

Tecniche di video ispezione nell'esplorazione di cavità artificiali

Alberto Gussago

Associazione Speleologica Bresciana

Com'è affascinante il mondo sotterraneo "naturale", altrettanto può esserlo quello "artificiale" specie quando è carico di eventi storici e collocato in contesti già interessanti sotto questo aspetto.

L'ASB, Associazione Speleologica Bresciana, si occupa, oltre che della normale attività sportiva in cavità naturali, anche di effettuare rilievi ed esplorazioni di ambienti realizzati artificialmente, quali canali, gallerie, acquedotti, rifugi antiaerei, torri, bastioni e quant'altro.

In particolare, dal 1998 all'interno dell'ASB si è costituito un gruppo di speleologi che, in accordo con il Comune di Brescia, hanno iniziato un lavoro di studio sul Castello di Brescia, in un'area di circa 75.000 mq, che ha portato alla realizzazione dell'unica mappa completa della fortezza. Questo grazie anche al ritrovamento e all'esplorazione di ambienti ormai dimenticati a causa dell'invasione della vegetazione, di parziali demolizioni, modifiche strutturali, crolli o riempimenti con materiale inerte e conseguente occlusione dei punti di accesso. Tutti eventi avvenuti in un ampio arco temporale, dato che alcuni manufatti di questo grande complesso risalgono al primo secolo dopo Cristo.

Spesso gli ambienti risultano inaccessibili per problemi di sicurezza, in quanto pericolanti ed instabili, oppure perché le aperture oggi presenti hanno dimensioni troppo ridotte per permettere l'accesso. Quest'ultimo problema, se ci troviamo in un sito protetto e vincolato dal punto di vista storico e/o archeologico, è accentuato dall'im-

possibilità di effettuare modifiche alla struttura, ovvero praticare nuovi accessi o allargare le aperture esistenti.

La presenza di ingressi murati, feritoie o fori di aerazione, sono prove tangibili dell'esistenza di luoghi celati e, in questo caso, risulta "facile" scoprirli.

Diversamente, dove queste tracce sono a loro volta nascoste, ad esempio da fitta vegetazione o da tamponamenti ben eseguiti che ricostituiscono la trama muraria, solo lo studio attento del luogo, la ricerca e la giusta interpretazione delle mappe storiche può rivelare la presenza di ambienti al di là di una parete o nel sottosuolo.

In avanzata fase dello studio riguardante gli ambienti cosiddetti praticabili, cioè dove l'ingresso è possibile se pur a volte solo con tecniche di tipo speleologico, è stata avviata una nuova fase che riguarda gli ambienti inaccessibili e che rientrano nelle casistiche sopra citate.

Esaminate tutte le aperture ad oggi conosciute (feritoie, fuciliere, fori di aerazione, canalizzazioni e simili) ed individuate quelle che chiaramente non presentano segni di immediata occlusione rimaneva il problema di come esplorarle ed eventualmente documentare eventuali ambienti con i quali potevano essere in comunicazione.

Il buon connubio tra la voglia di esplorare, conoscenze di elettronica e delle problematiche nel campo della robotica, ha permesso all'autore dell'articolo, socio dell'ASB, di realizzare gli strumenti adatti per l'esplorazione di questi luoghi inaccessibili. Sono così stati progettati e costruiti una telecamera

motorizzata ed un rover telecomandato.

La telecamera (Foto1) può essere manovrata dall'operatore in tre diverse direzioni lungo gli assi alto-basso, destra-sinistra, rotazione all'indietro. Il giusto sincronismo tra questi movimenti permette di effettuare riprese in qualsiasi



Foto 1: la telecamera (foto dell'Autore).

direzione si desideri.

La struttura sostiene, oltre alla telecamera, un faretto per l'illuminazione, i motori per la direzionalità e la relativa elettronica. Tutta la strumentazione è montata su un'asta telescopica che permette un agevole accesso alle cavità per almeno 5 m.

Faretto e telecamera si muovono all'unisono in modo che l'area inquadrata sia sempre illuminata.

La telecamera, a colori, è dotata di due obiettivi: un grandangolare (apertura visiva circa 90°) ed un teleobiettivo (30°).

Il faretto da 35W offre una illuminazione che permette buone riprese fino a 8 m di distanza.

Nella configurazione qui presentata, fori le cui dimensioni risultano almeno di 10 x 5 cm sono sufficienti per permettere il passaggio della



strumentazione.

La telecamera motorizzata è collegata via cavo ad una videocamera esterna che viene utilizzata dall'operatore come monitor per verificare la qualità delle riprese e memorizzare le stesse su nastro. In questo modo la completa documentazione dell'esplorazione resta a disposizione per essere esaminata successivamente.

Dal quadro di comando dell'apparecchiatura, di dimensioni tali da poter essere tenuto in mano, è possibile conoscere la direzione di ciò che è inquadrato senza bisogno di mantenere il contatto visivo con il gruppo motori.

Tutto il sistema non ha bisogno di collegamenti alla rete elettrica ed è completamente autonomo in quanto viene alimentato da proprie batterie a vantaggio della trasportabilità.

Ad oggi, con questo sistema, sono stati esplorati e documentati vari ambienti tra cui cisterne per l'acqua, una sortita (foto 2), trovate le prove dell'esistenza di due stanze in una torre trecentesca, un locale a difesa di un ponte levatoio (foto 3); non solo, su richiesta della Soprintendenza Archeologica della Lombardia, nei dintorni dell'area di un tempio di epoca romana (I sec. D.C.) è stata effettuata l'esplorazione di una stretta canalizzazione verticale che si collega ad una piccola galleria tamponata. La canalizzazione è sufficientemente grande per permettere il passaggio di uno speleologo, ma il rischio di trovarsi in un ambiente pericolosamente instabile o in un raccordo fognario oppure in una antica fossa comune (a pochi metri di distanza è presente una chiesa ed il tempio stesso), si è preferito utilizzare questo metodo di esplorazione che permette una anticipata visione globale del sito in completa sicurezza.

Nella stessa area, la video ispezione di una galleria di epoca romana è stata determinante nella decisione di effettuare i lavori di allargamento della fessura disponibile in modo da permetterci l'esplorazione di persona ed il rilievo della cavità stessa (foto 4).

Questo metodo è veloce e funzionale se la cavità da esplorare ha



Foto 2, 3 e 4 (dall'alto): alcune immagini a risoluzione video ottenute durante le esplorazioni condotte con il video robot (foto dell'Autore).

una forma praticamente rettilinea e dimensioni ridotte a qualche metro ma, ad esempio, in caso di canalizzazioni con un andamento non in linea retta, è impossibile seguirne l'intero percorso. Per questo scopo è stato realizzato un rover in grado di muoversi all'interno dell'ambiente da esplorare e pilotato da operatore (foto 5). Quello che presentiamo, è un pro-

totipo funzionante, che serve per effettuare le riprese degli ambienti più accessibili e lo studio meccanico per poter realizzare un rover più funzionale. È dotato di quattro ruote motrici, due telecamere ed illuminazione autonoma. Nel caso accidentale che si capovolga è comunque in grado di muoversi sulle ruote per recuperare la posizione corretta. La forma è studiata per minimizzare le difficoltà di movimentazione in ambienti dissestati che presentano fessure, sassi o dislivelli.

Ovviamente, visto le ridotte dimensioni del rover, le asperità del suolo devono essere contenute entro limiti accettabili. È filoguidato e non radiocomandato in modo da eliminare i rischi di perdita a causa di problemi dovuti alla cattiva propagazione delle onde radio.

Le due telecamere di bordo, permettono di visualizzare ciò che sta davanti e dietro al robot. Questo permette l'esplorazione anche di cavità particolarmente strette dove il rover non ha possibilità di effettuare inversioni di marcia e di rendere quindi agevole e sicuro il ritorno del robot agendo in retro-marcia. Queste telecamere, non sono direzionabili ma per l'esplorazione di condotte di dimensioni ridotte, sono adeguate allo scopo. Nel caso nasca l'esigenza di esplorare ambienti più grandi, sul rover è possibile montare la telecamera motorizzata, prima descritta, in modo da poter effettuare riprese in qualsiasi direzione (foto 6).

L'apertura minima necessaria affinché il rover possa muoversi, è di 24 x 15 cm.

In conclusione, la video ispezione in ambito esplorazione di cavità artificiali, rende possibile una preventiva valutazione dei rischi prima dell'accesso di una persona ed una veloce ma accurata visione di insieme dell'ambiente inaccessibile, permettendo di decidere l'avvio o no dei lavori per ripristinare gli antichi accessi o eventualmente crearne altri.

Il successo di questo lavoro, ha contribuito al fatto che nuove strade si stanno aprendo per la nostra Associazione e, attualmente, siamo in contatto con il Comune



Foto 5: il "rover" in azione (foto dell'Autore).

di Brescia e la Soprintendenza Archeologica della Lombardia per proseguire la campagna di esplorazione presso strutture di epoca Romana in ambito cittadino.

Maggiori informazioni riguardo al lavoro svolto dall'ASB nel Castello di Brescia si possono reperire al sito www.speleoasb.it; sull'autore dell'articolo e sulla strumentazione utilizzata: www.apgrobot.coianiz.it.



Foto 6: il "rover" con telecamera aggiuntiva montata (foto dell'Autore).

Imagna 2005 Sessione cavità artificiali Esplorando! ...i luoghi e la memoria



Sabato 29 ottobre 2005 ore 9,30 - 13,30 presso l'ex Chiesa

Interventi di:

- Luca Dell'Olio e Giovanni Pendesini: **Cavità artificiali di Bergamo: il Forte di San Domenico 1588 (contrafforte di S. Stefano), la Galleria Rifugio del Comando tedesco 1940-45; Galleria Conca d'Oro.**
- Giampietro Marchesi: **La via del ferro e delle miniere della Valtrompia** (proiezione diapositive)
- Centro Studi Sotterranei Genova: **Sulle tracce di Senofonte - campagna di prospezioni sotterranee ad Ani, capitale dell'Armenia medievale** (presentazione Power Point, di Roberto Bixio, Vittoria Caloi, Vittorio Castellani, Mauro Traverso)
- Gruppo Grotte Recanati - Centro di Speleologia Montelago: **Laboratorio Didattico Archeologico di Potentia** presentazione CD Rom realizzato in collaborazione con la Soprintendenza Archeologica delle Marche e del Museo Archeologico di Ancona; **Didattica e archeologia in cavità artificiali** - proiezione
- Gruppo speleologico Mus Muris: **Luoghi, storia e leggende del sottosuolo piemontese** (filmato DVD realizzato con il patrocinio della Società Speleologica Italiana)
- Alberto Gussago: **Nuove tecniche esplorative in cavità artificiali: l'utilizzo di telecamere motorizzate e robot** (video)
- ASSO & Centro Ricerche Sotterranee Egeria: **Gli ipogei dell'antica Abbazia di San Nilo a Grottaferrata (Roma)** (proiezione e DVD promo)
- Associazione Speleologica Bresciana: **Segreti e segrete del castello di Brescia** (proiezione diapositive)

TAVOLA ROTONDA

Lunedì 31 ottobre 2005 ore 9,00 - 12,00 presso il Municipio, Sala Consiliare

- **Le cavità artificiali come opportunità per gli Enti Locali:** l'esempio del castello di Brescia.
- **Il Catasto Nazionale delle cavità artificiali italiane** - Presentazione della pubblicazione realizzata con il patrocinio de "I Borghi più belli d'Italia".
- **Progetto "Ipodata"** in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- **Progetto catasti speciali:** la Carta degli antichi acquedotti ipogei, la Carta del trogloditismo nel Mediterraneo.
- **Le cavità artificiali come laboratorio archeologico:** l'esperienza delle Marche.
- **Il catasto cavità artificiali del Trentino-Alto Adige:** lo stato dell'arte.
- **Cartografia delle cavità artificiali e regione Abruzzo:** una collaborazione per la cartografia digitale ufficiale della Regione Abruzzo.

Con interventi di Mauro Chiesi (Presidente SSI), Luciano Marizzoni (Associazione Speleologica Bresciana), Ezio Burri (Speleo Club Chieti), Marco Meneghini (Curatore catasto CA Trentino-Alto Adige), Marco Campagnoli (Gruppo Grotte Recanati), Carlo Germani (Coordinatore del progetto Ipodata), Elena Di Labio, Marco Meneghini, Carla Galeazzi (Curatori catasto CA),

MOSTRE FOTOGRAFICHE

Ricordando Bruno Signorelli *Scuole medie*

Brescia sotterranea *Scuole medie*

Il parco minerario della Valtrompia *Scuole medie*