

Estratto da:

OPERA IPOGEOA

Journal of Speleology in Artificial Cavities

1-2 / 2020



IX Convegno Nazionale di Speleologia in Cavità Artificiali (Palermo) - 20 Marzo 2020

A cura di C. Galeazzi & P. Madonia



ISSN 1970-9692

Rivista della Società Speleologica Italiana



Commissione Nazionale Cavità Artificiali





IX CONVEGNO NAZIONALE SPELEOLOGIA IN CAVITÀ ARTIFICIALI

(Palermo) - 20 Marzo 2020



ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA
Sezione di Palermo

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO



Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare



Federazione
Speleologica
Regionale Siciliana

HYPOGEA



IX Convegno Nazionale di Speleologia in Cavità Artificiali

(Palermo) 20 Marzo 2020

SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA (SSI)
COMMISSIONE NAZIONALE CAVITÀ ARTIFICIALI (CNCA)

Comitato organizzatore

Paolo Madonia (Presidente)

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Palermo; CNCA SSI

Carla Galeazzi

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; Hypogea; CNCA SSI

Michele Betti

Commissione Nazionale Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana

Marcello Panzica La Manna

Società Speleologica Italiana

Elena Alma Volpini

Hypogea Ricerca e Valorizzazione Cavità Artificiali

Enti Promotori

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Università degli Studi di Palermo, Dip.di Scienze della Terra e del Mare

Società Italiana di Geologia Ambientale

Hypogea Ricerca e Valorizzazione Cavità Artificiali

Patrocini istituzionali

Federazione Speleologica Regionale Siciliana

Comitato Scientifico

Michele Betti

CNCA SSI

Roberto Bixio

Centro Studi Sotterranei, Genova; CNCA SSI

Vittoria Caloi

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; CNCA SSI

Marianna Cangemi

Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare

Andrea De Pascale

Direttore Editoriale Opera Ipogea; Centro Studi Sotterranei, Genova; CNCA SSI

Sossio Del Prete

CNCA SSI

Carla Galeazzi

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; Hypogea; CNCA SSI

Carlo Germani

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; Hypogea; CNCA SSI

Giuliana Madonia

Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare

Massimo Mancini

Università degli Studi del Molise, Campobasso; CNCA SSI

Mario Parise

Università Aldo Moro, Dipartimento Scienze della Terra e Geoambientali, Bari

Stefano Saj

Direttore Responsabile Opera Ipogea; Centro Studi Sotterranei, Genova; CNCA SSI

Pietro Todaro

Società Italiana di Geologia Ambientale

Marco Vattano

Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare

- pag. 9 **Prefazione**
Carla Galeazzi, Paolo Madonia

OMAGGIO ALLA CITTÀ DI PALERMO E A SANTA ROSALIA SUA PATRONA

- pag. 13 **Le più antiche mappe geografiche del sottosuolo. Le incisioni dei rilievi delle grotte di Santa Rosalia a Palermo e a Santo Stefano Quisquina (Agrigento)**

The oldest underground geographical maps. The engravings of the maps of the caves of Santa Rosalia in Palermo and in Santo Stefano Quisquina (Agrigento province, Sicily, Italy)

Massimo Mancini, Paolo Forti

ANTICHE OPERE IDRAULICHE, SISTEMI DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE

- pag. 29 **Attualità dei sistemi idrici ipogei di raccolta delle acque piovane**

Modernity of rain harvesting underground systems

Paolo Madonia, Marianna Cangemi, Ygor Oliveri

- pag. 35 **La pratica dei sistemi d'acqua sotterranei "ingruttati" nella Piana di Palermo e analisi della terminologia di riferimento**

The practice of the underground water systems *ingruttati* of the Piana di Palermo (Sicily, Italy) and analysis of reference terminology

Pietro Todaro

- pag. 45 **Il *qanat* di Villa Riso (Palermo, Sicilia)**

The Villa Riso *qanat* (Palermo, Sicily, Italy)

Giuseppe Avellone, Marco Vattano, Giuliana Madonia, Cipriano Di Maggio

- pag. 53 **Indagini preliminari sui sistemi di approvvigionamento idrico nell'area dell'*Insula I* di Capo Boeo (Marsala, Sicilia occidentale)**

Preliminary investigations on water supply systems in the *Insula I* area of Capo Boeo (Marsala, Western Sicily, Italy)

Laura Schepis, Pietro Valenti, Marco Vattano

- pag. 59 **Paolazzo: un acquedotto a tre strati (Noto - Canicattini Bagni, Siracusa)**

Paolazzo: a three layers aqueduct (Noto - Canicattini Bagni, Siracusa province, Italy)

Paolo Cultrera, Luciano Arena

- pag. 67 **Antiche strutture di trasporto idrico nel sottosuolo etneo (Catania, Sicilia)**

Ancient water pipes in Etna's underground (Catania province, Sicily, Italy)

Gaetano Giudice, Francesco Politano, Alfio Cariola

- pag. 75 Indagini speleologiche preliminari sui sistemi di approvvigionamento idrico di acque meteoriche nell'area dell'ex ospedale psichiatrico di Agrigento (Sicilia)**
Preliminary speleological investigations on the water supply systems of rainwater in the area of the former psychiatric hospital in Agrigento (Sicily, Italy)
Giuseppe Lombardo, Giovanni Noto, Marco Interlandi, Elisabetta Agnello, Eugenio Vecchio, Giovanni Buscaglia
- pag. 83 Roma: la valle del Velabro, il Tevere e il canale idraulico dei Tarquini prima della Cloaca Massima**
Rome: the Velabrum valley, the Tiber and the Tarquini's hydraulic canal before the Cloaca Maxima
Elisabetta Bianchi, Piero Bellotti
- pag. 91 Sedici ponti-acquedotto romani appartenenti ai quattro acquedotti anienesi siti tra Galliciano nel Lazio, San Gregorio da Sassola e San Vittorino di Roma (Roma, Lazio)**
Sixteen Roman aqueduct-bridges belonging to the four Anienesi aqueducts located between Galliciano nel Lazio, San Gregorio da Sassola and San Vittorino di Roma (Roma province, Latium, Italy)
Luigi Casciotti
- pag. 101 Sistema di drenaggio artificiale dei bacini vulcanici Albano e Turno (Lazio): analisi delle modificazioni nel corso dei secoli**
Artificial drainage system of the volcanic basin of Albano and Turno (Latium, Italy): analysis of the modifications of the hydraulic environment over the centuries
Carlo Germani, Carla Galeazzi, Vittoria Caloi, Sandro Galeazzi
- pag. 109 Anagni (Frosinone, Lazio): antichi sistemi di captazione delle vene d'acqua sotterranee, loro canalizzazione e immagazzinamento**
Anagni (Frosinone province, Latium, Italy): ancient collection systems of underground water veins, their ducting and storage
Mara Abbate, Carla Galeazzi, Carlo Germani, Andreas Schatzmann, Elena Alma Volpini
- pag. 119 L'approvvigionamento idrico nelle aree vulcaniche dei Monti Cimini (Viterbo, Lazio) nell'antichità: nuove acquisizioni**
Water supply in volcanic areas of Cimini Mountains (Viterbo province, Latium, Italy) during ancient times: new data
Andrea Sasso, Gabriele Trevi
- pag. 129 Nuovi ritrovamenti e studio del tracciato dell'Acquedotto Augusteo che costeggia il versante occidentale della collina di Posillipo (Napoli, Campania)**
New discoveries and research of the route of the Augustan aqueduct that follows the western slopes of the Posillipo hill (Naples, Campania, Italy)
Mauro Palumbo, Mario Cristiano, Luigi De Santo, Marco Ruocco
- pag. 137 Aqua Augusta Campaniae: il doppio speco di via Olivetti (Pozzuoli, Napoli)**
Aqua Augusta Campaniae: the twin channels in Olivetti road (Pozzuoli, Naples province, Italy)
Graziano Ferrari, Raffaella Lamagna, Elena Rognoni
-

- pag. 145 Parco delle terme di Baia (Bacoli, Napoli): le cisterne del settore dell' *Ambulatio***
Baia baths archaeological Park (Bacoli, Naples province, Italy): the water tanks in the *Ambulatio* sector
Graziano Ferrari, Daniele De Simone, Raffaella Lamagna, Elena Rognoni
- pag. 153 Le monumentali neviere del Materano (Basilicata)**
The majestic ice-houses in the Matera area (Basilicata, Italy)
Raffaele Paolicelli, Francesco Foschino, Angelo Fontana
- pag. 159 Il censimento degli antichi acquedotti della provincia di Bologna**
Ancient aqueducts in the Bologna province (Italy): preliminary list
Danilo Demaria
- pag. 169 Il sistema di intercettazione e accumulo delle acque meteoriche nell'abitato rupestre della morgia di Pietravalle a Salcito (Campobasso, Molise)**
The system of interception and accumulation of rainwater in the cave settlement of the morgia of Pietravalle in Salcito (Campobasso province, Molise, Italy)
Carlo Ebanista, Andrea Capozzi, Andrea Rivellino, Fernando Nobile, Massimo Mancini
- pag. 179 Opere idrauliche a scopo di bonifica nel territorio Salentino (Puglia)**
Hydraulic works for land reclamation in Salento (southern Apulia, Italy)
Marcello Lentini, Mario Parise, Francesco De Salve
- pag. 187 Acquedotti romani in Sardegna, sintesi delle conoscenze e prospettive esplorative**
Roman aqueducts in Sardinia (Italy), synthesis of knowledge and exploration perspectives
Pier Paolo Dore, Marco Mattana
- pag. 197 L'antico acquedotto della seicentesca Fonte Cesia in Todi**
The ancient aqueduct of the 1600's Fonte Cesia in Todi (Perugia province, Italy)
Maurizio Todini

MONITORAGGIO E PREVENZIONE, CENSIMENTI E CATALOGAZIONE

- pag. 207 Strumentazione geofisica in cavità artificiali per il monitoraggio sismico e per lo studio di precursori sismici**
Geophysics instrumentation in artificial cavities for seismic monitoring and for the study of seismic precursors
Paolo Casale, Adriano Nardi, Alessandro Pignatelli, Elena Spagnuolo, Gaetano De Luca, Giuseppe Di Carlo, Marco Tallini, Sandro Rao
- pag. 215 Individuazione di cavità attraverso tomografie elettriche e sismiche**
Cavity detection using seismic refraction and electrical resistivity tomographies
Alessandra Carollo, Patrizia Capizzi, Raffaele Martorana, Marco Vattano
- pag. 221 Applicazione di una procedura per la valutazione della suscettibilità a crolli di cavità artificiali**
Implementing a procedure for the assessment of the susceptibility to collapse in artificial cavities
Antonio Gioia, Mario Parise

- pag. 229 Modello geologico tridimensionale del sottosuolo e dello sviluppo delle cavità in un'area fortemente urbanizzata della Campania settentrionale**
3D geological underground model and artificial caves development in a northern Campania highly urbanized area (Italy)
Daniela Ruberti, Paolo Maria Guarino, Salvatore Losco, Marco Vigliotti
- pag. 237 Le cavità nel sottosuolo del territorio di Sant'Arpino (Caserta, Campania): catalogazione in ambiente GIS**
The underground cavities in the territory of Sant'Arpino (Caserta province, Campania, Italy): a GIS-based register
Marco Vigliotti, Luca Dell'Aversana, Daniela Ruberti
- pag. 245 Cavità artificiali nel centro storico di Ginosa (Taranto, Puglia) e relative problematiche di dissesto geo-idrologico**
Artificial cavities in the historical center of Ginosa (Taranto province, Apulia, Italy) and related geo-hazard issues
Mario Parise
- pag. 253 Cavità artificiali nel Parco di Portofino (Genova, Liguria): censimento e classificazione**
Artificial cavities in Portofino Park (Metropolitan City of Genoa, Liguria, Italy): inventory and classification
Francesco Faccini, Lara Fiorentini, Martino Terrone, Luigi Perasso, Stefano Saj
- pag. 263 Le cavità antropiche di Gravina in Puglia (Bari, Puglia): aspetti storici e geotecnici**
Historical and geotechnical aspects of the artificial caves in the urban settlement of Gravina in Puglia (Bari province, Apulia, Italy)
Alessandro Parisi, M. Dolores Fidelibus, Valeria Monno, Michele Parisi, Natale Parisi, Vito Specchio, Giuseppe Spilotro

OPERE INSEDIATIVE CIVILI, ESTRATTIVE, BELLICHE E DI TRANSITO

- pag. 275 Il complesso rupestre della Théotokos Kilise (Göreme, Cappadocia, Turchia)**
The Théotokos Kilise rupestrian complex (Göreme province, Cappadocia, Turkey)
Carmela Crescenzi
- pag. 285 Riscoperta di alcuni ipogei artificiali nel Comune di Sutera (Caltanissetta, Sicilia centrale)**
Re-discovery of some man-made cavities in the Sutera Municipality (Caltanissetta province, central Sicily, Italy)
Marco Vattano, Nino Pardi, Antonio Domante, Pietro Valenti, Giuliana Madonna
- pag. 293 Sistemi ipogei di Massa Martana (Perugia) in Umbria. Indagini preliminari**
Hypogeal systems at Massa Martana in Umbria (Perugia province, Italy). Preliminary investigations
Giulio Foschi, Gianluigi Guerriero Monaldi, Virgilio Pendola

- pag. 303 Insedimenti rupestri dell'Alto Crotonese (Calabria)**
Cave settlements in the "Alto Crotonese" (Crotona province, Calabria, Italy)
Felice Larocca, Francesco Breglia, Katia Rizzo
- pag. 311 Molarice, la miniera dimenticata (Schilpario, Bergamo)**
Molarice, the forgotten mine (Schilpario, Bergamo province, Italy)
Giovanni Belvederi, Maria Luisa Garberi, Guglielmo Sarigu
- pag. 321 Le latomie ipogee del Plemmirio (Siracusa, Sicilia sud-orientale)**
The hypogean Quarries of *Plemmirio*, (Siracusa, South-eastern Sicily, Italy)
Luciano Arena, Corrado Marziano
- pag. 329 Le cave di "ghiara" nella provincia di Catania: aggiornamenti su recenti rinvenimenti (Catania e Pedara, Sicilia)**
"Ghiara" quarries in Catania province: news on recent discoveries (Sicily, Italy)
Gaetano Giudice, Francesco Politano, Alfio Cariola
- pag. 337 Le gallerie della ferrovia dimenticata che collegava Sasso Marconi a Lagaro (Bologna) e il più importante sito strategico italiano della Seconda Guerra Mondiale**
The tunnels of the forgotten railway Sasso Marconi-Lagaro (Bologna province, Italy) and the most important Italian strategic site in the Second World War
Danilo Demaria
- pag. 347 The underground shelters of Kanlısivri Mevkii in Göreme (Cappadocia, Turkey)**
I rifugi sotterranei di Kanlısivri Mevkii in Göreme (Cappadocia, Turchia)
Pierre Lucas, Roberto Bixio
- pag. 357 Ritrovamento di un ricovero antiaereo dell'isola di Malta. Quadro comparativo con i ricoveri antiaerei di Napoli (Campania)**
New discovery and research of an air-raid shelter in Malta island. Comparison with the air-raid shelters of Naples (Campania, Italy)
Mauro Palumbo, Mario Cristiano, Serena Russo, Marco Ruocco
- pag. 365 I rifugi antiaerei di Porto Torres (Sassari, Sardegna)**
The Porto Torres air-raid shelters (Sassari province, Sardinia, Italy)
Pier Paolo Dore, Eleonora Dallochio
- pag. 373 Indice per autori**
-

OPERA IPOGEA

Memorie della Commissione Nazionale Cavità Artificiali
www.operaipogea.it

Semestrale della Società Speleologica Italiana

Anno 22 - Numero 1/2 - Gennaio/Dicembre 2020

Autorizzazione del Tribunale di Bologna n. 7702 dell'11 ottobre 2006

Proprietario:

Società Speleologica Italiana

Direttore Responsabile:

Stefano Saj

Direttore Editoriale:

Andrea De Pascale

Comitato di Redazione:

*Michele Betti, Vittoria Caloi, Sossio Del Prete,
Carla Galeazzi, Carlo Germani, Mario Parise*

Sede della Redazione:

c/o Andrea De Pascale - Corso Magenta, 29/2 - 16125 Genova
andreadepascale@libero.it

Comitato Scientifico:

*Roberto Bixio, Elena Calandra, Franco Dell'Aquila, Carlo Ebanista,
Angelo Ferrari, Nakiş Karamağarali (TR), Aldo Messina, Roberto Nini, Mario Parise,
Mark Pearce (UK), Fabio Redi, Stefano Saj, Jérôme Triôlet (FR), Laurent Triôlet (FR)*

Recensioni:

Roberto Bixio - Via Avio, 6/7 - 16151 Genova
roberto_bixio@yahoo.it

Composizione e impaginazione:

Fausto Bianchi, Enrico Maria Sacchi

Foto di copertina:

Immagini tratte dagli articoli del presente numero doppio della rivista

Foto quarta di copertina:

Immagini tratte dagli articoli del presente numero doppio della rivista

La rivista viene inviata in omaggio ai soci sostenitori e ai gruppi associati alla SSI

Prezzo di copertina:

Euro 40,00

Tipografia:

A.G.E. s.r.l.

Via della Stazione, 41

61029 Urbino (PU)

Tel. 0722 328756

**Il contenuto e la forma degli articoli pubblicati impegnano esclusivamente gli autori.
Nessuna parte della presente pubblicazione può essere riprodotta in alcun modo
senza il consenso scritto degli autori.**

Cavit  artificiali nel Parco di Portofino (Genova, Liguria): censimento e classificazione

Artificial cavities in Portofino Park (Metropolitan City of Genoa, Liguria, Italy): inventory and classification

Francesco Faccini^{1, 3, 4}, Lara Fiorentini², Martino Terrone¹, Luigi Perasso^{3, 4}, Stefano Saj^{3, 4, 5}

Riassunto

La ricerca presenta le cavit  artificiali del Parco di Portofino, situato a circa 25 km a E di Genova, e noto a livello internazionale per le emergenze culturali e paesaggistiche. Attraverso ricerche di archivio e rilevamenti sul terreno, sono state riconosciute e classificate le seguenti opere: gallerie di captazione e collegamento idrico, gallerie belliche e bunker della Seconda Guerra Mondiale, gallerie di collegamento a edifici, tombinature di torrenti. Lo studio puntuale di queste cavit  artificiali, effettuato sul campo attraverso tecniche speleologiche di indagine, documentazione e raccolta dati,   ritenuto indispensabile sia per ragioni storiche e culturali sia per ragioni paesaggistiche e ambientali ed anche per il potenziale rischio che inducono alle strutture circostanti.

Parole chiave: galleria di captazione, tombinatura fluviale, galleria antiaerea, tunnel, Parco di Portofino.

Abstract

The research shows the artificial cavities in the Portofino Park, located about 25 km east of Genoa and internationally, known for its cultural and landscape features. The following underground works have been identified and classified through archive research and field surveys: water collection and connection tunnels; air-raid shelters tunnels and bunkers from the Second World War; building connection tunnels, stream culverts. The study and detailed knowledge of these artificial cavities, carried out on site through speleological techniques of investigation and surveying, is considered essential either for cultural and historical reasons, or for landscape and environmental reasons, and for the potential risk induced by them to the surrounding structures.

Keywords: water catchment tunnel, stream culvert, air-raid shelter, tunnel, Portofino Park.

Premessa

La pianificazione territoriale   un settore disciplinare che in ambito mediterraneo richiede studi e ricerche approfondite a causa della lunga stratificazione di varie fasi urbanistiche e complesse modificazioni d'uso del territorio.

Il sottosuolo rappresenta fin dall'antichit  uno spazio di frequente utilizzo per attivit  militari, di culto, estrattive, di transito, civili e idrauliche.

Nel territorio nazionale, soprattutto nelle aree urba-

ne e periurbane, sono presenti numerose strutture storiche sotterranee come fognature, pozzi, opere di captazione e trasporto idrico, ricoveri e silos, luoghi di culto e sepolcrali, gallerie, camminamenti, rifugi, depositi, postazioni, cave e miniere, discenderie e altre tipologie ancora, che rappresentano, a tutti gli effetti, significativi beni culturali e del paesaggio. Nella maggior parte dei casi, tuttavia, la loro distribuzione e le loro caratteristiche non sono note; la loro conoscenza   essenziale per la pianificazione territoriale, urbanistica e ambientale.

¹ Universit  degli Studi di Genova, DiSTAV

² Regione Liguria, Settore Politiche delle Aree Interne, Antincendio, Forestazione, Parchi e Biodiversit 

³ C.S.S. – Centro Studi Sotterranei

⁴ Commissione Nazionale Cavit  Artificiali – Societ  Speleologica Italiana

⁵ Opera Ipogea – *Journal of Speleology in Artificial Cavities*

Autore di riferimento: Francesco Faccini - faccini@unige.it

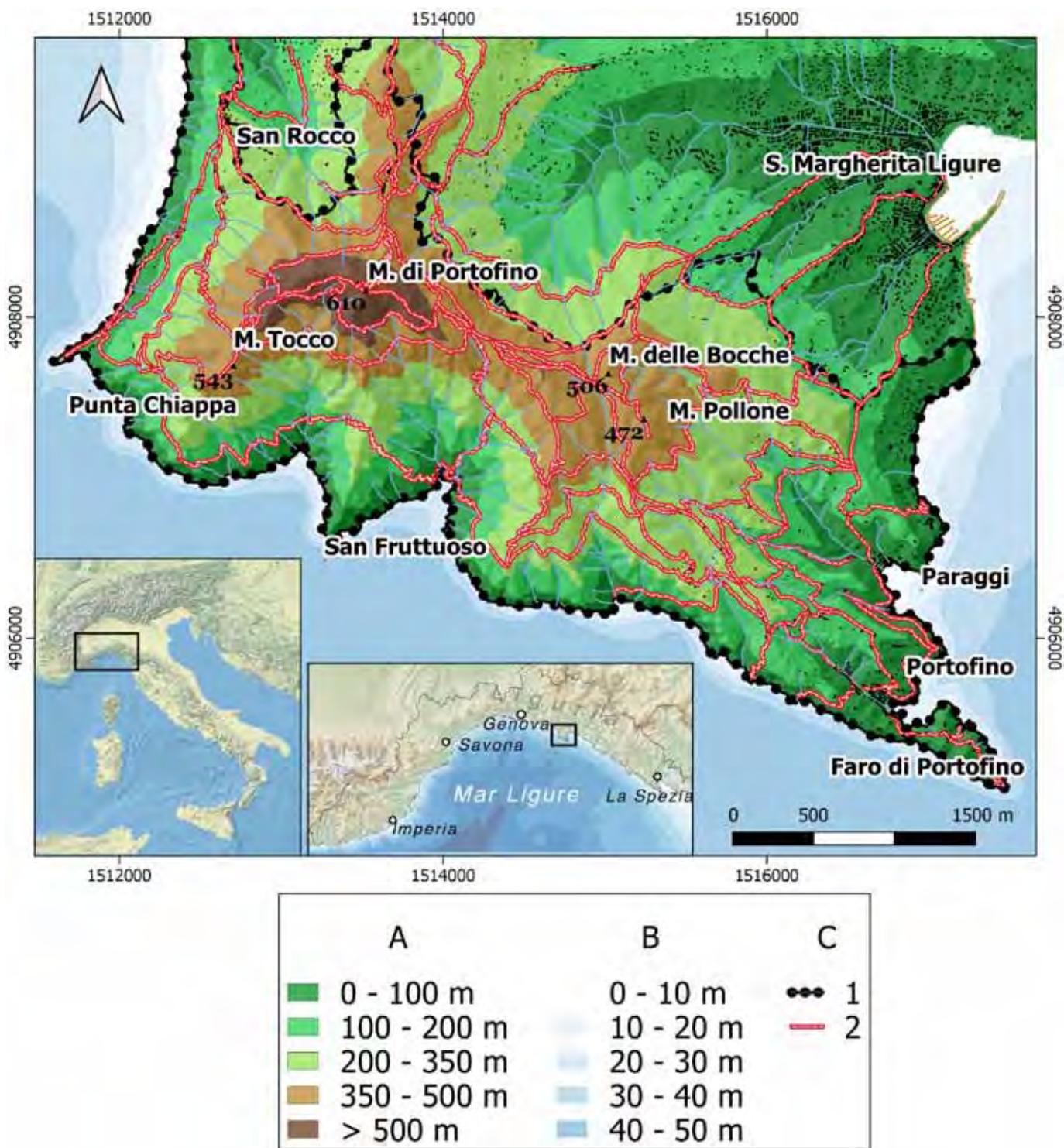


Fig. 1 – Lineamenti fisico-geografici del Parco Naturale di Portofino. A: classi altimetriche (m slm); B: classi batimetriche (m); C: 1 - confini del Parco; 2 - rete sentieristica (elaborazione grafica M. Terrone e G. Paliaga).

Fig. 1 – Physical geography of Portofino Natural Park. A: altitude class (m asl); B: bathymetry (m); C: 1 - Park boundary; 2 - trail network (graphic elaboration M. Terrone and G. Paliaga).

Gli ipogei artificiali offrono infatti una doppia chiave di lettura in termini di rischio/impatto: rappresentano un elemento vulnerabile nei confronti delle attività antropiche e, allo stesso tempo, costituiscono un rischio potenziale per gli insediamenti e le infrastrutture al contorno.

In Italia i pericoli legati alla presenza dei “vuoti” nel sottosuolo sono spesso sottovalutati nonostante pos-

sano causare danni economici significativi (Nisio, 2013). Nelle principali città italiane è stato registrato negli ultimi venti anni un incremento degli eventi di sprofondamento che hanno provocato la formazione di voragini di dimensioni a volte considerevoli. I “sinkholes antropogenici” coinvolgono per lo più piazze e strade, pertinenze di ville, parchi o giardini, nonché aree occupate da edifici e/o cortili, originando

aperture che mettono in luce ampie cavità nel substrato, caratterizzate da diametro e profondità variabili (Ciotoli *et al.*, 2013). La maggior parte degli eventi sono registrati in concomitanza con eventi piovosi intensi, mentre una ridotta percentuale di essi è stata invece associata a scuotimenti sismici (Agnese *et al.*, 2013). In opposto, attività antropiche in superficie o la realizzazione di nuove opere in sotterraneo possono compromettere l'integrità delle preesistenti opere ipogee artificiali, di valore storico/architettonico/archeologico, che rappresentano un bene culturale da salvaguardare.

Secondo la banca dati della Società Speleologica Italiana, la Liguria presenta più di 400 cavità artificiali, di cui 218 ricadono nel territorio della Città Metropolitana di Genova: si tratta di opere idrauliche, edifici civili, di culto e militari, insediamenti estrattivi e infrastrutture. Nel Parco di Portofino, noto a livello internazionale per le emergenze naturali, culturali e del paesaggio, sono conosciuti i manufatti bellici delle Batterie, realizzati durante la Seconda Guerra Mondiale come postazioni antierie (Coari, 2013), ma anche le gallerie della "Via dei Tubi", realizzate alla fine del XIX secolo per il trasporto dell'acqua dalle sorgenti Caselle fino a San Rocco di Camogli (Buelli & Mortola, 2013).

Questa ricerca riporta un primo censimento delle cavità artificiali presenti nel Parco di Portofino, effettuato attraverso ricerche di archivio e rilevamenti diretti sul terreno. Complessivamente sono state identificate e classificate una trentina di opere, associate alle categorie idrauliche, belliche e di transito, localizzate principalmente in aree urbane e periurbane e la cui realizzazione è stata condizionata dalle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio. Una parte delle cavità artificiali individuate è già oggetto di fruizione turistica, come i bunker delle Batterie o il sentiero della "Via dei Tubi" (l'acquedotto delle sorgenti Caselle), altre possono essere utilizzate come elemento di sviluppo e valorizzazione del territorio.

Aspetti geografici del Parco di Portofino

Il Promontorio di Portofino interrompe la continuità della linea di costa tra Genova e La Spezia con uno sviluppo di 13 km e una superficie di 18 km². L'orografia è caratterizzata da culminazioni elevate in relazione alla breve distanza dal mare (fig. 1) e presenta un allineamento dei monti Tocco (543 m), di Portofino (610 m), delle Bocche (506 m) e Pollone (472 m). L'idrografia è caratterizzata da bacini con superficie inferiore a 1 km².

Il clima è di tipo Mediterraneo, con estate calda e lunghi periodi di insolazione, inverno mite e autunno piovoso; a scala locale la quota, l'esposizione del versante e l'uso del suolo determinano topoclimi differenti (Brandolini *et al.*, 2006).

La pioggia media annua varia tra circa 1.100 mm lungo la costa, fino a oltre 1.500 mm nelle zone sommitali. A causa della depressione sul Golfo di Genova sono

frequenti piogge intense di breve durata, soprattutto tra settembre e novembre, durante le quali sono superate intensità di pioggia di 100 mm/1h e di 400 mm/24 h (Faccini *et al.*, 2018b).

La temperatura media annua dell'aria varia tra circa 15 °C lungo la costa e diminuisce con la quota fino a 13 °C nelle zone sommitali.

Il Parco di Portofino tutela l'area del Promontorio, posto a meno di 20 km di distanza a E da Genova. La superficie dell'area protetta è di 1.056,26 ha, dei quali 58,61 ha cadono in zona di riserva integrale, 597,31 ha sono zona di riserva generale orientata e 362,50 ha in area di protezione. I restanti 37,84 ha ricadono in zona di promozione economica.

L'area protetta si estende sul territorio dei comuni di Camogli, Portofino e Santa Margherita Ligure; la popolazione residente nel Parco è di circa 750 abitanti. La frequentazione turistica annua è elevata: a Portofino si supera il milione di turisti/anno, mentre a San Fruttuoso i collegamenti con battello garantiscono circa 400.000 turisti/anno (Faccini *et al.*, 2018a). Alla frequentazione turistica si deve aggiungere quella escursionistica lungo gli oltre 80 km di sentieri, con una media di 120.000 escursionisti/anno.

Il Promontorio di Portofino è tutelato dal 1935 in considerazione dei noti valori paesaggistici, naturali e culturali; con Legge Regionale n° 12/95 viene istituito l'Ente Parco di Portofino.

Al Parco di Portofino si aggiunge l'Area Marina Protetta di Portofino, istituita dal Ministero dell'Ambiente nel 1999. L'area marina è articolata in tre zone di salvaguardia: A di riserva integrale, B generale e C parziale.

Inquadramento geologico e geomorfologico

La geologia del Parco di Portofino è caratterizzata dal Conglomerato ("Puddinga") che affiora tra Punta Chiappa a O e il Faro di Portofino a E (Assandri, 2014). La radice del Monte di Portofino, da Camogli a Rapallo, è caratterizzata da un flysch calcareo-marnoso (fig. 2).

Il Conglomerato di Portofino è costituito da clasti di calcare marnoso, in subordine da arenarie, di dimensione da centimetrica fino a metrica; meno frequenti sono clasti di ofioliti, calcari, diaspri e gneiss (Giammarino *et al.*, 1969).

Il Flysch del Mt. Antola è caratterizzato da marne calcaree e calcari marnosi, marne, con intercalazioni di argilliti, siltiti e calcareniti.

L'assetto geologico-tettonico e le condizioni climatiche influenzano la dinamica geomorfologica. Il versante meridionale del Promontorio di Portofino è caratterizzato da falesie rocciose con altezze fino a 200 m, tra le più alte del Mediterraneo (Cortemiglia, 2004); la pendenza media delle scarpate varia tra 45° e 65°, in molti tratti è verticale (Cevasco *et al.*, 2004). L'azione del moto ondoso è significativa, con provenienza sia da SE (Scirocco, vento regnante), sia da SO (Libeccio, vento dominante).

In corrispondenza del versante meridionale si verifi-



Fig. 2 – Carta geologica con elementi di geomorfologia. A) DATI GEOLOGICI: 1) depositi alluvionali; 2) frane e coperture detritiche; 3) Conglomerato di Portofino; 4) Flysch del M. Antola. B) DATI STRUTTURALI: 5) faglia certa; 6) faglia presunta. C) ELEMENTI IDRO-GEOMORFOLOGICI: 7) grotta; 8) sorgente; 9) sorgente sottomarina (elaborazione grafica M. Terrone).

Fig. 2 – Geological map with geomorphological elements. A) GEOLOGICAL DATA: 1) alluvial deposits; 2) landslides and debris covers; 3) Conglomerate of Portofino; 4) Flysch of Mt. Antola. B) STRUCTURAL DATA: 5) certain fault; 6) presumed fault. HYDRO-GEOMORPHOLOGICAL ELEMENTS: 7) cave; 8) spring; 9) submerged spring (graphic elaboration M. Terrone).

cano frequenti crolli nel conglomerato, anche lungo le ripidissime aste fluviali. Sul versante occidentale la falesia è modellata prevalentemente nel flysch del M. Antola; in questo tratto agisce il moto ondoso da SO, che rappresenta una delle cause della storica franosità (Brandolini *et al.*, 2007).

Anche lungo il contatto tra Conglomerato e Flysch, a causa del contrasto geomeccanico tra gli ammassi rocciosi, si osservano frane diffuse (Faccini *et al.*, 2014). Il quadro meteo-climatico di quest'area comporta fenomeni meteo-idrologici legati alla ciclogenesi sul Golfo di Genova (Faccini *et al.*, 2018b). Gli effetti al suolo più ricorrenti sono *flash floods*, flussi iperconcentrati e colate detritiche; tra gli eventi più significativi e distruttivi a memoria d'uomo si ricordano quelli del 1915, 1961 e 1995/1996.

Nel Conglomerato di Portofino sono censite nel Catasto Speleologico Ligure una ventina di grotte (fig. 2), la cui origine è prevalentemente tettonica, solo in subordine da dissoluzione o da processi legati all'azione del moto ondoso (Faccini *et al.*, 2018a).

La marcata fratturazione del conglomerato, il contrasto di permeabilità con il flysch calcareo-marnoso, e il profilo climatico del territorio, che comporta una significativa infiltrazione efficace, determinano una diffusa circolazione idrica sotterranea e quindi la presenza di numerose sorgenti, molte delle quali utilizzate da acquedotti locali (Bonaria *et al.*, 2016).

Tra le forme antropiche sul territorio si osservano terrazzamenti con muri a secco, la cui realizzazione, legata a tempi storici, ha modificato il paesaggio geomorfologico, vegetazionale e insediativo a scala

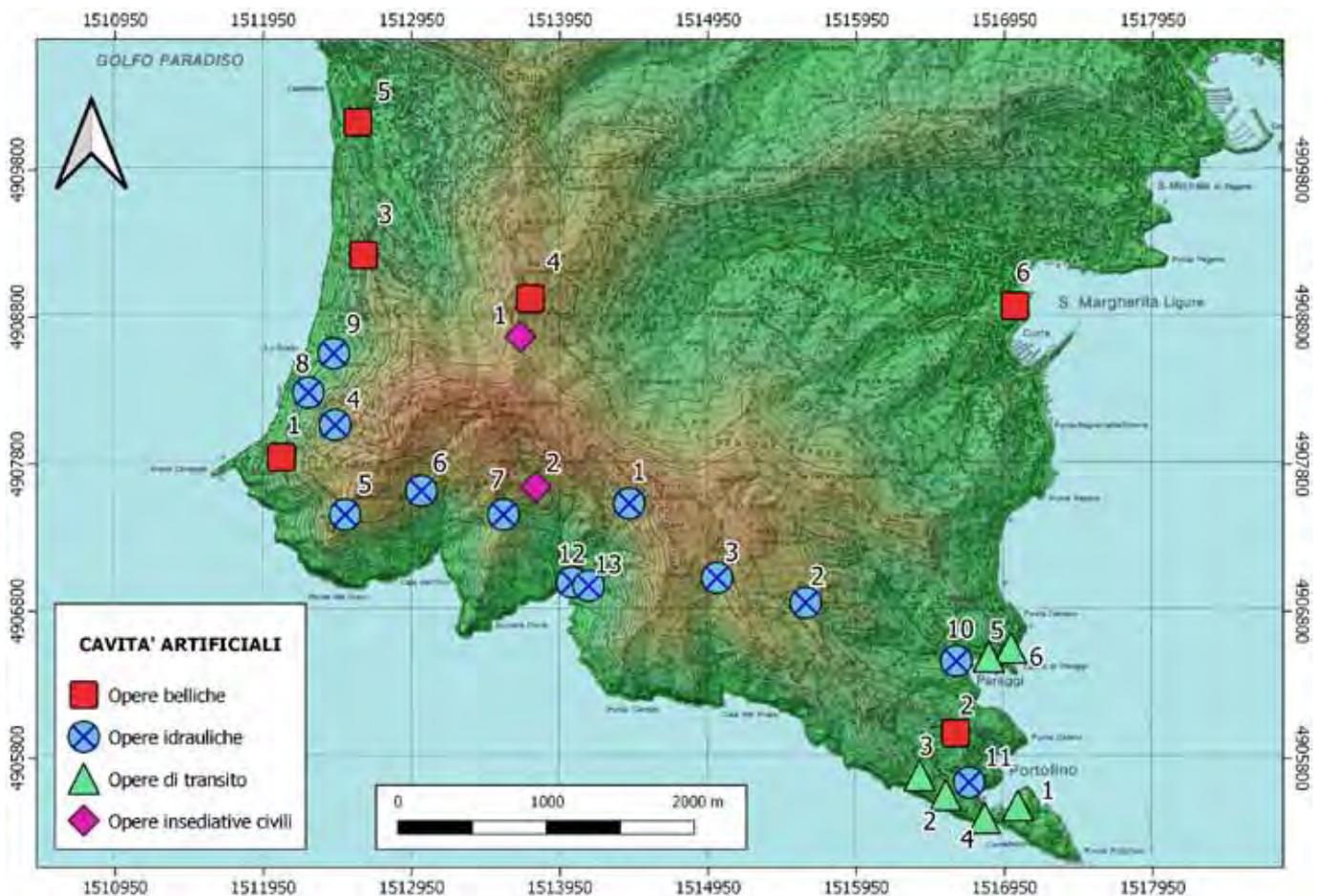


Fig. 3 – Carta delle cavità artificiali nel Parco di Portofino e aree limitrofe. OPERE BELLICHE: 1) Batterie; 2) galleria Belvedere; 3) galleria Muagetti; 4) galleria Albergo Portofino Vetta; 5) galleria del Castellaro; 6) Villa Durazzo. OPERE IDRAULICHE: 1) sorgenti Caselle; 2) sorgenti dell'Acquaviva; 3) sorgenti dei Coppelli; 4) galleria Pertusi; 5) galleria Bricco; 6) galleria Gruppo Marsu; 7) galleria del Diavolo; 8) galleria della Mesana; 9) sorgente Villa Brignola; 10) tombinatura Fosso dell'Acquaviva; 11) tombinatura Rio del Fondaco; 12) tombinatura Vallone dei Fontanini; 13) sorgente sotto l'Abbazia. OPERE DI TRANSITO: 1) galleria Ricotto; 2) galleria Portofino; 3) galleria Vitrale; 4) galleria Museo del Parco; 5) galleria Villa Devoto; 6) galleria Castello di Paraggi. OPERE INSEDIATIVE CIVILI: 1) galleria zona Antenna RAI; 2) galleria Tana del Lupo (elaborazione grafica M. Terrone).

Fig. 3 – Map of the artificial cavities of the Portofino Park and surrounding areas. WAR STRUCTURES: 1) Battery; 2) Belvedere tunnel; 3) Muagetti tunnel; 4) Portofino Vetta Hotel tunnel; 5) Castellaro tunnel; 6) Villa Durazzo tunnel. HYDRAULIC STRUCTURES: 1) Caselle springs; 2) Acquaviva springs; 3) Coppelli springs; 4) Pertusi tunnel; 5) Bricco tunnel; 6) Gruppo Marsu tunnel; 7) Diavolo tunnel; 8) Mesana tunnel; 9) Villa Brignola spring; 10) Acquaviva stream culvert; 11) Fondaco stream culvert; 12) Fontanini stream culvert; 13) Abbey spring. TRANSPORT STRUCTURES: 1) Ricotto tunnel; 2) Portofino tunnel; 3) Vitrale tunnel; 4) Park Museum tunnel; 5) Villa Devoto tunnel; 6) Paraggi Castle tunnel. CIVIL STRUCTURES: 1) Antenna RAI tunnel; 2) Tana del Lupo tunnel (graphic elaboration M. Terrone).

dell'intero versante (Paliaga *et al.*, 2016); significativi muri a secco sono presenti nei Valloni di Paraggi, Portofino e San Fruttuoso, e rappresentano oggi un importante bene culturale e del paesaggio (Paliaga *et al.*, 2020).

Le cavità artificiali nel Parco

Con riferimento alla classificazione delle cavità artificiali proposta dalla Commissione Nazionale Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana (Parise *et al.*, 2013), sono state identificati, censiti e classificati ipogei artificiali riconducibili a differenti classificazioni di opere: belliche, idrauliche, di transito e insediative civili (fig. 3).

Opere belliche

Si possono descrivere due differenti tipologie di opere belliche: il primo è rappresentato dai manufatti militari in località Batterie, toponimo legato alle batterie antiaeree (bunker), e dalle annesse strutture sul versante occidentale del Promontorio, a 246 m s.l.m. (fig. 3 - OPERE BELLICHE: 1); il secondo è rappresentato dalle gallerie antiaeree ad uso civile presenti in alcune località da Camogli a Portofino (fig. 3 - OPERE BELLICHE: 2, 3, 4, 5, 6).

Le Batterie, costruite durante la Seconda Guerra Mondiale, sono state recuperate dall'Ente Parco di Portofino con fondi della Regione Liguria. Rappresentano una delle emergenze più significative del Parco (fig. 4): è stato realizzato un centro visita e punto di-

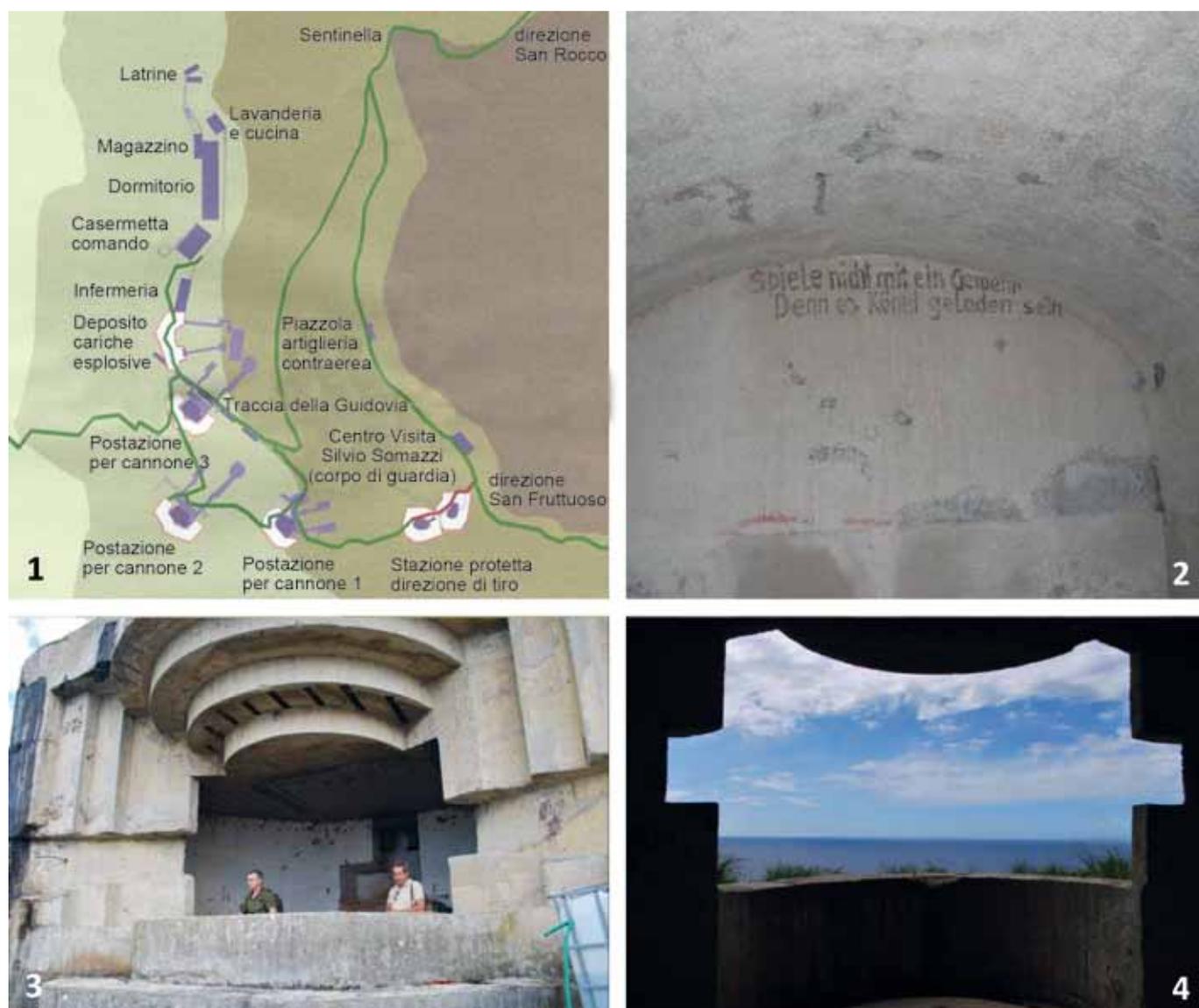


Fig. 4 – Opere belliche in località Batterie, nel comune di Camogli (Città Metropolitana di Genova): 1) planimetria generale (estratto da carta escursionistica dell'Ente Parco di Portofino); 2) interno deposito cariche esplosive; 3) postazione n. 2 per cannone; 4) postazione n. 3 per cannone (foto F. Faccini).

Fig. 4 – War structures at Batterie, Municipality of Camogli (Metropolitan City of Genoa), 1) main plan; 2) inside of the explosive store; 3) cannon station n. 2; 4) cannon station n. 3. See also Fig. 3 for location (photos F. Faccini).

dattico in corrispondenza dell'originario fabbricato del corpo di guardia. La Batteria di Punta Chiappa rappresenta il complesso difensivo, costruito nel 1941 dal Regio Esercito Italiano, come sistema antinave a protezione del levante del Golfo di Genova e successivamente, dopo l'8 settembre 1943, passato sotto il controllo dell'Artiglieria di marina tedesca. La Batteria costiera è stata progettata, tra le varie opere militari, con una piazzola in calcestruzzo e annessa riserverta per le munizioni, una stazione protetta ospitante la direzione di tiro, tre postazioni in calcestruzzo per cannoni, quattro postazioni per mitragliatrice, un deposito munizioni in sotterraneo (costituito da due tunnel impiegati come deposito cariche ed armeria, di altezza media di 2 m), un fabbricato infermeria, una casermetta comando, una casermetta alloggi, un fabbricato

cucina, un fabbricato latrine, un magazzino con due corpi di fabbrica, un osservatorio in calcestruzzo in località Bricco. Per ottenere maggiore protezione dall'umidità e una migliore coibentazione degli ambienti sotterranei i muri e le volte a botte dei tunnel sono stati rivestiti con un impasto di trucioli, fibre di legno e malta cementizia.

Tra i rifugi per civili (gallerie ricovero) nel Parco sono state censite alcune gallerie con sviluppo planimetrico a "U" di qualche decina di metri, doppia entrata e sezione a ferro di cavallo di altezza media pari a 2 m: una è in località Belvedere a 125 m s.l.m., alla base di una scarpata rocciosa in conglomerato, e un'altra è in corrispondenza di un esercizio commerciale ('I Muagetti') lungo via Mortola, a 210 m s.l.m., poco dopo la Chiesa di San Rocco di Camogli (fig. 3 - OPE-

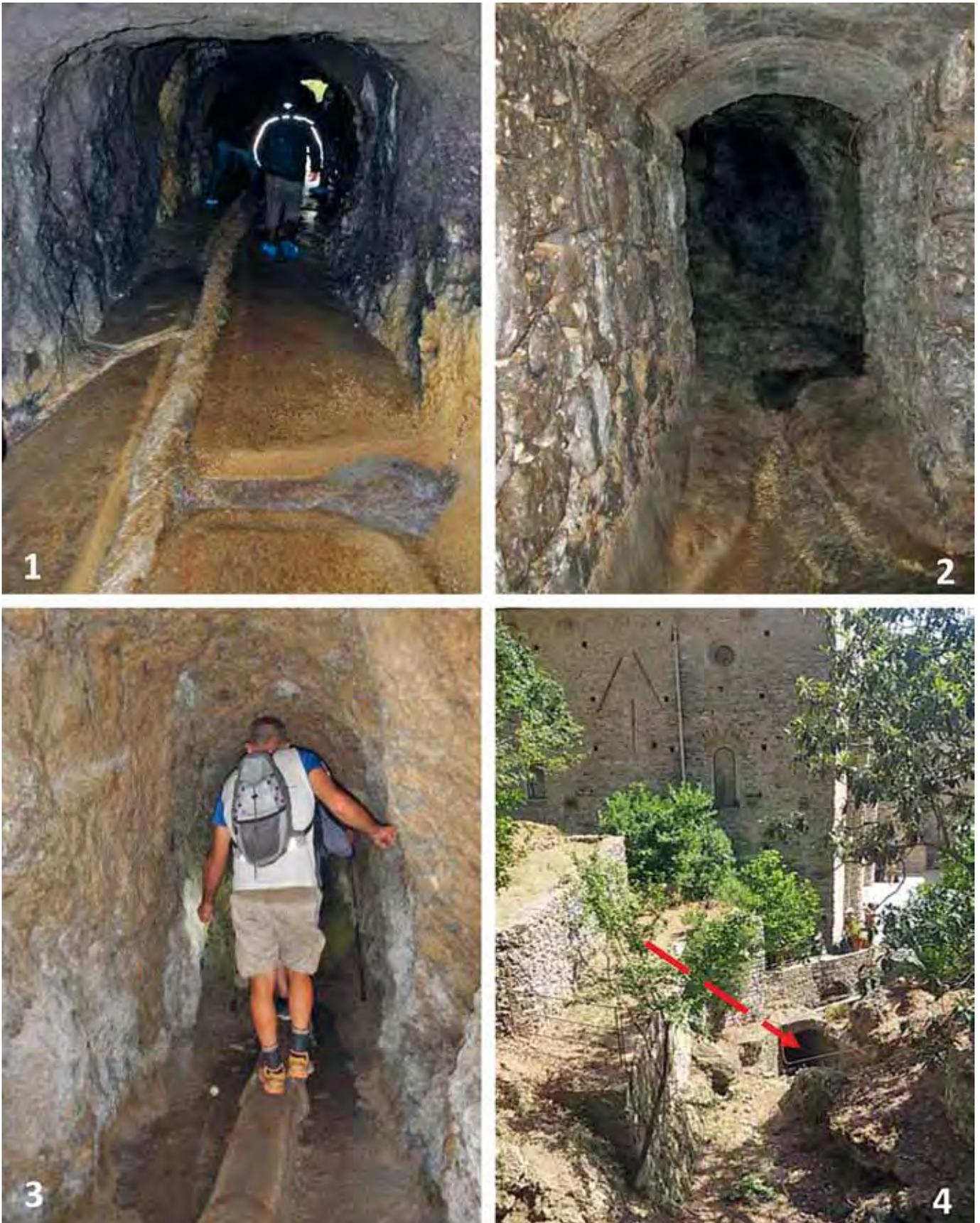


Fig. 5 – Opere idrauliche: 1) galleria della Sorgenti dei Coppelli; 2) galleria delle Sorgenti dell'Acquaviva; 3) Galleria Gruppo Marsu lungo la Via dei Tubi; 4) tombinatura lungo il Vallone dei Fontanini (la freccia indica l'imbocco sotto il complesso dell'Abbazia di San Fruttuoso) (foto F. Faccini).

Fig. 5 – Hydraulic structures (see fig. 3 for location): 1) spring from draining tunnel (Coppelli); 2) spring from draining tunnel (Acquaviva); 3) Gruppo Marsu tunnel along 'Via dei Tubi' (Caselle aqueduct path); 4) Fontanini stream culvert (the arrow shows the entry under the St. Fruttuoso Abbey Complex) (photos F. Faccini).

RE BELLICHE: 3). Altre piccole gallerie rifugio sono state censite presso l'Istituto Marco Polo (Galleria del Castellaro) e presso la struttura alberghiera KULM a Portofino Vetta. A Santa Margherita Ligure, poco fuori i confini del Parco, una estesa galleria ricovero è sviluppata sotto Villa Durazzo (fig. 3 - OPERE BELLICHE: 6), largamente utilizzata nel corso del secondo conflitto mondiale.

Opere idrauliche

Tra le opere idrauliche in sotterraneo si possono descrivere quelle di captazione delle sorgenti, quelle di distribuzione e infine la copertura di corsi d'acqua (fig. 3 - OPERE IDRAULICHE).

Tra le gallerie in sotterraneo realizzate a fini di captazione idrica sono state identificate (fig. 5): i) in località Caselle, nell'alto bacino di San Fruttuoso; ii) in località Acquaviva, nell'alto bacino di Paraggi: nota come Valle dei Mulini per i 36 mulini funzionanti nel XVIII secolo (Olivari & Rotta, 1988); iii) in località Coppelli, a breve distanza da Portofino. Si tratta, in tutti i casi, di opere realizzate nella seconda metà del XIX secolo con il fine del rifornimento di acqua potabile e, ancora oggi, a servizio degli acquedotti comunali di Camogli, Portofino e Santa Margherita Ligure.

La captazione delle sorgenti Caselle è stata realizzata alla fine del XIX secolo per rifornire la frazione di San Rocco (Ristori, 1901), e il collegamento è tuttora garantito attraverso la realizzazione di un tracciato con quattro gallerie che oggi rappresentano uno dei punti

di maggiore interesse del Parco di Portofino (la "Via dei Tubi") (fig. 3 - OPERE IDRAULICHE: 4, 5, 6, 7): la galleria Pertusi (49 m di lunghezza), Bricco (66 m), Grupp Marsu (13 m) e la galleria del Diavolo (90 m). Sempre in prossimità della "Via dei Tubi" è stata studiata la galleria della Mesana, realizzata ai primi anni '50 per la ricerca d'acqua.

Una piccola galleria di captazione idrica è infine segnalata presso Villa Brignola, nella frazione di San Nicolò di Capodimonte, dove è visibile il cunicolo scavato nel conglomerato. Anche sotto il complesso dell'Abbazia di San Fruttuoso, una piccola galleria sul lato E dell'edificio conduce alla sorgente su cui si sarebbe originariamente insediato il Monastero Benedettino.

Una seconda categoria di opere in sotterraneo riguarda i corsi d'acqua tombinati, alcuni dei quali sin da epoca storica (fig. 3 - CAVITÀ IDRAULICHE: 10, 11, 12): nel solo Parco di Portofino sono stati coperti i tratti terminali del Fosso dell'Acquaviva a Paraggi (circa 200 m), del Rio del Fondaco nel centro storico di Portofino (quasi 400 m) e del Vallone dei Fontanini nel nucleo di San Fruttuoso (50 m circa), in corrispondenza dell'omonimo complesso abbaziale (fig. 5).

Opere di transito

Tra le opere di transito si possono descrivere gallerie e ascensori di collegamento con fabbricati (fig. 6); in particolare sono state censite quattro gallerie a Portofino centro e due a Paraggi, in comune di Santa Margherita Ligure (fig. 3 - OPERE DI TRANSITO).

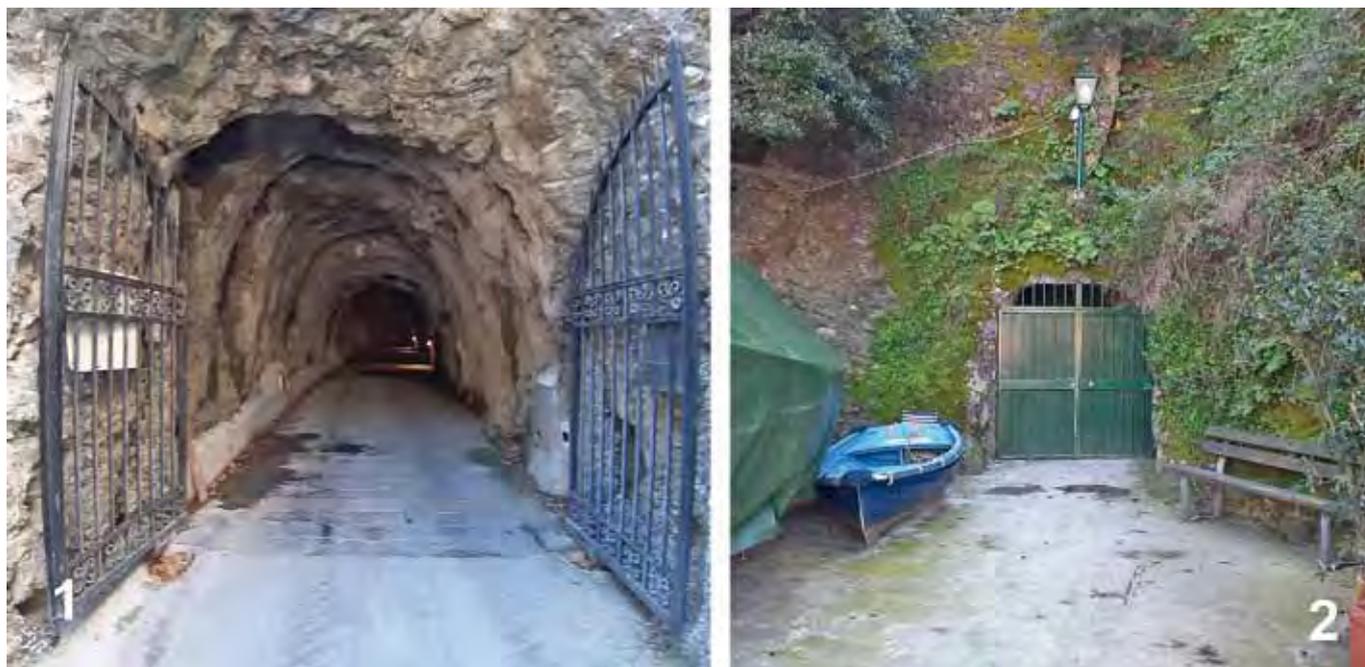


Fig. 6 – Opere di transito nel centro storico di Portofino: 1) ingresso della galleria Vitrale; 2) ingresso della galleria Ricotto (foto F. Faccini).

Fig. 6 – Transport structures in historical center of Portofino (see fig. 3 for location): 1) entry and first section of Vitrale tunnel; 2) Entry of Ricotto tunnel (photos F. Faccini).

Sul lato sudorientale della Baia di Portofino, dal Molo Umberto I, si nota l'ingresso di una galleria che presenta una lunghezza complessiva di 150 m (fig. 6): l'uscita, tramite un ascensore, è a 53 m s.l.m., di fronte a Castello Brown.

Una seconda galleria presenta l'ingresso all'entrata del borgo di Portofino, a fianco della sede comunale, ha una lunghezza di 200 m e sbocca a mare in località 'Galera' (Faccini *et al.*, 2008).

Un'altra galleria, detta del Vitrale, presenta l'ingresso di fronte all'area sosta moto in Piazza della Libertà (fig. 6), ha una lunghezza di oltre 300 m e sbocca in località Casa del Sindaco. Una ulteriore galleria di transito, più corta delle precedenti, attraversa l'istmo della penisola e collega il Museo del Parco con uno sbocco a mare, passando sotto la Chiesa di San Giorgio.

A Paraggi, sul lato nord della baia, è presente una galleria che da 7,4 m s.l.m., lungo la S.P. 227, porta - tra-

mite un ascensore - a Villa Devoto, a 110,7 m s.l.m. A monte del Castello di Paraggi è stato recentemente realizzato, a 55 m s.l.m., un cunicolo sotterraneo di oltre 200 m di collegamento con le proprietà soprastanti, sempre con ascensore: l'ingresso è interno ai box visibili lungo la Provinciale, sopra la spiaggia del Castello di Paraggi.

Opere insediative civili

In località Portofino Vetta – antenna RAI – e Tana del Lupo, nell'alto bacino di San Fruttuoso, sono state identificate alcune gallerie (fig. 3 - OPERE INSEDIATIVE) la cui classificazione è incerta: stando agli elementi raccolti probabilmente rappresentano un ricovero temporaneo (Tana del Lupo) e un magazzino sotterraneo (antenna RAI).

Considerazioni conclusive

Con il primo censimento delle cavità artificiali del Parco di Portofino è stata ottenuta una banca dati che può consentire di programmare interventi di conservazione e valorizzazione di emergenze culturali e del paesaggio, che spesso rivestono interesse anche come geosito (Coratza *et al.*, 2019).

Il data-base realizzato rappresenta pertanto uno strumento imprescindibile per la gestione delle opere ipogee e per utili valutazioni delle stesse in termini di impatto sul territorio, rischio ambientale, suscettività d'uso, oltre che per progetti di salvaguardia del patrimonio storico e scientifico.

Alcune iniziative sono state già avviate da tempo sul Parco di Portofino, come nel caso del recupero parziale dei manufatti delle Batterie o delle escursioni lungo la Via dei Tubi. Tuttavia, un'altra significativa parte di questo patrimonio ipogeo artificiale può essere oggetto di fruizione attraverso visite guidate condotte anche da qualificate associazioni Speleologiche specializzate in cavità artificiali.

Appare quindi indispensabile un successivo approfondimento tecnico e scientifico su tali cavità per poter conoscere con maggior dettaglio il loro sviluppo effettivo, le condizioni di conservazione, le valutazioni sulla staticità dei vuoti e sullo stato di degrado degli eventuali rivestimenti.

La sovrapposizione tra la consistenza plano-altimetrica dei volumi sotterranei e la topografia di superficie appare un requisito conoscitivo indispensabile per qualunque progetto di pianificazione territoriale e di sviluppo socioeconomico, anche funzionale all'aggiornamento del Piano del Parco.

Per questi motivi, e per una corretta e sostenibile fruizione turistica di questo patrimonio, appaiono di fondamentale importanza le competenze e le professionalità di speleologi specializzati e titolati dalla CNCA (Commissione Nazionale Cavità Artificiali) della Società Speleologica Italiana.

Ringraziamenti

Si ringraziano Riccardo Buelli, Benedetto Mortola, Francesco Olivari e Gianfranco Repetto per le preziose informazioni fornite sulle cavità artificiali del Monte di Portofino.

Bibliografia

- Agnese C., Casillo F., Nigrelli G., Luino F., 2013, *L'analisi storica come strumento per una corretta pianificazione territoriale*. Mem. Descr. Carta Geol. D'It., XCIII, pp. 5-20.
- Assandri F., 2014, *Il Promontorio di Portofino: la geologia dall'alto di una montagna affacciata sul mare*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It. 102, pp. 17-30.
- Bonaria V., Faccini F., Galiano I.C., Sacchini A., 2016, *Hydrogeology of conglomerate fractured-rock aquifers: an example from the Portofino's Promontory (Italy)*. Rendiconti Online Soc. Geol.It., 41, pp. 22-25.

- Brandolini P., Faccini F., Piccazzo M., 2006, *Geomorphological hazard and tourist vulnerability along Portofino Park trails (Italy)*. Natural Hazard and Earth System Sciences, 6, pp. 563-571.
- Buelli R., Mortola B., 2013, *Il sentiero dei Tubi nel Promontorio di Portofino*. Ed. Il Parco di Portofino.
- Cevasco A., Faccini F., Nosengo S., Olivari F., Robbiano A., 2004, *Valutazioni sull'uso delle classificazioni geomeccaniche nell'analisi della stabilità dei versanti rocciosi: il caso del Promontorio di Portofino (Provincia di Genova)*. GEAM, 111, pp. 31-38.
- Ciotoli G., Corazza A., Finoia M.G., Nisio S., Serafini R., Succhiarelli C., 2013, *Sinkhole antropogenici nel territorio di Roma Capitale*. Mem. Descr. Carta Geol. D'It., XCIII, pp. 143-182.
- Coari G., 2013, *Bunker della guerra sul Monte di Portofino, Die 2. Marine-Kusten-Batterie "Chiappa"*. Il Geko edizioni.
- Coratza P., Vandelli V., Fiorentini L., Paliaga G., Faccini F., 2019, *Bridging Terrestrial and Marine Geoheritage: Assessing Geosites in Portofino Natural Park (Italy)*. Water, 11, 2112.
- Cortemiglia G.C., 2004, *Tav. 26 Coste rocciose: falesie vive e morte*. In: Italia, Atlante dei tipi geografici, Morfologia Costiera. Ed. Istituto Geografico Militare.
- Faccini F., Benedettini A., Pelfini M., Brandolini P., 2014, *La frana costiera delle Gave nel Promontorio di Portofino (Liguria, Italia): evoluzione recente e interazione con le opere antropiche*. Studi Costieri, 22, pp. 33-44.
- Faccini F., Gabellieri N., Paliaga G., Piana P., Angelini S., Coratza P., 2018, *Geoheritage map of the Portofino Natural Park (Italy)*. Journal of Maps, 14, pp. 87-96.
- Faccini F., Paliaga G., Sacchini A., Tomaselli A., 2018b, *Variazione del regime delle piogge e aumento dei fenomeni alluvionali nell'area metropolitana genovese*. Atti dei Convegni Lincei 320, XXXIV Giornata dell'Ambiente, Strategie di adattamento al cambiamento climatico (Roma, 8 novembre 2016), ed. Bardi, pp. 53-62.
- Faccini F., Piccazzo M., Robbiano A., Roccati A., 2008, *Applied Geomorphological Map of the Portofino municipal territory (Italy)*. Journal of Maps, pp. 451-462.
- Giammarino S., Nosengo S., Vannucci G., 1969, *Risultanze geologiche-paleontologiche sul Conglomerato di Portofino (Liguria Orientale)*. Atti Istituto di Geologia dell'Università di Genova, 7, pp. 305-363.
- Nisio S., 2013, *Il database nazionale dei fenomeni di sinkhole*. Geologia dell'Ambiente, supplemento al n. 2/2013, pp. 28-32.
- Olivari S., Rotta A., 1988, *I Mulini dell'Acquaviva sul Monte di Portofino*. Ed. Sagep, Genova, 88 p.
- Paliaga G., Giostrella P., Faccini F., 2016, *Terraced landscape as cultural and environmental heritage at risk: an example from Portofino Park (Italy)*. Annales, Ser. Hist. Sociol., 26, pp. 1-10.
- Paliaga G., Luino F., Turconi L., De Graff J.V., Faccini F., 2020, *Terraced Landscapes on Portofino Promontory (Italy): Identification, Geo-Hydrological Hazard and Management*. Water, 12, 435.
- Parise M., Galeazzi C., Bixio R., Dixon M., 2013, *Classification of artificial cavities: a first contribution by the UIS Commission*. 16th International Congress of Speleology, CS Proceedings vol. 2, pp. 230-235.
- Ristori G., 1901, *Il Conglomerato miocenico e il regime sotterraneo delle acque nel Promontorio e Monte di Portofino*. Atti Univ. di Pisa, pp. 49-67.

