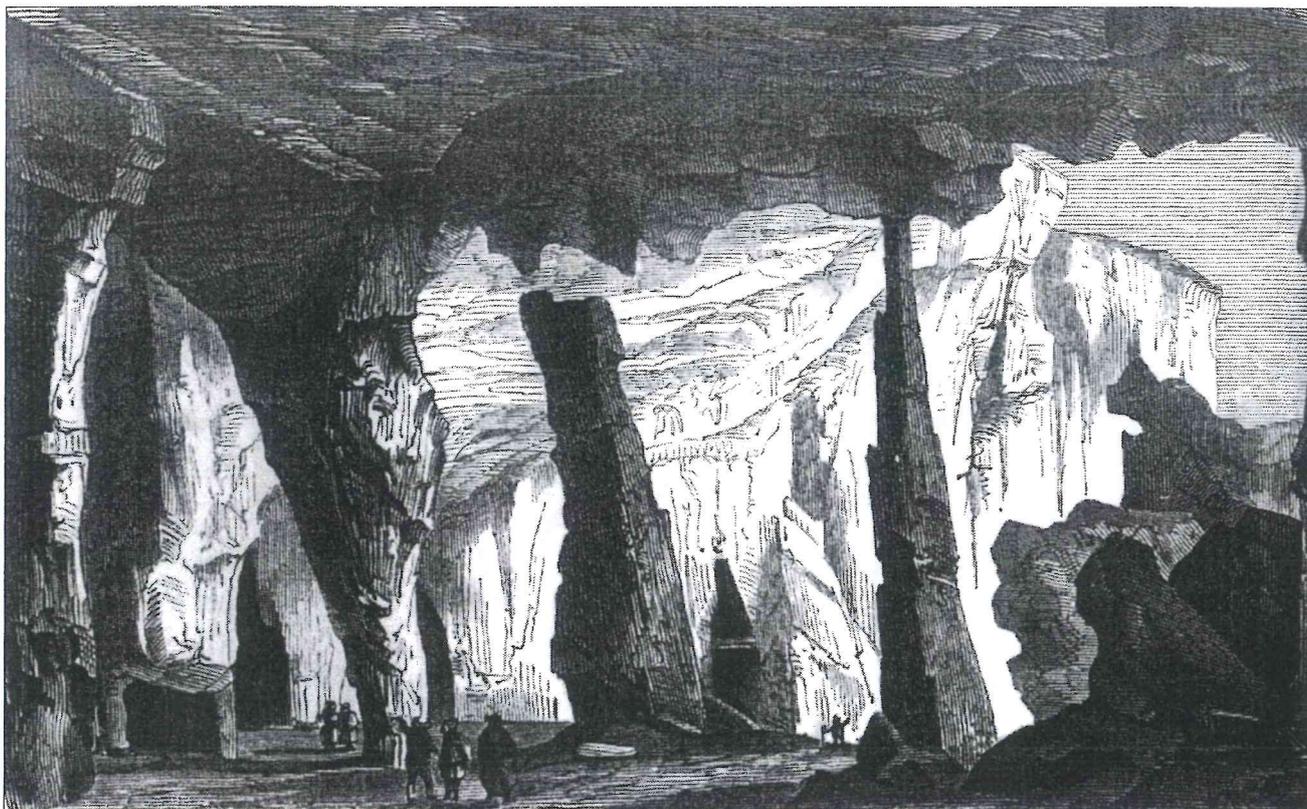


Tavola n° 9. Latomie siciliane (da: A. D. Badin, *Grottes et Cavernes*, con tavole di Camille Saglio, Parigi 1876).

civili, chiamate 'cripte' nelle fonti antiche, sono camere e gallerie sotterranee delle case romane, corridoi che giravano attorno alla cavea dei teatri, gallerie pedonali e carrabili (37). Il criptoportico è invece un portico coperto, che di solito prendeva luce da feritoie nel fianco della volta, in uso nell'architettura romana. Di derivazione islamica abbiamo le 'case dello scirocco', camere sotterranee, talvolta dotate d'acqua corrente tramite impianti ipogei, che grazie alla particolare circolazione d'aria si mantenevano fresche e fruibili nel corso delle ore più calde della giornata (38).

Legati alla vita spirituale e religiosa troviamo anche luoghi di culto sotterranei (tavola n° 7). Se la grotta ha sempre esercitato fascino, mistero e suscitato una sorta di 'sicurezza' per alcuni, e 'timore' in altri, è stata vista anche come ambiente per esercitarvi il culto. Tra i luoghi di culto precristiani sono da ricordare i mitrei, dove si officiava il culto dedicato al dio iranico Mitra.

Gli scavi di Bolsena (Viterbo) hanno portato alla luce una sala sotterranea a pianta quadrata (4x4 m) con volta campaniforme provvista di apertura, connessa a un sistema di cunicoli e gallerie, e risalente al III sec. a.C. Anche se l'esatta destinazione dell'ambiente non è del tutto certa, come afferma Pairault Massa (39), una serie di elementi concorrono a definire la struttura come

riferibile a un luogo di culto dionisiaco distrutto in seguito alle misure repressive del *senatus consultum de Bacchanalibus* (186 a.C.). Altro genere di opere sotterranee sono le favisse: solitamente a forma di pozzo, erano un ripostiglio di oggetti votivi collocato fuori dal santuario, ma dentro il recinto sacro. Una interessante opera 'a pozzo' è stata rinvenuta a Palestrina (Roma) nel santuario della *Fortuna Primigenia*, precisamente nella "terrazza degli emicicli". Sormontata da una *tholos*, l'opera è profonda sette metri e mezzo, di cui la parte terminale è scavata nella roccia e rivestita in conci di tufo bugnati per un'altezza di un metro e dieci. Il tratto superiore presenta un rivestimento in *opus incertum*, coevo alle successive trasformazioni monumentali del santuario. Mingazzini e Coarelli interpretano la fase più antica come il *locus religiosaeptus delle sortes* della dea Fortuna (40).

Il culto dei morti è stato sentito in ogni epoca. La gran parte delle civiltà, ognuna secondo le proprie credenze, ha prodotto opere sotterranee per l'inumazione: sono probabilmente la tipologia di cavità artificiale più diffusa (tavola n° 8).

Erigere mura, templi ed edifici è in vari casi subordinato anche alla disponibilità di materiale lapideo (tavola n° 9). Vediamo che i materiali da costruzione del nostro ipotetico sito possono essere stati reperiti in

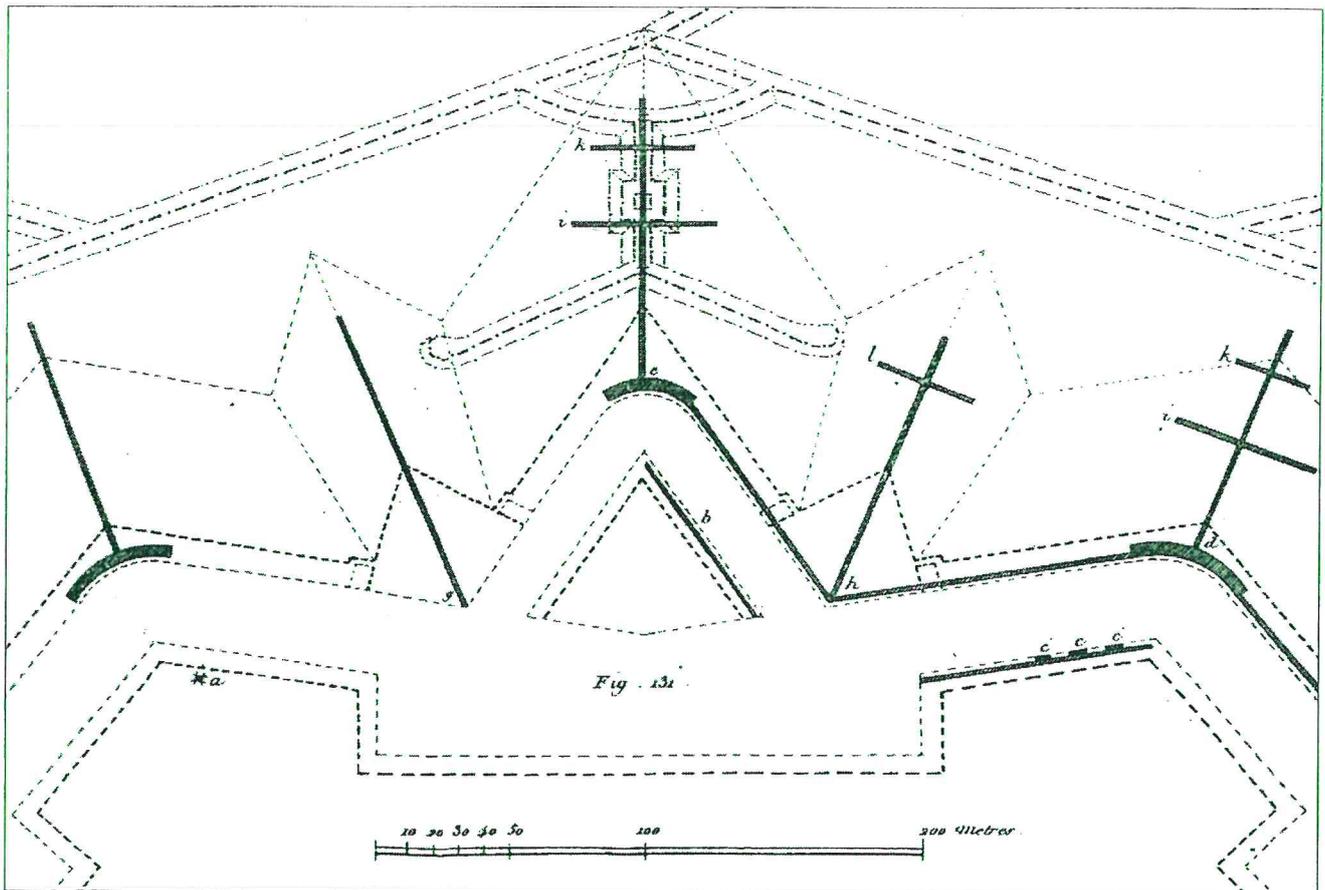


Tavola n° 10. Opere di mina e contromina di una fortificazione bastionata (da: C. L. Gillot, *Traité de fortification souterraine, ou des mines offensives et défensives*, Parigi 1805).

loco mediante cave a cielo aperto e in sotterranea (41). Generalmente situate al di fuori dell'abitato, è possibile che vengano a trovarsi al di sotto dello stesso a causa del suo ampliamento nel tempo.

In particolare, nel Centro e nel Sud Italia, l'estrazione riguardava materiali pozzolanici, apprezzati fin dall'antichità per le caratteristiche fisiche e meccaniche, la cui geometria di estrazione detta 'a camere e pilastri', o 'a pilastri abbandonati' (42), è rimasta in uso fino al nostro secolo. Le gallerie sono ad impianto geometrico tendenzialmente regolare, le cui direttrici di scavo sono tra loro ortogonali in modo da congiungersi, formando virtualmente una scacchiera di pilastri isolati. Ciò garantiva non solo la stabilità dell'intera cava, ma anche il permanere di attività agricole e pastorali nel soprasuolo (43). I pozzi comunicanti con la superficie permettevano, anche in questo frangente, l'areazione e l'evacuazione.

Se l'espansione del tessuto urbano di Napoli si è estesa al di sopra delle antiche cave è pur vero che, causa la penuria e il costo dei mezzi di trasporto, i materiali da costruzione venivano anche estratti direttamente

nella città, se non addirittura sotto la stessa area da edificare. Varie cavità così create sono state successivamente trasformate in cisterne ad uso dei soprastanti edifici (alcune alimentate con allacciamenti ad acquedotti ipogei), oppure in depositi o discariche, e in tempi recenti riutilizzate come rifugi anti bombardamento. Analoga situazione è presente in altre città italiane. Nel sottosuolo di Palermo è diffusa la cavità artificiale detta 'a imbuto rovesciato', con base generalmente circolare: <<essa ha inizio con una stretta imboccatura a pozzo, lunga qualche metro, che si allarga bruscamente in un'ampia cavità sotterranea, ora a forma d'imbuto, ora di fiasco, o di campana; a volta piriforme e, per lo più, costituita da un vacuo irregolare, modellato sulle stesse stratificazioni calcarenitiche, variamente erodibili>> (44). Studi e confronti hanno portato a stabilire che si tratti di antiche cave di pietra: non sono opere idrauliche in quanto scavate in strati calcarenitici aridi (a differenza dei pozzi idraulici che mantenendo sezione costante raggiungono la falda) né silos per la mancanza di rivestimento interno. Il metodo di estrazione consisteva nel superare la crosta



calcarenitica dura per raggiungere il sottostante banco 'tenero', idoneo al prelievo: <<Per meglio sopportare le prevedibili sollecitazioni statiche conseguenti allo svuotamento, che avrebbero potuto produrre fenomeni di subsidenza e sprofondamenti, alla cavità si faceva assumere una forma imbutiforme>> (45). E tanto più profondo veniva praticato il 'collo', più ampia poteva risultare la camera di coltivazione. Si estraevano blocchi di calcarenite chiamati pietra rustica o selvaggia, e *petra fracta* o *rupta*, impiegate nell'edilizia povera a partire dal IX-X secolo, nel corso dell'espansione urbana araba. Todaro fa notare che questo tipo di cava potrebbe essere anteriore, in quanto una chiesa paleocristiana ipogea, ubicata nei pressi della chiesa di S. Antonino, riutilizza preesistenti 'cavità imbutiformi'. Con la costruzione di fortificazioni, e la conseguente applicazione della tecnica bellica, l'uomo elabora una serie di sistemi per rendere inespugnabili le opere forti e, di contro, per poterle espugnare. Anche in questo caso, abbiamo strutture difensive realizzate all'imboccatura di grotte, come nel noto esempio del Buco del Piombo, in Lombardia, o del Castello di Predjama in Slovenia. Citando Ceola, si può anche affermare che con la costruzione del primo muro difensivo, l'avversario ha pensato non solo al modo di abbatterlo, ma ha cercato di internarsi nella terra per superarlo senza <<cozzare nell'ostacolo>> (46). A titolo esemplificativo si può ricordare che la città di Veio, secondo Tito Livio (47), fu conquistata scavando un cunicolo che sbucava nell'arce: soldati scelti si riversarono da esso nel tempio di Giunone e verso le porte, aprendole e determinando la resa. Seppure sia possibile che la capitolazione dei Veienti sia avvenuta in altre circostanze, rimane fermo il dato che una simile tecnica non fosse affatto sconosciuta. Alla citazione di Ceola si può aggiungere che con l'applicazione di precise tecniche di scavo, confortate da una conoscenza derivata dalle coltivazioni minerarie, si potevano conseguire apprezzabili risultati.

Fortezze e castelli sono costruzioni statiche e soggette all'assedio: qualora possibile le si dotava almeno di pusterle (48) e, in vari casi, di gallerie che conducessero oltre le mura, per far giungere rinforzi o vettovaglie all'interno, oppure operare colpi di mano alle spalle dell'assediate. In tal modo si cercava di renderle 'dinamicamente difensive'. Riprendendo Vegezio (49), questi tiene conto di particolari sistemi per l'assedio e per la difesa delle opere forti sottolineando, nel capitolo "Compiti del prefetto dei fabbri" (Libro II, cap. XI), che nell'accampamento non deve mancare quanto necessario al buon funzionamento dell'esercito: <<... fino al punto di disporre di minatori che, ad imitazioni

delle popolazioni Besse, scavata una galleria nel sottosuolo e forate le mura nelle fondamenta, improvvisamente fuoriuscivano per impossessarsi delle città nemiche. Il comandante di essi era il prefetto dei fabbri>>. La tecnica di realizzare un cunicolo o una galleria che consenta di penetrare all'interno della cinta difensiva, sorprendendo così l'assediate, rimane in uso fino al nostro secolo (50). Vegezio riprende l'argomento nel Libro V (cap. XXIV) e, al capitolo intitolato "Le mine", scrive: <<Un'altra specie di assedio sotterraneo e nascosto è chiamato *cuniculus*, dai conigli che scavano tane nella terra e vi si celano. Riunita una moltitudine di uomini, con una tecnica simile a quella dei popoli Bessi alla ricerca di filoni d'oro e d'argento si scava nella terra a tutta forza e, creata una caverna, si cerca una strada sotterranea per espugnare la città. Questo inganno si attua con un doppio scopo. Infatti gli assediati entrano nella città durante la notte senza che gli abitanti se ne avvedano, escono fuori dalla mina (cunicolo) e, aperte le porte, fanno entrare il proprio esercito e i nemici sorpresi muoiono nelle loro case; oppure, giunti con sicurezza alle fondamenta delle mura, le scavano per un grandissimo tratto e, collocarvi sotto in maniera posticcia un sostegno provvisorio di legno secco, fanno ritardare il crollo del muro; oltre a ciò aggiungono strame o altro materiale infiammabile ed allora, preparato l'esercito, si accende il fuoco e, bruciate le travi e le tavole, le mura subito rovinano e viene aperta la strada per l'irruzione dei nemici>>. Leonardo da Vinci, nella lettera con cui offre il proprio ingegno a Ludovico il Moro, afferma di essere in grado far <<ruinare>> ogni rocca o altra fortezza senza l'ausilio delle bombarde, a meno che <<non fusse fondata in su el saxo>>. Ovvero non fosse costruita su roccia dura e compatta. Sostiene inoltre di avere le cognizioni per costruire vie segrete sotterranee, anche passanti sotto fossi o fiumi (Codice Atlantico). Un esempio ci viene anche da Polibio, quando parla dell'espugnazione della città di Siringe nel corso della guerra di Antioco contro Arsace, nel 210 a.C. (51): gli scontri presso le opere di fortificazione erano così cruenti, sia in superficie che nei cunicoli sotterranei, che non si aveva la possibilità di allontanare morti e feriti.

Nel corso dell'assedio di Platea, descritto da Tucidide, le forze congiunte sotto la guida dei Lacedemoni eressero un terrapieno attorno la città per superare in altezza le sue mura. I plateesi escogitarono uno strattagemma là dove il terrapieno era più vicino: partendo dalla città scavarono una galleria fino a giungere sotto il terrapieno, che cominciarono a fare franare asportandone da sotto la terra (52). Parlando delle



strategie utilizzate in battaglia, Frontino (53) ci riferisce di come Cesare ridusse alla sete la città dei Cadurci, la quale era cinta da un fiume e ricca di fonti: con gli arcieri impedì agli assediati di raggiungere il corso d'acqua per attingerne il liquido e tramite lo scavo di gallerie sotterranee distolse l'acqua dalle loro fonti. Con l'evoluzione della tecnica bellica e l'introduzione di materiali esplosivi in epoca storica, uno dei principali metodi per espugnare una fortezza è l'impiego di gallerie (o cunicoli) di mina. Riprendendo l'antica tecnica, si ricava alla testa dello scavo il 'fornello da mina': riempitolo d'esplosivo e intasato un tratto di

cunicolo, si dà fuoco alla miccia (salciocia). Si ottiene così un effetto dirompente che fa 'saltare in aria' le mura (54). Di contro, dal XVII secolo si dotano le opere bastionate di cunicoli e gallerie di mina e di contromina che si spingono oltre il perimetro fortificato, in modo da essere già pronte sia ad intercettare gli scavi degli assediati, che a 'minare' le loro opere campali (tavola n° 10). In Europa la 'guerra di mine' si protrarrà fino a tutto il primo conflitto mondiale.

Un ben articolato esempio di 'difesa dinamica' adottando opere sotterranee, rimane nel Castello di Eurialo, a Siracusa. Fatto costruire tra il 402 e il 397 a.C. da

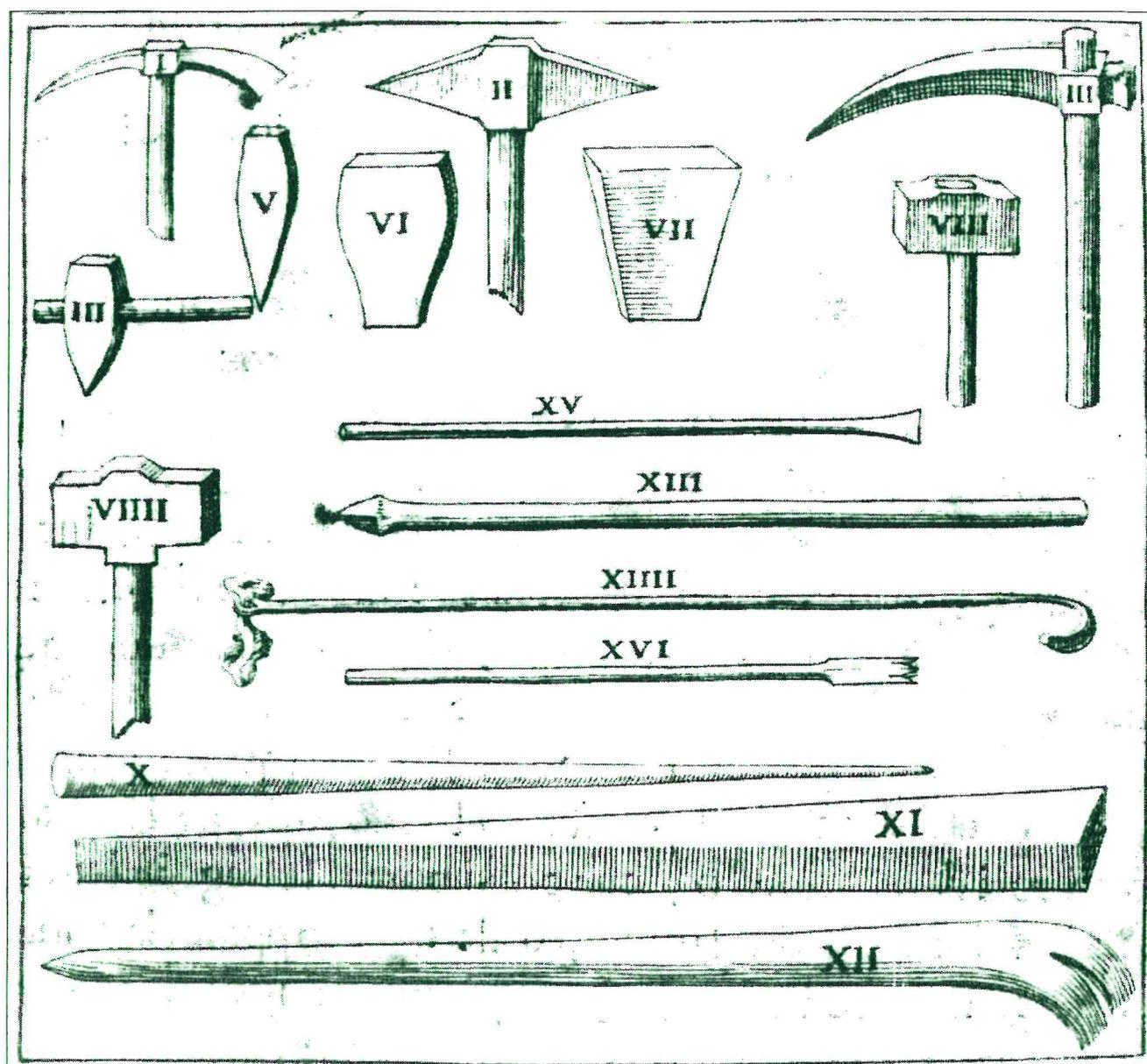
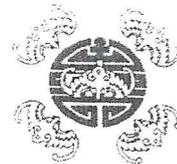


Tavola n° 11. I: zappone; II: picco; III: pigozzo; III (IV): louato; V: puntarolo; VI, VII: cunij; VIII: martello; VIII: mazza; X: palo tondo; XI: palo fatto a scalpello; XII: liviera; XIII: palfiero; XIII: raffettino o nettatoio; XV palfiero a scalpello; XVI: palfiero a croce (da: Antonio della Fratta e Montalbano, *Pratica minerale*, Bologna 1678).



Dioniso, era posto al vertice delle grandi mura che chiudevano la terrazza dell'Epipole, controllando la strada che metteva in comunicazione Siracusa con i luoghi interni dell'isola (55). Dotato di opere a tenaglia e fossati, era concepito per essere adatto alle sortite e ai contrattacchi grazie ad una serie di gallerie e di pusterle che permettevano di prendere ai fianchi e alle spalle gli avversari in fase avanzata d'attacco. Eretto lungo un asse ovest-est, reca all'apice ovest (il punto più vulnerabile) una serie di tre fossati, di cui quello mediano assai largo (56). Una galleria, collegata con l'avancorpo del mastio, si sviluppa parallelamente al fossato arretrato, in cui sbucca con numerose sortite. In prossimità del muro di sbarramento di questo fossato una galleria costeggia internamente l'opera avanzata, andando a raccordarsi col forte posto a protezione della porta (alloggiata nella tenaglia) e con due pusterle di fronte questa, mascherate da muri trasversali. Al di sotto delle mura settentrionali correva un altro tratto in galleria provvisto di pusterle. Accennando alla felice posizione occupata dall'antica Praeneste, Strabone (57) ci dice che oltre ad essere un luogo naturalmente difeso, disponeva anche di camminamenti sotterranei scavati in varie direzioni fino alla pianura e destinati sia a 'passaggi segreti', che per l'approvvigionamento idrico.

Oggi le ricerche coinvolgono scienze e discipline tra le più varie, creando una sinergia tra le componenti. Pertanto la ricerca si avvale innanzitutto di documentazioni storiche e d'archivio. Sul campo le prospezioni di superficie rimangono un metodo d'indagine valido, e nel caso si debba operare al di fuori dei centri urbani occorrerà disporre di materiale aereofotogrammetrico, di foto aeree a colori, di foto aeree all'infrarosso a colori e di riprese all'infrarosso termico. Infine, è auspicabile l'utilizzo di radar portatili con monitor a colori, per scandagliare e visualizzare il sottosuolo.

La datazione e la destinazione

Per quanto concerne la datazione e l'origine degli ipogei, in determinati casi è metodologicamente inesatto ricercare ad ogni costo una comparazione tra manufatti presenti nell'antichità, soprattutto se distano tra loro secoli e centinaia o migliaia di chilometri. Occorrerà invece analizzare il manufatto nel suo contesto ambientale (fisico) e culturale, quindi sociale. E così come non è possibile affermare chi per primo praticò una fossa nel terreno per raccogliervi l'acqua meteorica, è altrettanto difficoltoso stabilire definiti influssi tra le coltivazioni neolitiche in cavo cieco degli strati selciferi. Oppure andare a ricercare un'origine dello sfruttamento di grotte a fini difensivi o culturali.

Pertanto è concettualmente fuorviante voler necessariamente vedere nello sviluppo della tecnica cunicolare nell'Italia un deciso influsso sia mediorientale che romano. Occorre prendere coscienza che fin dal Neolitico in Europa si conoscevano e si applicavano le tecniche di scavo, anche e soprattutto a fini estrattivi. Queste possono benissimo aver autonomamente condotto alla realizzazione del panorama ipogeo e in particolar modo di quello cunicolare. L'unica cosa è che grazie al commercio, alle migrazioni e alle conquiste, possono essere giunte conoscenze, idee ed intuizioni che hanno comunque attecchito in un terreno fertile, già pronto a ricevere e ad applicare, o semplicemente a migliorare. Anche per la comprensione delle opere cunicolari occorre pensare che nulla può essere assunto come 'assoluto', e ogni 'segno' sul territorio ha una sua spiegazione. Esse hanno un senso allorché le si relaziona agli elementi circostanti. Forma, dimensione e profondità del manufatto dipendono dal contesto geologico (ovvero materiale) in cui sono scavate, e dalla funzione assoluta (o che assolvevano). Questo va correlato con la dinamica insediativa, con il tipo di economia e con la viabilità. La comprensione della dinamica del popolamento conduce a capire chi e perché ha fatto vivere le opere sotterranee.

La datazione di un'opera sotterranea può non essere facile, soprattutto se vengono a mancare le fonti scritte, delle particolari risoluzioni architettoniche, le associazioni con manufatti, oppure la contestualizzazione archeologica. Più facilmente restituisce elementi che ne attestano un momento di frequentazione, di riutilizzo, di obliterazione. Non di prima escavazione.

In particolare, è ancor più problematico determinare il 'momento' di scavo di un pozzo o di un'opera cunicolare destinata al trasporto delle acque (siano esse reflue o potabili) in quanto periodicamente puliti e mantenuti in efficienza. Sporadicamente si rinvenivano incisioni 'a fresco' sugli intonaci o sulla malta utilizzata per impermeabilizzare talune opere idrauliche, o direttamente sulla roccia a vista (58). Rifacimenti e rivestimenti cancellano inoltre le tracce precedenti e, di contro, possono divenire a loro volta elementi datanti.

L'interpretazione delle impronte di scavo, ovvero dei segni lasciati dagli attrezzi sulle pareti, possono essere distintivi sia della forma dell'attrezzo che del metodo di scavo adottato (tavola n° 11). Si hanno solcature marcate da punte piramidali, coniche, a scalpello, dentate, attrezzi immanicati come picconcini, segni di cunei e tracce di fuoco (59). I fronti di taglio presenti nelle cave e soprattutto nei diverticoli non ultimati, o comunque ciechi, degli impianti ipogei, lasciano generalmente comprendere con quale criterio si sia



proceduto, aprendo lo spazio ad una possibile interpretazione cronologica (60). La medesima indagine andrà applicata alle pareti dei pozzi in cui la roccia è a vista. Secondo Bessac ci sono quattro aspetti, spesso tra loro connessi, che il ricercatore deve individuare, caratterizzanti il taglio e la lavorazione della roccia (61):

- i caratteri litostratigrafici e tecnici della roccia;
- le tracce di estrazione;
- le tracce di taglio propriamente dette per i materiali da costruzione, distinte in due fasi: prima e dopo la posa;
- le modificazioni della pietra relativamente alle operazioni di messa in opera.

Nel nostro specifico caso interessano principalmente i primi due. Sempre le tracce lasciate sulle superfici permettono d'individuare il senso di avanzamento, a patto che l'opera non sia stata rifinita in senso contrario. Occorre però dire che nello scavo dei cunicoli si riscontra spesso una precisione ed una abilità che lasciano tranquillamente supporre già a uno stato definitivo in prima battuta. L'acqua genera fenomeni di erosione e di deposizione: particolarmente in opere a carattere idraulico si possono instaurare fenomeni di "pseudo carsismo indotto" (62) che ne stravolgono l'aspetto, mutandone le forme. Conoscerli è senz'altro d'ausilio nella fase interpretativa, e quindi ricostruttiva, delle indagini. L'azione meccanica di demolizione dell'acqua può avvenire con tre meccanismi, parimenti alle cavità carsiche (63):

- erosione: attivata con il trascinarsi di detriti;
- cavitazione: se in speleogenesi è un fenomeno indicato nel regime artesianico, nel nostro ambito lo si può ravvisare quando il condotto è soggetto a piene improvvise che lo mettono in pressione. Il susseguirsi di onde d'urto e di vuoti improvvisi frantumano e distaccano parti dell'opera;
- scalzamento: in presenza di materiali che offrono una differente resistenza all'acqua, avviene un distacco di porzioni degli stessi. Strettamente connessi, i meccanismi di dissoluzione chimico-fisica sono:
- dissoluzione semplice: in linea teorica tutte le rocce sono idrosolubili;
- corrosione: la dissoluzione può essere determinata, o aumentata, con la presenza di anidride carbonica e dalla miscela di acque.

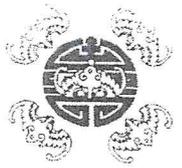
L'azione meccanica e chimico-fisica dell'acqua tenderà pertanto ad aggredire inizialmente il fondo del condotto, soprattutto se privo di rivestimento. E più il cunicolo supera una certa pendenza, più l'acqua scorrerà velocemente erodendo il materiale di contatto, approfondendo lo scavo e innescando il cedimento delle

pareti. La sezione dello speco si allargherà e si approfondirà, assumendo la tipica forma carsica detta 'a buco di chiave'. Generalmente in presenza di rocce calcaree la percolazione depositerà il carbonato di calcio (in modo del tutto identico a una cavità naturale) formando concrezioni il cui accrescimento tenderà a chiudere progressivamente lo speco. Seppure con una certa approssimazione le concrezioni sono databili. Presso la fortezza di Verrua Savoia (Torino) ho potuto vedere uno stretto cunicolo in mattoni parzialmente chiuso da concrezioni: il percolamento dell'acqua attraverso le murature aveva disciolto il legante depositandolo all'interno. In ogni caso, ricordo che si potranno effettuare esami palinologici sugli interri, datare eventuali resti di carboni e i materiali fittili, questi ultimi con il metodo della termoluminescenza.

Le tipologie delle Cavità Artificiali

L'Italia è uno scrigno di testimonianze storiche, architettoniche, archeologiche. Nel suo sottosuolo si celano più di tremila anni di opere ipogee: sostanzialmente integre, leggibili e pertanto studiabili, recuperabili e talora fruibili. Le tipologie dei nostri ipogei, e le tecniche con le quali sono stati realizzati, risultano tra le più varie che in Europa si possa rinvenire. Basti pensare ad alcune delle culture che si sono compenstrate e avvicinate sul territorio: nuragica, ligure, punica, etrusca, osco-umbra, greca, romana e celtica, per non dimenticare l'influsso culturale, e conseguentemente architettonico, esercitato dalle varie altre civiltà presenti nel Mediterraneo.

Del Pelo Pardi è tra i primi a dividere per tipologie le cavità artificiali, descrivendole con particolare riferimento ai cunicoli di bonifica e di emunzione (64). In ambito speleologico, a una prima suddivisione in 'classi' proposta da Burri (65), alle cavità artificiali correlate o meno al sistema cunicolare prospettata da Castellani (66), si è cercato d'identificare un metodo unico per la catalogazione di ogni ipogeo. Un grande impulso allo studio della materia, soprattutto per quanto concerne il sottosuolo di Napoli, è stato dato da Alfonso Piciocchi (67). I primi importanti contributi sono poi venuti da Narni, nel 1981, con il Convegno Regionale sul sottosuolo dei centri storici Umbri, e l'anno seguente da Todi, con il Primo Convegno Nazionale di Speleologia Urbana. Sono stati trattati temi quali la catalogazione delle cavità artificiali, la loro importanza in ambito storico e archeologico e lo studio delle opere di trasporto delle acque (68). Nel Secondo Convegno Nazionale di Speleologia Urbana, tenutosi a Napoli nel 1987, vengono approfonditi gli aspetti storici e morfologici e il riutilizzo degli ipogei.



In ambito archeologico, nella mostra "Roma sotterranea" i <<monumenti sotterranei>> sono raggruppati per 'tipologie', consentendo una presentazione organica degli aspetti caratterizzanti il sottosuolo dell'Urbe: pozzi, mitrei, fogne, criptoportici, basiliche, cripte (69). Negli anni Ottanta si vede un deciso sviluppo della ricerca speleologica e la Società Speleologica Italiana organizza, con la collaborazione dell'Università degli Studi dell'Aquila-Dipartimento di Scienze Ambientali, un Corso per Istruttori: "Speleologia Urbana e Cavità Artificiali" (70). Per uniformare metodologia di ricerca e classificazione, si propone un modello di scheda catastale e la ripartizione dei manufatti in tre gruppi (71). Per la preparazione del lavoro italiano al "Deuxième Symposium International sur les Carriers Souterraines", tenutosi a Parigi nel 1989, si suddividono i vari lavori condotti sulle differenti cavità artificiali in modo più organico (72). Ampliando questo criterio per renderlo applicabile a una indagine comparativa che comprenda ogni tipo di cavità artificiale, si è giunti a redigere un elenco per tipologie (73) riunendole a seconda delle funzioni a cui erano o sono destinate. In fase di schedatura si terrà poi conto di riutilizzi e ridestinzioni indicando, qualora possibile, l'originaria funzione. Tutto ciò viene presentato nel 1994 al XVII Congresso Nazionale di Speleologia e riproposto migliorato nel 1997, al IV Convegno Nazionale sulle Cavità Artificiali (74), tenutosi a Osoppo e organizzato dal Club Alpinistico Triestino (C.A.T.). Lo schema che riportiamo è quello adottato anche per la compilazione delle Schede Bibliografiche (trattate al capitolo: "La scheda Bibliografica: norme per la compilazione").

TIPOLOGIE:

- 1) ESTRAZIONE: miniere, cave sotterranee, latomie.
- 2) TRASPORTO DELLE ACQUE: acquedotti, qanat, deviazione di acque sorgenti, opere cunicolari di drenaggio e di bonifica, emissari sotterranei.
- 3) PRESA, CONSERVA: pozzi, cisterne, ghiacciaie, neviere.
- 4) SMALTIMENTO: fognature, pozzi neri, vasche di dispersione, corsi d'acqua anche naturali successivamente voltati.
- 5) CULTO: luoghi di culto di vario tipo e natura come mitrei, chiese sotterranee, chiese rupestri, cripte, favisse.
- 6) INUMAZIONE: luoghi d'inumazione in ipogeo di vario tipo e natura come 'domus de janas', catacombe, cimiteri, colombari, ossari, necropoli.
- 7) OPERE CIVILI: ambienti ipogei di vario tipo e natura d'uso civile come gallerie pedonali, gallerie stradali,

gallerie ferroviarie, tagliate, cantine, magazzini, prigioni, butti, silos, fosse frumentarie, colombai, frantoi in ipogeo, ninfei, cripte, criptoportici, case dello scirocco, abitazioni rupestri, abitazioni sotterranee, città rupestri, città sotterranee.

- 8) OPERE MILITARI: ambienti ipogei di vario tipo e natura d'uso militare, come camminamenti sotterranei, ambienti interni a muri di cortina e bastioni, gallerie e cunicoli di mina e di contromina, ricoveri, sortite, pusterle, casamatte, polveriere, rifugi anti bombardamento, bunker.
- 9) OPERE VARIE: cavità artificiali di cui s'ignora la funzione.

L'organizzazione dei dati

Censire gli ambienti sotterranei vuol dire recuperare una documentazione accettabile sulla loro esistenza, esaminarne internamente la struttura e raccoglierne i relativi dati. Con questo materiale si organizza un catasto, successivamente informatizzabile in un archivio. In primo luogo un ipogeo potrà avere uno o più accessi, essere composto da uno o più ambienti, e andarsi anche a definire in un 'complesso', ovvero in un insieme di opere tra loro comunicanti che non necessariamente siano state realizzate nel medesimo periodo e non necessariamente assolvano o assolvessero un'identica o unica funzione. Quello che a noi inizialmente interessa è che all'ipogeo (o meglio alla 'cavità artificiale') si assegni un numero principale di catasto e una denominazione. Successivamente, e generalmente dopo avere preso visione dell'opera e possibilmente averne steso almeno il rilievo, si può assegnare un sottonumero di catasto alle sue varie parti (o ambienti). Per necessità di gestione dei dati, o per una precisa definizione, si potrà assegnare detto sottonumero persino ad ogni elemento di una stessa cavità come canaline, vere, tubature, etc.

I principali lavori da svolgere in una cavità artificiale sono: rilievo in pianta e in sezione generalmente in scala 1:50 e servizio fotografico. A questi si andranno ad aggiungere le osservazioni inerenti il manufatto, il contesto, i dati d'archivio, e quanto altro è possibile reperire per la sua comprensione e la ricostruzione del suo percorso storico. Se possibile verranno eseguite ricerche a carattere biospeleologico, archeologico ed effettuate riprese cine televisive. In linea generale, e comunque indicativa, questo è ciò che si può svolgere. Per quanto concerne la tutela dei dati la cosa migliore, anche ai fini dell'auspicabile divulgazione, è pubblicarli in un volume monografico con una Casa Editrice, oppure in una rivista che sia registrata presso il Tribunale. In ogni caso, il materiale è possibile inviarlo alla "Società



Italiana degli Autori e degli Editori” (S.I.A.E.), presso i cui uffici potete richiedere informazioni e moduli. Per contenere la spesa potete mettere il lavoro, anche su supporto magnetico, in busta chiusa e sigillata con ceralacca (e/o disponendo i francobolli lungo il bordo di chiusura) e inviarla a voi stessi con raccomandata a/r. Non apritela e allegatele la ricevuta e la cartolina: saranno la prova che alla data indicata il lavoro era già stato da voi redatto. La maggiore tutela, per altro costosa, è data dal deposito presso un notaio.

Il rilievo

Il rilievo di una cavità artificiale è un ragionevole e accettabile compromesso tra quello che noi intendiamo rappresentare e quelli che sono i ‘fattori collaterali’ dati dal tempo a disposizione e dall’agibilità dell’ambiente. Possiamo dire che disponibilità economica, personale specializzato e tempo costituiscano il trinomio di base per l’ottenimento di un ottimo rilievo.

Ad esempio, un condotto idraulico può presentare cedimenti strutturali, tratti sifonanti, liquami. Impiegando tempo, denaro e personale competente sarà possibile svuotarlo e metterlo in totale sicurezza affinché lo si possa rilevare e studiare. Attenendoci alla realtà, noi avremo un lavoro che spazia dal ‘rilievo ottimale’ al ‘rilievo speditivo’. Fermo restando che l’interazione di molteplici fattori generalmente concorre all’imprecisione del lavoro o alla sua mancata effettuazione. Realisticamente, vedo che la precisione del rilievo poggia sulla risultante di tre fattori: sopportazione psicologica all’ambiente, allenamento, attrezzatura impiegata (naturalmente chi opera deve almeno conoscere i rudimenti della materia). La *conditio sine qua non* per lo studio delle opere ipogee è il poterle esaminare in prima persona. In caso contrario, la documentazione raccolta dev’essere quanto più completa possibile.

La scheda catastale

La scheda catastale deve riportare le voci necessarie all’identificazione del manufatto, alla sua lettura e le informazioni inizialmente a carattere generale. Alla scheda base si potranno andare ad aggiungere i risultati di studi di geologia, morfologia, biospeleologia, archeologia, etc., raccogliendo anche una eventuale ‘memoria storica’ legata al luogo e all’ambiente. E il rilievo. Esistono già delle schede catastali prestampate, che una volta compilate andrebbero inserite nel Catasto Nazionali Cavità Artificiali, che una apposita Commissione della Società Speleologica Italiana gestisce. In realtà dette schede non le considero adeguate alle necessità di chi opera e risultano poco ‘gestibili’. Inoltre il Catasto Nazionale Cavità Artificiali, unitamente al Centro di

Documentazione Cavità Artificiali, presentano carenze che oramai si protraggono da troppi anni. Non ultima la mancata informatizzazione dei dati (per altro già annunciata come “pronta” da almeno otto anni) e la conseguente non divulgazione del materiale raccolto. Anche in questo genere di ‘gestione’ occorre trasparenza. Non si può certo pensare che chi lavora invii i propri dati, senza sapere che destinazione poi abbiano e senza avere come riscontro almeno un dischetto con il Catasto Nazionale. E nemmeno sapere che materiale contenga il Centro di Documentazione Cavità Artificiali della S.S.I. e in che misura sia consultabile.

Per un Catasto Nazionale prospetterei quindi una soluzione analoga a quanto da me suggerito precedentemente per il Catasto della Lombardia: ogni Gruppo o Associazione si gestirà il proprio Catasto, mantenendo un coordinamento regionale di base. Annualmente, i coordinamenti regionali si potranno aggiornare a livello nazionale, compilando un elenco catastale nazionale fruibile. Basterà che ogni Regione inserisca nel medesimo dischetto o CD i dati essenziali di ogni cavità artificiale censita, per avere in brevissimo tempo un elenco catastale nazionale aggiornato, duplicabile rapidamente con spesa modica. E soprattutto: consultabile da chiunque. Tornando alla scheda catastale, presento quella utilizzata dall’Associazione S.C.A.M. e dall’Associazione Mediterraneus; chi lo desidera potrà utilizzarla o semplicemente trarne spunto (tavola n° 12). Ricapitolando, ad ogni ipogeo viene assegnato un numero di catasto con il seguente criterio:

- ogni ambiente, o complesso sotterraneo, ha un proprio numero principale di catasto;
- le varie parti che compongono un complesso possono avere un proprio sottonumero, al fine di poterle individuare e distinguere nel corso degli studi;
- ambienti attualmente non fisicamente comunicanti tra loro, ma facenti comunque parte di uno stesso complesso, hanno differenti numeri principali di catasto.

Il numero di catasto si uniforma ai criteri adottati non solo dalla Società Speleologica Italiana (S.S.I.), ma in primo luogo dall’Union Internationale de Speleologie (U.I.S.), sia per le cavità naturali che per le cavità artificiali.

Il numero catastale è così composto: CA 00001 LO LC, oppure CA 00001/1 LO LC.

- CA: indica Cavità Artificiale (per differenziare il numero da uno stesso relativo ad una cavità naturale);
- 00001: numero assegnato alla cavità;
- 00001/1: sottonumero assegnato ad una cavità facente parte di un complesso (oppure ad una parte di una stessa cavità al fine di andarla a definire con



CONTESTO

OPERAZIONI CONDOTTE

LAVORO SVOLTO DA

AVVERTENZE

TIPOLOGIA

1 ESTRAZIONE

- miniera
- cava
- latomia
-

2 TRASPORTO DELLE ACQUE

- acquedotto
- qanat
- emunzione di falda
- deviazione - captazione
- drenaggio - bonifica
- emissario
-

3 PRESA - CONSERVA

- pozzo
- cisterna
- ghiacciaia
- nevieria
-

4 SMALTIMENTO

- fognatura
- pozzo nero

- vasca di dispersione
- corso d'acqua voltato
-

5 CULTO

- chiesa sotterranea
- chiesa rupestre
- mitreo
- favissa
-

6 INUMAZIONE

- tomba ipogea
- cimitero sotterraneo
- catacomba
- ossario
- colombario
- domus de janus
-

7 OPERA CIVILE

- galleria stradale
- galleria pedonale
- galleria ferroviaria
- cantina

- prigione
- criptoportico
- casa dello scirocco
- cripta
- ninfeo
- colombaio
- fossa frumentaria
- silos ipogeo
- butto
- abitazione sotterranea
- abitazione rupestre
- città sotterranea
- città rupestre
-

8 OPERA MILITARE

- opera di mina - contromina
- camminamento sotterraneo
- rifugio anti bombardamento
- ricovero
- sortita - pusterla
- polveriera
- casamatta - bunker
-

9 NON IDENTIFICATA

-



RIUTILIZZO

Handwritten notes under the 'RIUTILIZZO' section, including the number '1' and some illegible text.

DESCRIZIONE

Handwritten notes under the 'DESCRIZIONE' section, including the number '1' and several lines of illegible text.



NOTE

BIBLIOGRAFIA

COMPILATORE



- precisione);
 - LO: prima coppia di lettere ad identificare la Regione, in questo caso la Lombardia;
 - LC: seconda coppia di lettere ad identificare la Provincia, in questo caso Lecco.

Per quanto riguarda la 'denominazione' dell'ipogeo, occorre considerare che sovente questo non la possiede. Pertanto, come per le grotte, saremo noi ad assegnarla. Si tenga presente che nel momento in cui si operano studi e confronti in un'area che contiene diverse decine di cavità artificiali (generalmente prive di 'nome'), è più facile ricordare un nome caratteristico e caratterizzante piuttosto che un semplice numero di catasto. Ad esempio, se la cisterna si trova al di sotto di una piazza, sarà il caso di assegnarle il medesimo nome.

Una nuova scheda

Più di dieci anni di lavori condotti nel territorio di Tarquinia (Viterbo) ci hanno portato a elaborare una scheda flessibile per la catalogazione e la descrizione delle cavità artificiali indagate, a nostro uso interno. Ne presento tre esempi. Il primo è relativo a una semplice cisterna, a cui abbiamo assegnato il numero di catasto 01008 (tavola n° 13). Gli altri due riguardano un'unica struttura costituita da una cisterna provvista di cunicolo. Alla cisterna propriamente detta, composta da una perforazione ad asse verticale del terreno e camera terminale, abbiamo assegnato il numero di catasto 01013, mentre al cunicolo che principia dalla camera il sottnumero 01013/01. Ponendo l'esemplificativa ipotesi che tale cunicolo conduca in un successivo ambiente, quest'ultimo potrà ricevere il numero 01013/02.

Come si può vedere, la prima parte della scheda riporta i dati identificativi completati da indicazioni di massima. Denominazione, numero catastale, ubicazione, cartografia, quota, coordinate e unità geologica sono voci relative all'identificazione e alla collocazione della struttura. Data dei lavori, stato di conservazione, operazioni condotte, contesto, avvertenze e interventi sono invece inerenti ai lavori svolti e alla situazione della struttura.

La seconda parte è descrittiva e serve a comprendere, unitamente al rilievo in pianta e in sezione, l'architettura della cavità. Alle voci di base (collocazione, forma, destinazione, imboccatura, osservazioni, note e bibliografia) si aggiungeranno tutte quelle che necessitano alla completa descrizione del manufatto, come: cunicoli, pozzetti, pedarole, etc. In fase di divulgazione dei dati, talvolta, come nel caso dei lavori svolti in Etruria, è preferibile tale scheda a quella catastale, in quanto esaustiva.

| | |
|--------------------------------|--|
| <i>Denominazione:</i> | Cisterna dei Milanesi |
| <i>Numero catastale:</i> | CA 01008 LAVT |
| <i>Ubicazione:</i> | Pian di Civita |
| <i>Cartografia:</i> | I.G.M. 142-1-NO; C.T.R. 354100 TARQUINIA NORD; Modus 1:2000 10/1983 |
| <i>Quota:</i> | 161 m s.l.m. |
| <i>Posizione:</i> | / |
| <i>Unità geologica:</i> | Calcere di Tarquinia; Pliocene Inferiore e Medio |
| <i>Svolgimento lavori:</i> | 1988, 1989, 1991 |
| <i>Operazioni condotte:</i> | esplorazione, rilievo planimetrico, servizio fotografico, svuotamento |
| <i>Stato di conservazione:</i> | ottimo |
| <i>Contesto:</i> | interna al "complesso sacro istituzionale" l'opera è stata rinvenuta nel corso degli scavi archeologici chiusa in fase con un pavimento del VI sec. a.C. le prime file di sassi del rivestimento potrebbero staccarsi |
| <i>Avvertenze:</i> | consolidamento della bocca e ricollocazione delle lastre di pietra che la coronavano, tolte a seguito dello scavo archeologico. |
| <i>Interventi:</i> | |
| <i>Collocazione:</i> | situata all'interno degli scavi archeologici dell'Università di Milano, l'opera è chiusa da una grata mobile. |
| <i>Forma:</i> | lo scavo ad asse verticale ha forma cilindrica regolare. |
| <i>Destinazione:</i> | dato il terreno geologico e il rivestimento interno, si tratta di un'opera destinata alla conserva dell'acqua. E' pertanto una cisterna propriamente detta, seppure non siano state rinvenute condutture di aduzione. Queste potevano essere esterne, o rimanere subito al di sotto della corona di pietre calcaree e andate perdute o rimosse in fase di ristrutturazione dell'ambiente. Nell'asportare l'interro, soprattutto in corrispondenza della concavità terminale, si è constatato come il riempimento si appoggiasse ad un uniforme strato di argilla, di colore bruno e ancora discretamente plastica, applicato alla roccia, mediamente dello spessore di due-tre centimetri, accentuato sul fondo. La parte terminale doveva essere stata rivestita di argilla, la quale col tempo si è distaccata dalla parete andando a sedimentarsi inglobando i tre massi che costituivano parte dell'interro. |
| <i>Imboccatura:</i> | era presente una ghiera in lastre di pietra scistosa; attualmente ne è sprovvista e la parete è incamiciata con pietre per 0.95 m, proseguendo in |



roccia a vista.

Dimensioni: profondità all'interro 10.05 m, profondità totale 11.9 m; le dimensioni all'imboccatura sono 0.88x0.77 m, alla roccia 0.9x0.95, a 11.76 m dall'accesso sono 0.86x0.94 m.

Pedarole: ne presenta due ordini contrapposti, scavati nella roccia in modo evidente. Gli incavi sono posti a intervalli regolari compresi tra i 20 e i 30 cm.

Condotte: non ne sono state rinvenute.

Osservazioni: le pietre di rivestimento sono di piccola e media pezzatura e non conservano tracce di legante e il calcare della parete è compatto. Nel punto di contatto la roccia è leggermente rientrante andando a determinare una leggera gola. Il fondo era costituito da detrito fine, piccoli frammenti di roccia e argilla, in cui il sondino affondava liberamente per quasi mezzo metro. A seguito della disostruzione, il fondo si è presentato concavo e abbastanza regolare.

Note: nel corso degli scavi archeologici l'opera è stata rinvenuta chiusa con quattro lastre rettangolari di macco. Nell'agosto del 1994 è stata intrapresa l'operazione di svuotamento da parte dell'Ass. S.C.A.M. L'incamiciatura del pozzo è stata rivestita con un doppio strato di rete di plastica a maglie strette e fissata con tasselli a espansione e tiranti. Asportato il sedimento fine, l'interro è risultato essere composto da tre blocchi di pietra locale, sassi e argilla.

Bibliografia: Cristina Chiaramonte Trerè, *Un nuovo assetto nel V secolo a.C.*, in *Gli Etruschi di Tarquinia*, Modena 1984, p. 125.

Gianluca Padovan, *Settima campagna speleologica a Tarquinia*, *Speleologia*, Società Speleologica Italiana, Milano 1993, pp. 97-98.

Gianluca Padovan, *Speleologia e Cavità Artificiali*, in *Acque interne: uso e gestione di una risorsa*, a cura di Mariavittoria Antico Gallina, C.S.B.A., Ed. E.T. Milano 1996, pp. 45-46.

Cristina Chiaramonte Trerè, *Lo scavo*, in *Tarquinia*, a cura di Maria Bonghi Jovino e Cristina Chiaramonte Trerè, Roma 1997, p. 66.

Gianluca Padovan, *Opere ipogee del territorio Tarquiniese: indagini per la comprensione di un patrimonio da valorizzare*, *Specus News*, n° 3, Cagliari 1999, pp. 10-11.

Riportiamo quanto scritto in Chiaramonte Trerè 1997: <<Lo scavo dello strato 184 ha consentito la totale messa in luce dei blocchi 148/1 che sono stati rimossi e che coprivano una bella ghiera di pozzo in lastre di pietra scistosa>>.

Denominazione: Pozzo S.C.A.M.
Numero catastale: CA 01013 LA VT

Ubicazione: Pian della Regina
Cartografia: I.G.M. 142-1-NO; C.T.R. 354100
TARQUINIA NORD; Modus
1:2000 10/1983

Quota: 161.8 m s.l.m.

Posizione: /

Unità geologica: Calcare di Tarquinia; Pliocene Inferiore e Medio

Svolgimento lavori: 1989, 1991, 1993

Operazioni condotte: esplorazione anche speleosub-acquea, rilievo planimetrico, servizio fotografico e cinetelevisivo

Stato di conservazione: buono

Contesto: assente

Interventi: rimozione della terra attorno all'accesso, riapertura del secondo punto di luce, svuotamento, consolidamento accesso cunicolo e svuotamento dello stesso.

Avvertenze: all'atto dello svuotamento tenere sotto controllo la staticità del rivestimento della camera

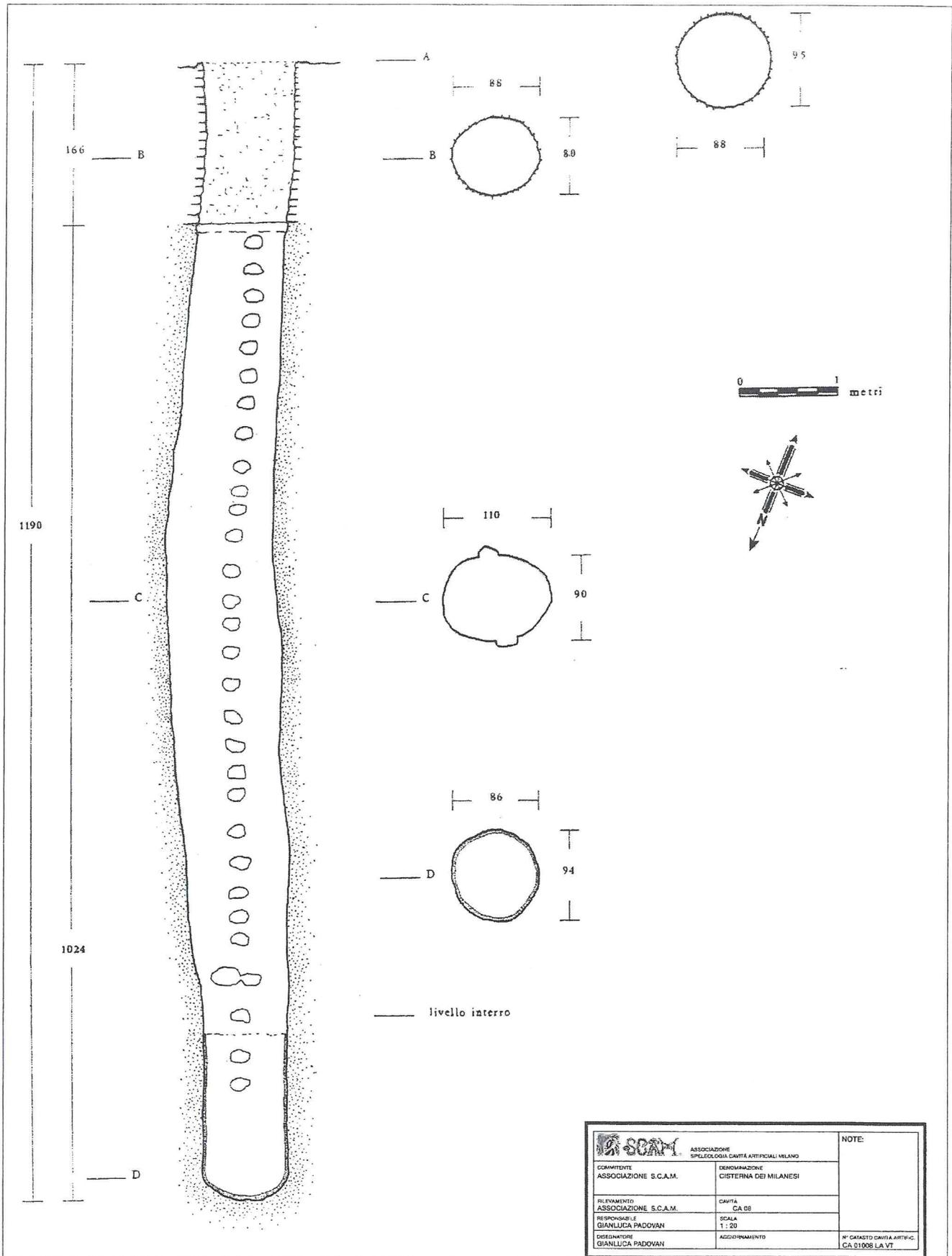
Collocazione: situata nelle vicinanze del Casale degli Scavi, l'opera è chiusa con un tombino.

Forma: lo scavo ad asse verticale ha sezione rettangolare con i lati minori a semicerchio esterno; dà accesso a un ambiente con parte sommitale a sezione ellittica il quale va ad assumere sezione circolare verso il fondo, che risulta allagato. Dall'ambiente si diparte un cunicolo a forma ogivale.

Destinazione: è una cisterna.

Imboccatura: come si può osservare nei rilievi planimetrici in sezione, l'accesso è costituito da una lastra monolitica in pietra, spessa 0.2 m, in cui è stato ricavato un foro circolare del diametro interno di 0.42 m, con una sede esterna del diametro di 0.5 m, in cui è alloggiato un tombino in cemento.

Dimensioni: profondità totale 17 m; alla sommità del cono detritico misura 16 m e a livello dell'acqua 14.2 m (livello a settembre 1989). La sezione orizzontale della canna del pozzo, rettangolare e con i lati corti a semicerchio esterno, misura a 1.4 m dall'ingresso 2.3x1 m. Verso la parte terminale tende ad assumere una sezione ellissoide. L'imboccatura, vista dall'interno (sez. E), doveva dare spazio a due distinti accessi, separati e sorretti da un archetto centrale composto da dieci conci a sezione rettangolare. Il secondo accesso è attualmente obliterato da due lastre di pietra, una delle quali recante un incavo semicircolare identico alle pedarole ricavate nel rivestimento, sorrette da mensole aggettanti come



| | | |
|---|---|--|
| ASSOCIAZIONE SPELEOLOGICA CIVITÀ ARTIFICIALI MILANO | | NOTE: |
| COMITATO: ASSOCIAZIONE S.C.A.M. | DESEMINAZIONE: CISTERNA DEI MILANESI | |
| PROVINCIA: ASSOCIAZIONE S.C.A.M. | CAPITÀ: CA.08 | N° CANTO CIVITÀ ARTIFICIALE CA.01008 LA.VT. |
| RESPONSABILE: GIANLUCA PADOVAN | SCALA: 1:20 | |
| DISEGNATORE: GIANLUCA PADOVAN | AZZIOPINAMENTO | |

Tavola n° 13. Cisterna dei Milanesi, presso la Civita di Tarquinia (VT).



visibile nelle sezioni GG' e FF'. Forma e dimensioni rimangono inalterate fino a 8 m, per scampanare leggermente fino a 10 m. A questo punto si allarga decisamente a formare una camera, assumendo sezioni orizzontali prima ellittiche e successivamente quasi circolari, misurando a livello dell'acqua 4.7x4.65 m. *Pedarole*: in corrispondenza dell'accesso attualmente obliterato ne scende un ordine per tutta la lunghezza della canna, ricavato anche nel rivestimento della stessa; sono scavate accuratamente e poste a intervalli abbastanza regolari di 50 cm.

Condutture: si nota la bocchetta rettangolare di una probabile canalina al centro del lato ovest, di poco sotto la vera.

Osservazioni: al di sotto dell'accesso l'opera è incamiciata fino a 2.75 m di profondità con pietre squadrate in corsi regolari; lungo il lato nord, posti tra l'ultimo corso e la roccia, si notano due mattoni accostati di testa. La parete della camera è nella sua parte superiore, seppure con andamento irregolare tendente a scendere, in roccia a vista. Al di sotto della roccia l'ambiente è rivestito con grandi conci di pietra locale ben squadrate e messi in opera con precisione. Lungo l'irregolare bordo di contatto tra la roccia e i conci si sovrappongono a questi dei blocchetti quadrangolari di pietre bianche, nere e rossicce, creando un interessante effetto policromo. A loro volta i conci poggiano su corsi abbastanza regolari composti da pietre sbazzate di spessore modesto, anche sotto il livello dell'acqua fino all'interro. Anelli ora chiari ora scuri marcano nella parete della camera i livelli raggiunti dall'acqua nel corso del tempo. Dalla camera si inoltra nella roccia un cunicolo. Nel marzo del 1991 è stata effettuata la ricognizione subacquea che ha confermato l'esistenza di un ampio cono detritico, precedentemente supposto tramite lo scandaglio con pertica graduata. E' costituito da circa 30 cm di limo sotto cui vi sono legni, rami d'albero, blocchi di roccia e frammenti di laterizi. L'acqua è stagnante e non si nota alcun apprezzabile ricambio.

Note: occorre eseguire la datazione dei mattoni.

Bibliografia: Gianluca Padovan, *Speleologia e Cavità Artificiali*, in *Acque interne: uso e gestione di una risorsa* a cura di Mariavittoria Antico Gallina, C.S.B.A., Milano 1996, p. 46.

Gianluca Padovan, *Opere ipogee del territorio Tarquiniese: indagini per la comprensione di un patrimonio da valorizzare*, Specus News, n° 3, Cagliari 1999, pp. 10-13.

Denominazione: Cunicolo del Pozzo S.C.A.M.
Numero catastale: CA 01013/01 LA VT
Ubicazione: Pian della Regina

Cartografia: I.G.M. 142-1-NO; C.T.R. 354100
TARQUINIA NORD; Modus
1:2000 10/1983

Quota: 149.8 m s.l.m.

Posizione: /

Unità geologica: Calcare di Tarquinia; Pliocene Inferiore e Medio

Svolgimento lavori: 1989, 1991, 1993

Operazioni condotte: esplorazione, rilievo planimetrico, servizio fotografico

Stato di conservazione: buono

Contesto: mancante

Interventi: consolidamento dell'accesso del cunicolo e svuotamento dello stesso.

Avvertenze: in caso di lavori prolungati assicurarsi che l'aria sia sempre respirabile

Collocazione: l'opera è accessibile dalla cavità CA 01013 LA VT, lungo il lato ovest della parete della camera.

Destinazione: dovrebbe trattarsi di un cunicolo di percorrenza, per attingere l'acqua direttamente da un ambiente connesso, senza dover risalire in superficie. Non è esclusa l'ulteriore funzione di raccogliere l'acqua percolante dalla lente d'argilla.

Forma delle sezioni: è ogivale. L'accesso misura 0.47x1.71 m.

Accesso: è parzialmente rivestito con pietre squadrate di natura e proporzioni differenti.

Sviluppo: è percorribile per 7.2 m, ma il suo sviluppo è almeno di 15 m.

Descrizione: è scavato in un calcare abbastanza compatto e lungo le pareti si notano i solchi degli attrezzi i quali indicano che il senso dello scavo procede dalla camera verso l'esterno. E' rettilineo in direzione ovest per 7.2 m, piegando a sud con un angolo retto.

Osservazioni: il cunicolo è reso impraticabile dall'argilla filtrata da una frattura orizzontale della roccia che si apre lungo tutta la parete sud a mezza altezza; verso l'attuale fondo la frattura sale progressivamente, fino a trovarsi in corrispondenza col cervello di volta: lo si riesce a scorgere ancora per pochi metri, lasciando poi intendere che curvi nuovamente verso ovest.

Note: solo con una totale disostruzione se ne potrà stabilire con certezza la funzione e la sua connessione con altre strutture.

Bibliografia: Gianluca Padovan, *Speleologia e Cavità Artificiali*, in *Acque interne: uso e gestione di una risorsa* a cura di Mariavittoria Antico Gallina, C.S.B.A., Milano 1996, p. 46.



Gianluca Padovan, *Opere ipogee del territorio Tarquiniese: indagini per la comprensione di un patrimonio da valorizzare*, Specus News, n° 3, Cagliari 1999, pp. 13-15.

Il rilievo planimetrico

Non voglio entrare nel merito della strumentazione da utilizzare per l'effettuazione del rilievo, tantomeno sull'opportunità di restituirlo o meno manualmente: a seconda dei fattori contingenti si adatterà il sistema consono. Intendo invece ricordare che sarà bene seguire appositi manuali per una corretta restituzione grafica. La tavola dovrà riportare un cartiglio con le indicazioni di base. Come esempio indichiamo il cartiglio alla tavola n° 13.

Proprietario del lavoro: in questo caso Associazione S.C.A.M.

Committente: ovvero chi lo ha commissionato o inteso fare.

Rilevamento: nome di chi ha materialmente preso le misure.

Responsabile: nome del responsabile del lavoro.

Denominazione: nome assegnato alla cavità (cavità: sigla, qualora per necessità contingenti se ne debba fare ricorso).

Data: data o date delle operazioni di rilevamento.

Scala: generalmente 1:50, possono essere utilizzate anche scale inferiori, come 1:20.

Aggiornamento: data o date di eventuali aggiornamenti, magari a seguito di disostruzioni.

Numero di Catasto: in questo caso CA 01008 LA VT.

Legenda: qualora nel rilievo appaiano dei simboli o dei tratteggi particolari, occorrerà fornirne l'indicazione.

Si riporteranno inoltre l'orientamento e la scala metrica. E' bene che i caratteri utilizzati siano evidenti, anche a costo di risultare leggermente 'sproporzionati': in caso di riduzioni i caratteri piccoli divengono illeggibili.

Note al rilievo

Trattandosi in vari casi di opere interne ai centri urbani, occorrerà eseguire rilievi planimetrici accurati, quotandoli e posizionandoli in modo da poterli correlare agli impianti soprastanti. Ad esempio, il rilievo della Cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe (CA 00003 LO BG) a Bergamo, è stato restituito su CAD (vedere il lavoro di Amedeo Gambini e Gianluca Padovan, presente negli Atti) in quanto interessava capire la sua collocazione al di sotto del tessuto urbano. Quest'ultimo era già stato riportato dall'Ufficio Tecnico del Comune di Bergamo su medesimo programma grafico, consentendo quindi la 'sovrap-

posizione' (75).

Per quanto riguarda la scala da utilizzare, posso dire che generalmente la 1:50 è ottimale. Anche qualora gli ambienti risultino vasti. Consideriamo ora il rilievo della Cisterna dei Passeri, in scala 1:50 (tavola n° 14), e confrontiamolo con quello della Cisterna dei Milanesi, in scala 1:20, anch'essa situata presso la Civita di Tarquinia e di cui abbiamo già presentato la scheda descrittiva e il rilievo (tavola n° 13).

La restituzione grafica della CA 01012 lascia comprendere la non regolarità dell'opera. Quella della CA 01008 mostra invece chiaramente la non perfezione dello scavo verticale. E questo risalta grazie alla scala adottata. Ma è necessario aggiungere alcune considerazioni, motivando la scelta della scala. Il rilevamento del secondo manufatto è stato più accurato, sono state prese più misure ed ha richiesto, proporzionalmente, più tempo. Tale lavoro è stato reso possibile (come riportato nella scheda alla voce "Osservazioni") in quanto l'incamiciatura è stata preventivamente contenuta, permettendo agli speleologi un lavoro in tutta sicurezza. Purtroppo la comune caratteristica di opere analoghe, presenti sui pianori della Civita di Tarquinia, è l'instabilità dei rivestimenti, soprattutto nella parte dell'imboccatura. L'acqua putrescente della prima opera rimandava inoltre un odore assai sgradevole, che certo non ha 'facilitato' i lavori, sconsigliando di conseguenza le operazioni speleosubacquee.

L'interpretazione

Tornando alla funzione assoluta da un manufatto, possiamo dire che non sempre è di facile determinazione. E se possiamo plausibilmente dedurlo da oggettive considerazioni, può capitare che la comprensione di alcune sue parti rimanga oscuro. Almeno ad un primo esame.

Consideriamo un altro manufatto rinvenuto presso la Civita di Tarquinia: il Pozzo delle Radici (tavola n° 15). In questo caso non esistono fonti storiche. Analogamente alla Cisterna dei Milanesi prima del suo svuotamento, presenta il fondo interrato. Si tratta di un manufatto identico, oppure andrà ad allargarsi in una camera come il Pozzo dei Passeri? Ma quest'ultimo, se vi fossero stati scaricati all'interno anche solo un paio di metri cubi di detriti in più, si sarebbe presentato ai nostri occhi come una semplice canna cilindrica. Dal momento che non è stato possibile esaminarlo nella sua totalità, non siamo poi in grado di affermare se in origine non si sia trattato del pozzo di servizio a un impianto sotterraneo di percorrenza, successivamente modificato in cisterna, per lo stoccaggio di

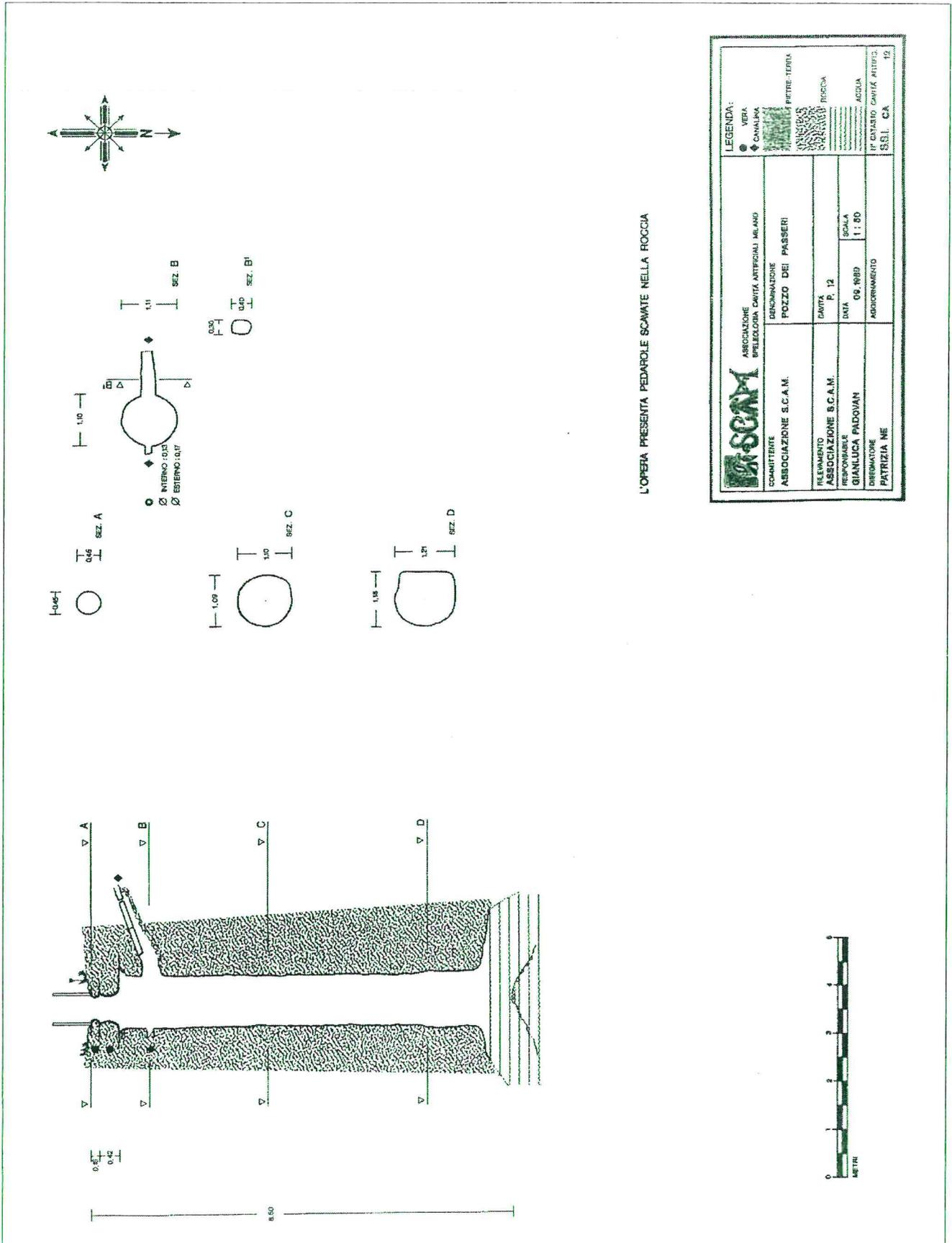
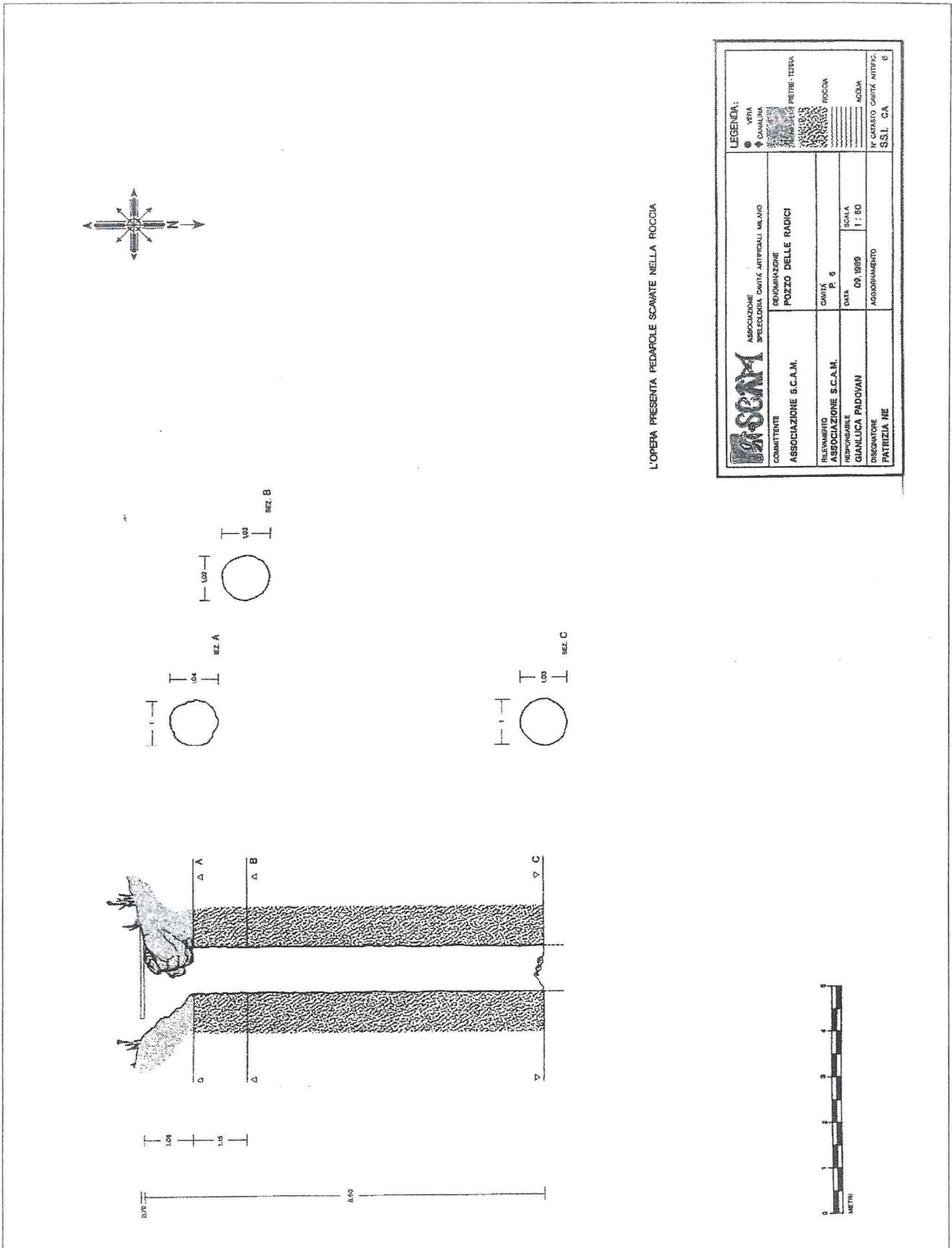


Tavola n° 14. Pozzo dei Passeri, presso la Civita di Tarquinia (VT).



L'OPERA PRESENTA PEDAPOLE SCAMATE NELLA ROCCIA

| | | |
|--------------------------------------|--|---|
| | ASSOCIAZIONE SPELEOLOGIA CIVITA' ARTIFICIALI MILANO | LEGENDA: ● VERA ○ CANALINA ■ PIEDAPOLE ■ PIEDRE-TERRA |
| | DENOMINAZIONE POZZO DELLE RADICI | IN CANTATO CIVITA' ARTIFICIALI SSI. CA. 6 |
| COMMITTENTE ASSOCIAZIONE S.C.A.M. | RILEVAMENTO ASSOCIAZIONE S.C.A.M. | CANTO P. 6 |
| RESPONSABILE GIANLUCA PADOVANI | DATA 09/1989 | SCALA 1:50 |
| DISegNATORE PATRIZIA NE | AGGIORNAMENTO | ROCCIA ROCCIA |

Tavola n° 15. Pozzo delle Radici, presso la Civita di Tarquinia (VT).



acqua meteorica o di acquedotto. Se quest'ultima affermazione è azzardata, ciò non toglie che una tale eventualità non la si possa scartare a priori. Ovvero senza prima aver svuotato e ripulito l'ambiente sotterraneo.

Per concludere, voglio riallacciarmi all'affermazione precedentemente espressa: <<Non sempre siamo in grado di stabilire l'intenzione. Ovvero che cosa si sia voluto realizzare con lo scavo>>.

La Bibliografia

Uno degli aspetti connotanti di uno studio di un'opera ipogea è quello dei confronti con manufatti analoghi. Questo servirà non tanto a perseguire insane 'manie di confronti' proprie di taluni ricercatori, bensì a comprendere determinate opere sulle quali si possono nutrire perplessità o disporre solo di dati parziali. Poter fruire di una bibliografia sulle cavità artificiali risulterebbe quindi di una certa utilità. Ma da una consueta 'schedatura bibliografica' non sempre si riesce a desumere se un'opera contiene o meno quello che al momento interessa.

Oltre ai dati consueti si potrebbero riportare indicazioni riguardo le materie trattate (geologia, speleologia, ingegneria, architettura, storia, archeologia, etc.) e altre informazioni analogamente alla schedatura adottata dall'Union Internationale de Speleologie (U.I.S.). Nel 1994 si è presentata la <<Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Primo Contributo>> strutturata traendo spunto da quella dell'U.I.S. La ripropongo (tavola n° 16).

La scheda bibliografica: norme per la compilazione

Nella scheda bibliografica si possono riportare i titoli di ogni genere di articolo, libro o filmato che tratti o che semplicemente citi le Cavità Artificiali.

Verranno indicati sia studi specifici, che articoli divulgativi sull'argomento, o altro che semplicemente menzioni le cavità artificiali. Per quanti intendessero costituirsi un proprio schedario, proponiamo la scheda da noi utilizzata e le note per la compilazione.

NORME PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA BIBLIOGRAFICA

AUTORE: prima il cognome, poi il nome.
ANNO: anno di pubblicazione.
TITOLO: titolo del libro o dell'articolo.
RIVISTA: nome della rivista o del quotidiano; se si tratta invece di un libro barrare a lato.
EDITORE: nome dell'Editore o della Casa Editrice; per riviste di settore,

come ad esempio *Speleologia*, indicare anche solamente: Società Speleologica Italiana.

LUOGO DI EDIZIONE: per ogni opera, articolo di rivista o di quotidiano, segnare il luogo dove è stato edito.

VOLUME: se l'opera è composta da più volumi segnare quello/i in oggetto, altrimenti scrivere 'unico'; se si tratta di una rivista riportare il numero e il mese; se si tratta di un quotidiano riportare il giorno e il mese.

PAGINA/E: segnare da quante pagine è composta la pubblicazione se per intero tratta di cavità artificiali; altrimenti segnare da che pagina a che pagina l'argomento viene trattato.

SUNTO: breve riassunto dell'argomento, o degli argomenti, trattati.

TIPOLOGIA PRINCIPALE: segnare la sola tipologia principale (consultare l'elenco, riportato anche precedentemente al capitolo "Le tipologie delle Cavità Artificiali").

TIPOLOGIA SECONDARIA: qualora il testo tratti più tipologie, segnare quelle secondarie (consultare l'elenco).

MATERIE TRATTATE: segnare tutte le materie trattate nel testo (consultare l'elenco).

REGIONE: dopo aver consultato l'elenco segnare il numero che corrisponde alla Regione nella quale l'ipogeo, o gli ipogei, sono ubicati. Se il testo tratta una o più tipologie di cavità artificiali situate in diverse Regioni, siglare la casella n° 23.

OPERA REPERIBILE PRESSO: scrivere "il Compilatore" se chi compila la scheda è in possesso del testo. In caso contrario, scrivere presso chi è reperibile (nome, indirizzo, n° telefonico, fax, e-mail).

TITOLO DELL'OPERA TRATTO DA BIBLIOGRAFIA: se gli estremi del testo sono stati tratti dalla bibliografia di un libro o di un articolo, per quanto possano non essere esaurienti ai fini della compilazione della Scheda Bibliografica, riportarli comunque e barrare la casella.



NOME E INDIRIZZO DEL COMPILATORE:

scrivere cognome, nome, indirizzo completo di c.a.p., numero telefonico e numero di fax. Chi compila più schede, riporti solo sulla prima i dati richiesti, sulle altre solo cognome e nome.

NOTE

Nel corso del tempo un'opera può essere stata utilizzata o riutilizzata per fini diversi da quello iniziale. Ad esempio: una cava è diventata una polveriera, poi osario e, in ultimo, luogo di culto a seguito dell'edificazione di una cappella. Ai fini della compilazione della scheda bibliografica, segnare come tipologia principale quella che più in dettaglio viene trattata nel libro o nell'articolo in oggetto, mentre le altre come tipologie secondarie.

Rientrano nell'argomento Cavità Artificiali anche le opere un tempo non sotterranee, ma attualmente situate sotto il piano di calpestio (corsi d'acqua successivamente voltati, casamatte, etc.).

Le pubblicazioni contenenti più lavori o articoli, come ad esempio gli Atti di un Convegno, andranno catalogati come segue: la pubblicazione "Gli Etruschi maestri d'idraulica" è una raccolta di ventidue lavori. Pertanto una scheda conterrà gli estremi del libro in oggetto, mentre altre diciotto schede, relative ad altrettanti lavori, conterranno i loro estremi perchè trattano -direttamente o indirettamente- le opere ipogee. I quattro lavori restanti non vengono riportati in quanto il compilatore non li ritiene pertinenti alla Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Concludendo, vengono così compilate diciannove Schede Bibliografiche per un solo libro.

ELENCHI

TIPOLOGIE:

1) ESTRAZIONE; 2) TRASPORTO DELLE ACQUE; 3) PRESA, CONSERVA; 4) SMALTIMENTO; 5) CULTO; 6) INUMAZIONE; 7) OPERE CIVILI; 8) OPERE MILITARI; 9) OPERE VARIE (in quest'ultima tipologia vanno inseriti gli ipogei di cui s'ignora la funzione, o pubblicazioni a carattere generale, oppure trattati come ad esempio il De Re Metallica di Agricola).

MATERIE TRATTATE:

A) GEOLOGIA E SPELEOLOGIA

-Morfologia (studio delle forme del suolo, nella loro genesi ed evoluzione).

-Idrologia e Idrogeologia (studio delle acque dal punto di vista chimico e fisico, sia superficiali che sotterranee. Penetrazione delle acque in profondità e loro circolazione sotterranea).

-Geologia applicata (rapporti tra la realtà geologica e le attività pratiche dell'uomo che con essa interferiscono).

-Pedologia (studio del suolo e più precisamente del terreno agrario).

-Climatologia e Climatologia sotterranea (studio delle relazioni reciproche dei fenomeni meteorologici, le loro modificazioni in rapporto alle condizioni geografiche della superficie terrestre e i loro riflessi sui fenomeni fisici e biologici).

-Depositi e riempimenti sotterranei (chimica e mineralogia, morfologia del concrezionamento).

-Cronologia dei riempimenti sotterranei (stratigrafia, palinologia e datazione).

-Varie.

B) SPELEOLOGIA APPLICATA

-Igiene (acque potabili, inquinamento delle acque, depurazione, inquinamento ambientale).

-Diritto, Protezione (legislazione, conservazione, vandalismo, regolamentazione degli accessi).

-Turismo, Geosistema (biogeografia, pianificazione, agricoltura, demografia, parchi, cavità artificiali turistiche).

-Speleoterapia (terapie in ambienti artificiali sotterranei).

-Varie (filatelia, cartoline postali, distintivi, etc.).

C) SPELEOLOGIA TECNICA

-Tecniche e materiali d'esplorazione (equipaggiamento personale, tecniche di progressione, speleosubacquea, esplosivi, logistica).

-Prospezioni (metodi geofisici, chimici, matematici, etc.; fotogrammetria, colorazione delle acque con traccianti).

-Incidenti e soccorso (tecniche e materiali, analisi degli incidenti, esercizi di soccorso).

-Medicina (fisiologia, psicologia, sociologia, addestramento, didattica).

-Istruzione (scuole di speleologia, addestramento, didattica).

-Attività (congressi provinciali, regionali, nazionali, internazionali, mostre ed esposizioni, attività di singoli e di gruppi).

-Varie.

D) SPELEOLOGIA DOCUMENTARIA

-Topografia e catasto (metodi e materiali per topografie sotterranee e geomorfologiche).



Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano
Associazione Mediterranea

Bibliografia Cavità Artificiali Italiane ed Estere

AUTORE _____ ANNO _____

TITOLO _____

RIVISTA _____

EDITORE _____ LUOGO EDIZIONE _____

VOLUME _____ PAGINA/E _____

SUNTO _____

| TIPOLOGIA PRINCIPALE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------------------|------------|-----------------|----------------|-------------|-------|------------|--------------|----------------|-------|
| | Estrazione | Trasporto acque | Presi Conserva | Smaltimento | Culto | Inumazione | Opere civili | Opere militari | Varie |
| | | | | | | | | | |

| TIPOLOGIA SECONDARIA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |

| MATERIE TRATTATE | A | B | C | D | E | F | G | H | I | L | M |
|------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|--------|-------------------|-------|
| | Geologia Speleologia | Speleologia applicata | Speleologia Tecnica | Speleologia Docum. | Fotografia Filmati | Bio-speleologia | Antropologia Archeologia | Ingegneria Architettura | Storia | Tutela patrimonio | Varie |
| | | | | | | | | | | | |

| REGIONE - STATO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----------------|---------------|----------|---------|-----------|---------------------|--------|-----------------------|----------------|---------|--------|--------|
| | Valle d'Aosta | Piemonte | Liguria | Lombardia | Trentino Alto Adige | Veneto | Friuli Venezia Giulia | Emilia Romagna | Toscana | Marche | Umbria |
| | | | | | | | | | | | |

| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|--|---------|--------|-------|----------|----------|------------|--------|----------|---------|-------------|--------------------|--------------------------|----------------|
| | Abruzzo | Molise | Lazio | Sardegna | Campania | Basilicata | Puglia | Calabria | Sicilia | Più Regioni | Città del Vaticano | Repubblica di San Marino | Nazione Estera |
| | | | | | | | | | | | | | |

OPERA REPERIBILE PRESSO _____

TITOLO TRATTO DA BIBLIOGRAFIA _____ SI NO

NOME E INDIRIZZO DEL COMPILATORE _____

Tavola n° 16. Scheda Bibliografica.



- Toponimi e Terminologie.
- Bibliografia (documentazione bibliografica, indici, biblioteche, pubblicazioni speleologiche e/o inerenti le cavità artificiali).
- Varie.

E) FOTOGRAFIA E FILMATI

- Metodi e materiali fotografici (stampe in b/n e a colori, diapositive, attrezzatura e tecnica).
- Metodi e materiali filmici (su supporto magnetico e su pellicola, attrezzatura, tecnica).
- Computer grafica (utilizzo, tecnica, programmi).
- Varie.

F) BIOSPELEOLOGIA

- Crostacei.
- Esapodi.
- Aracnidi, Miriapodi, etc.
- Molluschi e altri invertebrati.
- Vertebrati.
- Microbiologia.
- Flora ipogea, Funghi, Alghe.
- Biospeleologia generale.

G) ANTROPOSPELEOLOGIA, ARCHEOLOGIA

- Storia della Speleologia in Cavità Artificiali.
- Antropologia (folclore, religioni, tradizioni, etc.).
- Archeologia Protostorica.
- Archeologia Classica.
- Archeologia Cristiana.
- Archeologia Medievale.
- Archeologia Industriale.
- Varie (studi e applicazioni sull'argomento "cavità artificiali").

H) INGEGNERIA, ARCHITETTURA

- Ingegneria (civile e militare).
- Architettura (civile e militare).
- Ingegneria mineraria.
- Mine (teoria e pratica dell'utilizzo delle mine per scopi civili e militari).
- Tattica militare (guerra sotterranea, demolizioni, attacco dei sistemi, impiego delle mine, storia e cronache).
- Varie.

I) STORIA

- Storia della cavità artificiale (in oggetto o in generale).
- Storia del sito e/o dell'ambiente (sito e/o ambiente nel quale la cavità artificiale è collocata: se strettamente connessa, oppure se necessaria per l'inserimento della c.a. stessa in un quadro storico-politico-sociale).

- Varie.

L) TUTELA DEL PATRIMONIO

- Ecologia.
- Conservazione.
- Restauro.
- Riutilizzo.
- Varie.

M) VARIE

- Tutto ciò che interessa o coinvolge le cavità artificiali, non rientrando nei precedenti argomenti.

LE REGIONI (compresi i due Stati facenti parte del territorio italiano)

- 1) Val d'Aosta; 2) Piemonte; 3) Liguria; 4) Lombardia;
- 5) Trentino Alto Adige; 6) Veneto; 7) Friuli Venezia Giulia;
- 8) Emilia Romagna; 9) Toscana; 10) Marche;
- 11) Umbria; 12) Abruzzo; 13) Molise; 14) Lazio; 15) Sardegna;
- 16) Campania; 17) Basilicata; 18) Puglia;
- 19) Calabria; 20) Sicilia; 21) Più regioni; 22) Città del Vaticano;
- 23) Repubblica di San Marino; 24) Nazione estera.

L'informazione

In Italia la prima rivista riguardante esclusivamente le Cavità Artificiali è Specus News, uscita nel 1997. L'ideatore e Direttore è lo speleologo cagliaritano Antonello Floris, autore di varie pubblicazioni speleologiche, tra cui il libro "Cagliari Sotterranea". E' uno dei punti di riferimento della Speleologia in Cavità artificiali in Italia. Specus News desidera non solo raccogliere le testimonianze di tante opere sotterranee, importanti per la ricostruzione di un aspetto generalmente ignorato dell'evoluzione della storia dell'uomo, ma incentivarne la ricerca, la catalogazione e gli studi soprattutto dal punto di vista storico e archeologico. Specus News si riceve solo su abbonamento. Dati: Specus News; Autorizzazione del Tribunale di Cagliari; Proprietario e Responsabile Antonello Floris; Versamento £ 15.000 (2 numeri) su vaglia postale intestato a: Floris Antonello, via Capo Sandalo 8, 09042 Monserrato (CA).

Indirizzo di posta elettronica: specus.news@tiscalinet.it
"Speleologia" è la voce ufficiale della Società Speleologica Italiana. Rivista semestrale, pubblica lavori di speleologia svolti sia in Italia che all'estero. Contiene inoltre articoli dedicati alla didattica, alla prevenzione, al folklore, recensioni, etc. Generalmente, in ogni numero vi è un articolo riguardante le cavità artificiali. Dati: Speleologia; Autorizzazione del Tribunale di Perugia; Direttore Responsabile Marco Bani; viene



inviata a tutti i soci della Società Speleologica Italiana (Via Zamboni 67, 40127 Bologna). Oppure contattare Marco Bani, CEN "Bocca Serriola" 06012 Città di Castello (PG).

Indirizzo di posta elettronica:
banimarc@krenet.it

Di recente pubblicazione vi è la rivista *Opera Ipogea*, della Società Speleologica Italiana, che tratta le cavità artificiali. Per riceverla, occorrerà contattare la stessa S.S.I.

Numerosi Gruppi o Associazioni speleologiche italiane pubblicano un loro bollettino, o una rivista. Sempre più spesso vi compaiono articoli riguardanti ricerche e studi sulle cavità artificiali. Sono la preziosa testimonianza di opere sovente sconosciute, che solo così 'tornano alla memoria', andando a costituire un valido contributo allo studio e alla riscoperta del nostro passato. Anni fa Castellani ci esortò a non perdere la memoria di queste informazioni, riunendole in una bibliografia. Un primo contributo è stato quindi presentato al XVII Congresso Nazionale di Speleologia, tenutosi a Castelnuovo Garfagnana (LU) nel 1994 e pubblicato negli Atti (1997). I 1.300 titoli che compongono la "Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Primo contributo" sono disponibili anche su dischetto, che si può richiedere ad Antonello Floris, direttamente all'indirizzo della rivista *Specus News*, oppure riprenderli dal sito Internet della S.S.I., come precedentemente indicato. Chi fosse interessato a contribuire all'aggiornamento di tale Bibliografia, potrà mettersi in contatto con Antonello Floris.

Note

1. Nella tecnica mineraria la ripiena (materiale di ripiena) è costituita dagli scarti con cui si riempiono i vuoti prodotti nella miniera per l'estrazione del materiale utile.
2. SAMORE' 1979.
3. DIZIONARIO E. I. 1970, voce muffa: <<Nome comune di alcuni funghi che formano un micelio abbondante e non molto compatto alla superficie di organi vegetali o animali e delle più svariate sostanze organiche in decomposizione, su cui vivono da saprofiti, o, più di rado, da parassiti: per lo più di colore bianchiccio o verdognolo, etc.>>.
4. BREGANI 1999: <<Il micete si trova nel terreno, specialmente in prossimità di zone arricchite dal guano di uccelli o pipistrelli. Alcune epidemie sono state segnalate dopo lavori di pulizia o di ristrutturazioni di pollai o dopo esplosioni in grotte ricche di guano di pipistrelli>>. Seppure l'istoplasmosi (infezione dovuta al fungo *Histoplasma capsulatum*) sia stata segnalata in pochi casi in Italia, suggerirei le medesime precauzioni prescritte da Bregani, anche nel caso di frequentazione di cavità artificiali che potrebbero essere 'a rischio'. In particolare, posso indicare quali possibili le cave e le miniere riutilizzate come fungaie e attualmente abbandonate, con presenza di colonie di uccelli nelle

parti liminali o di pipistrelli in quelle interne. A questo proposito sarebbero auspicabili studi specifici su tali ambienti.

5. Per quanto ogni ordigno inesplosivo sia pericoloso, credo che il pericolo maggiore sia costituito dalle bombe a gas: un involucro corrosivo può rilasciare il gas anche senza deflagrare. Pertanto: mai e in alcun caso toccare i residui bellici! Segnalare la presenza ai Carabinieri.

6. ATZENI 1985. MORAVETTI, TOZZI 1995, p. 19. LO SCHIAVO 1996. Un altro interessante esempio è dato dalla necropoli rupestre di Pantalica, nella Valle dell'Anapo in Sicilia.

7. LILLIU 1984. DI LERNIA, GALIBERTI 1993.

8. LAUREANO 1993, pp. 44-45, pp. 59-62.

9. CIMA 1991. BROMEHEAD 1993, pp. 7-8. GARA 1994. DOMERGUE 1993.

10. DOMERGUE 1993, p. 344.

11. FORBES 1993, p. 674. La tesi dell'origine mineraria è stata formulata per la prima volta proprio da Forbes (1954, cap. 19, pp. 663-666).

12. ROSSI-OSMIDA 1974: <<Dalla storia dell'architettura, la caverna è vista come elemento propulsore negli sforzi condotti dall'uomo alla ricerca di una strutturalità, se non il primo punto di partenza>>.

13. DROWER 1993. In particolare, a p. 529: <<L'irrigazione, ossia la somministrazione artificiale di acqua ai seminati là dove le piogge sono insufficienti, è inseparabile dal prosciugamento, ossia la rimozione dell'acqua superflua dal terreno>>.

FORBES 1993, p. 689: <<Il risparmio dell'acqua fu il principio ispiratore della tecnica classica della coltivazione>>.

CASORIA 1988: <<Le potenzialità territoriali però, per diventare realtà produttiva necessitano di una adeguata organizzazione del gruppo umano>>. Vedere anche: DEL PELO PARDI 1968.

14. KANT 1977, p. 40; inoltre: <<Infatti potrebbe esser benissimo che la nostra stessa conoscenza empirica fosse un composto di ciò che noi riceviamo dalle impressioni e di ciò che la nostra propria facoltà di conoscere vi si aggiunge da sé>>; e, a pag. 41: <<Così di uno che ha scavato le fondamenta della sua casa, si dice che avrebbe potuto sapere a priori che questa sarebbe caduta: cioè egli non avrebbe dovuto aspettare l'esperienza che crollasse di fatto. Se non che, egli non avrebbe potuto saperlo interamente a priori; perché, che i corpi siano pesanti, e quindi cadano se si sottrae loro il sostegno, doveva pure essergli noto già per esperienza>>.

15. FORBES 1993, p. 674. Si può comunque ricordare che le popolazioni celtiche, pur applicando le tecniche di coltivazione e impiegando i cunicoli di mina, sembrerebbe che non realizzassero acquedotti sotterranei. Vedere inoltre utilmente CESARE VII, 22.

16. UBERTINI 1991. CLARKE 1998: <<L'insieme culturale è il prodotto di un gruppo sociale di una certa complessità e dimensione>>.

Vedere inoltre, per il rapporto culturale e religioso degli Etruschi con le acque: TORELLI 1991.

17. PALLOTTINO 1984.

18. GENTILE, BROWN, SPADONI. 1990: <<Esattamente come gli aruspici, che nelle viscere leggevano la realtà e il suo evolversi, nelle viscere di Milano è possibile cogliere le tappe più significative del suo sviluppo>>.



19. PADOVAN 1992 e PADOVAN 1996. Le operazioni di ricerca e di documentazione sono state condotte dall'Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano (S.C.A.M.) tra il 1988 e il 1993.
20. LAUREANO 1993, p. 173.
21. ASSOCIAZIONE SUBACQUEA 1981: <<... Dagli Statuti, dalle Riformanze medievali del Comune di Perugia e da altri documenti d'archivio, risulta infatti che nel corso dei secoli essi sono stati spesso oggetto di specifici provvedimenti legislativi e che sono stati in più di un'occasione assunti come punti di riferimento per indicare il tracciato delle strade, o come indicazione di confine tra diverse giurisdizioni...>>.
22. SPELEO CLUB 1981.
23. BOVINI 1952.
24. PACE 1986.
25. LUCIANI 1984, p. 9.
26. ROMBAI, TOGNARINI 1986. SARAGOSA 1995. Le indagini nelle grotte sotterranee sono tuttora in corso ad opera dell'Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano e del Gruppo Speleologico Archeologico Livornese su incarico della Soprintendenza ai Beni Ambientali e Architettonici per le Province di Siena e Grosseto. CASINI, PADOVAN, SARAGOSA (in corso di stampa).
27. BASSI, BERTO, PERLETTI 1996.
28. BAKER 1977.
29. SUSINI 1995. A questa evidenza non è disgiunta la sacralità di determinate acque, peculiare nel mondo antico, ma tutt'oggi persistente. TORELLI 1991. TOLLE-KASTENBEIN 1990, p. 24: <<Tra tutte le acque dolci e potabili, gli antichi ritenevano che l'acqua sorgiva fosse la migliore>>.
- Una descrizione delle acque e di come individuare le fonti sotterranee ci viene da VITRUVIO (Libro VIII, I), il quale suggerisce inoltre come stabilirne la bontà (Libro VIII, I e V).
- Sovente pozzi e sorgenti d'epoca nuragica sono da ritenere connessi agli abitati; inoltre alcune strutture potevano rivestire carattere sacro, come, secondo Contu, ipotizzabile dall'aspetto architettonico. CONTU. 1974. Oppure (contributo identico): CONTU 1985.
30. PADOVAN 1997. Costruito agli inizi del XVII secolo dagli Spagnoli, nonostante fosse il più grande e meglio articolato nel suo genere, il Forte di Fuentes soffrì sempre la penuria di acqua potabile. I miasmi delle circostanti paludi e un sistema di stoccaggio delle acque piovane presumibilmente inadeguato, costringeva la guarnigione ad un approvvigionamento supplementare, tramite botti, dal vicino paese di Colico (Lecco). Vedere utilmente anche: GIUSANI 1903.
31. TUCIDIDE II 47,1-54,5. <<Improvvisamente piombò su Atene e in primo luogo contagiò la gente del Pireo, così che fu detto che i Peloponnesi avevano gettato veleni nelle cisterne d'acqua piovana, dal momento che in quella località non esistevano ancora fontane>>.
32. VEGEZIO IV, 10.
33. L'incile dell'acquedotto romano di Bologna cattura le acque del torrente Setta, conducendole con un percorso in cavo cieco di circa venti chilometri fin sotto la città. AA. VV. 1985, vol. I e II. Per le opere idrauliche vedere utilmente RIERA 1994.
34. PETRUCCIOLI 1985, pp. 108, 112, 133. Vedere anche: LAUREANO 1995 e CASTELLANI 1997.
35. Parlando della guerra di Antioco contro Arsace (210 a.C.), Polibio dice che nel deserto furono scavati molti pozzi e canali sotterranei, probabilmente all'epoca della dominazione persiana: <<Essendo il Tauro ricco di molte e copiose acque, gli abitanti si sottoposero a ogni spesa e sacrificio per costruire lunghi canali sotterranei, di modo che ai nostri giorni chi usa di queste acque non sa donde sgorgino e siano condotte. Arsace, quando vide che Antioco si accingeva alla marcia attraverso il deserto, ordinò di interrare e corrompere i pozzi>>. POLIBIO X, 28.
36. PICIOCCHI 1990.
37. SALVADORI 1993. BUSANA 1993. LUCIANI 1984a.
38. TODARO 1988, pp. 55-59.
39. PAIRAULT MASSA 1994.
40. COARELLI 1987.
41. LOMBARDI, POLCARI 1984. ADAM 1996, pp. 24-29.
42. GERBELLA 1948, pp. 80-94 e pp. 183-188. CHERUBINI, SGOBBA 1997.
43. CHERUBINI, GEMINARIO 1991.
44. TODARO 1988, p. 47.
45. TODARO 1988, p. 52.
46. CEOLA 1939.
47. LIVIO V, 19-22.
48. Nelle fortificazioni del passato la pusterla, o postierla, era una porta pedonale aperta nelle mura. Poteva essere collocata in un luogo nascosto o defilato, per consentire una via di comunicazione tra l'interno e l'esterno della cinta, utilizzabile anche in caso d'assedio per le sortite.
49. ANGELINI 1984 (prefazione alla traduzione di: VEGEZIO 1984). Vissuto tra il IV e il V secolo, Vegezio è rimasto fino al XIX un punto di riferimento per storiografi e tattici. La sua opera, considerata un manuale fondamentale per la formazione militare, aveva lo scopo di sollecitare un ripristino della struttura dell'esercito romano, ricordandone la capacità operativa che un tempo l'aveva reso esemplare per addestramento, razionalità organizzativa e prontezza tattica.
50. Ad esempio, nel corso della guerra in Indocina, i Vietnamiti erano usi scavare cunicoli per giungere all'interno dei campi trincerati francesi; nel famoso assedio di Dien Bien Phu questa tecnica venne ampiamente utilizzata. Anche in questo caso l'uomo, per attaccare un suo simile strategicamente attestato, si deve celare sotto terra per sfuggire agli apparati difensivi e batterlo col fattore sorpresa.
51. POLIBIO X, 31.
52. TUCIDIDE II, 76, 2. Analogamente a casi precedenti, non è rilevante ai fini di questa analisi se i fatti sono accaduti così come descritti dagli autori antichi, in quanto servono unicamente a testimoniare la conoscenza di determinati espedienti.
53. FRONTINO, III, VII, 2.
54. GILLOT 1805. CASSI RAMELLI 1964, pp. 383-384, 402-403, 406-407, 418 e seg. AMORETTI 1965. BORDIGNON, OTTINO, PADOVAN D., PADOVAN G. 1997.
55. La sua posizione strategica viene brevemente citata anche in: LIVIO XXV, 25.
56. MAUCERI 1939. MARCONI 1978. CASSI



RAMELLI 1964.

57. STRABONE V, 11.

58. DONATI 1995. NICOLETTI 1980.

Sono comunemente noti i sotterranei ad uso cultuale o sepolcrale recanti pitture, affreschi, basso e altorilievi.

59. Esempi di attrezzi impiegati per le coltivazioni si possono vedere in: AGRICOLA 1621. DELLA FRATTA 1678. BROMEHEAD 1993, pp. 9-17 e 36-37. ADAM 1996 pp. 25-41. SEBESTA 1987. ZANINI 1998. ROCKWELL 1993, pp.177-194.

60. BESSAC 1993, p. 175: <<Dans le domaine strictement technique, il existe aussi un sujet touchant directement aux traces qui concerne les effets de chaque outil, selon les caractéristiques propres aux diverses roches>>.

61. BESSAC 1993, p. 150. Vedere anche: ROCKWELL 1992. MANNONI, CASINI, PARENTI 1994.

62. CASTELLANI 1973. Vedere anche: FORTI 1992.

63. SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA 1978. COLLIGNON 1992.

64. DEL PELO PARDI 1943: la sua classificazione è la seguente: I - Cunicoli di bonifica nel tufo litoide. II - Cunicoli per la captazione d'acqua nel tufo granulare. III - Emissari o deviazioni di corsi d'acqua. IV - Deviazioni di acque sorgenti, acquedotti. V - Cisterne di acqua e annessi pozzi d'accesso. VI - Fognature. VII - Gallerie per scopi militari, passaggi. VIII - Luoghi di culto. IX - Ricoveri per animali, cantine. X - Cave di materiale. XI - Catacombe.

65. BURRI 1978. Le classi proposte da Burri sono: <<miniere, acquedotti e cisterne, catacombe e chiese, insediamenti rupestri, cavità a uso antropico generico>>.

66. CASTELLANI 1981.

67. PICIOCCHI 1983. PICIOCCHI 1987. Con il termine "Speleologia Urbana" si è voluto inizialmente indicare l'attività speleologica condotta in ambito urbano. Il termine, in disuso, è meglio sostituito con "Speleologia in Cavità Artificiali".

68. AA. VV. 1981. LANZA, PICIOCCHI 1984. Gli atti del Convegno di Todi non sono stati pubblicati.

69. LUCIANI 1984, p. 12. Il catalogo della mostra è stato suddiviso nel seguente ordine: 1- Geologia: cave, materiali. 2- Acqua: acquedotti, pozzi, stagni, cisterne. 3- Archeologia: preistoria, protostoria, domus, spettacoli, carceri, fori, criptoportici. 4- Fogne: cunicoli, gallerie. 5- Culto: cripte, basiliche, mitrei, chiese, titoli, favisse. 6- Sepulture: tombe, catacombe.

70. Il Corso si è tenuto a Fontecchio d'Abruzzo (AQ) il 16-18 ottobre 1987. Gli atti non sono stati pubblicati (i contributi dei relatori -tra cui figurano Castellani, Dragoni e Giorgetti- e di alcuni iscritti, sono eventualmente da richiedere a Ezio Burri, della Società Speleologica Italiana).

71. SIGNORELLI, DELL'OLIO 1990. I tre gruppi proposti sono così suddivisi: A) Opere idrauliche: opere di regimentazione e di bonifica, opere di captazione, opere di trasporto, cisterne, pozzi, opere di presa, fognature. B) Opere insediative: insediamenti stabili, ricoveri temporanei e rifugi, necropoli e luoghi di culto in generale, opere difensive. C) cave e miniere, gallerie o camminamenti militari, opifici in genere, magazzini e stalle, altro.

72. PADOVAN 1989. I lavori sono suddivisi in: Miniere, Cisterne e Pozzi, Acquedotti, Emissari sotterranei, Necropoli e Catacombe, Luoghi di culto, Sotterranei Militari, Sottosuolo

delle città.

73. FLORIS, PADOVAN 1997, p. 79 e seg.

74. FLORIS, PADOVAN 1997, pp. 79-174. La "Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Primo contributo", presentata al XVII Congresso Nazionale di Speleologia, suddivide le opere ipogee in otto tipologie principali. Questo ne facilita la classificazione, unitamente allo studio e alla comparazione. I 1.300 titoli che la compongono sono consultabili sul sito Internet "Speleologia Cavità Artificiali" della Società Speleologica Italiana. FLORIS, PADOVAN D., PADOVAN G. 1997, p. 87 e seg.

75. GAMBINI corso di stampa.

Bibliografia

AA. VV. 1981 =

AA. VV., *Il sottosuolo dei centri storici umbri. Esperienze speleologiche*, in *Atti del Convegno Nazionale*, Terni Provincia, Terni 1981.

AA. VV. 1985 =

AA. VV., *Acquedotto 2000. Bologna, l'acqua del Duemila ha duemila anni*, Regione Emilia-Romagna, vol. I e II, Bologna 1985.

ADAM 1996 =

J.-P. Adam, *L'arte di costruire presso i romani*, Milano 1996.

AGRICOLA 1621 =

G. Agricola, *De re metallica*, edizione del 1621, pp. 108-110.

AMORETTI 1965 =

G. Amoretti, *Le gallerie di contromina della 'Mezzaluna della Porta del Soccorso' della Cittadella di Torino*, in *Armi Antiche*, Bollettino dell'Accademia di S. Marignano, Torino 1965, pp. 57-102.

ASSOCIAZIONE SUBACQUEA 1981 =

Associazione Subacquea "Orsa Minore", *Pozzi e cisterne medievali della città di Perugia*, Quaderni Regione dell'Umbria, Regione Umbria 1981, pp. 11-12.

ATZENI 1985 =

E. Atzeni, *Aspetti e sviluppi culturali del neolitico e della prima età dei metalli in Sardegna*, in *Ichnussa*, 1985, pp. 33-41.

BAKER 1977 =

P. Barker, *Tecniche dello scavo archeologico*, Milano 1977, p. 44.

BASSI, BERTO, PERLETTI 1996 =

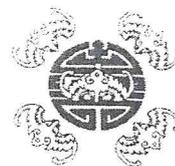
P. Bassi, R. Berto, F. Perletti, *Inquadramento geologico regionale del territorio di Milano*, in *La fortezza celata*, Vigevano 1996.

BESSAC 1998 =

J. C. Bessac, *Traces d'outils sur la pierre: problématique, méthodes d'études et interprétation*, in *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche*, Firenze 1998.

BORDIGNON, OTTINO, PADOVAN D, PADOVAN G 1997=

L. Bordignon, M. Ottino, D. Padovan, G. Padovan, *La fortez-*



za di Verrua Savoia, in *Atti del IV Convegno Nazionale sulle Cavità Artificiali*, Club Alpino Triestino, Trieste 1997, pp. 187-208.

BOVINI 1952 =

G. Bovini, *Rassegna degli studi sulle catacombe e sui cimiteri sub divo*, Città del Vaticano 1952, p. 7.

BREGANI 1999 =

R. Bregani, *Istoplasmosi*, Speleologia, Rivista della Società Speleologica Italiana, n° 40, Città di Castello 1999, pp. 96-100.

BROMEHEAD 1993 =

C.N. Bromehead, *Coltivazione delle miniere e delle cave*, in *La preistoria e gli antichi imperi*, Storia della tecnologia 1, tomo secondo, Torino 1993.

BURRI 1978 =

E. Burri, *Gli ipogei artificiali*, in *Manuale di Speleologia*, Società Speleologica Italiana, Milano 1978, p. 154.

BUSANA 1993 =

M. S. Busana, *Le strade in galleria*, in *Il sottosuolo nel mondo antico*, Progetto Quarta Dimensione, Treviso 1993, pp. 33-45.

CASINI, PADOVAN, SARAGOSA c.s. =

A. Casini, G. Padovan, C. Saragosa, *I cunicoli delle ferriere: speleologia e archeologia industriale a Follonica*, in *Atti del XVIII Congresso Nazionale di Speleologia*, Società Speleologica Italiana, c.s.

CASSI RAMELLI 1964 =

A. Cassi Ramelli, *Dalle caverne ai rifugi blindati*, Milano 1964.

CASORIA 1988 =

G. Casoria, *La flora e le risorse agricole*, in *Etruria Meridionale*, Atti del Convegno. 1985, Roma 1988, p. 45.

CASTELLANI 1973 =

V. Castellani, *Su alcune forme di pseudo carsismo indotto*, in *Atti del II Convegno di Speleologia Abruzzese. 1973*, L'Aquila 1973, pp. 121-126.

CASTELLANI 1981 =

V. Castellani, *Speleologia e Cavità artificiali*, in *Il sottosuolo dei centri storici umbri. Esperienze speleologiche*, Atti del Convegno Nazionale, Terni 1981, p. 3.

CASTELLANI 1997 =

V. Castellani, *I 'rhetara' del Tafilalt*, in *Atti del XVII Congresso Nazionale di Speleologia. 1994*, Regione Toscana, vol. I, Lucca 1997, pp. 349-354.

CEOLA 1939 =

M. Ceola, *La guerra sotterranea attraverso i secoli*, Museo Storico Italiano della Guerra, Rovereto 1939, p. 6.

CESARE =

C. G. Cesare, *De bello gallico*, VII, 22.

CHERUBINI, GERMINARIO 1991 =

C. Cherubini, S. Germinario, *Stabilità degli ipogei in rocce calcarenitiche*, in *3° International Symposium on underground quarries*, Club Alpino Italiano, Napoli 1991, p. 102.

CHERUBINI, SGOBBA 1997 =

C. Cherubini, D. Sgobba, *Le cave sotterranee di tufo pugliesi: descrizione degli ipogei e valutazione di stabilità*, in *Atti del IV Convegno Nazionale sulle Cavità Artificiali*, Trieste 1997, p. 55.

CIMA 1991 =

M. Cima, *Archeologia del Ferro*, Archeologia e Ambiente, Brescia 1991, p. 76.

CLARKE 1998 =

D. L. Clarke, *Archeologia analitica*, Milano 1998, p. 206.

COARELLI 1987 =

F. Coarelli, *I santuari del Lazio in età repubblicana*, Roma 1987, p. 48.

COLLIGNON 1992 =

B. Collignon, *Manuale di Speleologia*, 1992, pp. 48-78 e pp. 178-195.

CONTU, MANSUELLI, TUSA 1974 =

E. Contu, G. Mansuelli, V. Tusa, *Popoli e civiltà dell'Italia antica*, Biblioteca di Storia Patria, Roma 1974, pp. 167-169.

CONTU 1985 =

E. Contu, *L'architettura nuragica*, in *Ichnussa*, 1985, pp. 115-129.

DELLA FRATTA 1678 =

M. A. Della Fratta et Montalbano, *Pratica Minerale*, Bologna 1678, ristampa anastatica a cura di Cima Marco, Firenze 1985, pp. 11-14.

DEL PELO PARDI 1943 =

G. Del Pelo Pardi, *Bonifiche antichissime. La malaria e i cunicoli del Lazio*, in *Atti della Reale Accademia dei Georgofili*, Accademia dei Lincei, Firenze 1943.

DI LERNIA, GALIBERTI 1993 =

S. Di Lernia, A. Galiberti, *Archeologia mineraria della selce nella preistoria*, *Quaderni del Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti Sezione Archeologica*, Università di Siena, 1993, pp. 14-22 e pp. 30-37.

DIZIONARIO E.I. 1970 =

Dizionario Enciclopedico Italiano, Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani, Roma 1970.

DOMERGUE 1993 =

C. Domergue, *Regard sur les techniques minières à l'époque romaine*, in *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, Firenze 1993, pp. 329-353.

DONATI 1995 =

A. Donati, *Epigrafia del lavoro: nel buio del condotto romano*, in *Acquedotto 2000. Bologna, l'acqua del Duemila ha duemila anni*, Regione Emilia-Romagna, vol. I, Bologna 1995, p. 27.



DROWER 1993 =

M.S. Drower, *Fornitura di acqua, irrigazione e agricoltura*, in *La preistoria e gli antichi imperi*, Storia della Tecnologia 1, tomo secondo, Torino 1993, pp. 258-566.

FLORIS, PADOVAN 1997 =

A. Floris, G. Padovan, *Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Primo contributo*, in *Atti del XVII Congresso Nazionale di Speleologia. 1994*, Regione Toscana, vol. II, 1997.

FLORIS, PADOVAN D., PADOVAN G. 1997 =

A. Floris, D. Padovan, G. Padovan, *Mediterraneus*, in *Atti del IV Convegno Nazionale sulle Cavità Artificiali*, Club Alpinistico Triestino, Trieste 1997.

FORBES 1954 =

R. J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, Clarendon Press, vol. 2, Oxford 1954, pp. 663-666.

FORBES 1993 =

R. J. Forbes, *Ingegneria idraulica e impianti sanitari*, in *Le civiltà mediterranee e il medioevo*, Storia della Tecnologia 2, Tomo secondo, Torino 1993, p. 674 e p. 689.

FORTI 1992 =

P. Forti, *Processi ipercarsici e speleogenesi*, Speleologia, Rivista della Società Speleologica Italiana, n. 26, Milano 1992, pp. 11-15.

FRONTINO =

S. J. Frontini, *Strategematicon*, III, VII, 2.

GAMBINI c.s. =

A. Gambini, *La cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe a Bergamo*, in *Atti del XVIII Congresso Nazionale di Speleologia. 1998*, corso di stampa.

GARA 1994 =

G. Alessandra, *Tecnica e tecnologia nelle società antiche*, Roma 1994, pp. 49-51.

GENTILE, BROWN, SPADONI 1990 =

A. Gentile, M. Brown, G. Spadoni, *Viaggio nel sottosuolo di Milano tra acque e canali segreti*, Comune di Milano, Milano 1990, p. 11.

GERBELLA 1948 =

L. Gerbella, *Arte mineraria*, vol. II, Milano 1948.

GILLOT 1885 =

C.L. Gillot, *Traité de fortification souterraine, ou des mines offensives et défensives*, Paris 1805.

GIUSSANI 1903 =

A. Giussani, *Il Forte di Fuentes*, Como 1903.

KANT 1977 =

K. Immanuel, *Critica della ragion pura*, vol.1, 1977.

LANZA, PICIOCCHI 1984 =

P. Lanza, L. Piciocchi, *La Speleologia Urbana*, Speleologia,

Rivista della Società Speleologica Italiana, n° 11, Milano 1984, p. 13.

LAUREANO 1993 =

P. Laureano, *Giardini di pietra*, Torino 1993, pp. 44-45, pp. 59-62, p. 173.

LAUREANO 1995 =

P. Laureano, *La piramide rovesciata*, Torino 1995, pp. 55-71.

LILLIU 1984 =

G. Lilliu, *Le miniere dalla preistoria all'età tardo romana*, in *Le miniere e i minatori della Sardegna*, Consiglio Regionale della Sardegna, 1984, p. 7.

LIVIO =

T. Livio, *Storia di Roma dalla sua fondazione*.

LO SCHIAVO 1996 =

F. Lo Schiavo, *Miniere e metallurgia in Sardegna: la ricerca archeologica dal presente al passato*, in *La miniera, l'uomo, l'ambiente*, Firenze 1996, p. 190.

LOMBARDI, POLCARI 1984 =

L. Lombardi, M. Polcari, *Cave e materiali da costruzione*, in *Roma sotterranea*, Roma 1984, pp. 26-27.

LUCIANI 1984 =

R. Luciani (a cura di), *Roma sotterranea*, Roma 1984.

LUCIANI 1984a =

R. Luciani, *Il criptoportico del Palatino*, in *Roma sotterranea*, Roma 1984, pp. 148-155.

MANNONI, CASINI, PARENTI 1994 =

T. Mannoni, A. Casini, R. Parenti, *Il Marmo Pario dell'Etruria*, in *Splendida Civitas Nostra*, 1994, p. 350.

MAUCERI 1939 =

M. Luigi, *Il Castello di Eurialo nella storia e nell'arte*, Catania 1939.

MARCONI 1978 =

P. Marconi (a cura di), *I Castelli*, Novara 1978, pp. 490-492.

MORAVETTI, TOZZI 1995 =

A. Moravetti, C. Tozzi (a cura di), *Sardegna*, Guide Archeologiche, Preistoria e Protostoria in Italia, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Forlì 1995, p. 19.

NICOLETTI 1980 =

M. Nicoletti, *L'architettura delle caverne*, 1980.

PACE 1986 =

P. Pace, *Tecniche di conduzione e distribuzione dell'acqua in epoca romana*, in *Il trionfo dell'acqua. Acque e Acquedotti a Roma*, Roma 1986, p. 139.

PADOVAN 1989 =

G. Padovan (a cura di), *La Speleologia in Cavità Artificiali in Italia. Studi per il Secondo Congresso Internazionale sulle*



- Cavità Artificiali. Parigi 1989*, Commissione Nazionale Cavità Artificiali, Società Speleologica Italiana, 1989.
- PADOVAN 1992 =
G. Padovan, *Castrum Portae Jovis Mediolani*, Speleologia, Rivista della Società Speleologica Italiana, n. 27, Milano 1992, 61-64.
- PADOVAN 1996 =
G. Padovan, *La fortezza celata. I sotterranei del Castello Sforzesco di Milano*, Vigevano 1996.
- PADOVAN 1997 =
G. Padovan, *Il Forte di Fuentes*, in *Atti del XVII Congresso Nazionale di Speleologia. 1994*, Regione Toscana, vol. I, Lucca 1997, pp. 295-297.
- PAIRAULT MASSA 1994 =
F.-H. Pairault Massa, Bolsena, in *E. A. A.*, secondo suppl., Roma 1994, p. 716.
- PALLOTTINO 1984 =
M. Pallottino, *Storia della Prima Italia*, Rusconi, Milano 1984, p. 32.
- PETRUCCIOLI 1985 =
A. Petruccioli, *Dar al Islam*, Roma 1985, pp. 108, 112, 133.
- PICIOCCHI 1983 =
A. Picicocchi, *Speleologia Urbana*, Speleo, Rivista dello Speleo Club Firenze, Firenze 1983, pp. 5-11.
- PICIOCCHI 1987 =
A. Picicocchi, *Viaggio nella Napoli sotterranea per l'incontro rituale nel mondo dei morti*, in *Le cavità artificiali: aspetti storico-morfologici e loro utilizzo*, Atti del II Convegno Nazionale di Speleologia Urbana, Club Alpino Italiano Sez. Napoli, Napoli 1987, pp. 147-154.
- PICIOCCHI 1990 =
C. Picicocchi, *Le cisterne dell'olio nel sottosuolo napoletano*, Club Alpino Italiano Sezione di Napoli, Notiziario Sezionale, n. 1, Napoli 1990, pp. 31-32.
- POLIBIO =
Polibio, *Storie*.
- RIERA 1994 =
I. Riera (a cura di), *Utilitas necessaria. Sistemi idraulici nell'Italia romana*, Milano 1994.
- ROCKWELL 1992 =
P. Rockwell, *Lavorare la pietra*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1992, p. 27.
- ROCKWELL 1993 =
P. Rockwell, *Tools in ancient marble sculpture*, in: *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche*, Firenze 1993, pp. 177-194.
- ROMBAI, TOGNARINI 1996 =
L. Rombai, I Tognarini, *Follonica e la sua industria del ferro. Storie e beni culturali*, Firenze 1996.
- ROSSI-OSMIDA =
G. Rossi-Osmida, *Le caverne e l'uomo*, Milano 1974.
- SALVADORI 1993 =
M. Salvadori, *I sotterranei degli anfiteatri*, in *Il sottosuolo nel mondo antico*, Progetto Quarta Dimensione, Treviso 1993, 47-61.
- SAMORE' 1979 =
T. Samorè, *Analisi d'incidenti mortali a speleosub e loro prevenzioni*, in *Atti del IX Convegno di Speleologia Lombarda*, Lecco 1979, pp. 63-64.
- SARAGOSA 1995 =
C. Saragosa, *Follonica e il suo territorio. Memoria e rinascita di un paesaggio*, Follonica 1995, pp. 116-120.
- SEBESTA 1987 =
G. Sebesta, *La via del Rame*, Estratto da *Economia Trentina*, n. 1, 1987, pp. 120-133.
- SIGNORELLI, DELL'OLIO 1990 =
B. Signorelli, L. Dell'Olio, *Il punto sulla speleologia urbana*, in *Atti del XIII Convegno di Speleologia Lombarda. 1988*, Varese 1990, p. 338.
- SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA 1978 =
Società Speleologica Italiana, *Manuale di Speleologia*, Longanesi & C., Milano 1978, pp. 95-153.
- SPELEO CLUB ORVIETO 1981 =
Speleo Club Orvieto, *L'esplorazione del sottosuolo orvietano*, in *Il sottosuolo dei centri storici umbri. Esperienze speleologiche*, Atti del Convegno Nazionale, Terni 1981, pp. 53-57.
- STRABONE =
Strabone, *Geografia*, V 11.
- SUSINI 1995 =
G. Susini, *Pagine d'introduzione*, in *Acquedotto 2000. Bologna, l'acqua del Duemila ha duemila anni*, Regione Emilia-Romagna, vol. I, Bologna 1995, p. 14.
- TODARO 1988 =
P. Todaro, *Il sottosuolo di Palermo*, Palermo 1988.
- TOLLE-KASTENBEIN 1990 =
R. Tolle-Kastenbein, *Archeologia dell'acqua*, Milano 1990.
- TORELLI 1991 =
M. Torelli, *L'acqua degli Etruschi dalle forme ideologiche alle pratiche sociali*, in *Gli Etruschi maestri d'idraulica*, Perugia 1991, pp. 19-28.
- TUCIDIDE =
Tucidide, *La guerra del Peloponneso*.



UBERTINI 1991 =

L. Ubertini, *L'acqua di oggi: cultura, bisogni, tecnologie*, in *Gli Etruschi maestri d'idraulica*, Perugia 1991, pp. 13-17.

VEGEZIO =

F. R. Vegezio (a cura di A. Angelini), *L'arte militare*, Stato Maggiore dell'Esercito, Roma 1984, IV 10.

VITRUVIO =

Vitruvio, *De architectura*.

ZANINI 1998 =

A. Zanini (a cura di), *Dal bronzo al ferro*, Comune di Livorno, Pisa 1998, pp. 206-208.