

NEI SOTTERRANEI DELLE TERME DI DIOCLEZIANO

Scendere nel sottosuolo dell'antica Roma e penetrare, con finalità tecniche, in cripte e cunicoli inesplorati risalenti al terzo secolo d.C., fu un'esperienza unica e indimenticabile.

In questo racconto riferisco sulle ispezioni che eseguii nei sotterranei delle antiche Terme di Diocleziano, nel centro di Roma, poi trasformate da Michelangelo nella Basilica di Santa Maria degli Angeli e dei Martiri.

Dovevo condurre una ricognizione nel sottosuolo per eseguire il rilevamento di un dedalo di cunicoli, dei quali si conosceva l'esistenza, ma non il tracciato e per appurare se il pavimento della cappella di San Brunone fosse in grado di sostenere un gigantesco e pesantissimo organo monumentale d'imminente installazione.

Racconto l'avventurosa esplorazione dei cunicoli, che da diciassette secoli convogliano le acque piovane e i liquami dell'intero complesso, nonché dei condotti che servivano al funzionamento delle antiche terme, tra grossi topi di fogna, cripte con bare scoperte e possibile presenza di gas venefici.

Ricostruisco poi alcuni degli interventi compiuti da Michelangelo che, operando con grande maestria, seppe trasformare quanto rimaneva degli antichi ruderi nella celebre basilica romana.



L'organo di Bartolomeo

Santa Maria degli Angeli è uno dei più singolari luoghi di culto di Roma. È il risultato, infatti, di una riutilizzazione della basilica centrale delle antiche Terme di Diocleziano, ad opera di Michelangelo prima (1566) e del Vanvitelli poi (1749). Le notevoli trasformazioni lasciano ancora trasparire l'aspetto antico degli ambienti originali. Il complesso termale fu realizzato tra il 298 ed il 306 d.C., per volere dell'imperatore Diocleziano. Fu anche il più grande mai costruito in Roma: occupava un'area a forma di quadrato con lati di quasi 400 metri di lunghezza e si calcola che potessero utilizzarlo contemporaneamente circa tremila persone.

Il gigantesco stabilimento termale sorse in una delle zone centrali più densamente popolate di Roma ed era alimentato da acque che provenivano da una diramazione speciale del vecchio acquedotto dell'Acqua Marcia. La pianta del nucleo termale segue lo schema canonico delle grandi terme imperiali: grande basilica centrale, complesso calidarium-tepidarium-natatio disposto su un asse mediano lungo il lato minore, palestre e servizi accessori organizzati simmetricamente ai lati di quest'asse.

La basilica, come tutti gli edifici, è soggetta a ciclici interventi di restauri che ne consentono la conservazione e la fruizio-

ne da parte di un gran numero di credenti e di visitatori. Sul finire del 1995, l'impresa Pouchain, una delle più prestigiose ditte che operano nel settore dei restauri dei monumenti, era impegnata nel consolidamento della cupola soprastante l'ingresso ed in altri importanti risanamenti. Ricevette pertanto l'incarico dalla Soprintendenza ai Monumenti di condurre indagini sulla solidità della pavimentazione di una zona designata a sostenere il peso di un pesantissimo organo monumentale: la cappella di S. Brunone.

La storia di quest'organo è singolare. Nel lontano 1982 la giunta capitolina presieduta da Ugo Vetere, varò una delibera, su proposta dell'allora assessore alla cultura Renato Nicolini, noto ideatore dell'effimero, per dotare la città di un grande organo artigianale. Doveva essere un sigillo di pace tra il Comune e la tribù dei musicofili, inviperita per i ritardi infiniti dell'Auditorium e lo scarso sostegno ai concerti.

L'incarico di eseguire l'opera fu affidato all'artigiano veronese Barthélémy Formentelli, maestro organaro e cembalaro, che già aveva restaurato l'organo seicentesco di San Giovanni in Laterano: era uno degli ultimi eredi di una tradizione che si è estinta più di un secolo fa, quando i segreti degli antichi maestri furono spazzati via dalle dozzinali imitazioni industriali. Il maestro Formentelli nel '92 comunicò

Ricostruzione delle Terme a opera dall'architetto francese Edmond Paulin.

È possibile che l'imperatore Diocleziano, abbia fatto costruire le Terme per farsi perdonare il grave affronto alla città di Roma dovuto al trasferimento della reggia e del sistema amministrativo dell'impero a Nicomedia, nell'odierna Turchia.

I ruderi delle Terme di Diocleziano in un'incisione di Giovan Battista Piranesi del 1748. La grandiosa struttura delle Terme, fu edificata in meno di sette anni. L'intero complesso, di gran lunga il più spettacolare del mondo antico, con i suoi 140.000 metri quadrati di superficie poteva ospitare contemporaneamente oltre 3000 bagnanti. Le Terme furono completate nel 305 d.C..





Questa splendida acquaforte del Piranesi mostra la sala principale delle Terme di Diocleziano riportata a un antico splendore mediante la loro trasformazione nell'attuale Basilica di Santa Maria degli Angeli e dei Martiri, ad opera di Michelangelo nel 1571 e del Vanvitelli nel 1750.

al Comune che la costruzione dell'organo meccanico era terminata e chiese all'Amministrazione di predisporre il luogo destinato all'installazione.

Nelle intenzioni originarie della Giunta di allora, per un'idea dell'Associazione musicale romana, l'organo doveva essere montato nella basilica dell'Ara Coeli, sul Campidoglio. Quella dislocazione, però, non ebbe il preventivo parere favorevole della Soprintendenza, alla quale gli uffici comunali avevano "dimenticato" di chiedere il necessario benestare.

A questo punto, l'organo rischiava di rimanere silenzioso in un magazzino della bottega artigiana costruttrice, a Pedemonte, in provincia di Verona. Non era un organo qualunque, ma un capolavoro di lavoro manuale e di genio artigiano, un mosaico d'intagli di ciliegio e d'altri legni pregiati sormontato da una corona di 5400 canne di stagno, tutte realizzate a mano, dodici metri d'altezza. La parte meccanica era racchiusa in un blocco monolitico alto 4 metri e mezzo, largo tre metri e profondo altrettanto. Venti tonnellate di peso complessivo, ma una capacità di produrre sonorità e melodie da paradiso. Si trattava del più grande tra quelli esistenti in Italia ed uno dei più

grandi al mondo: il tutto costato ben 700 milioni dell'epoca.

Un georadar per i cunicoli

Alle soglie del Giubileo, quando la città si prepara al grande evento spirituale, l'assessore comunale alla cultura Gianni Brogna trova finalmente un accordo con la Soprintendenza. L'organo poteva essere sistemato nella basilica di Santa Maria degli Angeli, già sede d'importanti concerti. Una scelta davvero indovinata per il prestigio del tempio, condotto da un giovane parroco, Renzo Giuliano, deciso ad aprirlo come ribalta di grandi concerti e per la vastità e sonorità dei suoi spazi. Dove collocarlo? In una cappella lungo la navata centrale, nota come Cappella di S. Brunone.

La Soprintendenza ai Monumenti, responsabile della collocazione dell'organo, ritenne indispensabile stabilire quali eventuali accorgimenti tecnici fosse necessario adottare affinché il pesantissimo strumento non sprofondasse nel sottosuolo: nel passato, infatti, si erano già verificati dei cedimenti della pavimentazione in alcune zone della basilica a causa del franamento della volta di antichi cunicoli il cui percorso era tuttavia sconosciuto.



La foto riprende una porzione del grande plastico ricostruttivo di Roma in età costantiniana realizzato dall'architetto Italo Gismondi nel 1937 utilizzando tutte le fonti disponibili. Dal 1955 il plastico è posto nel Museo della Civiltà Romana all'Eur. Il plastico dà un'idea di come dovevano apparire le Terme.



La foto satellitare tratta da Google Maps, mostra la parte degli edifici delle Terme come appaiono oggi. La parte più vasta e meglio conservata, fu trasformata da Michelangelo nell'attuale Basilica di Santa Maria degli Angeli e dei Martiri.

L'architetto Walter Menichini, che si occupava dei lavori di restauro in corso, mi chiese consigli su come ispezionare il sottosuolo. Da consulente ad esecutore delle esplorazioni il passo fu breve, per via di quella passione per tutto ciò che appare insolito e di difficile soluzione. Fu così che passai molte indimenticabili ore ad esplorare i sotterranei sconosciuti di quel grandioso complesso archeologico. Ma procediamo per ordine.

Nel corso di un primo sopralluogo visitai gli antichi sotterranei scoperti quaranta anni prima, quando fu eseguito il completo rifacimento della pavimentazione

del primo grande ambiente che s'incontra quando si entra nella Basilica. Questo pavimento poggia oggi su grandi strutture di cemento armato, che consentono di osservare un sottostante complesso di mura antiche e cunicoli di servizio, venuto alla luce durante quei restauri. Alcuni cunicoli, che apparivano impercorribili, davano l'impressione di proseguire in direzione dell'altare maggiore. Da qui la conferma che sotto la pavimentazione dell'intera basilica fossero o presenti altri cunicoli dei quali s'ignorava la funzione, l'estensione e lo stato di conservazione.

Non era al momento immaginabile pro-

Ritenni necessario svolgere indagini geofisiche nel sottosuolo, pertanto chiesi e ottenni la collaborazione dell'Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali. Giunsero sul posto il fisico Ivo Bruner, il geologo Dario Monna (nella foto a fianco dell'Autore) con un georadar. (Foto C. La Padula)



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi

Il georadar è composto da un computer, un monitor e una slitta munita di antenne radar trasmettenti e riceventi che dirigono verso il sottosuolo le microonde prodotte da un apposito generatore. I risultati si osservano immediatamente sul monitor che mette in evidenza le anomalie riscontrate nel sottosuolo. (Foto C. La Padula)



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi

Proposi di spostare la slitta con le antenne del georadar lungo delle opportune diagonali e ben presto avemmo la conferma dell'esistenza di un gran numero di cavità parallele e ortogonali alle pareti del transetto, fin sotto la famosa meridiana. (foto a sinistra). Al termine delle indagini geofisiche fui in grado di dare una chiara risposta al quesito che mi era stato posto: non solo esisteva un'estesa rete cunicolare, ma le volte dei sotterranei giungevano, in certe zone, quasi a diretto contatto del pavimento. Era quindi possibile che si potessero verificare dei cedimenti sotto l'immane peso dell'organo. (Foto C. La Padula)



La navata che unisce le due grandi cappelle laterali della basilica, occupa lo spazio dell'antico frigidarium delle Terme di Diocleziano. Sotto la pavimentazione vi è un dedalo di cunicoli ai quali si accede sollevando una pesante lapide posta nella zona indicata dalla freccia. Foto: <http://www.flickr.com/photos/25054069@N04/3489112703>

cedere a scavi o sondaggi per questioni di tempi, costi e competenze. Infatti, nella Basilica, dal pavimento in su comanda la Soprintendenza ai Monumenti, che era al momento l'istituzione responsabile dei restauri in corso; ogni elemento interrato ricadeva invece sotto la giurisdizione della Soprintendenza alle Antichità. Non restava che provare con le più recenti tecnologie geofisiche che, com'è noto, non sono invasive.

Presi contatto con il dott. Vincenzo Francaviglia, allora direttore dell'istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali, in quanto ero a conoscenza che un gruppo di suoi ricercatori utilizzava apparecchiature geofisiche per rintracciare i vuoti sotterranei. Chiesi la collaborazione dell'Istituto e questa mi fu prontamente accordata, tanto più che i ricercatori stavano tarando un georadar di nuova concezione e l'ambiente della basilica era quello ideale per svolgere il loro lavoro. Stabilimmo così di condurre una serie d'indagini per accertare se vi fossero dei vuoti sotto la pavimentazione e raccogliere poi dati sulla loro estensione e profondità.

Iniziammo i lavori: giunsero sul posto il geologo Dario Monna ed il fisico Ivo Bruner muniti di georadar. Questo è uno stru-

mento composto essenzialmente da un computer, un monitor, una batteria, cavi elettrici ed una slitta munita d'antenne radar trasmettenti e ricevitori che dirigono verso il sottosuolo le microonde prodotte da un apposito generatore. Le microonde sono poi riflesse verso la superficie in diversa maniera, a seconda della composizione delle stratificazioni e della presenza o meno di vuoti, manufatti e umidità: i risultati si osservano immediatamente sul monitor.

Proposi di spostare la slitta lungo delle opportune diagonali e ben presto avemmo la conferma dell'esistenza di un gran numero di cavità: queste mi permisero di ricostruire diversi allineamenti paralleli ed ortogonali agli assi della Basilica. Dopo una seconda giornata d'indagini geofisiche fui in grado di dare una chiara risposta al quesito che mi era stato posto: non solo esisteva un'estesa rete cunicolare, ma le volte dei sotterranei giungevano, in certe zone, quasi a diretto contatto del pavimento. Era quindi possibile che si potessero verificare dei cedimenti sotto l'immane peso dell'organo. Come ispezionarli?

La Direzione Lavori lanciò il tam-tam tra le varie ditte specializzate in restauri, per rintracciare qualche tecnico od ope-



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi

raio che aveva partecipato ad importanti lavori effettuati negli anni 60. Si trovò la persona giusta: era il figlio di un tecnico che aveva preso parte al rifacimento del vestibolo circolare d'ingresso ed ai restauri d'altre zone dove si erano verificati dei cedimenti della pavimentazione. Il padre lo aveva messo al corrente dell'esistenza di un ingresso segreto, sigillato sotto una grossa lapide marmorea della pavimentazione, dal quale si poteva accedere a una rete di cunicoli.

Il passaggio segreto

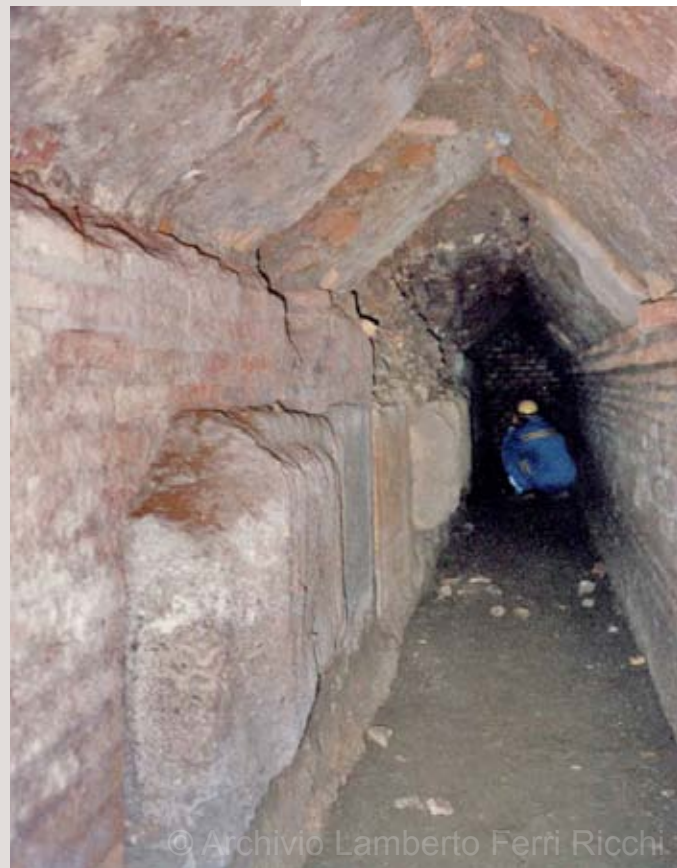
Ecco il racconto di quanto successe in seguito. Un puzzo tremendo esce dal sottosuolo: ci rendiamo conto di aver sco-

perchiato una fogna. Diamo un'occhiata dall'alto con la torcia e due toponi di fogna grossi come delle nutrie - a Roma li chiamano "sorche" - ci guardano con fare interrogativo, agitando i baffi. Anche noi li guardiamo, piuttosto contrariati, non del tutto convinti di scendere là sotto. Mordono? Leptosirosi? Gas irrespirabili? Puzzo e topi erano per il momento i soli elementi certi. Calo con una fune un piattino con una candela accesa: la fiamma non si spegne. Segno che almeno l'ossigeno non manca. Buon per me.

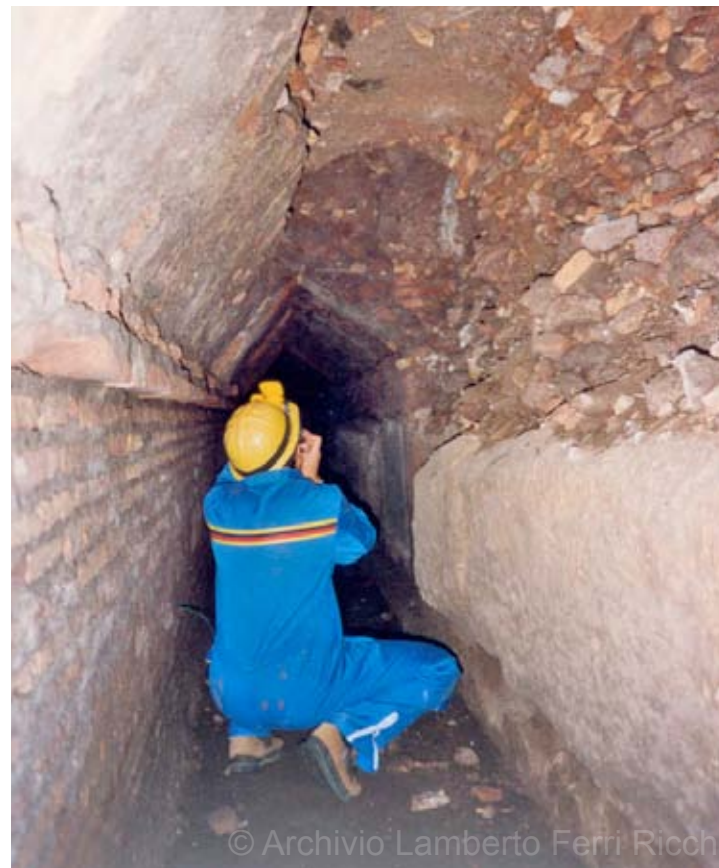
Chiedo che sia lasciato aperto il passaggio per arieggiare il cunicolo e decido di tornare dopo qualche giorno con la necessaria attrezzatura, per condurre l'esplo-

La Direzione Lavori autorizzò la rimozione della lapide che consentiva di accedere ai cunicoli. Remo, responsabile del cantiere ed uno tra i più esperti tecnici dell'Impresa Pouchain, si diede da fare con leve, mazza e scalpello: dopo un lungo armeggiare fu in grado di sollevare la pesantissima lastra di marmo.

Dal sottosuolo uscì un puzzo tremendo: avevamo scoperchiato una fogna. Demmo un'occhiata dall'alto con la torcia e vedemmo due toponi di fogna grossi come delle nutrie. Li guardammo piuttosto preoccupati: morderanno? Leptosirosi? Gas irrespirabili?



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi

In due punti, al posto dei mattoncini, appaiono dei grandi blocchi di travertino: dal rilievo che andiamo eseguendo appuriamo che questi sono situati esattamente sotto due gigantesche colonne di porfido della basilica. Si tratta quindi di speciali fondazioni, eseguite con eccezionale maestria, in quanto sostengono da ben 17 secoli un carico straordinario senza mostrare segni di schiacciamento, cedimenti o deformazioni. L'antico ingegnere romano aveva ben progettato la sua opera!



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi

Nel corso della lunga ispezione rilevammo oltre 100 metri di cunicoli e numerosi pozzetti che arrivavano fin sotto la pavimentazione. La loro funzione era, con ogni probabilità, di natura idraulica, come suggeriva la presenza di acqua in scorrimento e la loro pendenza: erano, quindi, a servizio delle antiche piscine, dei bagni e dei condotti per lo smaltimento delle acque piovane. Alcuni cunicoli apparivano in ottimo stato di conservazione. Diversi "bipedales" delle volte di copertura "a cappuccina" portavano dei nitidi bolli impressi dal costruttore dei laterizi.



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi



© Archivio Lamberto Ferri Ricchi

*Esploriamo un lungo e ampio cunicolo che ne interseca, ad angolo retto, numerosi altri. Alcuni sono però im-
percorribili perché in parte o del tutto ostruiti da fanghiglia dissecata.*

In una zona noto che la volta del cunicolo presenta alcuni pericolosi sgrottamenti che mettono allo scoperto la pavimentazione della basilica: li segnalò alla D.L. per i provvedimenti del caso.

Sotto la pavimentazione della cappella di san Brunone, che avrebbe dovuto sostenere il pesantissimo organo, individuammo diverse celle, alcune raggiungibili tramite i cunicoli.

Numerosi tubi di terracotta mettevano in comunicazione le celle tra loro, con i cunicoli, con le intercapedini del pavimento (malauguratamente eliminate circa un secolo fa) e quelle dei muri della cappella di San Brunone. Un espediente semplice ed efficace per ventilare le cavità e mantenere così il tasso di umidità delle murature a livelli ottimali.



Nella Cappella di S. Brunone il georadar aveva individuato delle ampie cavità non raggiungibili dai cunicoli. Togliamo una lastra di marmo della pavimentazione e appare un'ampia cella. La ispezionai e poi fornii all'impresa i dati necessari a stabilire dove collocare il pesantissimo organo.

razione in tutta sicurezza. Con me scenderanno il prof. Stefano Gargiullo, il dott. Cesare La Padula e mio figlio ing. Leonardo. Oltre alla normale attrezzatura speleologica portiamo degli autorespiratori ad aria compressa e le mute in neoprene. I primi per far fronte ad ogni possibile problema causato dall'eventuale presenza di gas irrespirabili o venefici; le seconde nel caso fosse opportuno indossarle per entrare nell'acqua alta o per proteggerci dai possibili morsi dei topi.

Trasportiamo nella basilica quelle insolite attrezzature. Colleghiamo gli erogatori ai monobombola: qualche soffiata d'aria, per controllarne il funzionamento, fa subito accorrere una folla di curiosi che ci stringe d'assedio. Per fortuna è l'ora di pranzo: don Renzo invita i

visitatori ad uscire e fa chiudere la porta d'ingresso. Osservo attentamente il pavimento del cunicolo: è asciutto. Anche l'odore nauseabondo è calato entro limiti accettabili. Scenderò per primo. Stefano e Cesare, per precauzione, indossano le bombole e si tengono pronti ad intervenire.

Accendo la solita candela, la luce del casco ed il telefono cellulare: un sistema davvero insolito per comunicare con l'esterno, ma che funzionerà alla perfezione. Penetro per alcuni metri nel cunicolo, mi fermo e noto che la fiamma della candela s'inclina: segno che c'è circolazione d'aria. La lunga ventilazione avrà certamente eliminato eventuali sacche di gas venefici. Inizio l'ispezione: 20 metri a sinistra e poi 20 a destra. Non avverto

segni di malessere, pertanto invito gli altri a raggiungermi. Ad ogni buon conto rimarrò in costante contatto telefonico con l'esterno.

Una bara scoperchiata

Nelle ore successive esploriamo un lungo e ampio cunicolo che ne interseca, ad angolo retto, numerosi altri. Alcuni sono però impercorribili perché in parte o del tutto ostruiti da fanghiglia disseccata. Quello che promette di più è percorso da un rivolo d'acqua di fogna che proviene dalla canonica e nel quale notiamo i soliti topi che sguazzano, senza preoccuparsi della nostra presenza. Non sembrano male intenzionati, ma non intendo di certo saggiarne gli umori, per cui prendiamo la direzione opposta.

Con una certa apprensione per possibili altri incontri del genere, continuiamo l'esplorazione: osserviamo, misuriamo e fotografiamo tutto ciò che appare singolare. Il cunicolo è alto mediamente 160 centimetri ed ha la volta a cappuccina, a somiglianza del tetto di una capanna, realizzata con i classici, grandi mattoni "bipedales". Numerosi bolli impressi dal fabbricante sui mattoni potranno consen-

tire una datazione precisa del manufatto. Le pareti del cunicolo distano tra loro circa mezzo metro: sono in "opus latericium", ossia in mattoncini e malta, e appaiono per lo più in buono stato.

In due punti, al posto dei mattoncini, appaiono dei grandi blocchi di travertino: dal rilievo che andiamo eseguendo appuriamo che questi sono situati esattamente sotto due gigantesche colonne di porfido della basilica. Si tratta quindi di speciali fondazioni, eseguite con eccezionale maestria, in quanto sostengono da ben 17 secoli un carico straordinario senza mostrare segni di schiacciamento, cedimenti o deformazioni. L'antico ingegnere romano aveva ben progettato la sua opera! Più avanti noto che la volta del cunicolo presenta alcuni sgrottamenti: li segnalerò per i provvedimenti del caso.

La settimana successiva completo l'esplorazione con l'ing. Giulio Cappa, uno dei massimi esperti in fatto d'antiche cavità artificiali. Questa volta, però, si tratterà di percorrere i cunicoli con l'acqua. Quelli con i sorcioni, per intenderci. Penetriamo dunque nel cunicolo che porta i liquami della canonica e lo seguiamo in direzione della corrente. Prendiamo nota di par-

Alcuni dei cunicoli che esplorammo conducevano a delle celle, forse realizzate al tempo della trasformazione delle Terme in chiesa, per essere poi utilizzate come sepolture. Tutti i sotterranei erano collegati tra loro, sia dai cunicoli, sia da una rete di tubazioni di terracotta, così da ventilare opportunamente gli ambienti.



Dopo anni di peripezie, l'organo trovò una giusta collocazione nella cappella di S. Brunone, nella maestosa Basilica di Santa Maria degli Angeli. Foto da http://it.wikipedia.org/wiki/Basilica_di_Santa_Maria_degli_Angeli_e_dei_Martiri

tecniche costruttive di grande interesse tecnico. Man mano che avanziamo ed esploriamo le varie diramazioni, il quadro della rete sotterranea si fa sempre più chiaro. Notiamo cose interessantissime..., ma qui termina la mia descrizione. Non vorrei che dei malintenzionati entrassero nella rete sotterranea, approfittando del mio racconto. Trovammo, infatti, nel corso del nostro lungo e penoso pellegrinaggio sotterraneo, evidenti tracce lasciate da antichi ladri sacrileghi che, entrati da chissà dove (anzi, noi immaginiamo da dove), erano poi giunti in prossimità d'alcune cripte, ne avevano sfondato le pareti e le avevano profanate. Tanto è vero che da una breccia scavata proprio a partire da un cunicolo, notammo un'antica bara di zinco scoperchiata.

I misteriosi tubi di terracotta

Nel corso della lunga ispezione, rilevammo oltre 100 metri di cunicoli che si articolavano nel sottosuolo dell'intera basilica e numerosi pozzetti che arrivavano fin sotto la pavimentazione. A che cosa serviva quella rete sotterranea? Il fatto che i cunicoli hanno una certa pendenza, suggerisce che la loro funzione primitiva era, con ogni probabilità, di natura idraulica: quindi a servizio delle antiche piscine, dei bagni e per lo smaltimento delle acque piovane.

Difficile in ogni modo dare una risposta univoca senza condurre altre ricerche e concludere le esplorazioni; ma per farle si dovrebbero distruggere molti cunicoli. Poi, nel corso dei secoli, c'erano stati, di sicuro, numerosi rimaneggiamenti della



pavimentazione ed erano sorti degli edifici adiacenti alla Basilica che forse avevano modificato la funzione originaria dei condotti.

Un fatto appariva certo: gli antichi costruttori, ed anche quelli rinascimentali, conoscevano molto bene i problemi causati dall'umidità di risalita e vi avevano messo riparo impiegando delle tecniche appropriate. Notai, infatti, che tutti i sotterranei - sia i cunicoli con acqua, sia quelli asciutti e le cripte - erano stati messi in comunicazione tra loro mediante tubazioni di terracotta del diametro interno di una decina di centimetri, la cui funzione, inizialmente, apparve a tutti incomprensibile. Diverse tubazioni erano anche dirette verso i muri in elevazione, mentre altre terminavano sotto la pavimentazione.

Ma procediamo con ordine. Effettuiamo una ricerca storica e archeologica sul monumento e constatiamo che le piante redatte dal Palladio e dal Nibby mostravano come, nella cappella dedicata a S. Brunone, al posto delle attuali mura perimetrali, vi fossero due colonne per lato. Le mura

perimetrali delle cappelle erano quindi d'epoca rinascimentale, probabilmente opera di Michelangelo, il quale aveva pensato bene di munirle d'intercapedini.

Nello studiare il percorso delle tubazioni constatiamo che le intercapedini erano in comunicazione con la rete sotterranea, tramite i famosi tubi di terracotta: un ottimo accorgimento messo in atto dal celebre architetto, per ventilare le intercapedini ed i locali sotterranei e per contenere così la risalita per capillarità dell'umidità dal sottosuolo. La validità di quell'espedito è dimostrata dal fatto che gli intonaci e le decorazioni di quelle mura appaiono ancora oggi ben conservati.

Le tubazioni in terracotta indirizzate sotto la pavimentazione della cappella di S. Brunone apparivano, però, occluse: uno scrupoloso intervento, forse dell'inizio di questo secolo, eliminò una probabile intercapedine ventilata che isolava il pavimento della cappella dal sottosuolo. Interventi analoghi furono eseguiti, probabilmente, sull'intera pavimentazione della basilica e provocarono una forte e conti-

L'organo si erge, in tutta la sua magnificenza, nella cappella di San Brunone. Le solenni note di Bach, tratte dal prezioso organo del Formentelli, appagano così coloro che lo vollero e tutti gli amanti della musica. Foto tratta da: http://de.wikipedia.org/wiki/Santa_Maria_degli_Angeli_e_dei_Martiri

nua risalita d'umidità. Oggi i pavimenti marmorei della chiesa appaiono, in molte zone, umidi, fortemente corrosi e macchiati: si tratta di danni provocati dai sali minerali delle malte pozzolaniche che, disciolti dalle acque, migrano per capillarità verso la superficie della pavimentazione. Il dato era stato già messo in evidenza dal georadar, i cui segnali risultarono fortemente attenuati proprio per la presenza di terreni imbibiti d'acqua.

Come si vede il nostro lavoro era andato molto al di là dell'incarico ricevuto, ma la

passione per l'esplorazione e per la ricerca non conosce limiti. Comunicai ai responsabili dei lavori le osservazioni effettuate nei sotterranei, così da predisporre sia i necessari accorgimenti per una corretta collocazione dell'organo, sia futuri interventi di bonifica dei sotterranei e della pavimentazione. L'organo fu poi installato e da allora si erge maestoso nella basilica. Oggi, le solenni note di Bach, tratte dal prezioso organo del Formentelli, appagano coloro che lo vollero e tutti gli amanti della musica.

LA METODOLOGIA GEOFISICA G.P.R. (GROUND PENETRATING RADAR)

Nel corso di questi ultimi anni, si sono notevolmente perfezionate le tecniche di prospezione e controllo del patrimonio artistico, archeologico e architettonico. Può essere indispensabile esplorare la parte inaccessibile di un complesso, per rilevare ad esempio la presenza di cavità, cisterne, resti archeologici oppure elementi strutturali come ad esempio la sua fondazione. Il reperimento di tali informazioni è sovente lungo e difficoltoso a causa del carattere distruttivo delle indagini d'uso corrente, generalmente rappresentate da scavi o sondaggi geognostici.

Esistono attualmente tecnologie geofisiche di recente acquisizione, e quindi poco conosciute, in grado di rispondere ad una serie di questioni riguardanti la storia, spesso non scritta, di un monumento. In particolare, la tecnica del georadar appare largamente superiore a tutte le restanti metodologie geofisiche di corrente utilizzo. Questa prerogativa è potenziata dal fatto che i risultati di un'indagine possono essere verificati in tempo reale, ossia direttamente sul luogo d'intervento, abbreviando tempi e costi, ed eventualmente variando gli obiettivi. Essa può definire lo stato generale del sottosuolo, individuare dissesti di diversa natura (cavità e infiltrazioni) o la successione degli orizzonti stratigrafici del terreno.

Nei sistemi radar per sottosuolo la strumentazione invia un impulso elettromagnetico attraverso un'antenna nella struttura o nel suolo da indagare e quando le onde incontrano sul loro cammino una discontinuità fisica, parte dell'energia incidente ritorna nell'antenna e genera un impulso di forma simile a quello trasmesso, ma distorto. Il risultato ultimo di una prospezione georadar è costituito da una sezione in colori convenzionali che appare su un monitor. Le anomalie che i tecnici esperti individuano possono essere associate ad alcune caratteristiche della struttura o del terreno indagato.

La massima penetrazione in un suolo medio od in una struttura dipende dalla disposizione strumentale e dal tipo di problematica. Mediamente si hanno buoni risultati per spessori fino a 5 metri, ma in taluni casi si superano anche i 10 metri. Come tutte le prospezioni geofisiche, anche la tecnica georadar presenta dei limiti che ne impediscono l'utilizzo in circostanze particolari: i suoli argillosi e le strutture schermate da rivestimenti o altri particolari costruttivi in metallo non possono essere esplorate perché in questi materiali conduttivi le onde elettromagnetiche sono rapidamente attenuate.

Utilizzazione prevalente: ricerca archeologica, ricerca di cavità profonde, ricostruzione della stratigrafia di siti particolari, indagini su strutture di fondazione, su travi in calcestruzzo, solai, murature, strade, rivestimenti di gallerie ecc.

*Il racconto è tratto dal libro di Lamberto Ferri Ricchi
Oltre l'Avventura
Meraviglie e Misteri del Mondo Sotterraneo e Sommerso
disponibile on line sul sito
www.lambertoferriricchi.it*

Cap. 1 *L'EMISSARIO ROMANO DEL LAGO ALBANO - ESPLORAZIONI, STUDI E RICERCHE* - Le avventurose esplorazioni dell'emissario. Una straordinaria opera d'ingegneria. La leggendaria risalita delle acque del Lago Albano confermate dagli studi climatici. Un insediamento palafitticolo sommerso. (1963-2015)

Cap. 2 *LA CROCE DEL DE MARCHI* - La cronaca del 1573 di un'antica discesa nella "Grotta a Male" alle falde del Gran Sasso (AQ) e il racconto della prima esplorazione subacquea del sifone che collega i due laghi terminali. (1964-1965)

Cap. 3 *L'ESPLORAZIONE DELLE GROTTI DI PASTENA E FALVATERRA* - L'esplorazione del ramo attivo delle Grotte di Pastena superando in immersione sette sifoni consecutivi: una delle più importanti imprese speleosubacquee dell'epoca. La nascita della speleologia subacquea in forma organizzata. (1963-1968)

Cap. 4 *GROTTI DI PASTENA - LA VALORIZZAZIONE TURISTICA*. La sommersione delle Grotte. I difficili interventi per eliminare i sifoni del ramo attivo soggetti a continue ostruzioni. La valorizzazione turistica delle splendide Grotte e l'apertura di un nuovo e affascinante percorso lungo il ramo attivo. (1973-1982)

Cap. 5 *GROTTI DI FALVATERRA - LA VALORIZZAZIONE TURISTICA* - Dopo l'eliminazione dei sifoni e la recente esecuzione delle opere di valorizzazione ambientale, le stupende Grotte di Falvaterra (FR) consentono emozionanti visite turistiche e speleoturistiche. (1964 - 2015)

Cap. 6 *LA MAGIA DELLE ACQUE VERDI* - Ci siamo immersi nelle sorgenti del Lazio per scoprire i segreti storici e naturalistici che celavano. Fondali fiabeschi e acque cristalline ci consentirono di effettuare riprese cine-fotografiche di inusitata bellezza. (1964-1973)

Cap. 7 *PALAFITTE A BOLSENA* - Indagini e lavori subacquei sul famoso giacimento preistorico sommerso del Gran Carro. La sommersione del villaggio palafitticolo fu determinata da un cambiamento climatico. Le aiuole: antiche darsene e bagni termali. (1965-1970)

Cap. 8 *IL MISTERIOSO ACQUEDOTTO ETRUSCO DI TARQUINIA* - Esplorammo un acquedotto etrusco sotto la città di Tarquinia (VT) superando in immersione un pericoloso sifone. Identificammo anche la causa dell'inquinamento delle acque che alimentano la Fontana Nova. (1965)

Cap. 9 *IL PRIMO CORSO DI SOPRAVVIVENZA IN MARE DELL'AERONAUTICA MILITARE* - Istruire i piloti a catapultarsi da un aereo e a sopravvivere in mare: questo fu l'incarico che svolsi durante il servizio militare, con l'aiuto, durante le esercitazioni nel lago, degli amici speleosub. (1966)

Cap. 10 *UNA CATTEDRALE SOTTERRANEA* - L'esplosione in una cava sul Monte Soratte (RM) aprì l'accesso a una gigantesca caverna con straordinarie concrezioni. Il progetto per rendere turistica una stupenda grotta condannata al degrado. (1967-2015)

Cap. 11 *LA FORESTA DI PIETRA* - La scoperta nel lago di Martignano (RM) di alberi sommersi risalenti all'epoca imperiale romana. Ricerca, esplorazione e studio dell'emissario sotterraneo che alimentava l'antico acquedotto Alsietino. Variazioni di livello del lago e cambiamenti climatici. (1968-2005)

Cap. 12 *PIPISTRELLI ALL'INFRAROSSO* - Un editore mi chiese delle foto di pipistrelli mentre volavano: realizzai quanto richiesto mediante una barriera a raggi infrarossi e un sistema di luci stroboscopiche. (1968-1969)

Cap. 13 *ACQUE DI ZOLFO* - L'esplorazione delle profonde e pericolose sorgenti solforose che alimentano il complesso termale "Acque Albule - Terme di Roma", dalle quali fuoriescono gas venefici e asfissianti. (1968-2015)

Cap. 14 *NEI LABIRINTI SOMMERSI DI CAPO CACCIA* - Appresi che alcuni corallari avevano scoperto un grande complesso di grotte sottomarine a Capo Caccia (Alghero, Sassari). Mi recai sul posto per esaminarle e studiarle. (1968-1970)

Cap. 15 *LE NAVI DI NEMI E L'EMISSARIO DEL LAGO* - Come e perché fu realizzato l'antico emissario sotterraneo del Lago di Nemi. La sua utilizzazione per consentire il carenaggio delle celebri navi romane. Variazioni di livello del lago e cambiamenti climatici. (1963-2015)

Cap. 16 *NELLA CAPPELLA SISTINA DELLA PREISTORIA* - La scoperta della celebre Grotta dei Cervi (Otranto, LE). Un incarico da parte della magistratura per salvare dall'incuria e dalla cementificazione la "Cappella Sistina" della preistoria. (1970-1974)

Cap. 17 *LA NAVE DELL'AMBULANTE* - Studi e ricerche interdisciplinari condotti da tecnici subacquei sul relitto sommerso di un antico veliero mercantile romano rinvenuto sui fondali dell'isola d'Elba. La scoperta di un raro minerale usato come belletto. (1970)

Cap. 18 *NELLE VENE DELLA TERRA* - Due record mondiali di speleologia subacquea in un fiume sotterraneo che sbuca in mare vicino a Cala Luna (Cala Gonone, NU) danno inizio a successive importanti esplorazioni speleosubacquee. (1970)

Cap. 19 *IN GROTTA CON LA SORBONA* - Il racconto di un difficile lavoro di ricognizione subacquea nella Grotta Polesini (Tivoli, Roma), ben nota per aver restituito importanti testimonianze archeologiche d'epoca preistorica. (1971)

Cap. 20 *IMMERSIONE NELLA PREISTORIA* - Il rinvenimento di tre abitati palafitticoli dell'età del bronzo nel Lago di Mezzano (VT). L'incarico per lo studio e il recupero degli eccezionali reperti. L'impiego di tecniche e attrezzature ancora oggi considerate d'avanguardia. Variazioni di livello del lago e cambiamenti climatici. (1970-1973).

Cap. 21 *CLIMA E STORIA* - Lo studio di antiche variazioni di livello nei laghi dell'Italia centrale consente di accertare il susseguirsi di rilevanti cambiamenti climatici avvenuti in epoca storica e preistorica. (1970-2015)

Cap. 22 *NEI POZZI SACRI DELLA DRAGONARA* - Uno speleosub individua un importante giacimento archeologico sommerso all'interno di una grotta a Capo Caccia (Alghero, Sassari) utilizzata anticamente per attingervi acqua dolce. (1972)

Cap. 23 *SPELEOSUB NEL COLOSSEO* - Esplorazioni speleosubacquee e ricerche scientifiche condotte nelle cloache del Colosseo. Emergono i resti delle fiere uccise nell'arena e degli antichi pasti consumati dagli spettatori. (1974)

Cap. 24 *PARLARE SOTT'ACQUA CON LA RADIOBOA* - Avevo necessità di un sistema per comunicare via radio tra i sub in immersione e i colleghi in superficie. Lo realizzai con un amico e lo collaudai alla presenza di qualificati tecnici subacquei. (1975-1976)

Cap. 25 *MINISUB* - Andare sott'acqua a bordo di un minisub azionato da un motore diesel. Un progetto che realizzai nella mia cantina e collaudai in una piscina per trenta ore. (1986)

Cap. 26 *UNA FINESTRA IN FONDO AL MARE* - Il progetto di un avveniristico osservatorio turistico sottomarino e di un originale centro d'immersioni per ricerche scientifiche da realizzare in prossimità di un'area marina protetta. (1987)

Cap. 27 *NEI SOTTERRANEI DELLE TERME DI DIOCLEZIANO* - Importanti esplorazioni e scoperte in un dedalo di cunicoli romani individuati con un georadar sotto il pavimento della basilica di Santa Maria degli Angeli e dei Martiri (RM), già Terme di Diocleziano. (1995)

Cap. 28 *LA VORAGINE DEI SACRILEGHI* - Un originale progetto per consentire la visita turistica di due singolari e grandiosi monumenti carsici nei pressi di Colleparado (FR). (1963-2015)

Cap. 29 *IL POZZO DELLA MORTE* - Una difficile intervento del Soccorso Speleologico, in una voragine profonda 90 metri, per il recupero della salma di un suicida. (1971)

Il materiale grafico e fotografico è utilizzabile da chiunque rispettando i termini della liberatoria riportata nella home page del sito www.lambertoferri ricchi.it.