

Geologia dell'Ambiente

1/2020

ISSN 1591-5352

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale



Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma



Corso di aggiornamento professionale sul tema

LA BONIFICA DEI SITI INQUINATI

Coordinamento scientifico a cura di SIGEA
Coorganizzazione a cura dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Il Corso, della durata di 24 ore, si propone di informare e aggiornare architetti, geologi e ingegneri sulla procedura della caratterizzazione e bonifica dei siti inquinati e sull'applicazione dell'analisi di rischio: dopo un inquadramento normativo, l'attività formativa sarà esposta non solo a livello teorico ma anche con la descrizione di molteplici casi studio a livello nazionale. Particolare enfasi sarà rivolta agli approcci innovativi per le tecnologie di bonifiche (Permeable Reactive Barrier, Phytoremediation, Nanoremediation...), alle recenti modifiche metodologiche per il calcolo dell'AdR ed alla modellistica numerica applicata al saturo. Scopo primario del corso è di formare personale scientificamente qualificato in grado di partecipare operativamente alla gestione dei siti inquinati, dalla stesura del progetto di caratterizzazione fino alla definizione della strategia di bonifica più appropriata. Il Corso è progettato ed attuato in collaborazione con SIGEA, rinnovando un appuntamento per i professionisti interessati alla materia della bonifica, in quanto si tiene regolarmente ogni anno dal 1998.

Docenti: Esperti appartenenti a enti pubblici e privati

Direzione Scientifica: Dr. Ing. Marco Giangrasso - ISPRA

Coordinamento didattico del corso: Dr. Geol. Daniele Baldi

Ore: 24

Costo: € 250,00 + IVA

CFP: 20 architetti, 24 ingegneri, 24 geologi

Data: 25, 26, 27 marzo 2020

Sede: DEI Consulting - via Cavour, 181 - Roma

I soci Sigea in regola con la quota sociale 2020 hanno diritto allo sconto del 10% sull'importo di iscrizione (€250,00 +iva). Lo sconto si ottiene applicando il coupon: **GEO_DEICONCONSULTING**

Per informazioni e iscrizioni: www.deiconsulting.it | www.sigeaweb.it | bsi@sigeaweb.it

AVVISO DI PAGAMENTO DELLA QUOTA SOCIALE 2020

Il Consiglio Direttivo ha confermato anche per il 2020 la quota associativa di € 30,00 da versare entro il 31 marzo con le seguenti modalità:

- versamento su conto corrente postale **n. 86235009**
- bonifico bancario o postale, codice IBAN: **IT 87 N 07601 03200000086235009** (Banco Posta) intestato a: Società Italiana di Geologia Ambientale, Roma, riportando i dati del socio iscritto e la causale del versamento.

Per aderire alla **Sigea** è sufficiente compilare la scheda di iscrizione, scaricabile dal sito web www.sigeaweb.it e versare la quota associativa

Società Italiana di Geologia Ambientale

Associazione di protezione ambientale a carattere nazionale riconosciuta dal Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare con D.M. 24/5/2007 e con successivo D.M. 11/10/2017

PRESIDENTE
Antonello Fiore

CONSIGLIO DIRETTIVO NAZIONALE
Lorenzo Cadrobbi, Franco D'Anastasio (*Segretario*),
Daria Duranti (*Tesoriere*), Ilaria Falconi,
Antonello Fiore (*Presidente*), Sara Frumento,
Fabio Garbin, Enrico Gennari, Giuseppe Gisotti
(*Presidente onorario*), Gioacchino Lena,
Luciano Masciocco, Michele Orifici (*Vicepresidente*),
Vincent Ottaviani (*Vicepresidente*),
Paola Pino d'Astore, Livia Soliani

Geologia dell'Ambiente
Periodico trimestrale della SIGEA

N. 1/2020
Anno XXVIII • gennaio-marzo 2020

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229
del 31 maggio 1994

DIRETTORE RESPONSABILE
Giuseppe Gisotti

COMITATO SCIENTIFICO
Mario Bentivenga, Aldino Bondesan, Giancarlo
Bortolami, Giovanni Bruno, Giuseppe Gisotti,
Giancarlo Guado, Gioacchino Lena,
Giacomo Prosser, Giuseppe Spilotro

COMITATO DI REDAZIONE
Fatima Alagna, Federico Boccalaro, Giorgio Cardinali,
Francesco Cancellieri, Valeria De Gennaro, Fabio
Garbin, Gioacchino Lena, Maurizio Scardella

REDAZIONE
Sigea c/o Fidaf - Via Livenza, 6 00198 Roma
tel. 06 5943344
info@sigaweb.it

PROCEDURA PER L'ACCETTAZIONE DEGLI ARTICOLI

I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione, dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti ad un giudizio di uno o più referees

UFFICIO GRAFICO
Pino Zarbo (Fraserighe Book Farm)
www.fraserighe.it

PUBBLICITÀ
Sigea

STAMPA
Industria grafica Sagraf Srl, Capurso (BA)

La quota di iscrizione alla SIGEA per il 2020 è di € 30 e da diritto a ricevere la rivista "Geologia dell'Ambiente".
Per ulteriori informazioni consulta il sito web all'indirizzo www.sigaweb.it

Sommario

Editoriale

ANTONELLO FIORE 2

Opere rupestri nella valle di Zemi (Göreme - Cappadocia)

ANDREA BIXIO, ROBERTO BIXIO, TYMUR BOBROVSKYY,
ANDREA DE PASCALE, IGOR GREK
con il contributo di O. KLIMISHINA, P. LUCAS,
N. MOLDAVSKA, N.B. PODRUTSKAYA, M. TRAVERSO 3

Mitigazione del rischio di dissesto strutturale

in un complesso edilizio del Comune di Naro (Agrigento)
EMANUELE SIRAGUSA, ANTONIO CIMINO 13

Il portale del Servizio Geologico d'Italia:

i dati geologici del territorio nazionale alla portata di tutti
VALENTINA CAMPO, DANIELA DELOGU 25

Per la gestione della laguna di Venezia serve

una nuova legge speciale
ANTONIO RUSCONI 29

In ricordo di Franco Ortolani

ANGELO SANZÒ 32



A questo numero è allegato il supplemento digitale degli atti del seminario nazionale *Analisi e attività di mitigazione dei processi geo-idrologici in Italia* tenuto a Roma il 29 novembre 2019 scaricabile all'indirizzo web www.sigaweb.it/supplementi.html

In copertina: La frana del 24/11/2019, tranciando i piloni dell'Autostrada dei Fiori A6 Torino - Savona, ha provocato il crollo di un viadotto. La frana si è staccata dal monte che fiancheggia il viadotto, partendo alcune centinaia di metri più in alto ed ha portato via circa 30 metri di una carreggiata, fermandosi sotto i piloni dell'altra (Fonte: Nicola Casagli).

Abbiamo finito l'anno appena trascorso organizzando eventi su due temi molto seguiti dalla nostra associazione: la bonifica dei siti inquinati e il dissesto geo-idrologico. Frutto del nostro impegno nella formazione di base da più di 20 anni, abbiamo prodotto il volume monografico "Bonifica dei siti inquinati", supplemento della nostra rivista *Geologia dell'Ambiente* e liberamente scaricabile dal nostro sito web (<http://www.sigeaweb.it/documenti/gda-supplemento-2-2019.pdf>). Il volume si inquadra all'interno di un percorso formativo e di disseminazione dedicato, avviato dalla Sigea nel 1997 e consolidatosi negli anni dopo l'emanazione del D.M. 471/99. Il volume presentato lo scorso 22 novembre a Roma alla presenza del Ministro Sergio Costa sarà presentato dopo Roma anche in altre realtà italiane a partire dalla tappa di Napoli del 17 febbraio; a seguire eventi in Lombardia, Puglia, Sicilia, Toscana. La scelta di presentare il volume in diverse realtà italiane, integrando alcune delle relazioni con interventi scientifici frutto della ricerca degli atenei dove il volume è presentato, nasce da una nostra chiara volontà di raggiungere i soci nelle loro regioni e avviare sempre più lo scambio di vedute e processi di coinvolgimento.

L'apprezzamento da parte dei soci della possibilità di ospitare anche nelle loro regioni eventi di carattere nazionale, ci ha convinti di prevedere la stessa modalità anche per la presentazione degli atti del Seminario tenutosi a Roma lo scorso 29 novembre dal titolo "Analisi e attività di mitigazione dei processi geo-idrologici in Italia". Per tale volume sono in programma eventi di presentazione in Piemonte, Toscana, Umbria, Molise e Sicilia.

Consideriamo molto favorevolmente la collaborazione con il Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia – ISPRA e la Società Geografica Italiana nell'organizzazione delle sei giornate studio dedicate "Geologia e Storia", ciclo iniziato nel 2019 e che continuerà nel 2020.

Stiamo continuando con l'organizzazione degli eventi in diverse città italiane nell'ambito della rassegna "La tecnica e la scienza raccontate", il cui scopo è quello di potenziare la comunicazio-

ne e la divulgazione dei temi scientifici e tecnici attraverso la presentazione di libri, scritti da scienziati e studiosi, che trattano specifici temi afferenti alla cultura delle Scienze e più in particolare alle Scienza della Terra.

Abbiamo partecipato con più eventi, con i temi afferenti alla geologia ambientale, alla programmazione nell'ambito di Matera 2019 - Capitale della Cultura Europea, abbiamo ricordato a Matera i 500 anni dalla morte di Leonardo da Vinci, rassegna aperta a Firenze proprio il 22 maggio, e abbiamo affrontato il tema dell'acqua nell'ambito dell'Enciclica papale *Laudato si'*. Anche nel 2020, a cinque anni dalla sua diffusione, l'Enciclica di Papa Francesco sarà al centro di un nostro evento che stiamo organizzando in Roma con la Pontificia Università Antonianum e l'Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile.

Care socie, cari soci e cari sostenitori e simpatizzanti Sigea, come avete potuto notare il nostro sforzo si sta concentrando sempre di più nel proporre un *dibattito libero sui temi della cultura geologica*, un dibattito utile a creare confronto, analisi, critica, ragionate, per arrivare a sostenere proposte concrete, come quella di vietare la vendita e l'utilizzo, durante tutto l'anno, delle lanterne volanti visto che, sempre più spesso, causano incendi che inesorabilmente indeboliscono resilienza dei versanti a contenere il dissesto geo-idrologico.

Il Consiglio direttivo, rinnovato lo scorso giugno, è stato eletto grazie alla richiesta del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con la clausola del numero minimo di cariche direttive riservate a componenti di sesso femminile. Questo ha fatto sì che la Sigea nel nuovo organo d'indirizzo ha cinque "guide".

L'attività del nostro sodalizio non sarebbero possibili senza la voglia di partecipazione dei tanti soci che nell'ambito delle materie di loro competenza ci sollecitano nel promuovere eventi e dibattiti, stimoli che sono colti dai tanti animatori ai quale mi sento di rivolgere un sincero ringraziamento; sento di ringraziare i componenti il Consiglio direttivo nazionale, i Presidenti e Consiglieri delle Sezioni regionali, i Referenti e i Coordinatori delle Aree tematiche che

con il loro entusiasmo, la loro passione e il loro impegno garantiscono il costante e aggiornato dibattito sui temi della geologia ambientale.

La nostra associazione nello svolgere il ruolo di osservatorio continuo dei fenomeni naturali e della loro interazione con le attività dell'uomo, nel sensibilizzare amministratori e cittadini a una costante tutela dell'ambiente e della vita che esso ospita e nell'agire come associazione di protezione ambientale riconosciuta dal Ministero dell'Ambiente, ha bisogno anche di una comunicazione esterna; una comunicazione efficace, che si basi su dati certi e rigore scientifico, che arrivi agli amministratori, ai professionisti e ai cittadini.

Negli anni si sono moltiplicati gli *interessi interdisciplinari e interculturali* che hanno visto la Sigea protagonista negli scenari locali e nazionale. I diversi interlocutori con i quali la Sigea si confronta sui tanti temi di suo interesse – rischi naturali, rischi antropici, patrimonio geologico, paesaggistico e naturalistico, geoarcheologia, geologia urbana, educazione ambientale solo per citarne alcuni – ci impone una ricerca continua di una comunicazione rigorosa ed efficace, una comunicazione basata su osservazioni dirette, dati di fatto e confronto continuo con accademici, esperti d'istituti e centri di ricerca e professionisti.

In conclusione, le nostre attività e la nostra azione si inquadrano all'interno di un *work in progress* che ha come finalità non solo la divulgazione e la formazione tecnico-scientifica degli addetti ai lavori ma anche l'opportunità di creare *spazi di confronto e di riflessione* per tutti coloro che sono impegnati nel mondo della ricerca e coinvolti nei procedimenti tecnici e amministrativi associati al grande e complesso tema della geologia ambientale.

Siamo convinti che le sfide più importanti si potranno vincere solo se ci sarà un'efficace condivisione delle idee e dei contenuti e un serio confronto sulle problematiche, sicuramente molteplici e complesse per la tutela dell'ambiente.

Come ogni anno vi ricordiamo che le tante attività in programma chiedono anche una programmazione economica ed è per questo che diventa fondamentale pagare la quota annuale nei primi mesi dell'anno.

Opere rupestri nella valle di Zemi (Göreme - Cappadocia)

Rock-cut works in the Zemi valley (Göreme - Cappadocia)

Andrea Bixio⁽¹⁾, Roberto Bixio^(1,2), Tymur Bobrovskyy⁽³⁾, Andrea De Pascale^(1,4), Igor Grek⁽⁵⁾

con il contributo di O. Klimishina, P. Lucas, N. Moldavska, N.B. Podrutskaia, M. Traverso

⁽¹⁾ Centro Studi Sotterranei, Genova (Italia)

E-mail: roberto_bixio@yahoo.it

⁽²⁾ Ispettore On. Archeologia-Settore Cavità Artificiali, MIBACT-Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo (Italia); Dr.h.c. National University of Architecture and Construction of Armenia

⁽³⁾ Ukrainian Committee of ICOMOS, Kiev (Ucraina)

E-mail: bobrovskij@ukr.net

⁽⁴⁾ Museo Archeologico del Finale - Istituto Internazionale di Studi Liguri sezione Finalese (Italia)

E-mail: depascale@museoarcheofinale.it

⁽⁵⁾ Speleo club «Poisk», Odessa (Ucraina)

E-mail: grekigor@mail.ru

Parole chiave: Turchia, Cappadocia, Göreme, valle di Zemi, cavità artificiali, opere rupestri, opere sotterranee

Key words: Turkey, Cappadocia, Göreme, Zemi valley, artificial cavities, rock-cut works, underground works

1. DISTRIBUZIONE DELLE CAVITÀ ARTIFICIALI NELLE VALLI DEL COMPRESORIO DI GÖREME

La Cappadocia è una regione storica della Turchia centrale nota per la cospicua presenza di siti scavati dall'uomo nelle masse rocciose che caratterizzano una parte del suo territorio, costituito da circa 20.000 km² di depositi vulcanici (Fig. 1). Questa area è fortemente condizionata dalla concomitanza dei tre agenti geomorfici che tipicamente plasmano le forme terrestri: agenti endogeni (fenomeni vulcanici), esogeni (azione idrica, eolica, gelivazione) e interventi umani (antropogenici) (Gisotti, 2018). La loro interazione, combinata a rilevanti eventi storici, ha contribuito in eguale misura a produrre un paesaggio, al contempo naturale e culturale, tra i più suggestivi al mondo.

Uno dei luoghi meglio conosciuti e in cui le strutture sotterranee sono maggiormente concentrate è sicuramente il comprensorio di Göreme, l'antica *Korama* bizantina, che rappresenta il cuore della Cappadocia rupestre. Il sito si trova al centro di un triangolo compreso tra il capoluogo di provincia, Nevşehir, ad ovest, la città di Ürgüp, ad est, e la città di Avanos, a nord, posizionata sul Kızılırmak (*Halys*), uno tra i principali fiumi della Turchia.

L'insediamento rupestre è principalmente localizzato in una conca, ad una quota tra 1000 e 1200 m s.l.m., a circa 1,5 km dal centro abitato di Avcılar, in antichità denominato *Matiane* e, dal 1982, ribattezzato con il medesimo toponimo di Göreme Köy. A sua volta, il

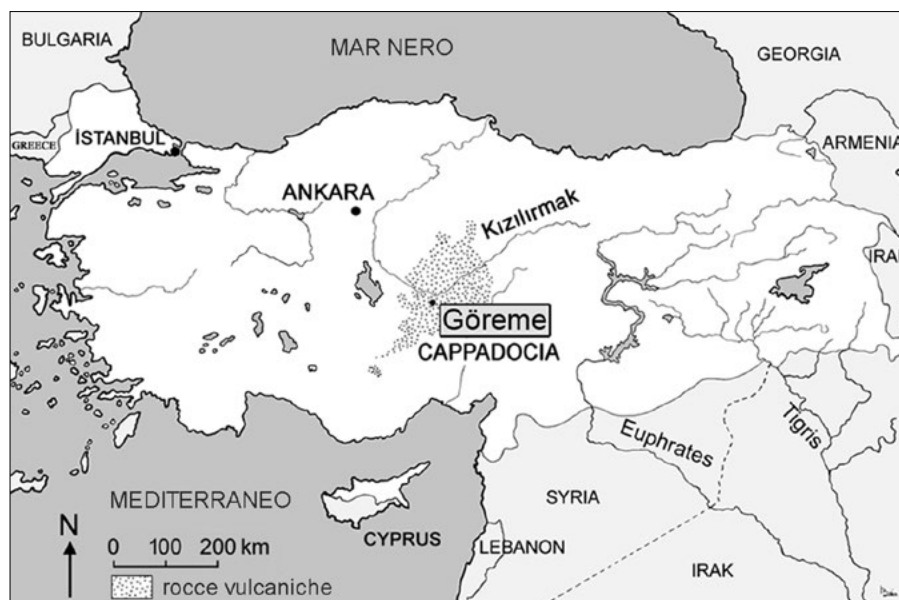


Figura 1. Area punteggiata corrispondente alle formazioni vulcaniche della Cappadocia. Grafica R. Bixio

sito si trova al centro di un territorio intensamente antropizzato sin dal remoto passato, individuato da tre villaggi rupestri, mediamente distanti non più di tre chilometri: Uçhisar, Ortahisar e Çavuşin.

Sulle pendici rocciose di questa conca, in un'area di appena 0,15 km², dai tempi delle prime indagini di Guillaume De Jerphanion (1925-1942) ad oggi sono state repertorate le vestigia di 63 opere di culto (monasteri, chiese, cappelle, camere funerarie), a cui si aggiungono 37 refettori e, in tempi recenti, 12 rifugi sotterranei, nonché almeno una decina di opere idrauliche. Si tratta di strutture interamente scavate nei teneri tufi vulcanici che costituiscono il tavolato, fortemente inciso dagli agenti meteorici e scomposto in forre, calanchi, falesie e pinnacoli.

In realtà, sebbene la maggiore frequenza di architetture ipogee si registri in un tratto piuttosto limitato della valle (*vadisi*), l'insediamento rupestre si estende su una serie di almeno tre bacini complementari: Göreme Vadisi al centro, Kılıçlar Vadisi ad est, Zemi Vadisi, ad ovest (Fig. 2). Le loro aste idrauliche, più o meno disposte a ventaglio, orientate da sud a nord, confluiscono infine, dopo circa due chilometri, nella piana antistante. Considerando, dunque, un areale più ampio, di circa quattro chilometri quadrati, il numero complessivo delle opere ipogee sino ad ora documentate dai diversi studiosi che nel corso degli anni si sono occupati di questa zona, sale a 138 unità, mentre i rifugi diventano 18 e le opere idriche 23, cifre che possono sicuramente essere incrementate nella eventualità di nuove

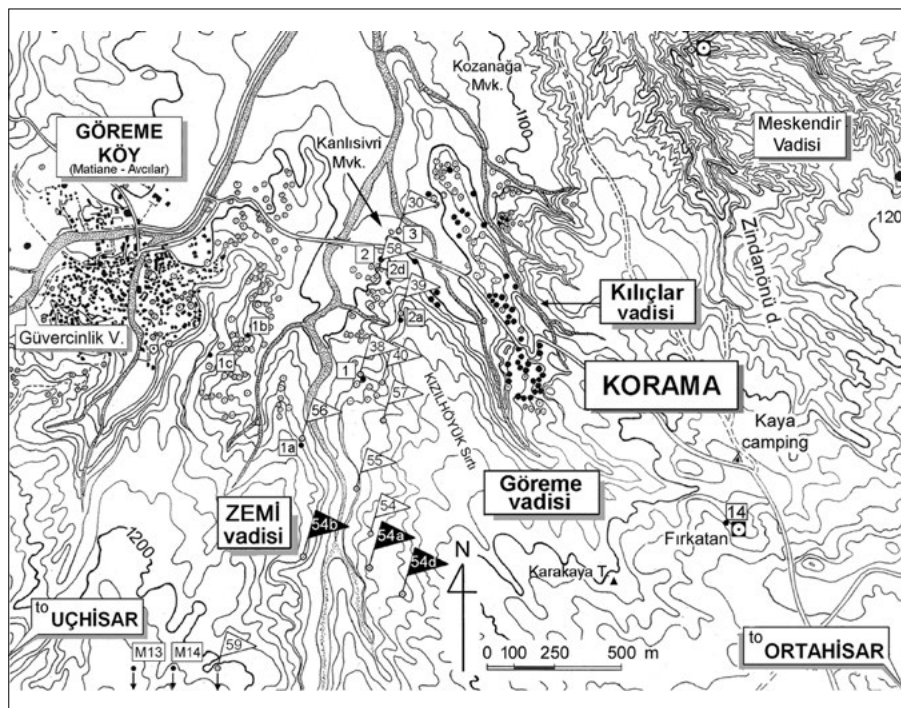


Figura 2. Stralcio della mappa del bacino imbrifero Göreme-Çavuşin. Grafica R. Bixio



Figura 3. Foto aerea della Zemi Vadisi nel 1993. Vista da valle verso monte, cioè da nord verso sud, al contrario dell'orientamento della mappa in figura 2. Foto R. Bixio

indagini nei prossimi anni (Bixio *et al.*, 2018).

La valle che attualmente risulta meno indagata, ma anche meno intensamente “scavata”, è la Zemi Vadisi (Fig. 3), separata dalla Göreme Vadisi dalla stretta dorsale (*sirtı*) di Kızılhöyük, residuo della incisione valliva dei due torrenti (*deresi*) convergenti. Tuttavia, anche qui si trovano notevoli opere rupestri di varia tipologia.

In questo breve lavoro verranno prese in considerazione alcune delle strutture documentate dagli autori ucraini ed italiani nel corso di diverse spedizioni (iniziate nel 1992), con l'intento di contribuire ad ampliare la conoscenza di questa parte periferica dell'insediamento di Göreme, per lo più limitata, in passato, alla descrizione delle sole opere di culto (De Jerphanion, 1925-1942; Lucas, 2003; Ousterhout, 2010 e 2017; Andaloro, 2014; Jolivet-Lévy, 2015). La documentazione è stata integrata a seguito delle indagini condotte dal Centro Studi Sotterranei dal 2012 al 2014 nell'ambito della missione “*Rock painting in Cappadocia*”, dell'Università della Tuscia (Viterbo-Italy), e del progetto PRIN 2010-2011 “*Rupestrian art and habitat in Cappadocia*”, entrambi diretti dalla Prof. Maria Andaloro, sotto l'egida del Ministero della Cultura turco (Andaloro *et al.*, 2015).

Per comodità descrittiva abbiamo suddiviso la valle in tre settori: alto corso, medio corso e basso corso. Le bandierine nelle figure corrispondono a punti georeferenziati (bandierine bianche) o localizzati sul terreno (bandierine nere); i numeri nei riquadri all'elenco delle opere di culto elaborato da Catherine Jolivet (Jolivet-Lévy, 2015).

2. LE CAVITÀ DELL'ALTO CORSO

Karabulut Kilisesi

Le cavità più a monte di cui abbiamo documentazione sono due chiese scavate in una valletta laterale, in sponda sinistra (numeri [M13] e [M14] nei riquadri in basso a sinistra in Fig. 2, fuori mappa, e in Fig. 3, in alto). Sono elencate nel repertorio di Catherine Jolivet (2015, p. 116) nel gruppo di chiese afferenti ad Avcılar, cioè al villaggio di Göreme. La Karabulut Kilisesi, a navata trapezoidale, è attribuita al primo quarto dell'XI secolo. La Chiesa della Cisterna (Sarnıç Kilisesi), poco distante, deve la sua denominazione per essere stata trasformata, probabilmente non prima del XIV secolo, in un deposito idrico a servizio della piccola conca coltivata.

Condotti idrici

Risalendo l'alveo del torrente, nei pressi della testata (fuori mappa), è possibile percorrere una galleria longitudinale di cui si sono conservati tre segmenti maggiori, lunghi rispettivamente 55, 68 e 53 m, e molti altri segmenti secondari, inferiori a 20 m. La loro funzione era quella di drenare e trasportare più a valle le acque eccedenti in una determinata area per liberare terreni adibiti ad usi agricoli. Sono molto simili ai condotti di drenaggio della vicina Kılıçlar Vadisi (Bixio *et al.*, 2017a). La morfologia delle sezioni è chiaramente suddivisa in due parti: in alto la galleria è squadrata e conserva i segni dello scavo antropico; in basso le pareti scampanano irregolarmente e assumono un aspetto naturale dovuto all'erosione prodotta dallo scorrimento idrico. La sezione rettangolare del cunicolo originale si può valutare attorno a 1,30 m di larghezza per 1,80 m di altezza, mentre la parte inferiore, molto variabile, alta circa 2,60 m, può superare i tre metri di larghezza. Dai rilievi effettuati sembra di intuire che le gallerie siano state scavate con la usuale tecnica dei fronti contrapposti. In sponda orografica sinistra (bandierine nere 59b-c-d in Fig. 3) è presente un cunicolo per la raccolta dell'acqua, lungo circa 70 m, con tipica sezione rettangolare larga 80 cm e alta 180 cm (Bukarenko, Dolotov, Kovalyov, 2011, pp. 176-178).

Apiari e tombe

Nel punto di confluenza dove inizia il medio corso, segnaliamo anche la presenza di feritoie verticali scavate nella parete di roccia che sembrano appartenere ad un apiario, associato ad una piccionaia (bandierina nera 54b in Figg. 2, 3). Un altro apiario è localizzato nella profonda incisione valliva dell'affluente in sponda destra (bandierina nera 54a). Poco distante un piccolo vano isolato (54d) sembra avere le medesime caratteristiche delle tombe tardo romane/protocrisiane presenti nell'area di Korama (Thierry 1981).

2.1 IL RIFUGIO DEL PINNACOLO

La struttura ipogea più rilevante dell'alto corso della Zemi Vadisi è il Rifugio del Pinnacolo (Figg. 2, 3 - bandierina 59). Si tratta di uno dei casi di rifugio rupestre "concentrico" sino ad ora documentati in questa valle (un altro si trova nella valle di Kılıçlar - Bixio *et al.*, 2017b). È così definito per la sua conformazione a piani sovrapposti realizzati attorno ad un asse centrale, condizionati nel loro sviluppo verticale dai

limiti imposti dalla volumetria del pinnacolo, più o meno conica, in cui sono stati scavati. La struttura si trova infatti in un pinnacolo isolato, localizzato in uno dei vari coni di roccia, in sponda sinistra, circa 350 m a nord-est della Karabulut Kilisesi [14].

Le osservazioni sul posto ed il rilievo topografico della struttura rupestre (ampiamente descritta in Bobrovskyy, Grek, Klimishina, 2015) ci consentono di visualizzare e interpretare la conformazione dei vari ambienti scavati all'interno del pinnacolo e di trarre alcune conclusioni sulla sua organizzazione ed evoluzione (Fig. 4).

animali venivano introdotti per mezzo di una rampa mobile. Una porta di legno ed uno stretto cunicolo costituivano la prima difesa dell'ingresso. È verosimile che, grazie alla sua elevazione, la porta fosse protetta dal possibile sfondamento con impiego di arieti.

Presumibilmente in una fase successiva, il cunicolo venne bloccato con un dispositivo assai più solido e ancora più difficilmente attaccabile, costituito dalla "porta-macina" [Md1], sorretta da un pilastro e da un incastro nella parete, e manovrabile soltanto dall'interno (Fig. 5). Poiché per le necessità quotidiane sarebbe stato sufficiente utilizzare

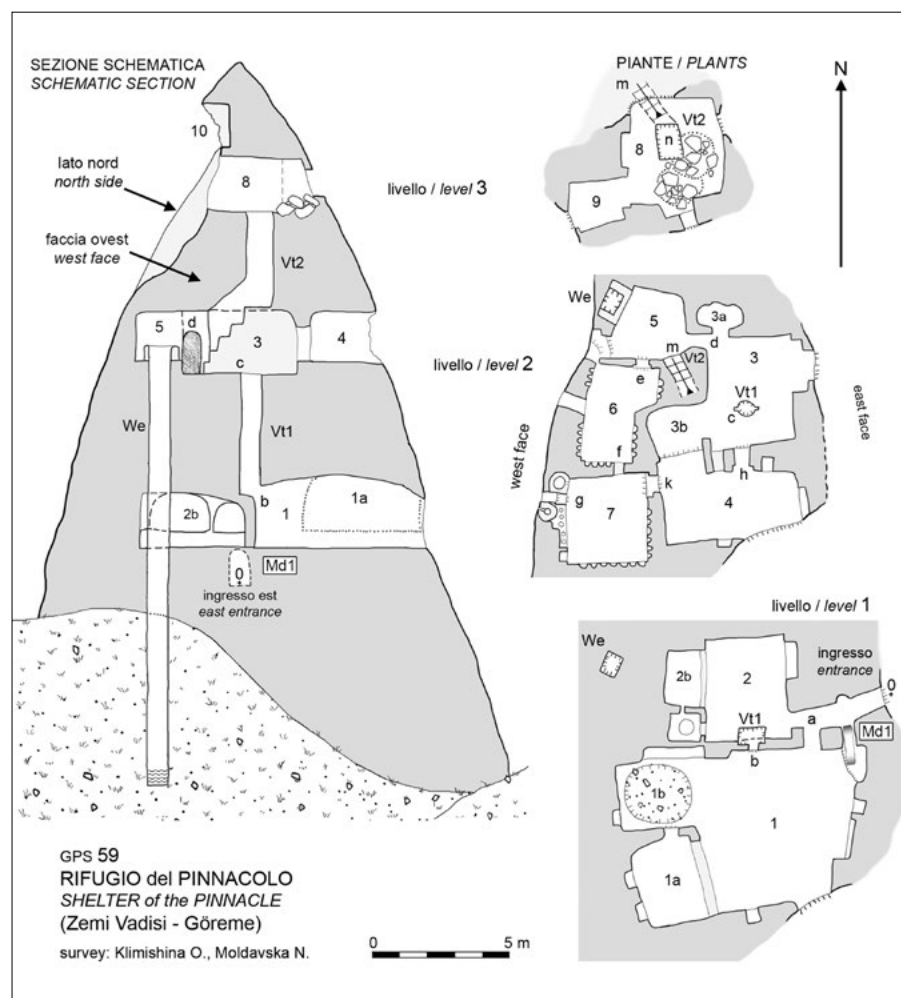


Figura 4. Sezione e piante schematiche del Rifugio del Pinnacolo. Grafica O. Klimishina, N. Moldavska

Riteniamo probabile che, in origine, siano stati scavati soltanto i vani che costituiscono il livello 1 per uso rurale e, probabilmente, adibiti a residenza stagionale. La cavità infatti comprende, oltre al grande vano (1), una camera adibita alla pigiatura dell'uva (2b), un vano con mangiatoie (1a), usato come ricovero per bestiame e, probabilmente, un deposito per l'acqua o per altre vettovaglie. Poiché l'ingresso esterno (punto 0) risulta scavato nella parete verticale del pinnacolo, ad un'altezza di due metri dal suolo, verosimilmente gli

la porta di legno, il fatto che sulla parete vi siano i segni di abrasione derivanti dalla movimentazione del monolite significa che l'insediamento ha effettivamente vissuto momenti di pericolo a causa dei quali si sentì la necessità di contrapporre difese più consistenti.

Nel contempo, o ancora più tardi, la propensione difensiva del sito è stata aumentata con la realizzazione del "pozzo-trappola" verticale (Vt1) e delle camere al secondo livello, tra cui lo scavo di un pozzo per l'approvvigionamento idrico (We nella camera 5). Ovviamente-



Figura 5. Rifugio del Pinnacolo: ingresso della camera (1), in origine difeso dalla "porta-macina" [Md1].
Foto T. Bobrovskyy

te, il pozzo, collocato all'interno stesso del pinnacolo, avrebbe reso il rifugio autonomo a tempo indefinito, in caso di attacco prolungato.

È importante notare che al secondo livello non sembrano esserci ambienti a scopo domestico: questo fatto indica che verosimilmente i vani furono utilizzati soltanto come rifugio. Probabilmente, subito dopo la sequenza di interventi finora descritti nel secondo livello vennero create due altre camere: i vani (6) e (7) che potevano servire come postazione di avvistamento.

Successivamente l'insediamento fu ampliato ulteriormente con un piano soprastante (livello 3), scavando la camera (8) con l'appendice (9) e, forse, anche il vano (10) nel livello 4, collegati da un secondo "pozzo-trappola" (Vt2). Veniva così creato un "ridotto", cioè un'area dove ritirarsi per l'ultima difesa nel caso che i primi due livelli fossero stati conquistati dagli aggressori. Evidentemente, i residenti necessitavano di più spazio che la limitata volumetria del pinnacolo non consentiva di ottenere nel livello 1. Avevano invece la possibilità e la capacità di espandersi in altezza scavando i livelli superiori (livello 2 e, successivamente, livello 3). Ma, forse, tale ampliamento era connesso ad una sensazione di impotenza così elevata da indurre a realizzare tre livelli di difesa progressiva, con direzione univoca, dal basso verso l'alto: la "porta-macina" [Md1], il "pozzo-trappola" (Vt1), ed infine, il "pozzo-trappola" (Vt2).

Lo stadio finale dell'uso di questo complesso è associato alla realizzazione nei livelli superiori di nicchie e fosse per la nidificazione dei piccioni. Questa fase, successiva alla funzione di rifugio, può essere riscontrata nella stragrande maggioranza dei complessi rupestri della Cappadocia.

Sfortunatamente, la datazione del Rifugio del Pinnacolo rimane un problema aperto perché non è possibile utilizzare marcatori cronologici affidabili.

La croce scolpita e dipinta in ocra presente nella camera (4) ha molte analogie nella decorazione ecclesiastica rupestre della Cappadocia: tuttavia, l'intervallo temporale può essere molto ampio, tra il IX e il XIV secolo e, comunque, il rifugio potrebbe essere precedente.

3. LE CAVITÀ DEL MEDIO CORSO

In questo settore, lungo circa 800 m, compreso tra la confluenza del Kilise Deresi, a sud (cioè a monte), e quella con il Ninnazan Deresi, a nord (cioè a valle), sono state visitate e posizionate soltanto alcune tra le numerose cavità i cui imbocchi sono visibili su entrambi i versanti della vallata.

3.1 LE STRUTTURE IN SPONDA DESTRA

Il cunicolo-cisterna della Piccionaia Ribaltata

Si tratta di una struttura per la raccolta dell'acqua ad uso irriguo. Il sito (Fig. 2, 3 - bandierina 54) si raggiunge dal punto di confluenza meridionale, salendo un ripido sentiero che si inoltra in una valletta laterale, in sponda destra, arrivando sotto i primi contrafforti della falesia che definisce il soprastante tavolato (Kızılhöyük Sırtı). Su un grande macigno, precipitato da tempo dallo sperone roccioso, si notano le tipiche nicchie di una piccionaia che risulta sezionata e ribaltata.

Poco più a monte della piccionaia ribaltata, su un piccolo terrazzamento ormai invaso da cespugli, si apre l'entrata pensile dell'impianto idrico sotterraneo (Fig. 6). Il piccolo imbocco rettangolare si trova sopra un terrazzino scavato in

una balza di roccia, a circa due metri dal suolo. Alla base della parete, al livello del terreno, si nota l'arco di un'altra cavità, completamente interrata che, senza dubbio, contiene il foro di prelievo passante nella cisterna scavata nella massa rocciosa soprastante, come rilevato in diversi altri casi simili nell'area (Bixio *et al.*, 2017a; 2017c). Evidentemente l'impianto idrico è in disuso da lungo tempo.

Dall'entrata si scende, attraverso un passo d'uomo scavato nel soffitto, in una camera di forma rettangolare, di 4x5 m circa, alta 170 cm dal fondo ricoperto da circa 20 cm d'acqua e da un sedimento non valutabile. Sulla parete orientale si apre l'imbocco di un cunicolo largo circa 50 cm e alto 170 cm. Il tunnel si inoltra per 20 m, con andamento ondivago, in direzione est, dunque parallelo alla balza rocciosa esterna. A circa metà percorso, sul soffitto si apre un pozzetto ascendente [PA1], intenzionalmente colmato di massi, senza dubbio in comunicazione con l'esterno. Questo dispositivo corrisponde ad un vespaio realizzato per assorbire le acque piovane e di fusione nivale destinate ad alimentare l'invaso. Sia la camera che il cunicolo avevano funzione di cisterna, secondo un modello ben documentato anche nella vicina valle di Kılıçlar (Bixio *et al.*, 2017a).

La cisterna del Colatoio (bandierina 55)

Poco più a valle della precedente si trova un'altra cisterna con ingresso pensile sulla parete di un gradone di roccia longitudinale che delimita il fondo valle. Anche in questo caso, una cavità interrata alla base della modesta falesia

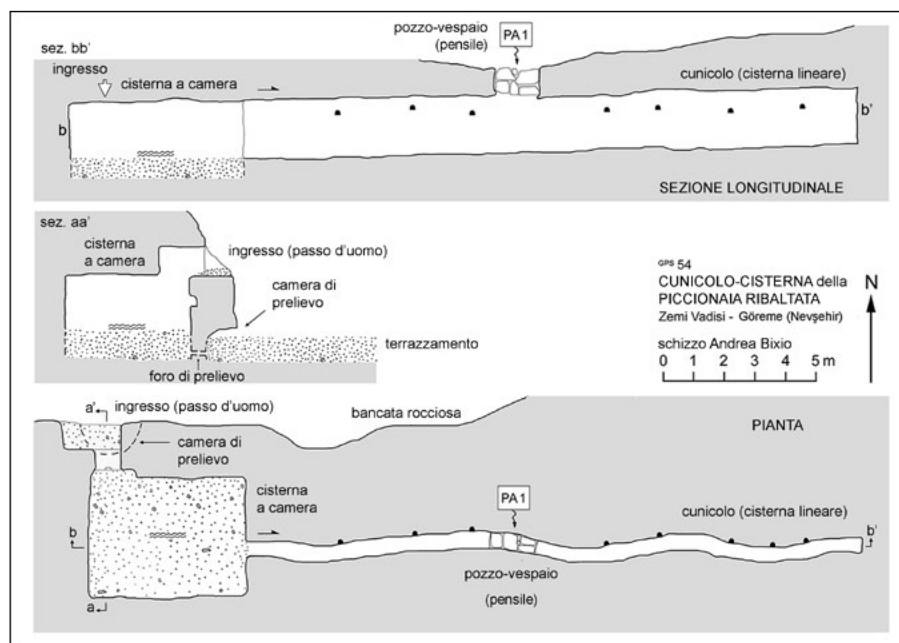


Figura 6. Cunicolo-cisterna della Piccionaia Ribaltata. Schizzo A. Bixio

contiene senza dubbio il foro di prelievo, ormai in disuso. La cisterna soprastante, però, risulta ancora completamente allagata. Diversamente dalla precedente, ha un sistema di alimentazione particolare costituito da un "colatoio", cioè da un condotto verticale (pluviale) di circa 20 cm di diametro, scavato nel corpo roccioso, che convoglia l'acqua meteorica raccolta da un bacino scavato sulla sommità del terrazzamento (Fig. 7).

Sulla parete attigua alla cisterna è visibile una piccionaia sventrata e alcuni feritoie che verosimilmente corrispondono ad un apiario.

La cavità "a T rovesciata" (bandierina 57)

Proseguendo circa 200 m verso nord (verso valle), sul terrazzamento soprastante l'alveo (Fig. 8) si trova un gruppo di cavità la principale delle quali ha la pianta "a T rovesciata", tipica di molti siti della Cappadocia, probabilmente destinata ad uso residenziale (Ousterhout, 2005, p. 147; Öztürk, 2012, p. 158).

L'interno è costituito da una prima camera (vestibolo), con il lato lungo parallelo alla balza rocciosa. Nella parete interna una porta introduce in un grande vano rettangolare (salone), ortogonale, forse utilizzato, in origine, come refettorio o altre attività domestiche. Le porte sui lati corti del vestibolo immettono in due vani che costituiscono i bracci della T. Il vano a destra era adibito a pigiatoio. Il vano a sinistra è sormontato da una grande cupola con apertura circolare al centro e incastri distribuiti lungo la ghiera, forse per appoggiare dei pali (Fig. 9). Questo tipo di struttura rupestre è comunemente interpretato come

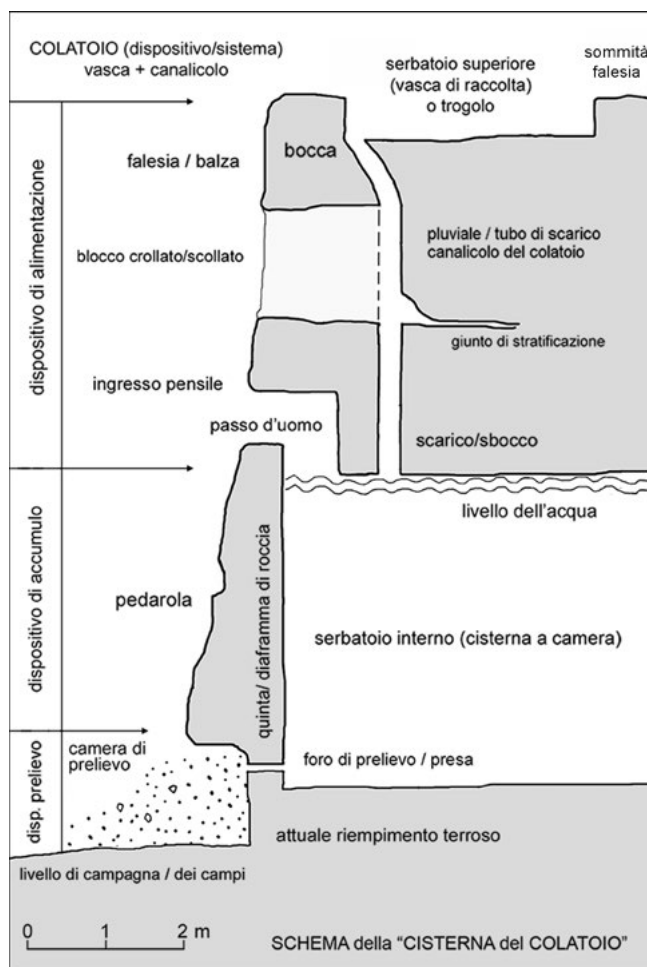


Figura 7. Schema della Cisterna del Colatoio. Grafica R. Bixio

cucina (Kalas, 2009). Secondo la nostra lettura stratigrafica dei segni di scavo degli ambienti rupestri, riteniamo che l'ampio affaccio esterno del vestibolo sia stato sbarrato successivamente con un muretto, alto 80 cm dal suolo, costruito con blocchi di tufo ben squadri e cementati, convertendo l'ambiente in una grande vasca per la raccolta dell'acqua. Attualmente è completamente asciutta, ma le oscillazioni idriche hanno prodotto lo sfaldamento e lo svasamento della parte inferiore delle pareti. Nella cucina rimane traccia di un condotto idrico verosimilmente scavato nella fase di trasformazione del complesso in cisterna. L'insediamento è completato da altri

vani minori scavati negli attigui corpi rocciosi, uno dei quali dotato di un pozzo ascendente, molto eroso e sventrato sulla sommità.

Nella parete di uno stretto canale si apre l'imbocco di un piccolo vano, con un blocco di roccia abbandonato in fase di scavo: potrebbe essere interpretato come cava di materiale lapideo.

El Nazar Kilisesi (bandierina 38)

Circa 150 m a nordovest del complesso "a T rovesciata", sullo stesso terrazzamento, ma ad una quota inferiore, si trova la chiesa di El Nazar. È scavata in un grande pinnacolo isolato, raggiungibile con una strada carrozzabile che sale dal fondo valle (Fig. 3). È attrezzata per visite al pubblico.

La struttura è stata ampiamente descritta, con analisi paleografica e iconografica, da De Jerphanion, che la pone al n° [1] del suo repertorio con il nome di «Chapelle d'El Nazar» (De Jerphanion, 1925, pp. 177-198). Al tempo della sua visita,

nel 1911, il pinnacolo che la contiene era già in pessimo stato, con ampie parti crollate, poi restaurate negli anni Novanta del secolo scorso. Secondo Catherine Jolivet i dipinti sono attribuibili al secondo quarto del X secolo (Jolivet-Lévy 1991, pp. 83-84). Nelle rocce adiacenti vi sono un refettorio e, forse, una cucina. In uno sgrottamento nella balza rocciosa a valle vi è l'imbocco di un cunicolo che emette acqua (bandierina nera 40e).

La cavità polivalente (bandierina 40)

Ottanta metri ad est della chiesa di El Nazar è stata documentata una struttura scavata in uno dei pinnacoli



Figura 8. Ingresso della cavità 57, con pianta "a T rovesciata". Foto A. Bixio



Figura 9. Cavità 57. Camino a calotta della cucina. Foto A. Bixio

che bordano le propaggini occidentali del soprastante tavolo di Kızılhöyük. In sintesi, si tratta di una cavità polivalente, un tempo adibita a diverse attività agricole, ormai abbandonate: in probabile successione cronologica, apiario, piccionaia, pigiatoio.

Esternamente la cavità è individuata da una ampia superficie rettificata, alta circa cinque metri dal piano di campagna, ricavata sulla parete di roccia rivolta verso la chiesa, cioè verso ovest (Fig. 10). Sul lato destro è ubicata l'apertura più grande, rettangolare, che, per mezzo di pedarole incise sulla parete, serviva da accesso alla cavità (ingresso 1). Sulla sinistra sono visibili dieci piccoli fori, più o meno circolari, parzialmente allineati in orizzontale e in verticale, affiancati da due fori più grandi, sovrapposti. A parte questi ultimi, gli altri, come vedremo, corrispondono ai fori di volo di un apiario di cui si riconoscono le tracce all'interno. La serie di fori più grandi, rotondi o approssimativamente quadrati, praticati nelle tre nicchie affiancate orizzontalmente sotto il bordo superiore, corrispondono invece ai finestrini per il passaggio dei piccioni all'interno della camera. La struttura è poi dotata di un secondo accesso (ingresso 2), scavato sul retro del pinnacolo: è più comodo del precedente, raggiungibile facilmente con un sentiero e un breve cunicolo in salita, senza la necessità di arrampicarsi sulle pedarole.

L'interno è costituito da una camera a pianta rettangolare, parallela alla superficie rettificata, a soffitto piatto, alto oltre 2 m. In una nicchia di fronte all'ingresso ritroviamo i fori circolari a cui corrispondono, sulle pareti laterali le scanalature orizzontali che servivano a inserire le lastre per sostenere le arnie

dell'apiario (Fig. 12) secondo un modello ampiamente documentato in Cappadocia e in altre aree del Mediterraneo (Bixio, De Pascale, 2013). I ripiani sarebbero poi stati rimossi, aprendo anche fori quadrati più grandi, convertendo la camera in piccionaia, come testimoniano le file di nicchie sovrapposte, che servivano per la nidificazione, scavate nelle altre tre pareti (Fig. 11).

La camera ha poi subito una ulteriore conversione d'uso. Il vano è stato trasformato in pigiatoio, composto da una ampia e poco profonda vasca di pigiatura, scavata nel pavimento di fronte all'ingresso 1, e dal relativo deposito costituito da una profonda buca a bocca circolare collegata alla vasca da un breve meato. Notiamo che nel realizzare la vasca è stata leggermente arretrata la parete d'angolo, intercettando e cancellando una buona parte delle preesistenti nicchie, rendendo inutilizzabile la piccionaia e determinando chiaramente, alla lettura stratigrafica, la sequenza temporale.

Nei pressi, 25 m a sud, si trovano opere idriche (una cisterna sotterranea e modeste canalizzazioni) che si inte-

gravano perfettamente con le attività rurali della zona, ma che sembrano ormai in abbandono.

3.2 LE STRUTTURE IN SPONDA SINISTRA Il rifugio della Chiesa Fiammeggiante (bandierina 56)

Sulla sponda opposta del torrente, in orografica sinistra, si trova il complesso della Chiesa Fiammeggiante (bandierina 56 in Figg. 2, 3). La struttura rupestre, attribuita al X o forse XI secolo, corrisponde al numero [1a] nel repertorio di Wallace (1991, II-2, pp.

472-478, n°65), citato da Jolivet-Lévy (2015, p. 48 e tomo II, Pl. 39.1-3), evidentemente integrando l'elenco di De Jerphanion che aveva assegnato il numero [1] alla chiesa di El Nazar, ma non aveva documentato la Chiesa Fiammeggiante (Bobrovskyy, Grek, 2013).

Abbiamo così denominato questo sito in quanto, sia sulla facciata esterna, che all'interno vi sono ampie superfici dipinte con lunghe strisce rosse a raggiera che sembrano fiamme o, in qualche caso, rami, o cerchi e riccioli (Fig. 13). In ogni caso si tratta di disegni rudimentali, verosimilmente risalenti al riuso dei vani in epoca post-bizantina (Wallace, 1991, p. 472), dunque successivi a quelli costituiti da decori lineari semplici, ma eseguiti con cura all'interno della chiesa vera e propria: rappresentano croci e altri motivi geometrici, come la simulazione dei concetti sugli archi scolpiti nella roccia (Jolivet-Lévy, *ibid.*).

La struttura è costituita da una serie di concamerazioni su livelli sfalsati, scavate in linea lungo una balza rocciosa parallela all'asse della valle (Figg. 13, 14, 15). Sulla parete, a circa cinque metri da terra, si affacciano le aperture, la mag-



Figura 10. Facciata esterna del pinnacolo in cui è scavata la cavità polivalente 40. Foto A. De Pascale



Figure 11-12. Cavità polivalente 40. A sinistra: il lato interno con le nicchie per i piccioni ed il pigiatoio. Foto A. De Pascale. A destra: i fori di volo delle api (al centro) e dei piccioni (in alto) nel diaframma di roccia rivolto verso l'esterno. Foto A. Bixio

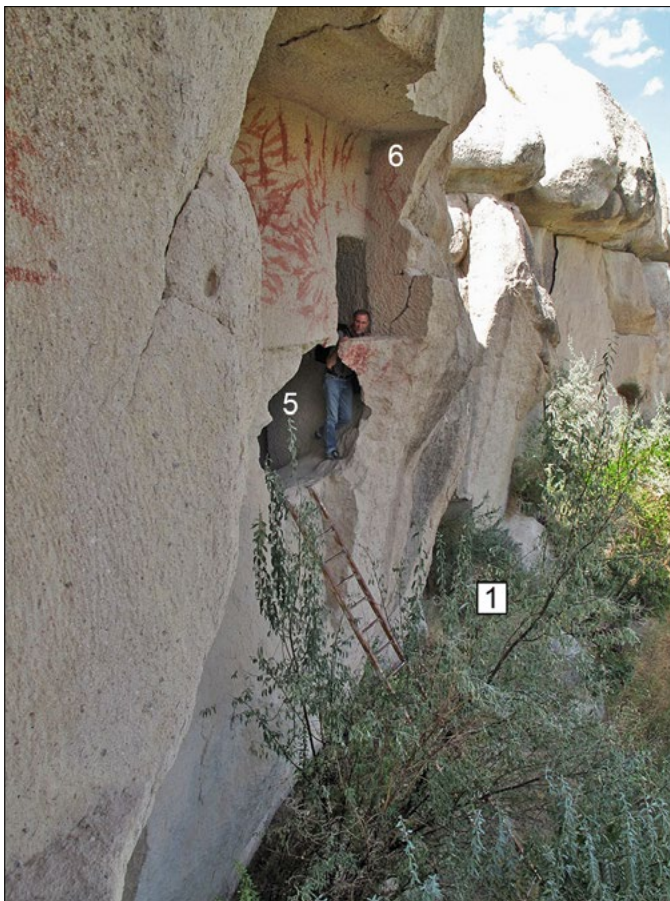
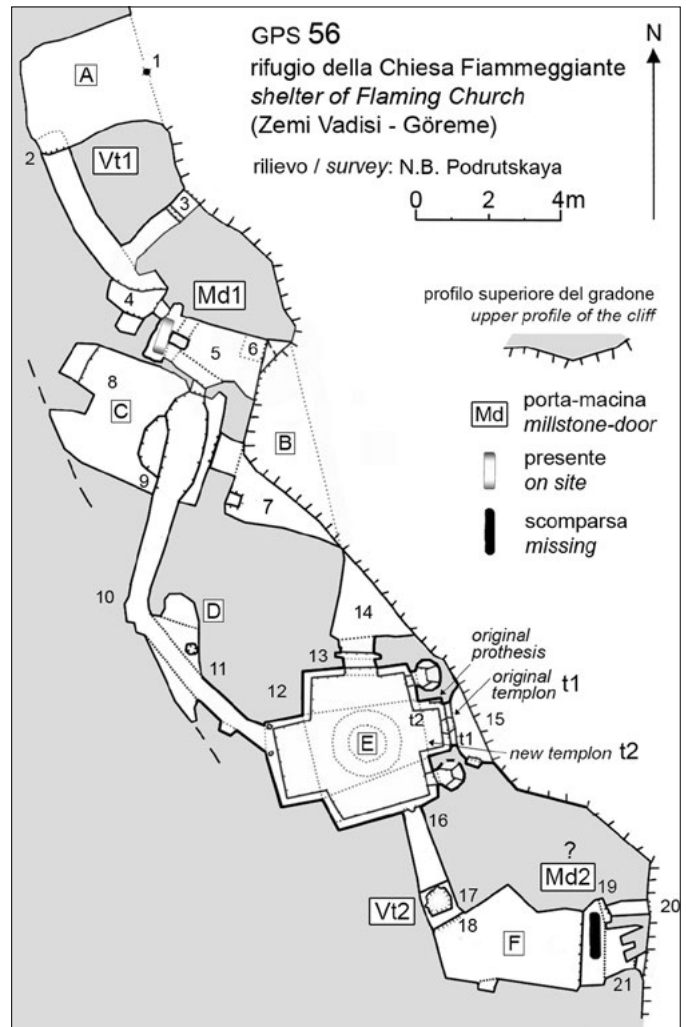


Figura 13. Rifugio 56. Ingresso attuale. Foto I. Grek

gior parte delle quali è conseguente allo sventramento dei vani sotterranei. Per raggiungere il primo piano è stata collocata, supponiamo per agevolare l'attività escursionistica, una lunga scala metallica (Fig. 13). Questa immette in un vano (5) in cui è presente un dispositivo di chiusura costituito da una "porta-macina" (Md1) alloggiata in una camera di manovra a pilastro e incastro (Fig. 16). In realtà, il monolito non difendeva l'accesso attuale che, come detto, è conseguente di un crollo della parete, ma era finalizzato a bloccare uno stretto passaggio scavato nella parete opposta che

Figura 14. Rifugio 56. Pianta. Rilievo N.B. Podrutskaia



scende parallelo alla falesia sino a raggiungere il piano di campagna. Questo doveva essere l'ingresso originale (1) del complesso, protetto, già in partenza, da un pozzetto ascendente (trappola Vt1) che poteva rendere difficile l'accesso ad eventuali intrusi. Ciò non toglie che per il normale transito esistessero scale esterne, ritirabili dall'alto in caso di pericolo. Ciò si deduce dal fatto che le dimensioni del cunicolo non permettono di procedere in stazione eretta, dunque

risulta efficace per casi di emergenza, ma poco adatto per un uso quotidiano.

Dalla camera di manovra un passaggio orizzontale, anch'esso difficile da percorrere, raggiunge il vano principale costituito da una chiesa [E] con pianta a croce libera (Jolivet-Lévy 2015, p. 48), sormontata da quattro archi ortogonali e cupola centrale tronco-conica (ovviamente scavata in negativo), sui cui pennacchi sono dipinte quattro croci patenti. Sul lato orientale la chiesa

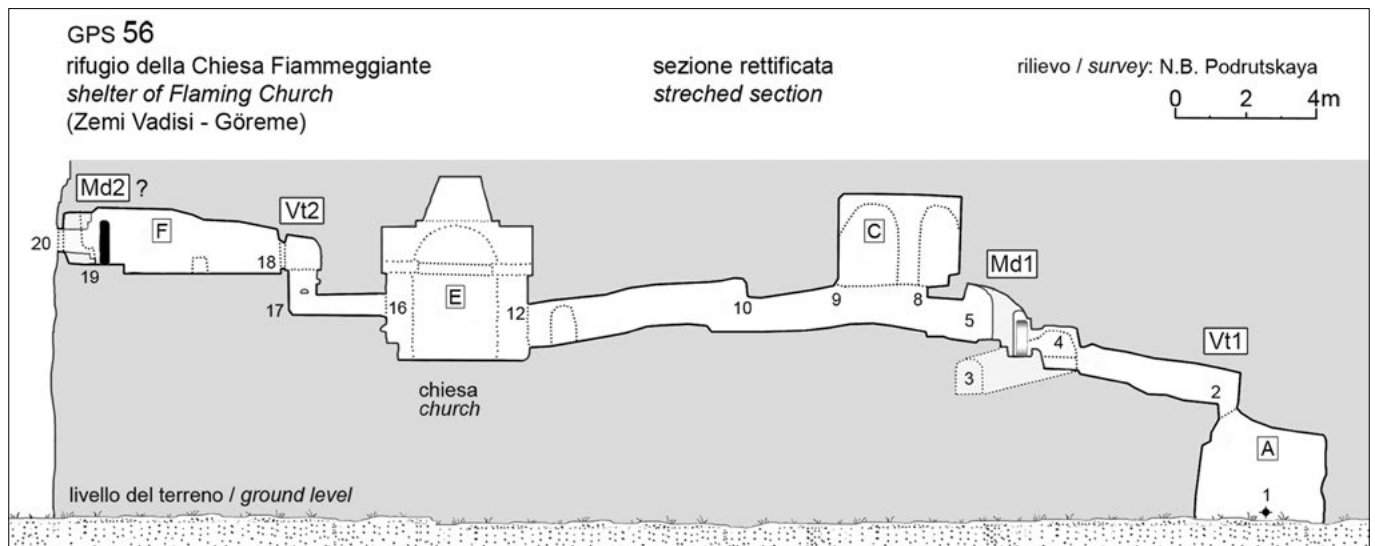


Figura 15. Rifugio 56. Sezione. Rilievo N.B. Podrutskaia



Figura 16. Rifugio 56. "Porta-macina" a difesa dell'ingresso originale. Foto A. Bixio

aveva un'abside centrale (15), oggi totalmente sventrata e aperta sulla valle, e due absidiole laterali in cui sono ancora discretamente conservati i piccoli altari addossati, con mensole laterali, risparmiati nello scavo della roccia.

Riteniamo che la chiesa ed alcuni altri vani, siano stati utilizzati successivamente come piccionaia, come risulta, ad esempio, dai fori passanti praticati nell'architrave di un portale laterale

Nella parete meridionale della chiesa [E] è stato scavato un breve cunicolo, con imbocco pensile (16), ad 1 m dal pavimento. Benché l'ingresso sia agevolato da una pedarola, il transito risulta molto difficoltoso a motivo delle ridotte dimensioni della sezione (si procede in ginocchio) e, soprattutto, a causa di un brusco gomito verticale, ascendente (Vt2), che sbuca nel pavimento di un piccolo locale. La bocca, quadrata, è contornata da una cornice ribassata, realizzata per alloggiare un portello orizzontale, ormai scomparso. È chiaro che si tratta di una seconda "trappola", facilmente difendibile dall'intromissione di intrusi.

Il vano interno (F) permette lo stazionamento eretto. Nella parete di fronte alla trappola si apre un altro brevissimo cunicolo orizzontale (19) il cui imbocco, inquadrato da una cornice scavata nella roccia, probabilmente alloggiava un portello. Concordiamo con Wallace (1991, p. 474) che alcuni indizi sembra-

tome I, p. 46). Ma è possibile che il rifugio risalga ad epoca successiva e quindi sia stato scavato dopo la realizzazione della chiesa il cui ingresso originale, probabilmente nel punto 14, è stato distrutto dal crollo della parete rocciosa.

4. LE CAVITÀ DEL BASSO CORSO (KANLISIVRI MEVKII)

Il basso corso della valle di Zemi si estende verso nord per circa 600 m, convenzionalmente compreso tra la zona di El Nazar/Ninnazan Deresi sino alla confluenza con il Göreme deresi, poco oltre le ultime propaggini del tavolato di Kızılhöyük. Qui, l'estremità settentrionale del tavolato si rastrema e si protende sulla piana antistante, separando le due valli, digradando dalla quota di 1150 m sino a 1100 m. La zona è denominata Kanlısivri Mevkii che all'incirca significa la località (*mevkii*) della Grossa Punta / Promontorio (Fig. 17). Le im-



Figura 17. Il basso corso della Valle di Zemi e il promontorio di Kanlısivri visti dalla Kılıçlar Vadisi verso sudest. Foto A. Bixio

della chiesa (punto 13) che abbiamo interpretato come finestrini di volo. Presumibilmente, il passaggio doveva essere tamponato da conci per ottenerne la chiusura, rendendo agibile la camera ai volatili soltanto attraverso i finestrini. I conci non sono rintracciabili, come se fossero stati portati via per essere riutilizzati.

Nelle camere non ci sono nicchie per la nidificazione, dunque la piccionaia era del tipo "a pali incrociati", appoggiati su riseghe o incastri, documentati nella stessa area. A questa fase d'uso dovrebbero risalire i ridondanti e rudimentali decori prima citati, benché, salvo il caso di dipinti preesistenti, non ci risulti che, di norma, nella regione i motivi dipinti sulle facciate delle piccionaie venissero riprodotti anche all'interno.

no suggerire che, in origine, potrebbe essere stata presente anche una "portamacina" (Md2?). Il cunicolo in effetti, a causa dell'erosione, oggi è aperto sul vuoto (20) ma, in passato, poteva avere la funzione di via di fuga. Comunque la camera è stata rimaneggiata e l'eventuale macina è scomparsa. La conformazione del vano fa pensare che si tratti di un "ridotto", dove ritirarsi in casi estremi, un tempo difeso su entrambi i passaggi.

È interessante notare che l'impianto generale della struttura rappresenta uno dei rari casi in cui la chiesa è inserita all'interno dei dispositivi di difesa. Di norma, negli altri insediamenti, i vani adibiti al culto risultano attigui, ma esterni ai vani utilizzati come rifugio, dunque lasciati in balia degli eventuali razziatori (De Jerphanion, 1925-1942,

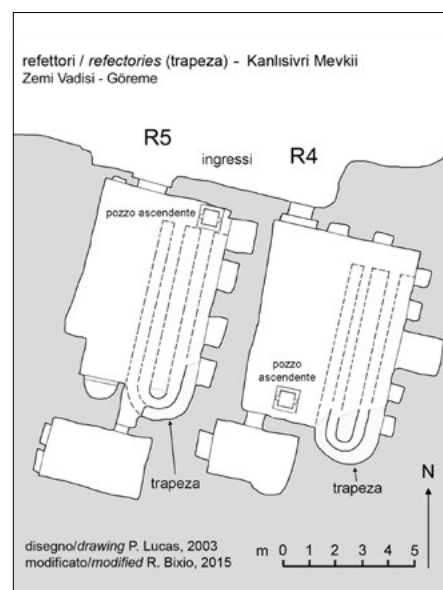


Figura 18. Pianta di alcuni refettori di Kanlısivri. Grafica P. Lucas 2003: p. 37, modificato da R. Bixio

ponenti masse rocciose sono scomposte in un intrico di canali e pinnacoli in cui si collocano numerose strutture rupestri, non sempre facili da posizionare. La maggior parte è costituita da chiese (numeri nei riquadri), da tombe proto-cristiane (numeri nei cerchi) e da numerosi refettori (non indicati), documentati a incominciare dalle indagini del 1911 (De Jerphanion, 1925-1942, tome I, p. 23) e in continuo aggiornamento (Giovannini, 1971; Thierry, 1984; Lucas, 2003; Ousterhout, 2010 e 2017; Jolivet-Lévy, 2015).

Chiese e rifugi

Si premette che non tutti gli edifici religiosi repertoriati sono indicati nelle mappe. Nei due versanti del promontorio di Kanlısivri sono state localizzate almeno otto chiese rupestri che, aggiunte alle sei distribuite lungo la valle, in totale ammontano a 14.

In genere le chiese, alcune delle quali ancora conservano mirabili cicli pittorici, sono contigue a complessi scavati anche su più livelli, costituiti da vani non sempre chiaramente classificabili: alcuni di questi potrebbero aver avuto la funzione di rifugio. Nel caso del complesso della chiesa 2e, nelle sue adiacenze è sicuramente presente una camera di manovra costituita da due pilastri, oggi tranciati, e da una trincea sul pavimento, di fronte all'imbocco, con funzione di guida per movimentare una "porta-macina", purtroppo scomparsa.

Di particolare interesse risulta la chiesa [2] segnalata da Lucas (2003, pp. 36-37 e comunicazioni personali), contigua ad una serie di vani in cui è ancora oggi presente un dispositivo di difesa costituito da una "porta-macina" collocata in una camera di manovra, anch'essa del tipo a due pilastri. Il vano

è poi connesso con un "pozzo-trappola" ad una camera soprastante con funzioni di ultimo rifugio. La chiesa è attualmente inaccessibile essendo stata chiusa dal proprietario del fondo. In passato il narcece è stato parzialmente trasformato in apiario (Jolivet-Lévy, 2015 p. 50).

In zona si trova un altro rifugio, in fase di documentazione, dotato di una "porta-macina" di grandi dimensioni (Pierre Lucas, comunicazioni personali). Benché attualmente sia quasi del tutto interrato, da diversi indizi riteniamo che abbia notevoli prospettive di essere assai più esteso, forse addirittura passante tra i due opposti versanti.

Refettori

Una tipologia molto specifica, descritta da Lucas (*ibid.*), riguarda sei cavità a cui è attribuita la funzione di refettori; a questi se ne aggiungono altri quattro individuati da Ousterhout (2010, p. 98, fig. 10; 2017, p. 414, fig. 4.48) ed uno da Sue-Anne Wallace (1991, p. 518, citata da Jolivet-Lévy, 2015, p. 55). Probabilmente ve ne sono altri. Si tratta di strutture caratterizzate da un vano rettangolare su un lato del quale è stato ricavato direttamente nella roccia, per risparmio dello scavo, un tavolo lungo e stretto (*trapeza*), corredato su uno dei fianchi o su entrambi da una panca di pietra. All'estremità opposta all'ingresso, la panca è inclusa in una grande nicchia che, verosimilmente, corrisponde al posto del capo tavola (Fig. 18). La loro collocazione di norma (ma non sempre) è attigua alle chiese, ma non in comunicazione diretta. Secondo Ousterhout (2017, p. 475) è verosimile che in buona parte fossero adibiti a celebrazioni funebri (*refrigeria*). In uno dei refettori è stato ricavato, in tempi successivi, un pigiatoio e in un altro una cisterna.

Apiario di Kanlısivri (bandierina 58)

Tra le cavità descritte dai diversi ricercatori non è citato il grande apiario rupestre, scavato nell'imponente pinnacolo centrale di un gruppo che delimita un anfiteatro coltivato (Fig. 19), localizzato sulle propaggini occidentali del promontorio (orografica destra della Zemi Vadisi). La struttura ha un ingresso pensile costituito da una apertura rettangolare, oggi priva del relativo sportello, scavata a circa cinque metri dal suolo. La parete, esposta a sud, perfettamente verticale e solo parzialmente rettificata, non ha tracce di pedarole, così che per raggiungere l'ingresso sarebbe necessaria una lunga scala. L'imbocco è in posizione laterale rispetto alle aperture per il passaggio delle api costituite sia da fori di volo che da feritoie. I fori sono distribuiti su cinque file orizzontali e allineati su quattro colonne, per un totale di 20 elementi. Quattro sono le feritoie verticali. Si può dunque calcolare che l'apiario ospitasse non meno di 40 arnie, attualmente in disuso.

5. CONCLUSIONI

L'intera valle di Zemi è senz'altro suscettibile di ulteriori investigazioni. Tuttavia, con i dati e le informazioni finora raccolte si possono comunque trarre alcune conclusioni d'ordine generale.

In particolare, si rileva che, a parte la concentrazione nettamente inferiore di edifici ecclesiali rispetto al sito dell'antica *Korama* propriamente detto, il contesto delle opere rupestri antropiche documentate nella valle di Zemi sembra comunque riproporre, come del resto ci si attendeva, le caratteristiche tipologiche già riscontrate nelle valli attigue di Göreme e di Kılıçlar, ovviamente con alcune proprie specificità (Bixio *et al.*, 2018).



Oltre alle chiese, ai refettori e alle tombe, almeno cinque sono i rifugi sotterranei documentati con certezza, quattro dei quali dotati di porte-macina ancora *in situ*, che vanno ad aggiungersi ai dieci individuati nelle due vicine valli, sopra citate, più altri tre rifugi “periferici”. Uno degli elementi peculiari è la presenza di un pozzo idrico all’interno del Rifugio del Pinnacolo che, sino ad oggi, non ha riscontro in nessuno degli altri rifugi di Göreme, mentre è abituale in altri siti della Cappadocia (Bixio *et al.*, 2012). Risulta comunque evidente una diffusa connotazione “difensiva” dell’intero sito di *Korama*, prima considerata molto marginalmente. Per quanto riguarda le cavità a destinazione rurale scavate nelle balze rocciose che definiscono i contorni del tavolato, rileviamo che, oltre alle onnipresenti piccionaie, almeno sei sono gli apiari rupestri, sia organizzati con fori di volo che con feritoie, tutti in abbandono. La loro presenza conferma la notevole diffusione dell’apicoltura nella regione di Göreme dove complessivamente, alla data odierna, sono stati localizzati almeno 15 apiari.

Cinque sono le cavità con presenza di pigiatoi. Una particolare menzione merita la cavità polivalente presso El Nazar, le cui funzioni multiple testimoniano una successione cronologica nelle modalità d’uso della struttura.

Abbiamo potuto inoltre constatare che anche la valle di Zemi è disseminata di impianti idrici sotterranei. Notiamo che i cunicoli di drenaggio, realizzati per la regolazione delle acque torrentizie di superficie, presentano fenomeni di erosione ancora più accentuati di quelli rilevati nella vicina Kılıçlar Vadisi.

Le opere rupestri di captazione, finalizzate alla costituzione di riserve idriche destinate alla irrigazione, risultano in prevalenza costituite da cisterne a camera che, peraltro, sembrano ormai in disuso.

Lungo la valle ne sono state individuate cinque, ma probabilmente sono più numerose. Due di queste sono state ricavate riutilizzando cavità preesistenti (una delle quali era una chiesa). Nell’unica cisterna (per il momento) sicuramente abbinata ad un cunicolo, abbiamo potuto constatare che il punto di alimentazione interno è costituito da un “pozzo-vespaio”, atto all’assorbimento dell’acqua meteorica dalla superficie esterna. Tale dispositivo risulta del tutto analogo a quelli individuati nei “cunicoli-cisterna” lineari documentati lungo la Kılıçlar Vadisi (Bixio *et al.*, 2017a).

Rimane da chiarire come sia realmente organizzato il cunicolo emittente (bandierina 40e) nei pressi della chiesa di El Nazar.

BIBLIOGRAFIA

- ANDALORO M. (2014), *The project on the rock paintings in Cappadocia (2012) Research and preservation: 1. The Göreme Open Air Museum; 2. The church of the Forty Martyrs in Şahinefendi*. Proceedings XXXV International Symposium of Excavations, Survey and Archaeometry, Muğla 27-31 May. - T.C. Kültür Bakanlığı, Ankara, pp. 120-135.
- ANDALORO M., BENUCCI M., BIXIO R., DE PASCALE A., ROMAGNOLI G. (2015) *New surveys on underground structures in Cappadocia, a dialogue between art historians, conservators, archaeologists and speleologists*, in M. Parise, C. Galeazzi, R. Bixio, C. Germani (a cura di), *Hypogea 2015*, proceedings International Congress in Artificial Cavities (Roma 2015), Opera Ipogea, suppl. 1/2015, Bologna, pp. 105-113.
- BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., MAIFREDI A., TRAVERSO M. (2017a) *Rock-cut hydraulics in Cappadocia: the tunnel-cisterns of Göreme*, in M. Parise, C. Galeazzi, R. Bixio, A. Yamaç (a cura di), *Hypogea 2017*, proceedings International Congress of Speleology in Artificial Cavities (Cappadocia 2017), ISBN 978-605-9680-37-0, pp. 151-164.
- BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., MAIFREDI A., TRAVERSO M. (2017b) *The concentric refuge of Kılıçlar Kilisesi complex*, in M. Parise, C. Galeazzi, R. Bixio, A. Yamaç (a cura di), *Hypogea 2017*, in proceedings International Congress of Speleology in Artificial Cavities (Cappadocia 2017), ISBN 978-605-9680-37-0, pp. 313-326.
- BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., MAIFREDI A., TRAVERSO M. (2017c) *I cunicoli-cisterna di Göreme in Cappadocia (Turchia centrale)*, in A. Fiore, G. Gisotti (a cura di), *Tecnica di idraulica antica*, atti Convegno Nazionale (Roma 11.2016), Geologia dell’Ambiente, supplemento 3/2017, SIGEA, Roma, pp. 58-65.
- BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., MAIFREDI A. (2018) *Kılıçlar Kalesi: una fortezza “lineare” a Göreme (Cappadocia, Turchia)*, «Opera Ipogea», 2/2018, Bologna, pp. 109-126.
- BIXIO R., CASTELLANI V., DE PASCALE A., TRAVERSO M., TRIOLET J., TRIOLET L. (2012), *Records of the underground sites*, BAR-British Archaeological Reports, International Series 2413. Archaeopress, Oxford.
- BIXIO R., DE PASCALE A. (2013), *A new type of rock-cut work: the apiaries*, in Parise M. (ed.), *Proceedings of the international workshop on speleology in artificial cavities: Classification of the typologies of artificial cavities in the world* (Torino/Italy, 18-20 May 2012). Opera Ipogea, 1/2013, Bologna, pp. 61/76.
- BOBROVSKYY T.A., GREK I.O. (2013) *Cave shelter in Zemi valley, Göreme town in Cappadocia* (in Russo), proceedings IV International Scientific Conference *Speleology and Speleostology*, Naberezhnye Chelny, pp. 172-178.
- BOBROVSKYY T.A., GREK I.O., KLIMISHINA O.I. (2015) *A complex in a standalone fairy chimney in Zemi Valley, Cappadocia* (in Russo), in proceedings VI International Scientific Conference *Speleology and Speleostology*, Naberezhnye Chelny, pp. 154-159.
- BUKARENCO A.V., DOLOTOV Y.A., KOVALYOV A.G. (2011) *Hydrotechnical underground structures in Cappadocia* (in Russo), in proceedings II International Scientific Conference *Speleology and Speleostology*, Naberezhnye Chelny, pp. 174-180.
- DE JERPHANION G. (1925-1942) *Une nouvelle province de l’art byzantine. Les églises rupestres de Cappadoce*, Geuthner, Paris.
- GIOVANNINI L., a cura di, (1971) *Arte della Cappadocia*. Ginevra.
- GISOTTI G. (2018) *Geomorfologia antropogenica, con particolare riguardo ai rapporti con l’archeologia*, Geologia dell’Ambiente, 2/2018, SIGEA, Roma, pp. 2-17.
- JOLIVET-LEVY C. (1991) *Les églises Byzantines de Cappadoce*, CNRS Editions, Paris.
- JOLIVET-LEVY C. (2015) *La Cappadoce, un siècle après G. De Jerphanion*, Geuthner, Paris.
- KALAS V. (2009) *The Byzantine Kitchen in the Domestic Complexes of Cappadocia*, in T. Vorderstrasse, J. Roodenberg (eds), *Archaeology of the Countryside in Medieval Anatolia*, Nederlands Instituut Voor Het Mabbije Oosten, Leiden, pp.109-127.
- LUCAS P. (2003) *Les établissements monastiques de la basse vallée de Göreme et des ses abords*, «Dossiers d’Archéologie», 283, Dijon, pp. 32-43.
- OUSTERHOUT R. (2005) *A Byzantine settlement in Cappadocia*, *Dunbarton Oaks Studies*, XLII, Washington D.C.
- OUSTERHOUT R. (2010) *Remebering the dead in Byzantine Cappadocia: the architectural settings for commemoration*, in proceedings International Seminar 2009 *Architecture of Byzantium and Kievan Rus from the 9th to the 12th centuries*, «Transactions of the State Hermitage Museum» LIII, St. Petersburg, pp. 89-100.
- OUSTERHOUT R. (2017) *Visualizing Community*, *Dunbarton Oaks Research Library*, Washington DC.
- ÖZTÜRK F.G. (2012) *The usual separation of Cappadocian refectories and kitchens: an enigma of architectural history*, *Journal of the Faculty of Architecture*, 29-1, Ankara, pp. 153-169.
- THIERRY N. (1981) *Monumentes de Cappadoce de l’atiquité romaine au moyen âge byzantin*, in AA.VV., *Le aree omogenee della Civiltà Rupestre nell’ambito dell’Impero Bizantino: la Cappadocia*, Galantina (Lecce), pp. 39-43.
- THIERRY N. (1984) *Découvertes à la nécropole de Göreme (Cappadoce)*, *Comptes rendu des séances de l’Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 4, Paris, pp. 656-691.
- WALLACE S.A. (1991) *Byzantine Cappadocia: the Planning and Function of its Ecclesiastical Structures*, Ph.D. dissertation, Australian National University, Canberra.

Mitigazione del rischio di dissesto strutturale in un complesso edilizio del Comune di Naro (Agrigento)

Mitigation of the structural failure risk in a building complex of the Naro comprensory (Agrigento, Italy)

Parole chiave: Comune di Naro, Complesso calcarenitico-sabbioso, Sismica in foro, Cedimento statico, Prova di permeabilità

Key words: Naro Municipality, Sandy-calcareous complex, Down-hole, Static subsidence, Permeability test

Emanuele Siragusa

Geologo professionista, già Presidente dell'Ordine Regionale Geologi di Sicilia
E-mail: siragusa-emanuele@libero.it

Antonio Cimino

Già Ricercatore al Dipartimento di Fisica, Università di Palermo
E-mail: anto.cimi@virgilio.it

RIASSUNTO

Il presente lavoro è finalizzato alla descrizione di particolari episodi di dissesto e di cedimento statico in un complesso edilizio di pregio nel Comune di Naro (Agrigento) e degli interventi di ripristino e di consolidamento geostatico delle strutture in elevazione. Nel dettaglio, ci si occupa dell'areale municipale, laddove sono presenti evidenze di disagio statico sulle pareti interne ed esterne del Palazzo Comunale e sui muri attigui alla chiesa di San Francesco. Vengono quindi riportate le risultanze dei rilievi geologici di superficie e delle prove geognostiche e geotecniche, tese all'acquisizione dei dati idrogeologici, meccanici, fisici e sismici prodromici al lavoro predetto. Nello specifico, le investigazioni nel loro insieme hanno consentito una visione chiara e specifica dei litotipi affioranti che hanno fornito informazioni congrue da utilizzare nella definizione degli interventi esecu-

tivi. L'intendimento è di proporre opere finalizzate alla stabilizzazione delle strutture compromesse e alla loro piena riqualificazione ambientale. Il caso presentato può infine bene inquadrarsi nell'ambito delle ricerche multidisciplinari sui sistemi urbani. Studi comprendenti sia l'ambiente geologico di superficie, sia quello del sottosuolo, incluse le modificazioni antropiche e i conseguenti episodi di rischio.

ABSTRACT

This paper is directed to the description of particular geomorphic failure along with the static subsidence in a prestigious building complex, located in the Naro historical center (Agrigento, Italy). Furthermore, the recovery and the geostatic strengthening of the relevant structures are proposed. In detail, the Municipal House and the adjacent St. Francesco Church have been considered, in which static deterioration on internal and exter-

nal walls occurred. Outcomes of shallow geological surveys, together with geognostic and geotechnical prospecting, have aimed at acquire preliminary hydrogeological, physical and seismic data. These studies have permitted a clear and specific overview of the outcropping lithotypes on the whole, furnishing congruous information to be used for the correct executive interventions. Final purpose is the proposal of correct design choices for the stabilization of the compromised areas as well as for their full environmental recuperation. The shown Naro case-study can be well framed in multidisciplinary researches on urban systems, including surface and underground environments, the related anthropic modifications and the risk features.

1. INTRODUZIONE

Ricerche interdisciplinari di aree urbane e di centri storici hanno negli ultimi decenni ricevuto un notevole sviluppo, grazie pure ai numerosissimi dati acquisiti attraverso le più recenti metodologie di indagine e di elaborazione (Caruso *et al.*, 2007). Studi incoraggiati dalla necessità di disporre - specie nelle grandi aree metropolitane - di strumenti urbanistici di gestione e di pianificazione del territorio (Cimino, 1999; Cimino *et al.*, 2010). Non dimeno, pure in comprensori di estensione più limitata vengono proposti lavori di ampio respiro, ancorché mirati a specifiche esigenze. Tra questi, viene qui considerato l'areale urbano di Naro, in Sicilia centro-meridionale, con bisogni di mitigazione del particolare rischio ambientale da dissesto (Gerbella, 1938; Burgio *et al.*, 2001; Heinz Center, 2000). L'areale ricade nel F° 271 INO Naro I.G.M. in scala 1:25.000 e nelle sezioni 637060 e 637100 della C.T.R. in scala 1:10.000 (Fig. 1) e, precisa-

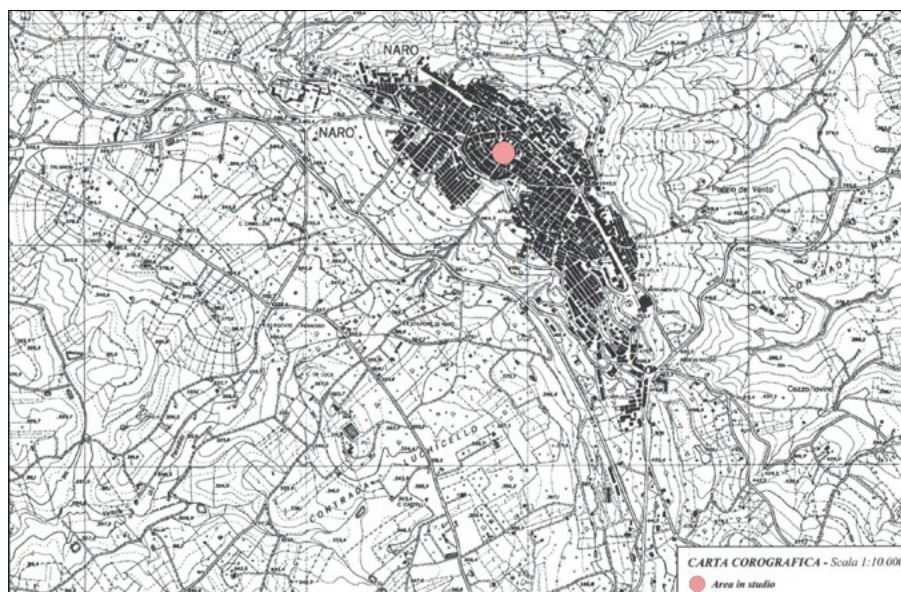


Figura 1 - Corografia dell'area studiata su stralcio delle sezioni 637060 e 637100 della C.T.R. in scala 1:10.000; nel cerchietto l'area in studio



Foto 1. L'edificio comunale con l'attigua Chiesa di San Francesco (<http://rete.comuni-italiani.it>). A sinistra, in dettaglio, l'ingresso del Municipio



Foto 2. Particolare dell'atrio colonnare del Palazzo Comunale

mente, nella porzione centrale della collina di Naro che, verso monte e in prossimità della cresta, si interrompe bruscamente, dando luogo a un costone a balzi e dirupi con scarpate a pareti ripide e sub-verticali. L'abitato, con una quota massima di 590 m s.l.m., si erge su una monoclinale calcarenitica ad andamento tabulare inclinato degradante a sud-ovest, volgendo definitivamente verso il mare (Siragusa, 2016).

Nel dettaglio, lo spazio occupato dal Palazzo Comunale ricade nell'antico centro storico, sviluppandosi in leggero declivio con quota altimetrica prossima ai 525 m s.l.m. Il complesso municipale, inclusi i suoi giardini e le pertinenze esterne, costituisce un *unicum* edilizio e ambientale di notevole pregio architettonico che si sviluppa su un impianto quadrangolare. Qui un lato confina con la chiesa di San Francesco, mentre gli altri si affacciano su Piazza Garibaldi, via Lucchesi e Largo Milazzo (Foto 1 e 2).

In breve, le indagini sono state articolate in:

- perforazioni con inserimento di piezometri;
- prove di permeabilità e prelievi di campioni;
- prospezioni geofisiche con sismica in foro (*down-hole*);
- analisi di laboratorio sui campioni estratti.

I risultati provvedono a ben inquadrare l'assetto geostrutturale dell'area, in modo da determinare le caratteristiche geomeccaniche di copertura e di substrato, nonché avviare congruentemente i lavori programmati.

2. AMBIENTE FISICO E MORFOLOGIA

Il comprensorio assume generalmente aspetti fisici diversi in dipendenza della natura litologica delle formazioni affioranti: nelle zone calcarenitico-sabbiose,

predominano modellazioni collinari poco ondulate (Contrada *Luchicello*) e/o tabulari sub-pianeggianti (Casa *Camilleri*, Casa *Scanio*, Casa *Palmieri*, Casa *De Luca*). Di converso, si registrano forre ed incisioni torrentizie piuttosto rilevanti a nord e a nord-est del paese, laddove l'acclività delle successioni argillose innesca estesi dissesti con profonde modificazioni dell'assetto idrogeologico del territorio. Al riguardo, si ricorda che lo slargo attorno al municipio non è interessato da linee di scorrimento concentrato, né da fenomenologie erosive dovute al ruscellamento diffuso delle acque selvagge.

Nei fatti, le precipitazioni meteoriche qui vengono facilmente smaltite lungo le pavimentazioni urbane per poi immettersi nel vallone *Paradiso*. Talvolta, giusto in questo settore, gli afflussi idrici scompaiono del tutto, assorbiti dai depositi sabbioso-terrosi che, per la loro elevata permeabilità, raccolgono con facilità le acque meteoriche in subalveo, così alimentando un circuito endoreico sostenuto dal substrato argilloso impermeabile.

A ben vedere, nell'ambito strettamente municipale non sono state osservate lineazioni tettoniche, né sono stati riscontrati processi morfologici che possano dar luogo a situazioni di latente instabilità, per merito delle buone caratteristiche dei litotipi presenti. Allo stato, ne risulta quindi un assetto stratigrafico omogeneo che non appare interessato da fratture e/o da diaclasi con il risultato che l'areale presenta soddisfacenti condizioni di stabilità geomorfologica per assenza di processi morfogenetici che possano influire negativamente sull'equilibrio geologico-strutturale esistente. Nel centro urbano, del resto, le pareti sub-verticali in alcune vecchie cave e grotte di origine antropica assieme alla modesta giacitura degli strati carbonatici, escludono, per auto-portanza, crolli e/o scivolamenti di massa (Calista *et al.*, 2008) (Foto 3 e 4).

Per quanto attiene alle infiltrazioni di acque nel sottosuolo, si menzionano quelle meteoriche, che cadono all'interno del colonnato e nel giardino del complesso municipale. Acque che, interferendo con il corpo di fabbrica, devono essere regimate e allontanate con appositi sistemi drenanti ad una quota più bassa rispetto alle fondazioni, così da impedire ristagni e infiltrazioni con un incremento delle pressioni neutre.

3. ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il comprensorio si inserisce geologicamente nel "Bacino di Caltanissetta", nel quale sono comprese le successioni



Foto 3. Parete a taglio verticale in una cava in disuso di Via Agrigento. Le calcareniti presentano condizioni di autoportanza che escludono fenomeni di crollo



Foto 4 - Grotta di origine antropica scavata nelle calcareniti litoidi autoportanti, ben visibili lungo la strada di accesso al paese

litostratigrafiche e gli assetti tettonico-strutturali propri della *serie gessoso-solfifera* (Catalano *et al.*, 2002).

Specificamente, nel territorio di Naro i terreni si collocano secondo una sequenza stratigrafica con in basso le argille marnose del Tortoniano, sulle quali poggiano i sedimenti della serie evaporitica del Miocene inf. costituiti da *tripoli*, *calcarei di base* e *gessi*. Su questi ultimi si ritrovano, poi, i calcari marnosi del Pliocene inf. (*trubi*), ricoperti dalle argille grigio-azzurre del Pliocene medio-superiore. Chiudono la serie i depositi sabbioso-calcarenitici pleistocenici della collina di Naro ed, infine, i

materiali detritico-alluvionali e i depositi colluviali sabbiosi (Fig. 2).

La situazione geologico-strutturale appare alquanto disturbata da vistose dislocazioni, sia per le fasi tettoniche compressive del Miocene-Pliocene, sia per quelle distensive plio-pleistoceniche (Siragusa, 2018).

In relazione poi all'assetto tettonico-strutturale nell'area urbana, non si escludono gli effetti del recente tettonismo per trascorrenza sulla placca monoclinica della collina che esprimono diaclasi, dislocazioni e discontinuità irregolari sulle pareti calcarenitiche del versante meridionale. Si menzionano, infine, in

settori del paese, fratture e cedimenti nonché crolli lungo la paleofalesia a nord-nord-est, che contribuiscono alla formazione del detrito di falda alla base del costone (Siragusa, 2005) (*cf.* Fig. 2).

3.1. ARGILLE MARNOSE GRIGIO-AZZURRE DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE

Di colore azzurrognolo e a stratificazione indistinta, affiorano a sud-ovest del rilievo oltre la Contrada *Luchicello* e, soprattutto, a nord e ad est del paese. Appaiono alquanto soggette a erodibilità diffusa per azione delle acque selvagge e incanalate e, perciò, predisposte

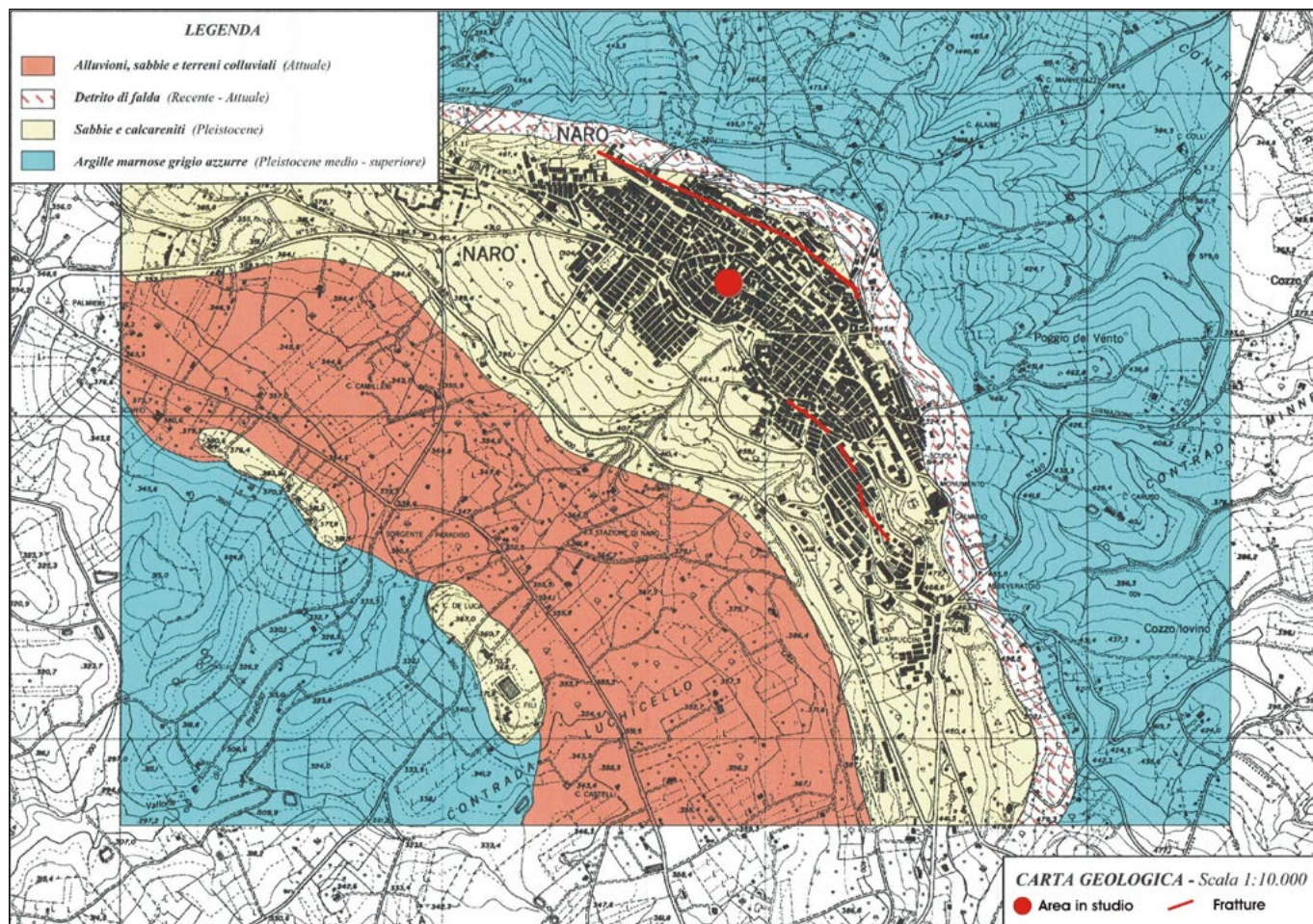


Figura 2. Schema geologico dell'areale attorno all'abitato di Naro

a dissesti idrogeologici rilevabili nelle incisioni torrentizie delle fasce di monte e, soprattutto, nella zona poco a nord di Piazza Favara, laddove l'azione erosiva potrebbe creare qualche problema alle vicine case periferiche (Alario *et al.*, 2005; Andriani & Walsh, 2007).

3.2. SABBIE E CALCARENITI DEL PLEISTOCENE

Sono visibili, in sovrapposizione sulle argille marnose, in diversi quartieri dell'abitato e, con maggiore evidenza, nei bordi nord-est e sud-ovest del paese. Le sabbie, di colore giallognolo e ad elementi di quarzo piccoli e a spigoli vivi, in affioramento si mostrano quasi sciolte o in sottili livelli lentiformi cementati e ben stratificati che, verso il basso, si trasformano in sabbie limose di colore ancora giallastro (Foto 5). Le calcareniti giallognole emergono con andamento generalmente monoclinale, con vergenza verso sud-ovest e giacitura leggermente inclinata a franapoggio di 5-10 gradi (Foto 6).

Hanno stratificazione ben distinta collegata alla maggiore competenza della placca calcarenitica nei confronti delle sabbie sciolte o poco cementate le quali, a luoghi, emergono in eteropia di facies. Costituite da clasti quarzosi in matrice calcareo-silicea, si mostrano ricche di fossili conchigliari (Ostriche, Pecten, Cardium). A volte si presentano con taglia arenacea e consistenza litoide con spessori anche superiori ai 30 m, come nella cava in disuso sulla strada di accesso al paese (Foto 7) e lungo la falesia che borda verso l'alto la periferia urbana. Qui, in corrispondenza del ciglio della scarpata, il bancone si mostra con pareti subverticali a fratture beanti per l'azione di processi evolutivi diversi. Nel centro abitato, le calcareniti e/o sabbie sono quasi sempre obliterate da uno strato metrico di detrito o di terra proveniente dalla decalcificazione dei carbonati e dal disfacimento in posto dei terreni litoidi o sabbiosi superficiali. Si tratta di sedimenti che, seppure in superficie presentano caratteristiche scadenti, costituiscono i terreni d'imposta su cui poggiano le fondazioni delle vecchie case e dei tanti manufatti dell'antico centro storico del paese. Letà della formazione sabbioso-calcarenitica è riferibile al Pleistocene.

3.3. DETRITO DI FALDA

Trae origine dalla disgregazione meccanica e dalla decomposizione delle calcareniti, ed è presente lungo i margini del costone di monte. Ha spessore contenuto e variabilità laterale, risultando costituito in prevalenza da sabbie e limi



Foto 5. Sabbie limose sciolte di colore giallognolo, in affioramento nell'estrema porzione sud-ovest dell'abitato, in uno spiazzo posto tra i Cappuccini e l'abbeveratoio



Foto 6. Calcareniti a struttura monoclinale, vergenti verso sud-ovest con stratificazione ben evidente e giacitura di 5-10 gradi



Foto 7. Cava inattiva lungo la provinciale per Agrigento. Le calcareniti manifestano consistenza litoide con un fronte superiore ai 20 metri



Foto 8. Fenditura verticale beante nei banconi calcarenitici di una vecchia cava di via Agrigento

argillosi di colore grigiastro. Contiene ciottoli calcarenitici e grossi blocchi eterometrici che coprono, con uno spessore non sempre uniforme, le argille marnose. È riferibile al Recente.

3. 4. ALLUVIONI, SABBIE E TERRENI COLLUVIALI

Le alluvioni, le sabbie e i terreni colluviali mostrano un'ampia continuità a sud-ovest dell'abitato, tra Contrada *Luchicello* e Casa *Camilleri*. Sono coperture eterogenee di discreto spessore derivanti dal rimaneggiamento dei clasti delle calcareniti che, in tutto l'areale in affioramento, appaiono associate con sabbie giallastre, livelli limosi e colluvi di colore scuro per

effetto ed in conseguenza dell'elevata presenza di sostanze organiche.

4. ASPETTI IDROGEOLOGICI

Gli aspetti idrogeologici si basano essenzialmente sulla litologia delle formazioni, dettagliate di seguito (Fig. 3).

4.1. COMPLESSO ARGILLOSO

Comprende le argille marnose di substrato che, con permeabilità molto bassa o nulla, sostengono la cospicua circolazione idrica delle coperture detritiche e dei depositi sabbioso-calcarenitici superiori. Per assenza di penetrazione idrica significativa, laddove esse affiora-

no, incrementano coefficienti di deflusso superficiale con elevata erodibilità.

4.2. COMPLESSO ALLUVIONALE, DETRITICO-SABBIOSO E COLLUVIALE

Raggruppa i materiali clastici a distribuzione caotica e i depositi sabbioso-terrigeni con permeabilità primaria medio-alta per porosità, dipendente dalla granulometria, dal grado di addensamento dei sedimenti e della percentuale di materiale sabbioso-limoso presente. Favoriscono le infiltrazioni di acque superficiali, alimentando limitate falde freatiche ed emergenze idriche (Contrada *Luchicello*, Sorgente *Paradiso*).

4.3. COMPLESSO SABBIOSO-CALCARENITICO

Si assegnano a questo complesso le sabbie e le calcareniti che, con infiltrazione per porosità ed elevata permeabilità secondaria, rappresentano le più importanti idrostrutture del territorio alimentando cospicui acquiferi, benché soggetti a variazioni stagionali in relazione al regime delle precipitazioni.

Queste formazioni, costituenti il substrato dell'abitato e delle zone vicine, mostrano, per la diffusa rete di fessurazioni, fratturazioni e piani di rottura (Foto 8), una rilevante capacità di ingestione idrica che si esprime con falde idriche anche notevoli. Falde che tendono a defluire verso sud-ovest, assieme ad emergenze sorgentizie temporanee e perenni. Il tutto in dipendenza dell'ir-

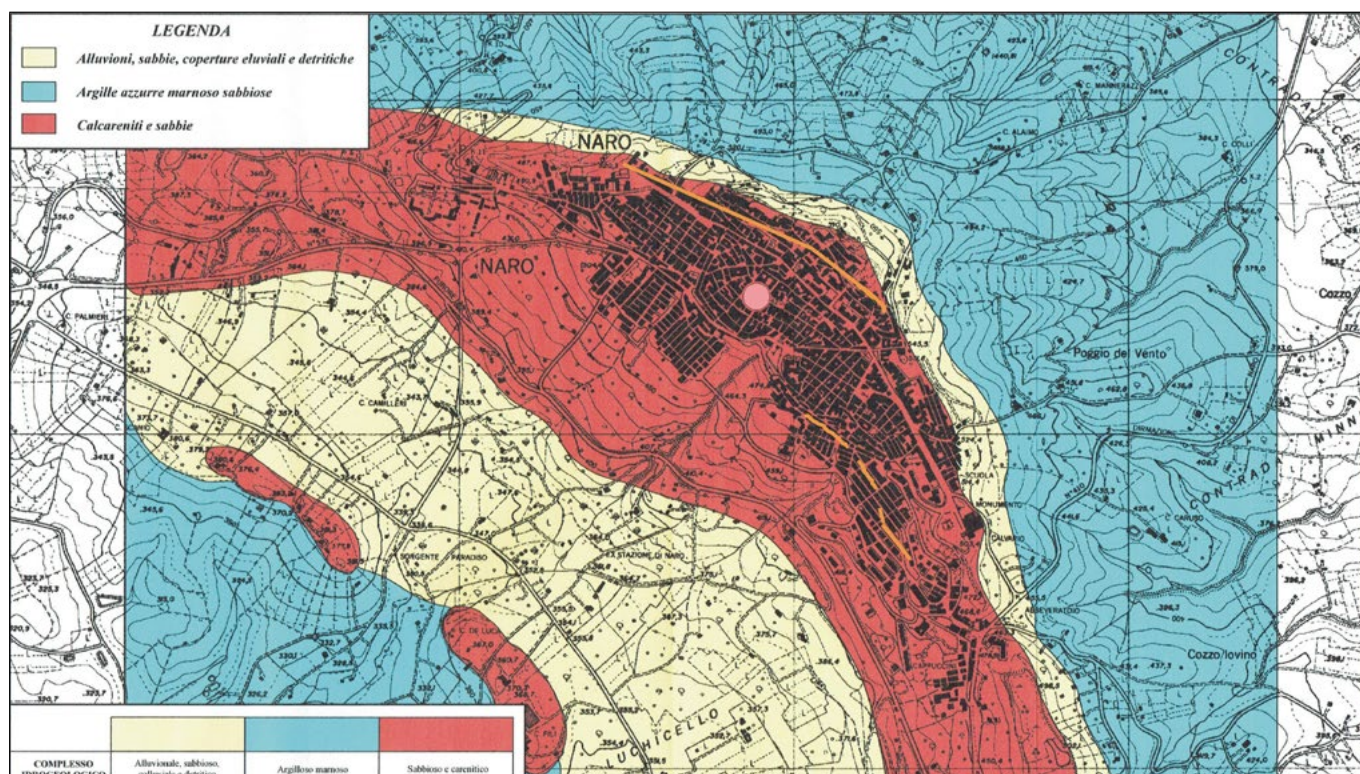


Figura 3 - Schema idrogeologico delle formazioni affioranti a diverso grado di permeabilità



Foto 9. Lineazioni di rottura alla base di una parete interna del Palazzo Municipale



Foto 10. Evidenti segni di disagio statico con distacco del rivestimento nel muro confinante con la Chiesa di San Francesco

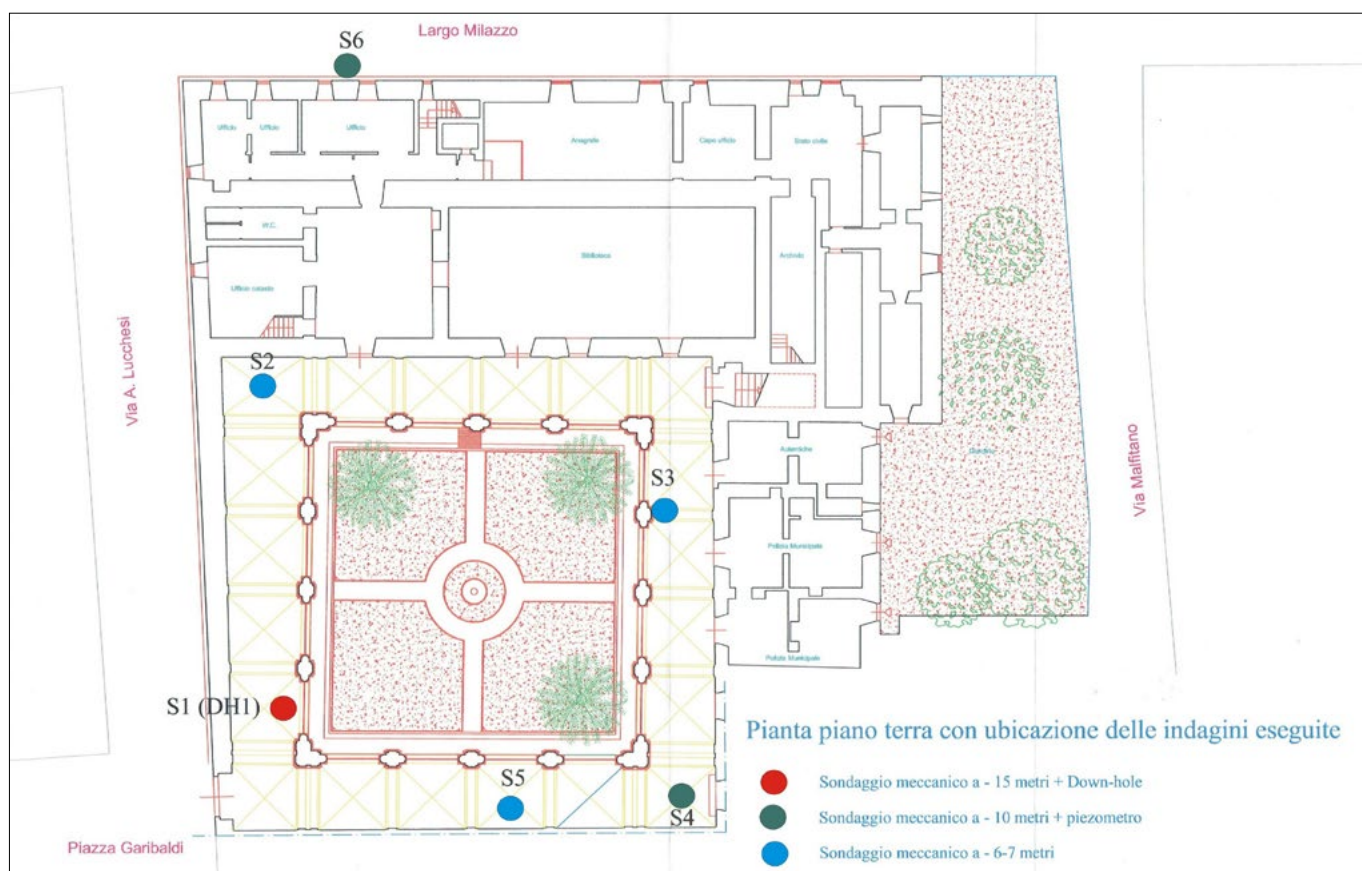


Figura 4. Planimetria delle indagini

regolare contatto eteropico tra termini arenitici e pelitici o della presenza di discontinuità di presumibile origine tettonica (Siragusa & Cimino, 2003).

5. ANALISI DELLE LESIONI STRUTTURALI E DEI CEDIMENTI

Nel complesso municipale, composto da due piani fuori terra e da un piano seminterrato, sono state riscontrate spaccature e rilevanti fessure verticali ed orizzontali sulle pareti interne dell'edificio e sul colonnato dell'impianto quadrangolare (Foto 9).

Come pure sono stati evidenziati segni di disagio statico con sconnessioni e



Foto 11. La disposizione stratigrafica delle sabbie e delle calcareniti esibisce profili teneri o tenacemente cementati che ben si esprimono con incavature e sporgenze in conseguenza delle diverse caratteristiche geotecniche dei due litotipi

distacchi nella struttura e nei materiali di rivestimento del muro confinante con la chiesa di San Francesco (Foto 10).

I dissesti e gli stati di deterioramento statico, pur connessi agli *stress* strutturali, alla vetustà della costruzione e alle successive superfetazioni, sarebbero da imputare a cedimenti localizzati per il progressivo costipamento e dilavamento della frazione fine delle sabbie limose addensate e incoerenti (Siragusa & Valenti, 1969). Oltretutto, porzioni di fondazioni, all'epoca, non sarebbero state collocate su sedime con portanza uniforme. Con il risultato che nel tempo si sarebbe peggiorata – con crepe e fenditure – la stabilità di alcune parti del manufatto. Per di più, le proprietà geotecniche dei termini litologici presenti, di per sé disomogenee, sono peggiorate per il ristagno delle acque bianche e piovane che – non adeguatamente drenate – si infiltrano, pregiudicando il comportamento geomeccanico con conseguenti cedimenti. Acque da convogliare verso recapiti esterni rispetto al cortile e al giardino.

Di converso, laddove le fondazioni poggiano su materiali litoidi, il corpo di fabbrica appare non danneggiato, in quanto il substrato massivo mostra condizioni litologiche uniformi, con buone caratteristiche geomeccaniche di consistenza e di resistenza alla compressione.

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE E NOTE STRATIGRAFICHE

I sondaggi, la cui ubicazione è visibile in Fig. 4 (S.1, S.2, S.3, S.4, S.5 ed S.6., per complessivi m 55), hanno profondità compresa tra 6 e 15 m (Figg. 5a, 5b e 5c). Nei fori S.4 ed S.6 sono stati inseriti dei piezometri per misurare la profondità della falda acquifera, poi reperita soltanto nel foro S.6, mentre nel sondaggio S.1 è stata eseguita un'indagine sismica *down-hole*.

Durante l'esecuzione dei sondaggi non è stato possibile recuperare campioni indisturbati; sono stati acquisiti, però, 12 campioni rimaneggiati rappresentativi della sequenza litologica rinvenuta che, di fatto, si esprime con una ritmica alternanza di livelli sabbioso-limosi e calcarenitici (Siragusa & Cimino, 2012) (Foto 11).

Sui 12 campioni sono state effettuate analisi di identificazione; come pure, durante il carotaggio, sono state compiute misure R.Q.D. (*Rock Quality Designation*) (Deere, 1964; Deere, D.U. & Deere, D.W., 1988), allo scopo di verificare le caratteristiche qualitative della massa rocciosa.

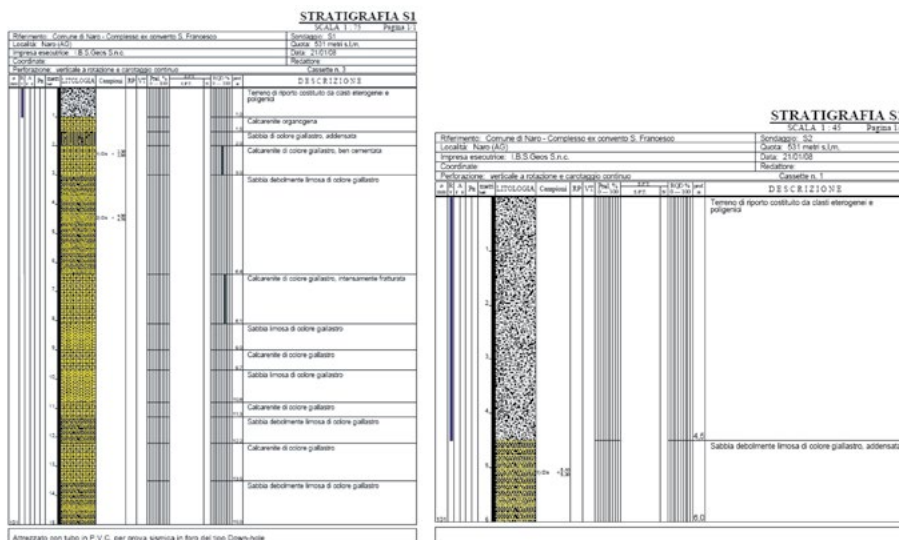


Figura 5a. Trivellazioni S.1 ed S.2 (vedi Fig. 4)

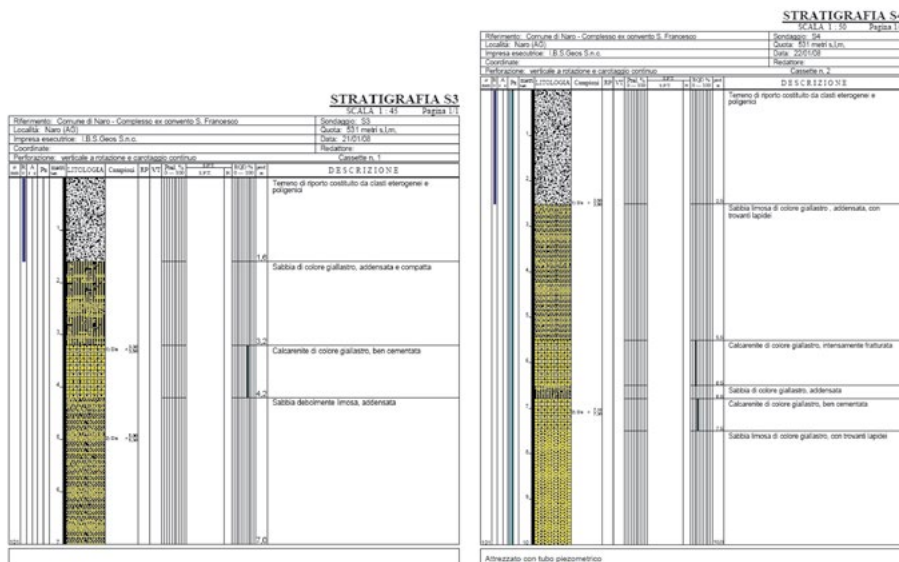


Figura 5b. Trivellazioni S.3 ed S.4 (vedi Fig. 4)

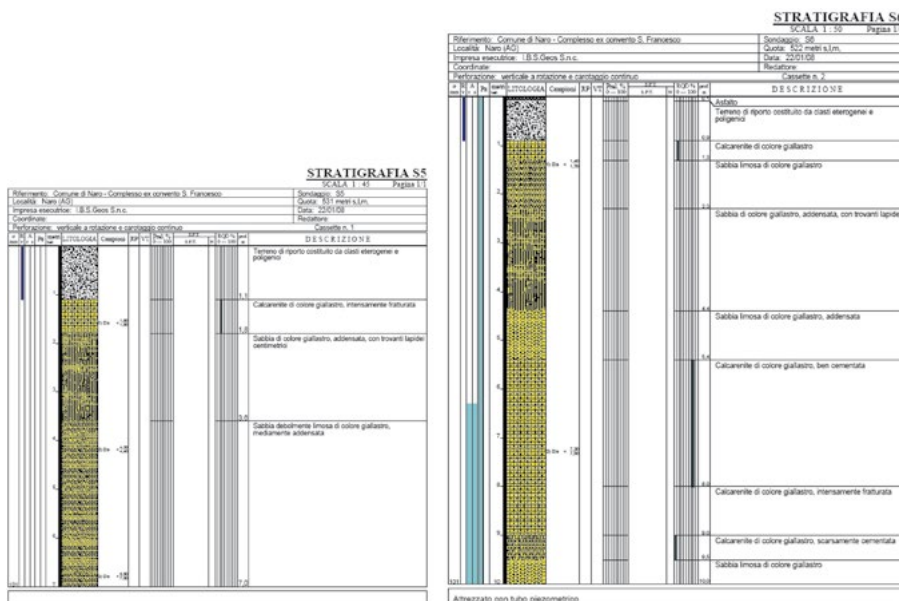


Figura 5c. Trivellazioni S.5 ed S.6 (vedi Fig. 4). Nella perforazione S.6, in azzurro, è indicato il livello della falda

Le indagini hanno caratterizzato la situazione litostratigrafica, individuando in superficie materiali di riporto eterogenei, costituiti da clasti poligenici a matrice sabbiosa grigiastra, presumibilmente utilizzati per la rettifica planoaltimetrica operata. Questi, spessi tra 0,90 e 4,50 m, poggiano su un substrato di sedime non uniforme per una sequenza alternata di sabbie e calcareniti giallastre, talvolta fratturate. In seno alla successione carbonatica, i termini sabbioso-limosi appaiono più o meno addensati con inclusi lapidei centimetrici. Le parti calcarenitiche, di natura organogena e con granulometria variabile da media a fine, presentano, invece, tratti litoidi duri e compatti misti a parti disgregate e poco coese per cementazione variabile e non omogeneamente distribuita.

Nel corso delle perforazioni, sui livelli litoidi estratti si sono condotte misurazioni di recupero del materiale di carotaggio e dell'indice *R.Q.D.* che risulta tra il 20 e l'80%, a dimostrazione che la roccia molto dura e ben cementata presenta anche livelli intensamente fratturati. I dati *R.Q.D.* hanno pure attestato che l'ammasso litoide è costituito da sequenze diversamente cementate, così come – del resto – si era evidenziato in superficie.

In definitiva, l'esame delle carote, con le relative prove di laboratorio e i rilievi di superficie, conferma che nell'areale è presente un'unica formazione, costituita dalla già citata alternanza. Inoltre, risulta con chiarezza che i livelli meno tenaci sono quelli sabbioso-limosi, più facilmente attaccabili dall'erosione selettiva e più chiaramente espressi con incavature aperte e piuttosto profonde (vedi ancora *Foto 11*). Parimenti, le indagini geofisiche hanno permesso di quantificare le caratteristiche, riscontrate solo qualitativamente, con le misure *R.Q.D.*, consentendo così di determinare i moduli elastici dei materiali. Vengono, infine, confermati – correlando i dati – le alterazioni e i comportamenti eterogenei delle sabbie limose, con la velocità di propagazione V_S che si mantiene intorno a 510 m/s.

7. CORRELAZIONE TRA INDAGINI GEOFISICHE E GEOGNOSTICHE

Per definire l'andamento sismo-stratigrafico dei terreni e precisare i relativi parametri elastici, è stata effettuata – come detto – nel sondaggio S.1 un'indagine *down-hole*. La prospezione ha precisato la velocità delle onde sismiche compressionali V_P e di taglio V_S , utili per la definizione della categoria del substrato

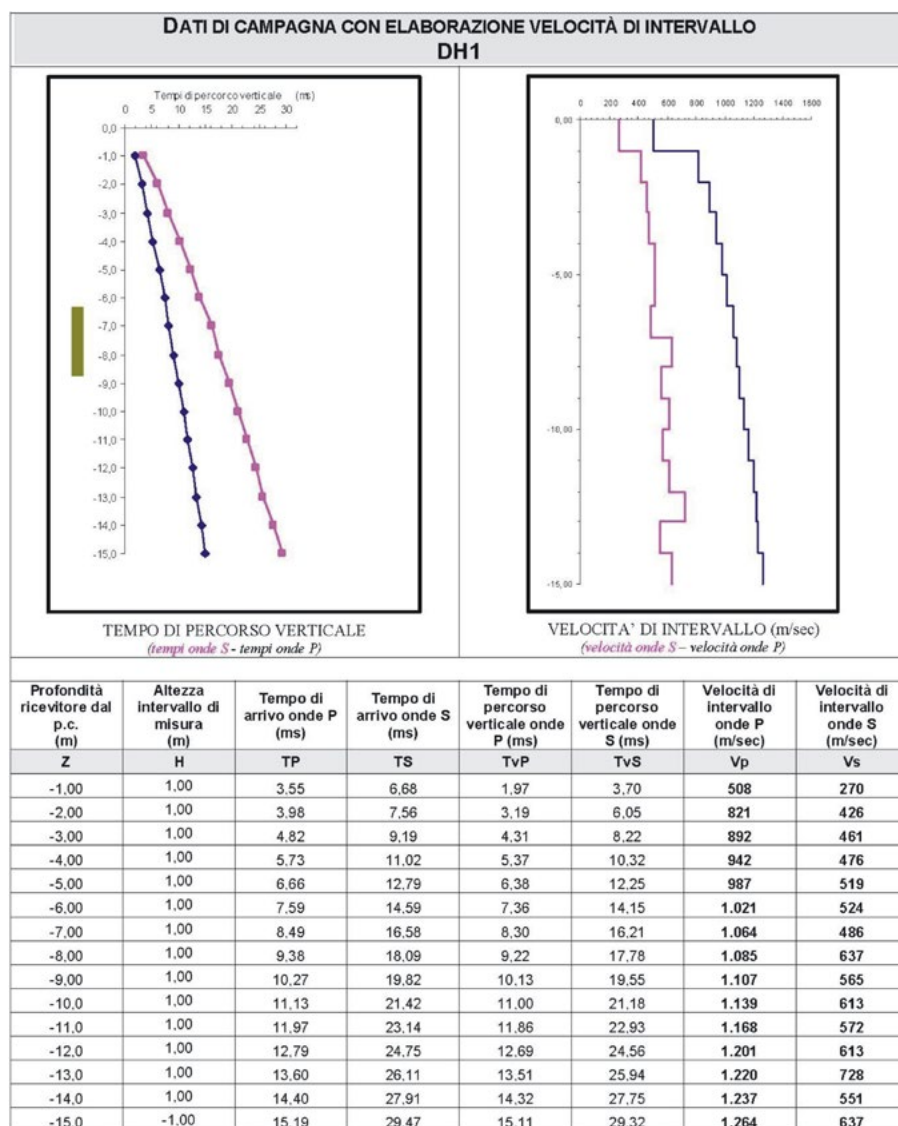


Figura 6a. Rilevazioni sismiche down-hole (DH1) nel sondaggio S.1

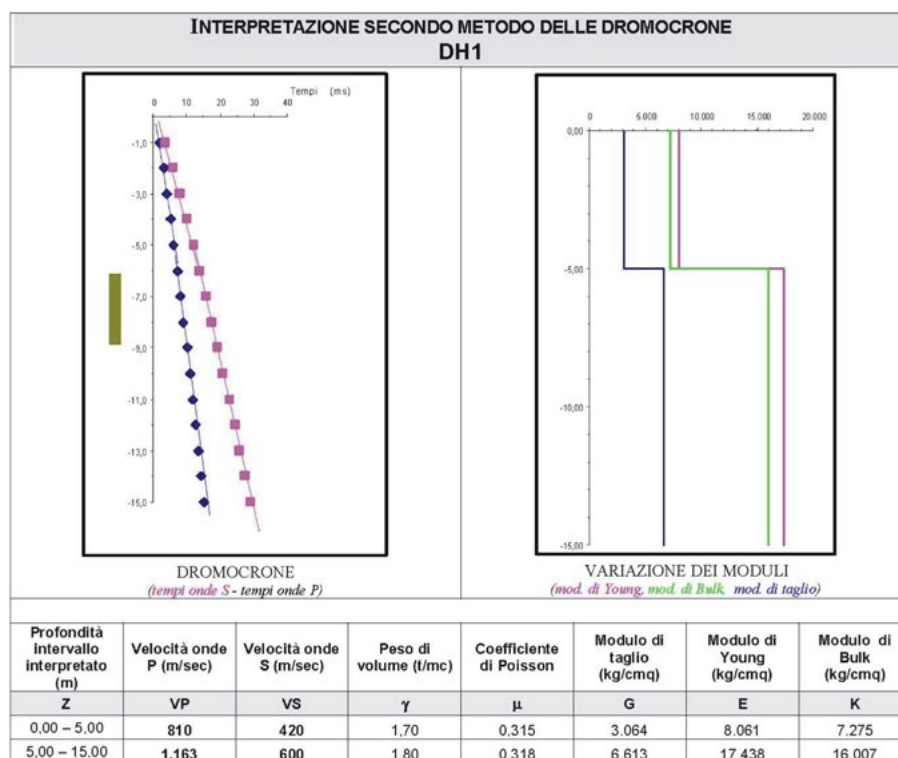


Figure 6c. Rilevazioni sismiche down-hole (DH1) nel sondaggio S.1

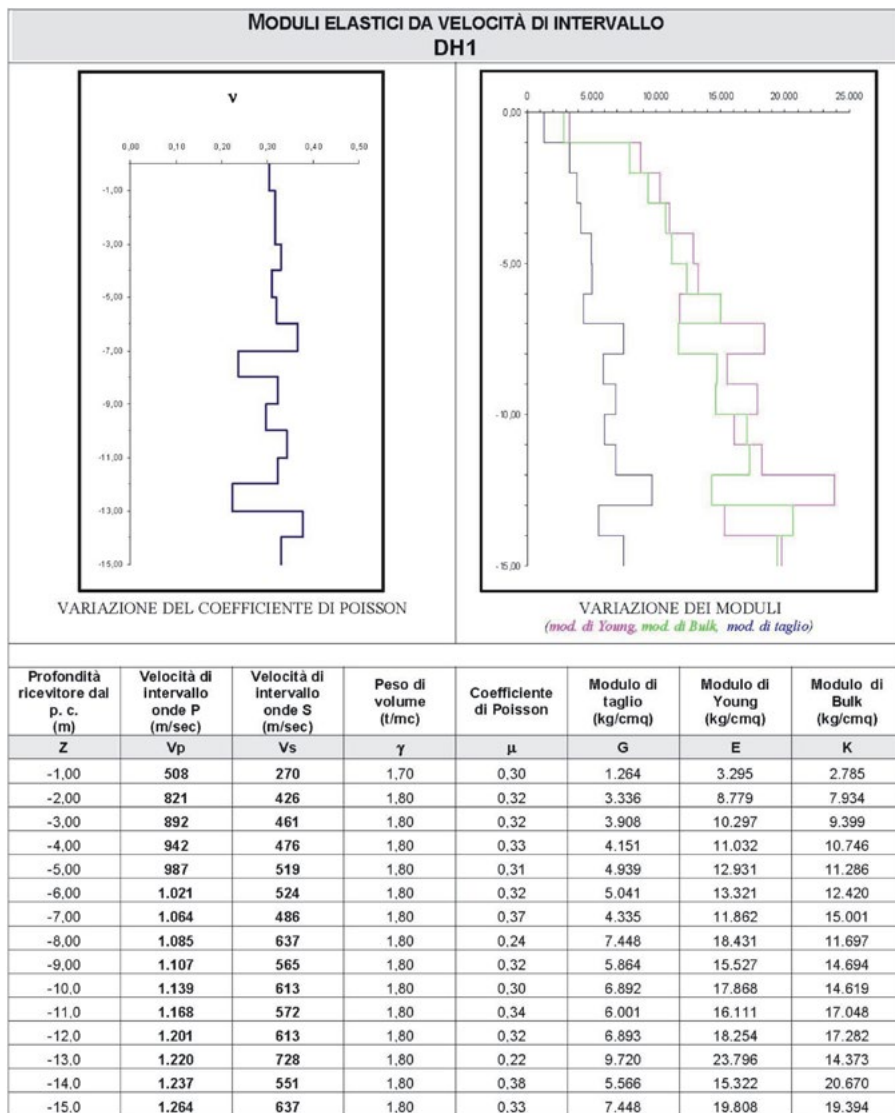


Figure 6b. Rilevazioni sismiche down-hole (DH1) nel sondaggio S.1

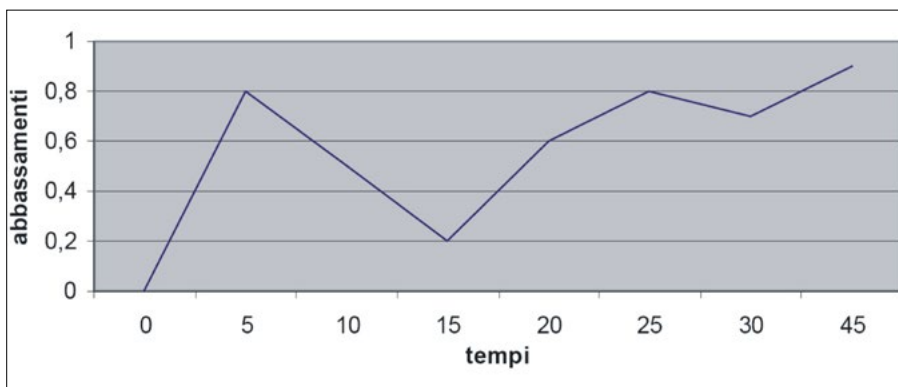
di fondazione. Tale rilevazione sismica DH1 (Fig. 6a, 6b e 6c) ha individuato un unico livello sismo-stratigrafico, pure correlabile alla nota sequenza ritmica sabbioso-calcarenitica, con una velocità delle onde di taglio V_s compresa tra 420 e 600 m/s, concordemente con quanto rilevato con le perforazioni.

8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Con il proposito di avere delle indicazioni sull'assorbimento dei materiali sabbioso-calcarenitici, sono state attuate nei sondaggi S.4 ed S.6 due prove *Lefranc* a carico variabile (Fig. 7). Prove praticate riempiendo di acqua ciascun foro per un'altezza nota e misurando una velocità di assorbimento di 0,0064 l/s, ritenuta indicativa perché può variare a seconda dello spessore dei livelli sabbioso-limosi o calcarenitici. Su 9 campioni, rispetto ai 12 prelevati, sono state effettuate analisi di laboratorio, distinguendo tra campioni lapidei e sabbiosi, per determinare le caratteristiche volumetriche, fisiche e meccaniche (Fig. 8).

Nei campioni lapidei S1C1, S3C1, S4C2, S5C1, S6C2, raccolti rispettivamente alla profondità di 2,30, 3,30, 7,10, 1,60 e 7,30 m, sono state eseguite prove di rottura per compressione monoassiale allo scopo di definirne le proprietà meccaniche, il peso di volume e la porosità. Come si vede, il peso di volume medio γ è di 2,18 t/m³, la pressione di rottura

Tempi (min.)	h (m)	Dh (m)
0	2,5	0,0
5	3,3	0,8
10	3,8	0,5
15	4,0	0,2
20	4,6	0,6
25	5,4	0,8
30	6,1	0,7
45	7,0	0,9



Tempi (min.)	h (m)	Dh (m)
0	3,0	0,0
5	3,8	0,8
10	4,9	1,1
15	5,8	0,9
20	6,1	0,3
25	6,2	0,1
30	6,2	0,0
45	6,2	0,0

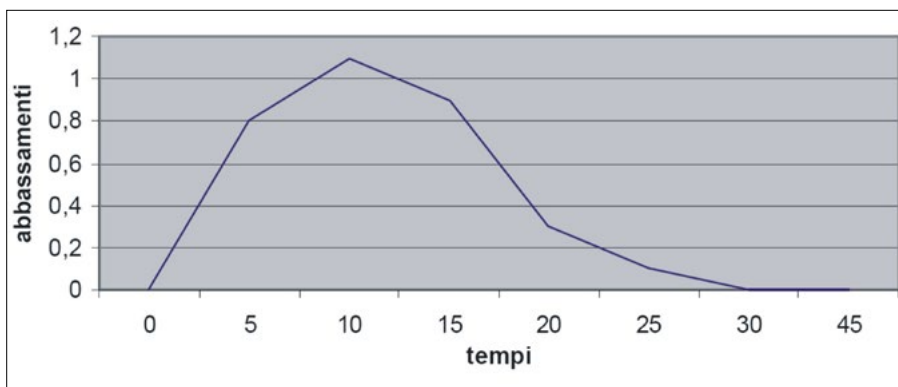


Figure 7. Test di assorbimento *Lefranc* nei sondaggi S.4 (in alto) e S.6 (in basso). Nei diagrammi viene mostrato l'abbassamento del livello idrico (in metri) in funzione del tempo (in minuti)

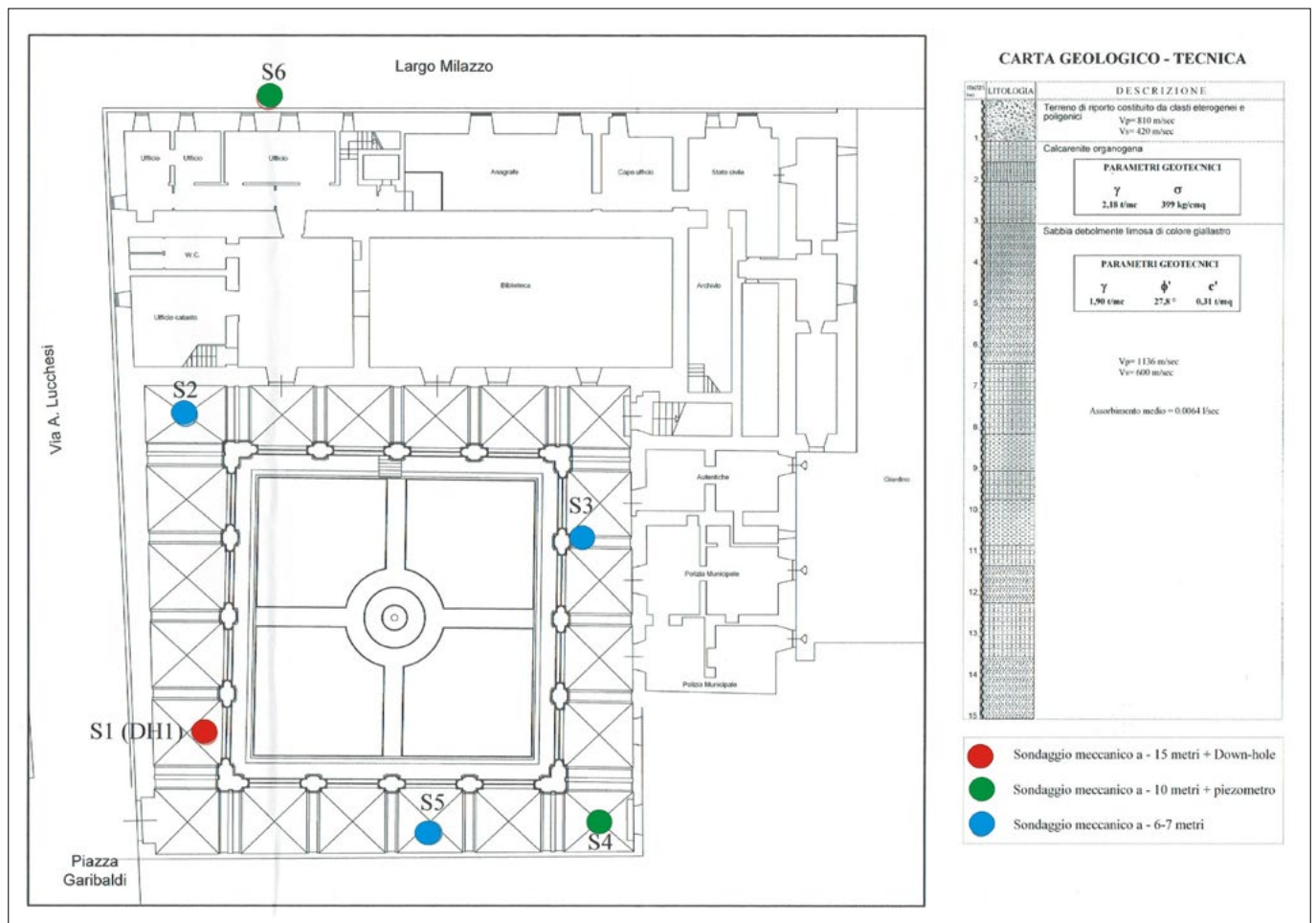


Figura 8 - Carta geologico-tecnica con stratigrafia S.1

media σ è di 399,00 kg/cm², mentre la velocità di abbassamento del livello idrico risulta mediamente di 0,0064 l/s, confermando l'elevata capacità di assorbimento dei termini litoidi nella successione litostratigrafica (Tab. 1 e Fig. 8).

Nei campioni sabbioso-limosi S3C2, S4C1, S5C2, S6C1, prelevati rispettivamente alla profondità di 5,00, 2,50, 4,20 e 1,40 m, oltre a determinare le caratteristiche volumetriche iniziali e finali, sono state praticate delle prove di taglio diretto in condizioni consolidate drenate. I parametri di resistenza al taglio confermano una litologia prevalentemente sabbiosa, con una frazione limosa fine che conferisce alla massa, mediamente, una coesione c di 0,308 t/m², un peso di volume γ di 1,90 t/m³ e un angolo di attrito φ di 27,8° (Tab. 2).

9. CONDIZIONI DI STABILITÀ DELL'AREALE

Nel complesso municipale il disagio statico si palesa con fessure e lesioni verticali ed orizzontali su alcune strutture murarie. Esse sono imputabili a forme di cedimento localizzato dei terreni di sedime, che esercitano sul manufatto un peso non sempre uniforme. Questi, soprattutto dove vi poggiano le pareti confinanti con la chiesa di San France-

Tabella 1. Risultati delle prove condotte nei campioni lapidei

Campione	Peso di volume γ (t/m ³)	Pressione di rottura σ (Kg/cm ²)
S1C1	2.28	516.20
S3C1	2.14	341.60
S4C2	2.20	510.30
S5C1	2.11	269.80
S6C2	2.16	358.10
Medie	2.18	399.00

Tabella 2. Risultati delle prove condotte nei campioni sabbioso-limosi

Campione	Coazione c (t/m ²)	Peso di volume γ (t/m ³)	Angolo di attrito φ (°)
S3C2	0.039	1.89	27.4
S4C1	0.452	1.85	28.5
S5C2	0.052	1.93	27.2
S6C1	0.692	1.93	28.2
Medie	0.308	1.90	27.8

sco (S.4 ed S.5), sono costituiti da sabbie limose. Tali sabbie, ancorché addensate, sono soggette al citato dilavamento delle parti fini, con localizzati cedimenti differenziali (Casagli *et al.*, 2009).

Qui non si rinvenivano corpi freatici di fondo, come confermato dalle cinque terebrazioni eseguite ai quattro lati del cortile (vedi ancora Fig. 4), tra le quali la S.4 attrezzata con piezometro a tubo aperto. Soltanto nel sondaggio S.6 – eseguito in Largo Milazzo e provvisto

pure di piezometro – è stata reperita una falda, con livello freatico comunque stabile alla profondità di 6,60 metri, senza alcuna interferenza con il substrato delle strutture di fondazione (Carte delle Sezioni Geologiche, Figg. 9 e 10).

10. INTERVENTI PROGRAMMATI

Considerando che nel fabbricato sono state riscontrate fessurazioni per cedimenti localizzati dovuti al substrato

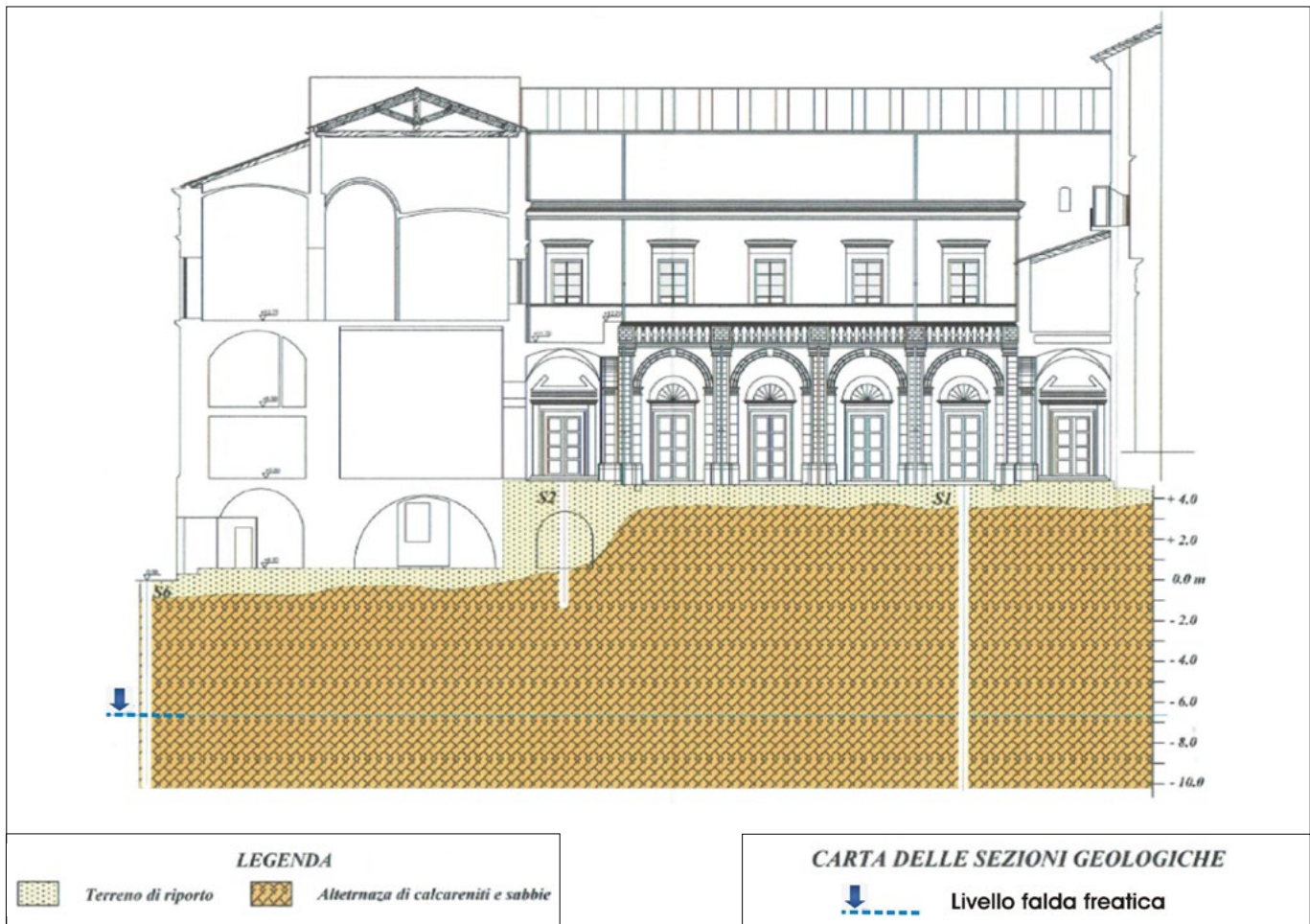


Figura 9. Sezione geologica del complesso edilizio congiungente le perforazioni S.6 (con indicazione della falda freatica), S.2 ed S.1 (nelle quali la falda risulta assente)

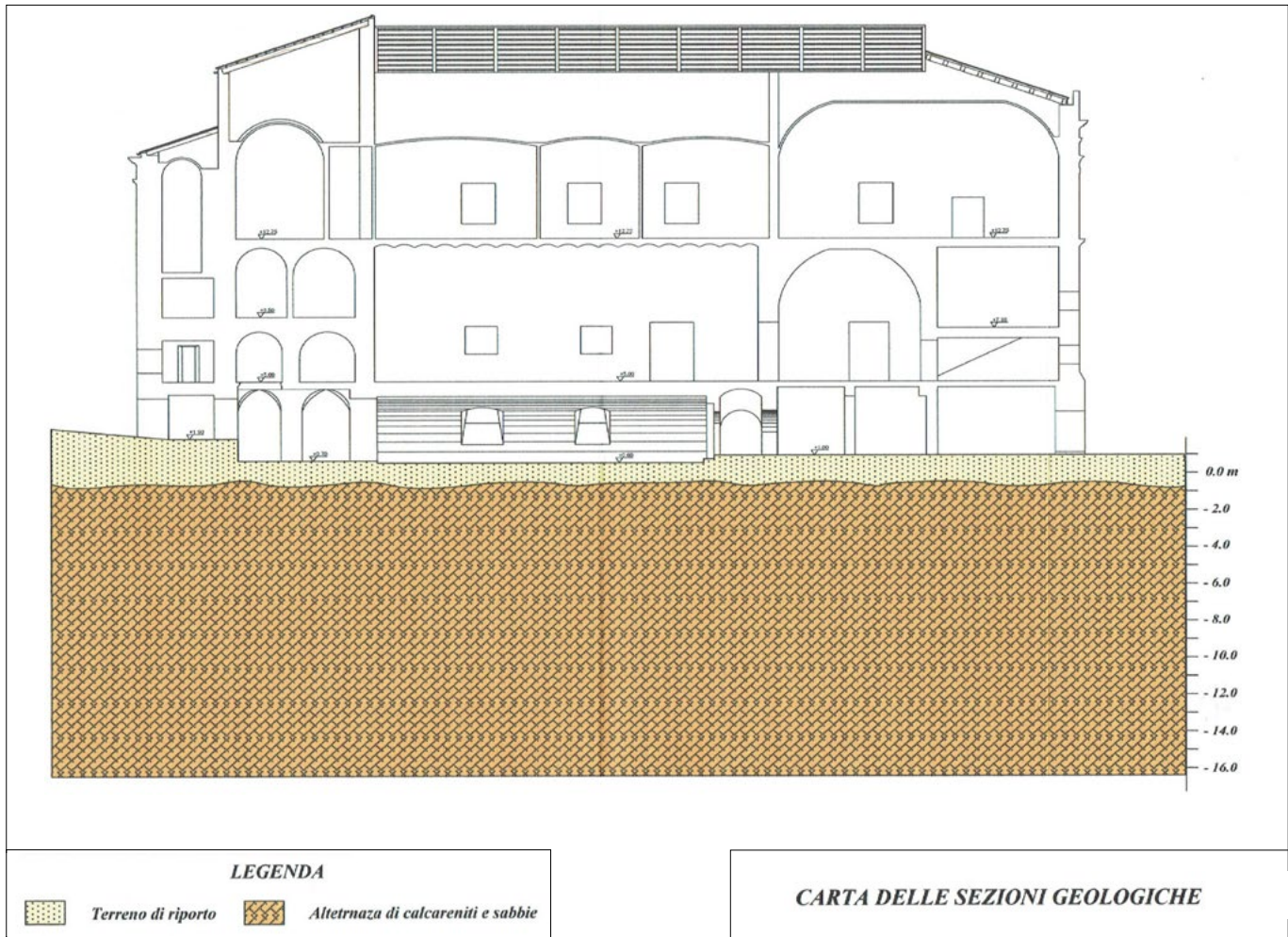


Figura 10. Sezione geologica interessante l'intero complesso edilizio

sabbioso-limoso, le attività di recupero devono opportunamente concentrarsi in:

- a) interventi di consolidamento delle strutture in elevazione, di ricucitura delle fessurazioni del sistema colonnare e di rafforzamento della base di appoggio delle fondamenta, con opere di sottofondazione. Queste devono assicurare un legame ed una maggiore continuità fra i sistemi murari, le fondamenta stesse e i terreni di appoggio; ciò perché un lavoro di saldatura in profondità fra il sedime e il basamento appare indispensabile per il consolidamento, la salvaguardia ed il restauro dell'intero edificio. In tal modo viene ripristinata la continuità e l'uniformità del trasferimento dei carichi delle parti superiori sui sedimenti in posto, senza alterarne la natura né l'integrità.
- b) esecuzione di un sistema di smaltimento delle acque bianche e zenitali ricadenti all'interno del colonnato e del giardino, che devono essere drenate così da evitare ristagni idrici e impedire, quindi, il verificarsi di dilavamenti della frazione fine delle sabbie, che alterano le proprietà geotecniche dei terreni di sedime. Con una simile opera aumenterebbe la consistenza delle sabbie, che acquisterebbero un comportamento piuttosto omogeneo capace di contrastare i cedimenti differenziali localizzati, garantendo un solido sostegno all'assetto murario, sì da ottenere la messa in sicurezza di tutto il complesso municipale. Sottofondazioni e portanza effettiva saranno determinate in base alle reali tensioni trasmesse dal terreno, individuando in tal maniera le tipologie sottofondali più adatte ad una congrua interazione con il substrato roccioso e limitando turbative morfodinamiche (vedi ancora le Figg. 9 e 10).

11. CONCLUSIONI

Con il presente contributo sono state definite le condizioni geolitologiche della zona in esame ed è stato valutato il comportamento geomeccanico degli orizzonti litici presenti in relazione alla natura geotecnica dei terreni del substrato che – come più volte specificato – sono costituiti da alternanze di sabbie e calcareniti, talvolta ricoperti da materiali di riporto.

L'areale è da considerarsi saldo, non sussistendo situazioni di rischio idrogeologico per instabilità o potenziali dissesti e processi erosivi e/o esondativi che

possano alterare nel tempo la situazione geomorfologica locale. Il settore, per la permeabilità delle formazioni affioranti, è soggetto al drenaggio delle acque meteoriche che vengono, così, sottratte al deflusso superficiale. Di conseguenza, la profondità della falda idrica, sicuramente presente, non può interferire con il substrato della costruzione.

Dall'esame geolitologico di superficie, nonché dai risultati dei sondaggi meccanici e sismici e delle prove di laboratorio sui campioni *in situ*, si può dire che gli interventi di sottofondazione e delle opere drenanti miglioreranno le condizioni delle fondamenta. Con il risultato che il carico del complesso municipale non turberà più l'equilibrio dei terreni di substrato, che sostengono adeguatamente l'intera struttura.

La raccomandazione è di adottare tipologie idonee a sopportare gli effetti dei cedimenti e/o delle deformazioni e di attenersi a valori di carico di esercizio ammissibile, determinabili utilizzando i parametri in precedenza esposti. Occorre infine realizzare, all'interno del colonnato e del giardino, canalette drenanti perimetrali allo scavo destinato al ricovero del piano sottofondale, che siano in grado di garantire a tutto l'intorno il regolare deflusso delle acque bianche e zenitali. Il proposito è di evitare il ristagno delle acque con conseguenti infiltrazioni al disotto delle fondazioni.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ALARIO D., ALFIERI A. & BAFUMO G. (2005), *Sopralluogo sulla frana di Naro del giorno 04/02/2005*. Regione Siciliana, Assessorato Industria, Corpo Regionale delle Miniere. Servizio Geologico e Geofisico, pp. 37.
- ANDRIANI G. F. & WALSH N. (2007), *Rocky coast geomorphology and erosional processes: a case study along the Murgia coastline South of Bari, Apulia - SE Italy*. *Geomorphology*, 87, 224-238.
- BURGIO V., PIPITONE G. & SABATINO M. (2001), *Fenomeni franosi che costituiscono condizioni di rischio per i centri abitati della Sicilia. I casi di Poggioreale (TP) e Ravanusa (AG)*. 3° Congresso Regionale dei Geologi di Sicilia, Agrigento, 13-16 settembre 2001.
- CALISTA M., SCIARRA N., DI GIANDOMENICO B. C. & DE GIROLAMO C. (2008), *Analisi dei fenomeni di crollo in condizioni statiche e dinamiche delle coste garganiche: il caso di Peschici (FG)*. *Giornale di Geologia Applicata*, 8, 263-275.
- CASAGLI N., CIGNA F., DEL CONTE S. & LIGUORI V. (2009), *Nuove tecnologie radar per il monitoraggio delle deformazioni superficiali del terreno. Casi di studio in Sicilia*. *Geologi di Sicilia*, 3, 17-27.
- CATALANO R., LO CICERO G. & SULLI A.

(2002), *Geology of Sicily: an introduction*. 6th International Symposium on the Jurassic System. General Field Trip Guidebook, Palermo, Italy, 12-22 settembre 2002, 5-20.

- CARUSO A., CIMINO A., COSENTINO C., OIENI A. & TRANCHINA L. (2007), *A Georeference database and a geographic information system for Palermo plain and gulf (Western Sicily): aquifers and marine environments*. 5th Symposium for European Freshwater Sciences (SEFS5), Palermo, Italy, July 8-13, 2007, Abstract vol., 187.
- CIMINO A. (1999), *Studio geologico per il P.R.G. della Città di Palermo. Relazione di corredo alla mappa di vulnerabilità all'inquinamento della Piana di Palermo*. Piano Regolatore Generale, Palermo, 1999.
- CIMINO A., CIMINO ADOLFO & OIENI A. (2010), *Advanced strategies for the reliable knowledge and mitigation of contamination risk in coastal Mediterranean aquifers*. Proceedings of the International 2010 EMUNI Research Souk "Living together in the Multi-cultural Society", 14 June 2010, 208-214.
- CIMINO A. & OIENI A. (2016), *Recent advances in environmental protection strategies in the karst Acquadolci geosite (Sicily)*. *Speleologia Iblea*, XVI, 101-108.
- DEERE D. U. (1964), *Technical description of rock cores for engineering purposes*. *Rock Mechanics and Engineering Geology*, 1, 17-22.
- DEERE, D.U. & DEERE, D.W. (1988), *The rock quality designation (RQD) index in practice*. In: *Rock classification systems for engineering purposes*, ed. L. Kirkaldie, Am. Soc. Test. Mat., Special Publication 984, 91-10, Philadelphia.
- GERBELLA L. (1938), *Franamenti nelle miniere: il crollo del 1886 nella miniera Viridilio in comune di Naro (Provincia di Agrigento)*. In: *Arte Mineraria*, Vol. 3, pp. 388, Hoepli, Milano.
- HEINZ CENTER (2000), *Evaluation of Erosion Hazards*. Washington, D.C., 205 pp.
- SIRAGUSA E. (2005), *Breve rapporto geologico sulle condizioni di instabilità del suolo dell'abitato di Naro*. 25 pp. Non pubblicato.
- SIRAGUSA E. (2016), *Aspetti geologico-ambientali del geomorfosito di Santa Rosalia (Ribera, Sicilia)*. *Geologia dell'Ambiente*, 4/2016, 20-32.
- SIRAGUSA E. (2018), *Lineamenti geolitologici e ambientali del bacino idrografico del Fiume Sosio- Verdura (Sicilia Sud-Occidentale)*. *Geologia dell'Ambiente*, 3/2018, 2-10.
- SIRAGUSA E. & CIMINO A. (2003), *Indagine idrogeologica nel comprensorio di Calamonaci (Agrigento, Sicilia centro-occidentale)*. *Geologi di Sicilia*, XI, 2, 9-24.
- SIRAGUSA E. & CIMINO A. (2012), *Indagini integrate per la mitigazione del rischio in un'area di falesia della Sicilia Meridionale (Sciacca - Agrigento)*. *Geologi di Sicilia*, XX, 4, 21-35.
- SIRAGUSA E. & VALENTI O. (1969), *Studio geologico dell'abitato di Caltabellotta (Agrigento) con particolare riguardo alla franosità*. *Geologia Tecnica*, 4, 3-11.

Il portale del Servizio Geologico d'Italia: i dati geologici del territorio nazionale alla portata di tutti

The Geological Survey of Italy Portal: the geological data of interest for the Italian peninsula available to everyone

Parole chiave: Italia Servizio Geologico, portale, cartografia e dati geologici, banche dati, metadati, servizi web OGC, visualizzatore di mappe, INSPIRE

Key words: Italy Geological Survey, portal, cartography and geological data, data base, metadata, OGC web services, geomapviewer, INSPIRE

Valentina Campo
Daniela Delogu

Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia, ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)

E-mail: portalesgi@isprambiente.it

INTRODUZIONE

Il Servizio Geologico d'Italia, che oggi è un Dipartimento dell'ISPRA, da oltre 150 anni è l'ente preposto a raccogliere, validare e diffondere i dati geologici nazionali, con particolare riferimento alle informazioni geologiche di base, in accordo alla Legge 68/1960 che l'ha individuato come Organo Cartografico dello Stato.

Il patrimonio di dati disponibili, che è costituito da grandi archivi di informazioni territoriali corredate di metadati conformi agli standard vigenti, e strutturate in gran parte secondo schemi ormai consolidati, è stato reso fruibile online attraverso il Portale del Servizio Geologico d'Italia, di cui il Servizio si è dotato a partire dal 2010.

Nell'ottica di migliorare sempre di più la consultazione e di rendere più semplice ed efficace la fruizione delle informazioni alla luce delle esigenze specifiche, anche grazie agli utili feedback ricevuti dagli utenti nei 10 anni di attività, si è arrivati lo scorso anno a pubblicare una nuova versione del Portale del Servizio Geologico, disponibile all'indirizzo <http://portalesgi.isprambiente.it>

Tutti, dal mondo della ricerca ai professionisti fino anche al singolo cittadino, possono usufruire di un punto privilegiato di accesso online alle banche dati del Servizio Geologico, e consultare così le informazioni disponibili nel campo delle geoscienze.

Questo perché, oggi più di ieri, le Scienze della Terra rivestono un ruolo strategico per lo sviluppo economico e sociale del Paese con competenze fondamentali nel campo delle energie comprese quelle alternative, delle risorse idriche e minerarie, della difesa del suolo, della dinamica fluviale e costiera, della protezione dai rischi geologici e della sicurezza ambientale.

LE PRINCIPALI NOVITÀ

Realizzato con l'obiettivo di diventare il punto di accesso alle informazioni sulla geologia in Italia, il nuovo Portale del Servizio Geologico d'Italia è rivolto ad utenti con diverso livello di esperienza. Gli utenti più esperti (professionisti, geologi delle Pubbliche Amministrazioni, ricercatori, etc.), che quotidianamente utilizzano il dato geologico, sono interessati principalmente ad accedere alle numerose banche dati e ai relativi servizi di rete che consentono la fruizione di servizi di ricerca dei dati disponibili attraverso i relativi metadati, offrendo la possibilità di consultarli in conformità agli standard OGC (Open Geospatial Consortium). Anche utenti meno esperti, fino al singolo cittadino, possono accedervi semplicemente per conoscere la storia del Servizio Geologico, essere informati ed aggiornati sulle attività istituzionali in corso. La produzione di cartografia geologica prevede delle rigorose metodologie codificate in manuali e linee guida aggiornati periodicamente. Queste procedure sono atte a garantire la qualità e la specificità dei dati prodotti, anche in termini di completezza e affidabilità.

Le nove categorie tematiche presenti rimandano a tutte le attività in essere nel Servizio Geologico e ai progetti comunitari cui partecipa, le sezioni 'News' e 'Eventi' sono consultabili per sapere cosa accade nel mondo delle Scienze della Terra in termini di eventi, convegni, seminari, ecc., di interesse per la comunità geologica italiana e internazionale. Sono stati attivati anche alcuni social network, Facebook e Twitter, per la condivisione rapida delle notizie.

È stato creato uno spazio dedicato alla rete dei servizi geologici regionali finalizzato a dare visibilità alle attività in coordinamento tra servizi geologici

regionali e il Servizio Geologico d'Italia in ISPRA. Da questo spazio è anche possibile accedere alle banche dati e ai geoportali di interesse geologico-ambientale, disponibili presso Regioni, Province Autonome ed ARPA/APPA

Per quanto riguarda i contenuti, è opportuno precisare che molte banche dati non sono ancora omogenee relativamente ai contenuti, alle coperture territoriali e ai servizi di consultazione. Al riguardo si continua ad operare in tal senso per dare pieno valore ai dati disponibili e procedere ad un'armonizzazione dei contenuti attraverso il completo adeguamento agli standard nazionali ed europei. Il Servizio Geologico d'Italia, in collaborazione con la struttura del SINA dell'ISPRA, è impegnato a provvedere agli adeguamenti necessari richiesti dalle norme vigenti. Le attività sono in corso, alcuni risultati importanti sono stati raggiunti e saranno resi disponibili a breve.

Per quanto concerne il tema della *data policy*, già oggi attraverso i servizi è possibile accedere alle informazioni principali di ciascuna banca dati, ma si sta lavorando per consentire un accesso completo che preveda anche la possibilità di scaricare i dati, con una licenza d'uso che ne definisca le possibilità e gli eventuali limiti di riutilizzo.

Infine è stato realizzato un video tutorial del Portale e, analogamente, si stanno realizzando dei video tutorial specifici delle varie banche dati.

STRUTTURA E TECNOLOGIA

Pubblicato nel primo trimestre del 2018, in continua fase di implementazione, il Portale è stato sviluppato seguendo le indicazioni dell'AGID, l'Agenzia per l'Italia digitale, attraverso le Linee guida per il design dei servizi digitali della Pubblica

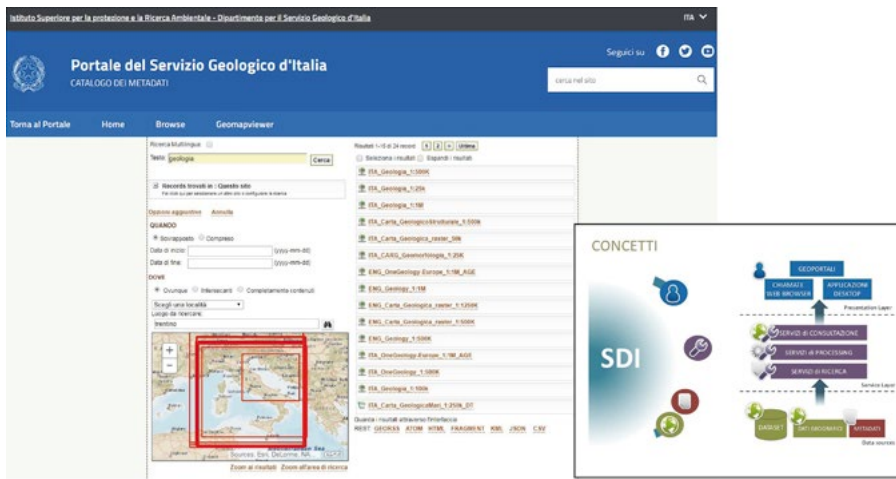


Figura 1. Catalogo dei metadati e sulla destra uno schema di Spatial Data Infrastructure - SDI

Amministrazione, utilizzando un 'kit' di partenza (versione aggiornata al 2017).

Al fine di 'irrobustire' il sistema, si è scelto di adottare la piattaforma Drupal 8.5.3 un *content management system* (CMS) open source per la gestione dei contenuti sul web. Fondamentale è inoltre la componente relativa alla gestione dei metadati e servizi che si realizza attraverso il Geoportale Esri, giunto alla release 1.2.7.

Il catalogo dei metadati CSW (Catalog Service for the Web) esposto nella versione 2.0.2 (Fig. 1), aggiornato per rispondere meglio alle esigenze del nuovo Portale, rappresenta un punto d'accesso alle informazioni sui dati: si raccomanda di consultarlo al fine di optare per la scelta più opportuna. I metadati, infatti, costituiscono una parte dell'infrastruttura spaziale ed esplicitano nel dettaglio le caratteristiche dei singoli dataset e/o servizi.

Questi, come è noto, rappresentano i documenti descrittivi delle banche dati, dei servizi web di visualizzazione e consultazione dati, nonché dei documenti collegati, quali relazioni, indagini,

progetti, cartografie statiche, vocabolari e altro materiale informativo.

Pubblicati all'interno di un catalogo federato presso il Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali (RNDT), è in atto una revisione degli stessi al fine di ottenere una piena conformità ad INSPIRE.

Il Portale è ottimizzato per Google Chrome ed è perfettamente responsivo su pc, smartphone e tablet.

RICERCA DEI DATI

L'accesso ai dati è il cuore del Portale. E' stato strutturato in modo semplice e intuitivo, ipotizzando il minor numero di click, le pagine sono state create con una quantità di informazioni essenziali al fine di non generare confusione nell'utente, facilitare la lettura e agevolare il reperimento del dato desiderato (Fig. 2).

L'approccio con il quale gli utenti si rivolgono al Portale può andare dalla semplice consultazione, seppure supportata da efficienti strumenti di ricerca, selezione e aggregazione, alla possibilità di impiegare i dati (con le relative licen-

ze d'uso), effettuare elaborazioni e condividerli in maniera analoga.

Esistono oggi 40 banche dati di elevato valore scientifico, la cui qualità e affidabilità è in molti casi garantita da procedure di validazione opportunamente certificate, e altri strati informativi suddivisi per categorie tematiche, tra cui la geologia di base e altri geotematici, il rischio naturale, la geofisica, i sondaggi, le georisorse, l'uso e copertura del suolo, i siti contaminati.

In pratica, come in un qualsiasi sistema informativo territoriale, attraverso un semplice visualizzatore, basta cliccare sul servizio di interesse per vedere il relativo contenuto. E' anche possibile selezionare il tipo di sfondo su cui visualizzare i dati, tra numerose basi cartografiche, modelli digitali e immagini satellitari.

I VISUALIZZATORI

Il Portale offre una serie di strumenti per la visualizzazione dei dati. Il primo visualizzatore cartografico è stato personalizzato a partire un'applicazione web customizzata con la possibilità di navigare anche in 3D, denominata TerraJS, un visualizzatore open-source che si connette con cataloghi di metadati spaziali (Fig. 3).

Oltre agli strumenti standard di navigazione all'interno della mappa, si possono aggiungere dati anche locali nei formati json, csv, kml, kmz, geojson, ecc.. L'interrogazione avviene cliccando sull'elemento d'interesse, il risultato viene visualizzato attraverso un box dal quale è anche possibile scaricare gli attributi.

Il secondo visualizzatore è un'elaborazione studiata per consentire all'utente di navigare direttamente nei contenuti, a partire dal catalogo dei metadati. La particolarità di questo strumento consiste nella consultazione simultanea di più cataloghi; viene data inoltre l'opportunità di aggiungere altri strati informativi pubblicati in locale (shapefile), oppure disponibili online in altri formati. Anche in questo caso l'interrogazione avviene con un clic, abilitando il pop-up per il layer di interesse, mentre per scaricare gli attributi si dovrà invece accedere al tool 'Tabella attributi', che consente l'esportazione anche con l'ausilio di strumenti di selezione (Fig. 4).

Sono presenti anche altri visualizzatori tematici (sviluppati per lo più con CMV - Configurable Map Viewer), disponibili nella sezione di 'Accesso ai dati', realizzati allo scopo di rendere più facilmente consultabili dati generati da

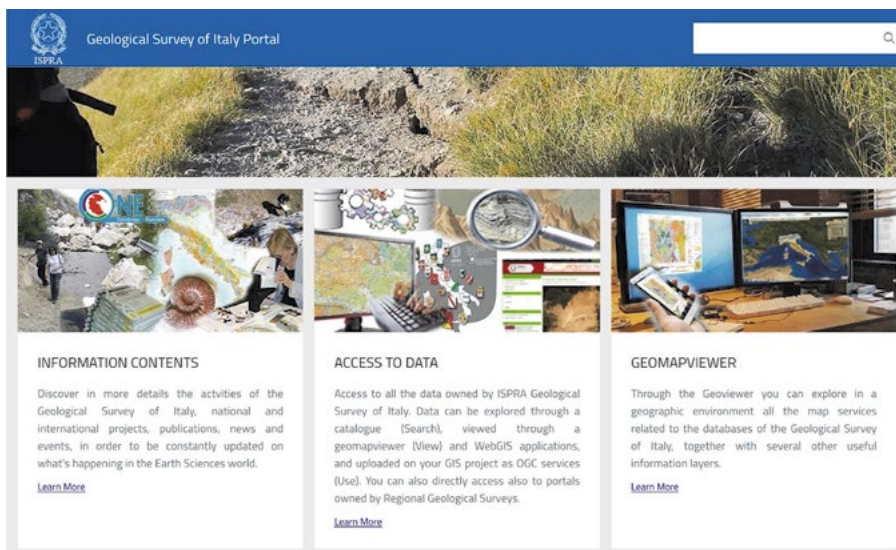


Figura 2. Home page del Portale: le 3 card per scoprire i contenuti, accedere ai dati e visualizzarli



Figura 3. Il nuovo visualizzatore 3D del Portale



Figura 4. Il visualizzatore 2D, per navigare nei dati, a partire dal catalogo dei metadati

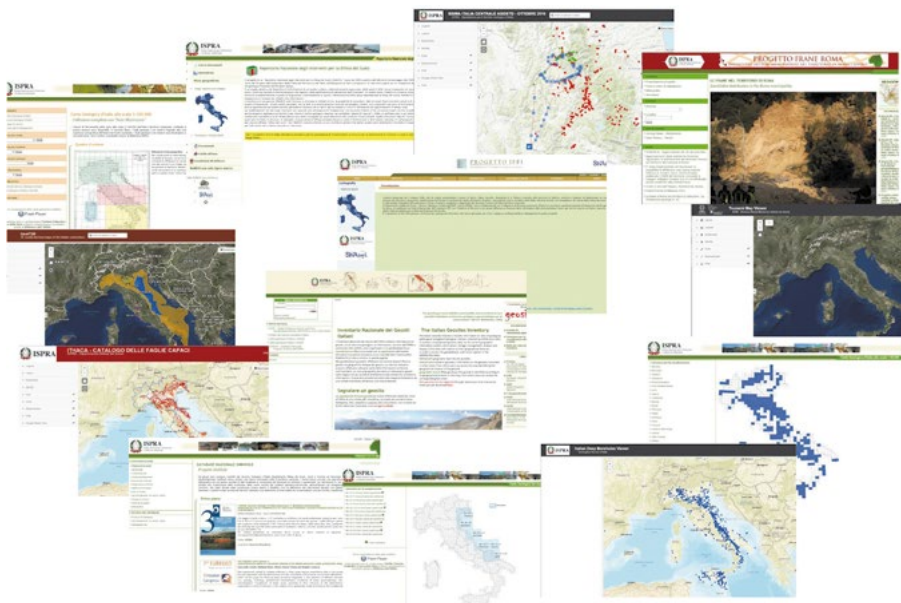


Figura 5. I visualizzatori tematici, disponibili nella sezione 'Accesso ai dati'

CONTENUTI

Per la consultazione si accede dall'home page, nelle due versioni in italiano o in inglese, cliccando nella barra dei menu su "Accesso ai dati" (Access to data), da qui si apre un sottomenu e cliccando su "Dati geologici" (Geological data) si apre una pagina sinottica con le categorie omogenee in cui sono

state raggruppate le banche dati per argomenti. Cliccando su una categoria si apre una pagina da cui si accede ai diversi contenuti informativi disponibili per ciascuna banca dati.

Tutte le informazioni sono visualizzabili all'interno del GeoMapViewer e sono utilizzabili come servizi OGC accedendo all'apposita sezione, inoltre per

alcune banche dati sono stati realizzati dei visualizzatori tematici.

I temi individuati sono:

- 1) Carte Geologiche
- 2) Patrimonio Geologico
- 3) Carte Geotematiche
- 4) Sondaggi
- 5) Georisorse
- 6) Geofisica
- 7) Rischi Naturali
- 8) Uso del suolo
- 9) Siti Contaminati

1) **Carte Geologiche.** In questa pagina sono riportate le cartografie geologiche ufficiali pubblicate, a diverse scale, dal Servizio Geologico d'Italia, Organo Cartografico dello Stato, ai sensi della legge del 2 febbraio 1060 n. 68. Si parte dai 277 fogli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, a copertura dell'intero territorio nazionale, completa di legenda e sezioni. Si passa alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, realizzata nell'ambito del Progetto CARG a partire dal 1988, completa di legenda e sezioni. Il progetto non è ancora terminato.

Le descrizioni dei campioni litologici e i risultati delle analisi paleontologiche e sedimentologiche effettuate nel corso della realizzazione dei fogli del Progetto CARG sono consultabili nella Banca dati ASC (Automazione Schede Campione). Passando a scale minori nella stessa pagina troviamo la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:500.000, la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:1.000.000 e la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:1.250.000 per la cui realizzazione ci si è basati sulla sintesi della cartografia edita a grande scala e delle più recenti pubblicazioni sull'argomento.

Per la geologia marina è presente la Carta Geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000 realizzata nell'ambito del progetto CARG. Attraverso l'armonizzazione della cartografia nazionale è stata realizzata la Carta geologica del mondo alla scala 1:1.000.000 visualizzabile anche sul Portale del Progetto OneGeology.

Le informazioni sulla geologia e geomorfologia dei mari europei, risultante dall'armonizzazione dei dati provenienti dai relativi Servizi Geologici Nazionali sono organizzate nella banca dati EMODNet Geology.

GeoIT 3D, riporta i modelli 3D realizzati in diverse aree del territorio nazionale a varie scale e coperture, i dati utilizzati provengono da sezioni geologiche, stratigrafie di sondaggi superficiali e profondi, linee sismiche, isobate del substrato.

2) **Patrimonio Geologico.** In questa categoria sono raccolti gli itinerari geologici della Serie Geological Field Trip, guide di escursioni geologiche presentate in occasione di convegni e congressi attinenti alle Scienze della Terra ed edite congiuntamente dal Servizio Geologico d'Italia e dalla Società Geologica Italiana; l'Inventario Nazionale dei Geositi italiani con le informazioni sui siti di interesse geologico collezionate nel Censimento Nazionale dei Geositi dell'ISPRA dal 2002; la Banca dati della Rete Nazionale dei Parchi e Musei Minerari Italiani (ReMI), derivata da un progetto di studio avviato nel 2006 con l'intento di conoscere lo stato dell'arte delle aree minerarie dismesse in Italia e finalizzato alla loro valorizzazione e musealizzazione.

3) **Carte Geotematiche.** Comprendono le Carte Idrogeologiche a varie scale e coperture (Italia 1M, Pianura Padana 500k, Centro 500k, Meridione 250k, Piemonte 250k) in una rielaborazione inedita e pubblicate come servizio web visualizzabile tramite il GeoMapView. Nell'ambito del Progetto CARG sono stati realizzati alcuni Fogli geotematici della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (carta geomorfologica, idrogeologica, pericolosità geologica, instabilità dei versanti, eventi alluvionali, gravimetrico-strutturale, geomineraria) visualizzabili sia come raster che come servizi web. La Carta Litologica d'Italia alla scala 1:50.000, derivata per sintesi dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, è visualizzabile in formato raster e come servizio web tramite il GeoMapView. Completa la raccolta la Banca dati della Carta Litologica d'Italia alla scala 1:100.000, derivata per sintesi in 52 classi litologiche e genetiche dai 277 fogli della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000. Per la realizzazione di questo progetto è stato informatizzato anche il foglio 181 Tempio Pausania, l'unico inedito.

4) **Sondaggi.** Sotto questa voce rientrano alcune banche dati tra le più consultate soprattutto dai professionisti: la Banca dati dei Sondaggi profondi, risultanti dall'attività di Esplorazione e Produzione degli idrocarburi in Italia a partire dal 1957 e depositati presso l'Ufficio nazionale minerario per gli idrocarburi e le georisorse (UNMIG) del Ministero dello Sviluppo Economico; la Banca dati dei sondaggi, relativi a studi o indagini nel sottosuolo nazionale per scopi di ricerca idrica o per opere di ingegneria civile, acquisiti dal Servizio Geologico d'Italia ai sensi della Legge 464/84.

5) **Georisorse.** Raccoglie la Banca dati geologico-mineraria con informazioni su aree in concessione mineraria attive e dismesse, al momento disponibile per alcune Regioni. L'Inventario nazionale delle strutture di deposito dei rifiuti estrattivi è un Elenco delle strutture di deposito dei rifiuti di estrazione chiuse o abbandonate che hanno gravi ripercussioni negative sull'ambiente o che, a breve o medio termine, possono rappresentare una grave minaccia per la salute umana o l'ambiente.

6) **Geofisica.** Comprende una serie di prodotti cartografici: la Carta Gravimetrica d'Italia alla scala 1:1.000.000, la Carta delle Anomalie di Bouguer d'Italia, la Carta Gravimetrica d'Italia alla scala 1:1.250.000, la Cartografia Gravimetrica digitale d'Italia alla scala 1:250.000 e la Carta Aeromagnetica d'Italia alla scala 1:1.000.000. Tutti questi elaborati sono visualizzabili in formato raster nel GeoMapView e utilizzabile come servizio web. La Banca Dati Geofisici è un data base geografico di dati geofisici e geodetici acquisiti dal Servizio Geologico d'Italia e da altri Enti.

7) **Rischi Naturali.** Anche queste banche dati rivestono grande valore e interesse sia per i professionisti chiamati a operare nel caso di dissesti naturali sia per chi si deve occupare di pianificazione territoriale:

- IFFI, Inventario dei Fenomeni Fratturati in Italia, consultabile anche tramite un visualizzatore tematico, a cui si affianca la banca dati Frane Roma realizzata con i dati dei dissesti di versante del Comune di Roma e consultabile nel visualizzatore tematico;
- ReNDiS è il Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo, dotato di visualizzatore tematico;
- ITHACA è la Banca dati delle faglie capaci, ossia le faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie, consultabile anch'essa con il proprio visualizzatore tematico;
- il Database Nazionale dei Sinkhole è l'inventario dei dati raccolti dall'ISPRA relativi al censimento dei fenomeni di sprofondamento (naturali e antropici), in aree di pianura, sul territorio italiano dotato di un proprio visualizzatore tematico; il Database dei Sinkholes antropici di Napoli è una Banca dati relativa agli sprofondamenti improvvisi di origine antropica nel territorio della Città Metropolitana di Napoli, dotata anch'essa di un visualizzatore tematico.

E ancora in questa categoria si trovano i dati del progetto SIAM Tsunami che

raccoglie le Mappe d'inondazione da tsunami sulle coste italiane, consultabile nel visualizzatore tematico. EEE Catalogue è la Banca dati degli effetti geologici indotti da terremoti recenti, storici e paleosismi consultabile nel visualizzatore tematico. La Mosaicatura nazionale delle aree a pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico - PAI e Mosaicatura nazionale delle aree a pericolosità idraulica - Scenari D. Lgs. 49/2010, è consultabile nel GeoMapView e i dati sono scaricabili in download.

8) **Uso del suolo.** In questa categoria è descritta la banca dati che raccoglie le informazioni a livello nazionale, regionale, provinciale e comunale sul Consumo del suolo. Per questa banca dati è stato realizzato un video tutorial ed è stato pubblicato il link che permette di scaricare i dati. Le Mappe di copertura del suolo sono state organizzate in una banca dati, inoltre è consultabile la banca dati di copertura del suolo del Progetto CORINE Land Cover. Tutte le informazioni relative all'uso del suolo sono consultabili nel visualizzatore ISPRA, nel GeoMapView e utilizzabili come servizio web.

9) **Siti Contaminati.** Comprende la Banca dati sui Siti di Interesse Nazionale (SIN) e la Banca dati sui Siti di Interesse Regionale, entrambe con informazioni sullo stato di avanzamento dei procedimenti di caratterizzazione e bonifica.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- INSPIRE (2007), "Direttiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 14 marzo 2007 che istituisce un'Infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (INSPIRE)", Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, L 108/1.
- RNDT (2011), "Decreto 10 novembre 2011 del Ministro per la Pubblica Amministrazione e l'Innovazione: Regole tecniche per la definizione del contenuto del Repertorio nazionale dei dati territoriali, nonché delle modalità di prima costituzione e di aggiornamento dello stesso", G.U. Repubblica Italiana n. 48 del 27 febbraio 2012, SO n. 37.
- DRUPAL, <https://www.drupal.org/>

Il Gruppo di lavoro del Portale del Servizio Geologico d'Italia è costituito da: *Valentina Campo, Maria Pia Congi, Claudia Delfini, Daniela De-logu, Silvana Falcetti, Luca Guerrieri, Gabriele Leoni e Renato Ventura.*

Per i dettagli e altre richieste di informazioni scrivere al Team del Portale del Servizio Geologico d'Italia portalesgi@isprambiente.it

Per la gestione della laguna di Venezia serve una nuova legge speciale

Antonio Rusconi

Già Segretario Generale Autorità di Bacino Alto Adriatico
Componente Commissione di Salvaguardia di Venezia
E-mail: antonio.ruxo@gmail.com

A new special law is needed for the management of the Venice lagoon

Parole chiave: tutela laguna, autorità speciale, stato ecologico, tempeste marine
Key words: lagoon protection, special authority, environmental status, sea storms

LA SALVAGUARDIA DELLA LAGUNA

La salvaguardia della Laguna di Venezia si trova da diversi anni in uno stato di incredibile incertezza. Il quadro delle leggi speciali è fermo da alcuni decenni, mentre numerose recenti leggi nazionali, spesso emanate in recepimento di fondamentali Direttive comunitarie, vengono applicate anche in ambito lagunare senza trovare alcun raccordo con le prime.

Non mancano inoltre nuove leggi insensate, emanate senza la minima conoscenza dei cardini fondamentali su cui si è fondata, per secoli, la conservazione della laguna.

La soppressione del Magistrato alle Acque, attuata dalla legge 114/2014, ne è un evidente esempio. Le sue funzioni sono state trasferite alla Città Metro-

politana di Venezia, ma il Decreto di attuazione del Presidente del Consiglio dei Ministri non è mai stato emanato, e così il glorioso Istituto vive da cinque anni in uno stato di inammissibile incertezza.

Il legislatore ha dimenticato che le leggi speciali sono sovraordinate alle leggi ordinarie e che il governo della laguna è indivisibile anche se una sua parte ricade nella Provincia di Padova. Ha inoltre dimenticato che anche il quadro delle competenze non è frazionabile: la polizia idraulica di qua e la gestione del Mose di là, ecc.

Ma l'aspetto più grave di queste incertezze è stata la mancata riforma della *governance* fissata dalle leggi speciali in tema di governo delle acque a seguito dell'emanazione della Direttiva Quadro Acque 2000/60 e della Direttiva Allu-

vioni 2007/60, recepite dal nostro Paese rispettivamente dal D.lgs 152/2006 (Testo Unico dell'Ambiente e successive integrazioni con la L. 225/2015) e dal D.lgs 49/2010.

Con questo nuovo assetto normativo anche la laguna di Venezia, il suo bacino scolante e il mare antistante sono entrati a fare parte del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali, cui è preposta l'Autorità di Bacino Distrettuale (Fig. 1).

La sua composizione è mista Stato-Regioni, ed è presieduta da un Comitato Istituzionale composto da alcuni Ministri del Governo nazionale e dai Presidenti delle regioni del Nord-Est. Il suo compito principale è la formazione e l'aggiornamento del Piano di bacino.

Il Piano di Bacino comprende diversi "stralci", tra cui il Piano di Gestione delle

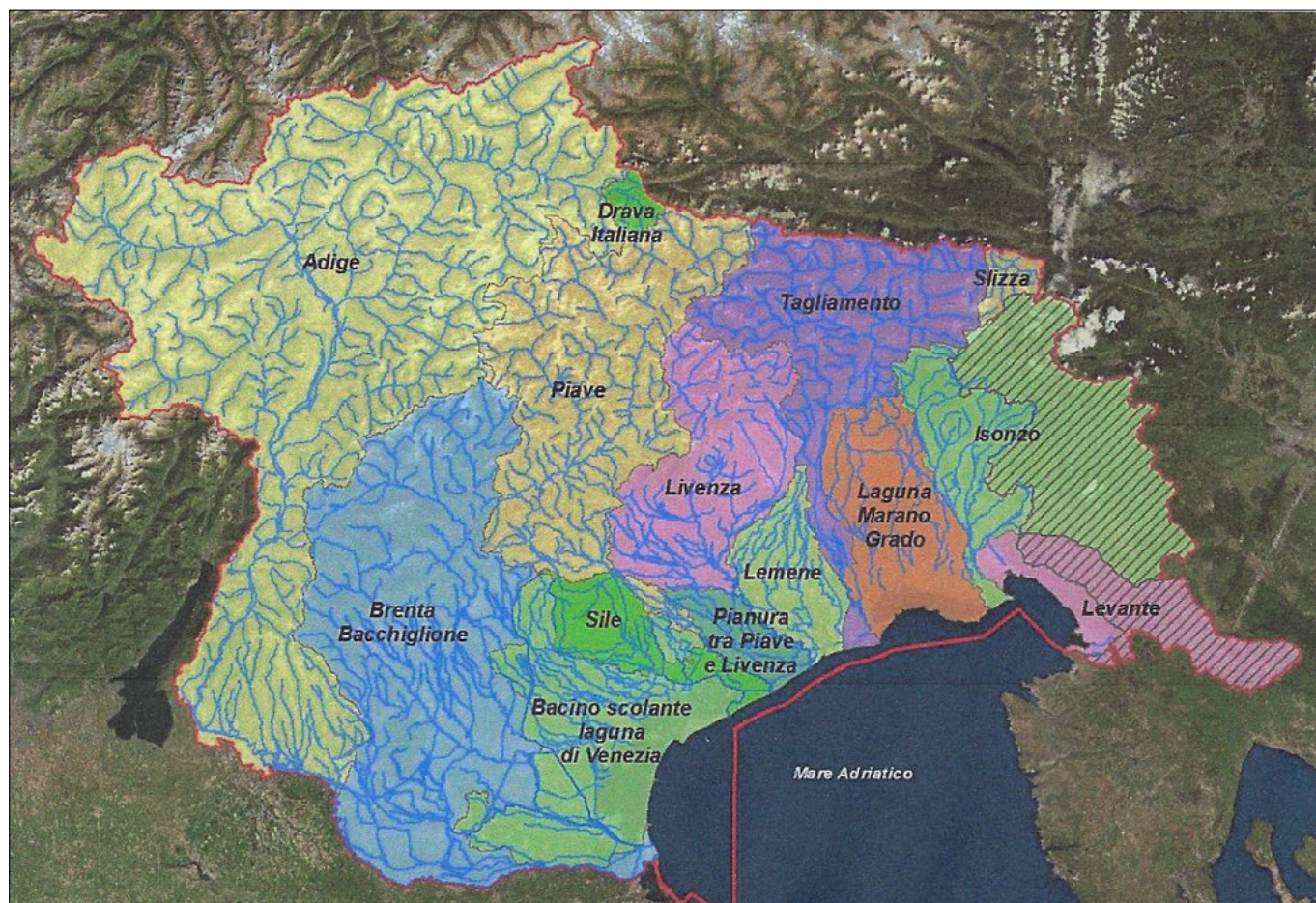


Figura 1. Il Distretto Idrografico delle Alpi Orientali (D.lgs 152/2006 e s.m.i.) comprende anche la Laguna di Venezia, il suo bacino scolante e il tratto di mare antistante.



Figura 2. Il soppresso Magistrato alle Acque era competente su tutti gli aspetti connessi con la salvaguardia della laguna di Venezia (opere idrauliche, "Mose", polizia lagunare, monitoraggio sulla qualità delle acque, ecc.).

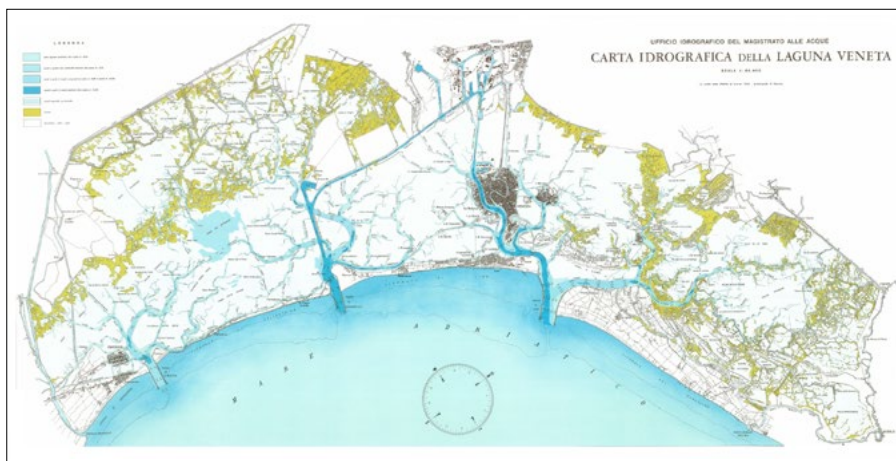


Figura 3. La carta idrografica della laguna di Venezia del 1972, prima della costruzione del "Mose", con le tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia



Figura 4. L'attuale bocca di porto del lido divisa in due parti per la costruzione delle opere di imposta del Mose (isola centrale, conca di navigazione e spalle)

Acque, introdotto dalla ricordata Direttiva Acque, e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, previsto dalla Direttiva Alluvioni, entrambi aggiornati ogni sei anni.

Il Piano di Bacino, con i suoi stralci, è sovraordinato agli altri strumenti di pianificazione (è approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) e le sue disposizioni hanno carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni e gli Enti Pubblici. La legge ne prevede l'attuazione attraverso i Programmi Triennali di Intervento, adottati, attuati e finanziati secondo percorsi dettagliatamente indicati dalla legge medesima.

I Piani del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali, vigenti ormai da alcuni anni, contengono anche i principali aspetti della salvaguardia della laguna di Venezia, con il suo bacino scolante e il mare antistante.

Sono particolarmente approfonditi gli aspetti del cambiamento climatico, della tutela ecologica e morfologica della laguna, nonché quelli della gestione del rischio di alluvioni del "dopo-Mose", della difesa dei litorali, degli allertamenti, ecc.

I diversi soggetti pubblici presenti in laguna (Organismi statali e regionali, Città Metropolitana, Comuni, ecc.) hanno quindi il compito di darne concreta attuazione.

L'AGENZIA DEL MAGISTRATO ALLE ACQUE

Su tale aspetto appare determinante il passaggio delle funzioni del soppresso Magistrato alle Acque. Esclusa l'idea di un frazionamento delle competenze (gestione del Mose, polizia lagunare, ricostruzione morfologica della laguna, concessioni idrauliche, ecc.) (Fig. 2), la salvaguardia deve ovviamente fare riferimento ad un unico soggetto, che dovrà comunque richiamarsi alle funzioni e all'esperienza del secolare Magistrato. Esso era un tempo organo periferico del Ministero delle Infrastrutture, le cui competenze lagunari erano state fortemente definite e confermate dal complesso quadro normativo delle leggi speciali emanate nel corso del quarantennio '60/'90 del secolo scorso.

Il "recente" trasferimento delle funzioni idrauliche dallo Stato alle Regioni, e la specifica diretta competenza della Regione Veneto sulla complessiva rete idrografica dell'entroterra lagunare (fiumi, reti di bonifica, ecc.), nonché sull'assetto dei litorali, unitamente all'istituzione della Città Metropolitana di Venezia, non consentono ovviamente di riproporre un Magistrato alle Acque "statale" che, al giorno d'oggi, non può

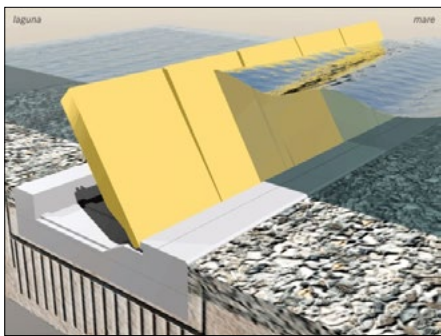


Figura 5. Lo schema delle paratoie del Mose, che normalmente giacciono sul fondo delle bocche lagunari. In caso di previsione dell'acqua alta le paratoie verranno sollevate in modo da separare idraulicamente la laguna dal mare.



Figura 6. Una grande nave attraversa il centro storico di Venezia

nemmeno più contare su un adeguato apparato tecnico-amministrativo di eccellenza con ramificazione periferica.

D'altra parte, non sembra ammissibile il trasferimento di una parte delle competenze dell'ex Istituto statale alla Città Metropolitana di Venezia, anche

un Collegio dei revisori, un Comitato tecnico-Amministrativo, ecc.

Ovviamente, nell'ambito dell'Agenzia del Magistrato alle Acque, dovrebbero prevedersi anche Uffici "speciali", confermando e riformando il corpo della Polizia Lagunare, istituendo un partico-

lare Ispettorato Tecnico per la gestione delle opere mobili alle bocche di porto (Mose) (Fig. 4, Fig. 5) e inoltre creando uno speciale Istituto Meteo-Climatico Ambientale che ovviamente dovrebbe entrare a fare parte del Sistema Nazionale di Protezione Ambientale (SNPA), con l'ISPRA, l'ARPA Veneto e l'istituenda Agenzia Nazionale denominata "ITALIA METEO".

VERSO UNA NUOVA LEGGE SPECIALE

Su questo importante argomento non mancano in Parlamento alcuni Disegni di Legge, presentati in tempi diversi, ma che finora non hanno avuto seguito. Si tratta invero di proposte che finora, su alcuni degli aspetti soprari-cordati, hanno già stimolato le discussioni e, in alcuni casi, non pochi dubbi e perplessità, tra cui la scarsa valenza tecnica e istituzionale attribuita alle ricordate Direttive Comunitarie e allo stesso Piano di Bacino anche nell'ambito della salvaguardia lagunare. Inoltre le diverse proposte, anziché riunire tutte le competenze del governo lagunare in un unico Ente, prevedono un inopportuno frazionamento dei compiti e delle azioni tra una pluralità di soggetti e uffici.

Con l'auspicio quindi che il Parlamento pervenga quanto prima ad una riforma della legislazione sulla salvaguardia della laguna in modo da uscire dalle attuali incertezze, quale ad esempio l'irrisolto problema delle "grandi navi" (Fig. 6), è doveroso ricordare che ogni ulteriore ritardo costituirebbe un malanno persino peggiore della terribile tempesta marina accaduta nello scorso novembre (Fig. 7).



Figura 7. L'eccezionale acqua alta del 12 novembre 2019 ha raggiunto il livello di +1,89 m sullo zero di riferimento di Punta Salute, con disastrosa conseguenze sui centri storici lagunari e sul litorale adriatico.

In ricordo di Franco Ortolani

Francò Ortolani si laureò nel dicembre del 1969, sotto la guida del prof. Tullio Pescatore. Una delle perle di maggior pregio, di cui Franco ne ha rappresentato l'ultima, in ordine di tempo, di quella splendida collana di studenti prima e docenti - ricercatori - scienziati poi, che impreziosirono, con la loro presenza, il corso di laurea in Scienze Geologiche presso l'Università degli Studi di Napoli. Mi riferisco alle altre ben note personalità, nel campo delle Scienze della Terra, del calibro di Bruno D'Argenio, Paolo Scandone, Italo Sgrosso, Antonio Vallario, Ennio Cocco, Giuseppe Guzzetta, Vico Brancaccio e altri il cui nome non mi sovviene, per la stessa condizione emotiva che accompagna lo scrivere queste note in ricordo del collega/amico che tanti hanno conosciuto e apprezzato, per le sue straordinarie e particolari doti umane e professionali.

Ho sempre pensato e continuo, tuttora, a farlo, che potremmo definire quell'insieme di giovani geologi di Scuola Napoletana, a cavallo degli anni '60 e '70 del secolo scorso, "*I ragazzi di San Marcellino*". Essi, infatti, e in modo particolare, sotto la direzione del prof. Felice Ippolito, diedero, nei primi anni '70, il meglio di sé e tra le tante novità che seppero introdurre, sia nella didattica che nella ricerca, furono capaci di mettere a punto, in tempi da record, una prima, moderna ed efficace sintesi della formazione dell'Appennino meridionale.

La mia iscrizione al primo anno del corso di laurea in Scienze Geologiche risale all'anno accademico 1969/1970 ovvero un mese prima che Franco si laureasse. Conseguì il titolo di studio e continuando a frequentare l'Istituto di Geologia e Geofisica, capitava, spesso e volentieri, che molti degli studenti che lo conoscevano, in particolare quelli più grandi, s'intrattenessero a conversare con lui, dove capitava, anche sotto il porticato dell'ex Monastero; il più delle volte per chiedergli spiegazioni e chiarimenti sui più vari argomenti di studio. Lui era sempre e con chiunque disponibile al dialogo. E, per di più, lo faceva senza risparmiarsi o far minimamente pesare quanto trasmetteva all'interlocutore; stava sempre al suo fianco, mai di fronte. Tanto che, l'altro, il convenuto, aveva la sensazione che la risposta, alla



domanda formulata, derivasse dal confronto in atto e non da quanto gli veniva, con la massima leggerezza, trasmesso.

Atteggiamento che ha continuato a tenere, ininterrottamente, per tutti gli anni a venire, anche in presenza di situazioni e problemi del massimo rilievo tecnico e importanza scientifica. È difficile da spiegare a chi non lo ha conosciuto e/o avuto a che fare con lui, ma Franco Ortolani e le Scienze della Terra formavano un vero e proprio impasto, una lega di materiali diversi inscindibile nei suoi componenti di base.

Chi si confrontava con lui, "*imparava a sua insaputa*", nel senso che coinvolgeva il convenuto di turno nello scivolare con lui, sia nell'affrontare i contenuti degli argomenti trattati, sia sul come essi andavano e si potevano analizzare, fino all'elaborazione della sintesi finale verso la soluzione, come un corpo sferico che rotola lentamente su un piano dolcemente inclinato.

La sua naturale predisposizione al saper coniugare le conoscenze con il saper elaborare e prospettare ventagli di soluzioni, in forma semplice, non semplicistica, da visionare e/o verificare in seguito, gli permetteva di essere in grado di interloquire con chiunque, anche con chi non era in possesso delle conoscenze specifiche della materia trattata.

Per quanto mi riguarda e nel mio piccolo, mi piace rimarcare di essere sempre stato orgoglioso di averlo avuto come relatore della mia tesi di laurea; il primo di una lunga serie di studenti e di professionisti, grati e consapevoli, della scuola di un vero Maestro.

Era il mese di ottobre del 1973, quando raggiunsi nella sua stanza Franco, per me il prof. Ortolani, cui davo rispettosamente del voi, per chiedergli se potevo essere da lui seguito nell'elaborazione della mia tesi di laurea. Lui, il prof stava per tenere per il secondo anno il corso di Geologia degli Idrocarburi.

In quei giorni, sul piano internazionale, stava per o era già scoppiata, la famosa guerra del Kippur. Quella che i Paesi arabi scatenarono contro Israele, pensando di combatterla e vincerla facendo leva sulla scarsità di petrolio immesso sui mercati internazionali, in particolar modo verso i Paesi industrializzati ovvero quelli maggiormente dipendenti. Fu, com'è noto dalla storia di quegli anni o come può ricordare chi ha una certa età, l'inverno delle domeniche a piedi e del prezzo dei carburanti salito vertiginosamente. L'Organizzazione (OPEC) che controllava, a livello globale, il prezzo del petrolio decise in un colpo solo di moltiplicare per 5 il costo del barile, che passò, in un primo momento, da 8,00 dollari a 40,00, proseguendo nell'ascesa anche nei mesi successivi.

Era questa la difficile e delicata situazione politico - economico - sociale che si viveva in quegli anni, sia nel nostro Paese che a livello internazionale. E fu in quel contesto storico che, guidato dal prof. Franco Ortolani, si svolse l'intero lavoro di ricerca per la messa a punto della mia tesi di laurea. Seppur faticosi nel compierli, ma il cercare le tante fonti, disponibili e utili, presenti in letteratura, l'eseguire le operazioni di rilevamento in campagna e l'andare sui cantieri petroliferi, in perforazione e/o in produzione, magari solo per percepire l'essenza di quella sostanza mai stata tanto preziosa, furono un'esperienza formativa unica e irripetibile.

Il ricordo che, però, fin da allora mi accompagna e resta vivido nella mia memoria, come fosse avvenuto appena ieri, è l'avventura umana e culturale, trascorsa in compagnia del mio Maestro Geologo, che ha segnato e accompagnato, indelebilmente, tutto il resto della mia vita civile e professionale, fin dal giorno della seduta di laurea, quando ancora una volta egli fu al mio fianco.

Grazie Franco!

Angelo Sanzò

RASSEGNA CULTURALE

LA SCIENZA E LA TECNICA RACCONTATE

Roma, 13 Marzo 2020

Aula Lucchesi del Dipartimento di Scienze della Terra - Università Sapienza
Piazzale Aldo Moro - Roma



Lo scopo della rassegna culturale "La scienza e la tecnica raccontate", proposta in più città italiane, è quello di potenziare la comunicazione e la divulgazione dei temi scientifici e tecnici attraverso la presentazione di libri, scritti da scienziati e studiosi, che trattano specifici temi afferenti alla cultura delle Scienze della Terra. Gli eventi prevedono la presentazione dei libri da parte degli autori; ogni presentazione precede seminari scientifici che trattano in termini semplici e generali il tema affrontato dal libro. Per l'evento di Roma i temi trattano il rischio vulcanico e la storia della geologia.

PROGRAMMA

09.30 RegISTRAZIONI

10.00 **Relazioni di apertura lavori**

Maurizio Del Monte (Direttore Dipartimento di Scienze della Terra - Sapienza Università di Roma)
Raffaele Sardella (Museo MUST del Dipartimento di Scienze della Terra - Sapienza Università di Roma)
Claudio Campobasso (Direttore Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia ISPRA)
Roberto Troncarelli (Presidente Ordine Geologi Lazio)
Antonello Fiore (Presidente SIGEA)

Moderatore: **Francesca Bozzano** (Sapienza Università di Roma)

10.40 **Vulcani: Così il pianeta cambia pelle (Hoepli)**
di **Sabrina Mugnos**

11.20 **Angeli e demoni: i vulcani tra risorsa e rischio**
Mario Gaeta - Dipartimento di Scienze della Terra - Sapienza Università di Roma

11.40 **Vulcani nascosti, cosa si cela sotto i nostri mari**
Guido Ventura - INGV Roma (Italia) e BUST Beijing (Cina)

12.00 **Eppur si muovono! Storie di uomini che hanno reso grande la geologia (Bonanno)**
di **Roberto Franco**

12.40 **Storia della geologia**
Marco Pantaloni - ISPRA

13.00 Dibattito e chiusura dei lavori
a cura di **Donatella De Rita**

14.00-16.00 **Visita guidata all' "Atrium" museo MUST del Dipartimento di Scienze della Terra - Sapienza Università di Roma**
a cura del Direttore **Raffaele Sardella**

Segretaria organizzativa Sigea: eventi@sigeaweb.it

Saranno richiesti crediti CFP per Geologi

Con il patrocinio:



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Systema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Dipartimento per il
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA
Organo Cartografico dello Stato (Legge N°68 del 2.2.1960)

- dati geologici raccolti in **150** anni
- **40** banche dati che riguardano la geologia di base e altri geotematismi, il rischio naturale, la geofisica, i sondaggi, la modellazione 3D, le georisorse, l'uso e copertura del suolo, i siti contaminati
- Accesso diretto ai portali e ai dati dei Servizi Geologici Regionali



Esplora il nuovo Portale <http://portalesgi.isprambiente.it/>