



PROFESSIONE GEOLOGO

NOTIZIARIO DELL'ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

**L'INTERVISTA:
GEOL. MAURO D'ANGELANTONIO**

LA NUOVA FASE DEL PROGETTO CARG (CARTOGRAFIA GEOLOGICA): UN'OPPORTUNITA' PER I PROFESSIONISTI?

L'AMIANTO NATURALE IN ITALIA: LA PREVENZIONE DEL RISCHIO PER I LAVORATORI

CAVITÀ ANTROPICHE NEL TESSUTO URBANO DEL COMUNE DI VITERBO

"ROMA SOTTO SOTTO – UNA GUIDA GEOLOGICA DELLA CAPITALE" UN LIBRO DI LORENZO MANNI

UN WEBGIS PER IL CATASTO DELLE FRANE DI ALTA QUOTA NELLE ZONE ALPINE

NUMERO 66 OTTOBRE 2023

AAA SPONSOR CERCASI



Rivista quadrimestrale dell'Ordine dei Geologi
del Lazio Anno XXII Numero 66 ottobre 2023
Autorizzazione del Tribunale di Roma 572/2002
del 15 ottobre 2002

DIRETTORE RESPONSABILE
Stefano Tosti
COORDINAMENTO REDAZIONALE
Giampiero Gabrielli
GRAFICA E IMPAGINAZIONE
Renzo Petrunaro
DIREZIONE, REDAZIONE E AMMINISTRAZIONE
Ordine dei Geologi del Lazio
Via Flaminia, 43 - 00196 Roma
Tel. 06 360 001 66 - Fax 06 360 001 67
professionegeologo@geologilazio.it
www.geologilazio.it

Distribuzione ai Geologi iscritti all'Albo del Lazio,
al Consiglio Nazionale ed ai Consigli Regionali
dei Geologi, agli Ordini e Collegi Professionali
del Lazio, agli Enti e Amministrazioni interessati.

Gli articoli e le note firmate esprimono solo
l'opinione dell'autore e non impegnano l'Ordine
né la Redazione
del periodico.

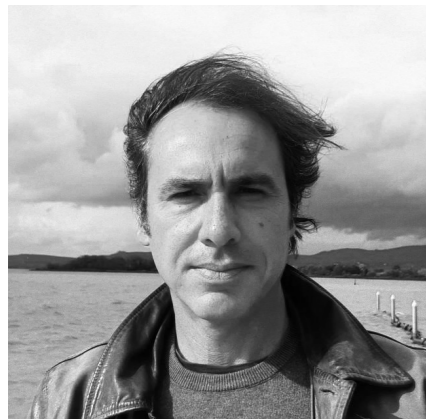
Chiuso in Redazione il 13/10/2023

In copertina: Scala dei Turchi,
Porto Empedocle
Foto di Giorgio Guarini

SOMMARIO

- 4 **IL PUNTO DEL DIRETTORE E...**
- 5 **EDITORIALE DELLA PRESIDENTE**
- 6 **L'INTERVISTA**
- 8 **LA NUOVA FASE DEL PROGETTO CARG (CARTOGRAFIA GEOLOGICA): UN'OPPORTUNITA' PER I PROFESSIONISTI?**
- 11 **L'AMIANTO NATURALE IN ITALIA: LA PREVENZIONE DEL RISCHIO PER I LAVORATORI**
- 20 **CAVITÀ ANTROPICHE NEL TESSUTO URBANO DEL COMUNE DI VITERBO**
- 26 **"ROMA SOTTO SOTTO – UNA GUIDA GEOLOGICA DELLA CAPITALE" UN LIBRO DI LORENZO MANNI**
- 27 **UN WEBGIS PER IL CATASTO DELLE FRANE DI ALTA QUOTA NELLE ZONE ALPINE**

IL PUNTO DEL DIRETTORE E...



Cari lettori e colleghi,

con il numero autunnale siamo alla quarta pubblicazione della rivista professionale nella sua nuova forma "non tradizionale" e, come si fa per i cambi di stagione, ne approfittiamo per rinnovare ulteriormente il guardaroba con una nuova cura dell'impaginazione, che speriamo possa facilitarne la lettura oltre che renderla, ce lo auguriamo, più piacevole. Con questo non vogliamo trascurare di certo i contenuti, avendo la cura di selezionare articoli che possano essere sempre di vivo interesse del professionista geologo e per questo ringrazio nuovamente tutti i membri del Comitato di Redazione, che voglio ricordare essere costituito per lo più da iscritti all'Ordine dei Geologi del Lazio e non da soli consiglieri, proprio perché, come ribadito in altre occasioni, considero questa rivista espressione diretta di chi ha scelto di mettere al servizio della comunità le proprie competenze in materia geologica, e ce ne è davvero bisogno. Nella stessa ottica mi sembra giusto che in questo spazio, solitamente dedicato al punto di vista del Direttore, si dia voce proprio ai membri della redazione. Lo faccio lasciando la parola scritta al responsabile del Comitato, dott. Giampiero Gabrielli, che ha fatto un punto su un recente tragico anniversario.

Un caro saluto,
Il direttore
Stefano Tosti

Ringrazio Stefano per l'opportunità e rinnovo i saluti a tutti i nostri lettori e colleghi, la presa di coscienza delle ferite inflitte dalla Terra non deve mai sfumare nella dimenticanza, e questo mese, ci troviamo a commemorare un triste anniversario che ci chiama tutti ad una riflessione acuta e intensa: sono trascorsi 60 anni dalla catastrofica frana del Vajont, una tragedia che non solo ha segnato la storia italiana, ma che è divenuta emblema mondiale delle calamità indotte dall'interazione tra operazioni umane e dinamiche geologiche.

Il 9 ottobre 1963, una porzione del monte Toc si staccò precipitando nel bacino artificiale del Vajont, nel Nord-Est dell'Italia. La conseguente ondata di piena superò l'alta diga, travolgendo i paesi sottostanti e causando la morte di oltre 1900 persone. La strage del Vajont rappresenta un monito perenne sull'importanza dell'etica, della competenza e della responsabilità nel campo della geologia applicata e della gestione del territorio.

Oggi, a sei decenni di distanza, mentre rendiamo omaggio alle vite perdute, siamo chiamati a riflettere anche sul nostro ruolo e sul nostro impegno come geologi nel prevenire che tali catastrofi si ripetano. La geologia, nella sua essenza, offre strumenti incommensurabili per comprendere, prevedere e mitigare le minacce naturali che incombono sui contesti umani, ma è indispensabile che tali strumenti siano maneggiati con saggezza, competenza e umiltà.

Quale tributo più autentico, dunque, possiamo offrire alla memoria delle vittime del Vajont se non quello di un impegno rinnovato e costante nella ricerca, nella divulgazione e nel confronto?

In questo spirito, lanciamo un appello a voi, esperti del set-

tore, ricercatori, accademici e professionisti del mondo della geologia: rendiamo questa piattaforma, la nostra amata rivista, un faro di conoscenza e di dialogo. Invitiamo tutti a contribuire con articoli, studi e riflessioni che non solo rendano omaggio al passato, ma che siano orientati a costruire un futuro in cui la geologia si traduca in prassi consapevoli e in strategie mirate alla salvaguardia del nostro Pianeta e delle comunità che lo abitano.



Questo è il momento di condividere esperienze, studi di caso, ricerche e metodologie innovative che possano elevare ulteriormente la nostra disciplina, alimentando un dibattito costruttivo e multidisciplinare. È attraverso il confronto e la collaborazione che potremo fortificare il nostro contributo scientifico e pragmatico verso società più resilienti e ambienti più sicuri.

Ricordiamo il Vajont non solo con il dolore e il rispetto per le vite perdute, ma anche con l'assidua determinazione a fare di più e meglio, per garantire che il nostro operato si traduca in benefici tangibili per l'ambiente e l'umanità. È un dovere che ci chiama con urgenza, e con fiducia, sappiamo che insieme, con la forza della scienza e della collaborazione, sapremo rispondere adeguatamente.

Giampiero Gabrielli
Coordinatore del comitato di redazione

EDITORIALE DELLA PRESIDENTE



Desidero iniziare questo editoriale con una notizia positiva, nel gennaio scorso il Ministero della Cultura ha proposto la candidatura della "Via Appia Regina Viarum" per il suo inserimento nella Lista del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO, coprendo l'intero tratto da Roma a Brindisi, attraverso la Via Appia Claudia e la Via Appia Traiana. Tra le iniziative di valorizzazione sostenute dal Ministero, si prevede la creazione di un museo sulla Via Appia Traiana. Una sezione di tale museo sarà dedicata alla geologia dei territori attraversati dalle due strade. In questo contesto, il MIC, rappresentato dalla Dr.ssa Angela Maria Ferroni, ha richiesto la collaborazione dell'Ordine dei Geologi del Lazio per assicurare una trattazione approfondita delle tematiche geologiche. Ritengo che questa sia una straordinaria opportunità e un motivo di orgoglio; partecipare attivamente a un evento di tale rilievo potrà promuovere ulteriormente la cultura geologica. Quest'ultima, a mio avviso, non riceve l'attenzione che merita nell'ambito educativo e intellettuale italiano. Di fatto, nonostante una crescente sensibilizzazione ambientale, la correlazione tra questioni ambientali e geologiche non è ancora pienamente compresa dal grande pubblico. L'Italia è spesso teatro di eventi naturali di grande impatto, legati alla sua geologia, ma anche a una gestione e pianificazione territoriale non sempre efficace. Dobbiamo intensificare i nostri sforzi. È fondamentale riconoscere e promuovere la conoscenza geologica e valorizzarla come studio e riflessione sui principi che possono educare l'intera popolazione. Gli Ordini professionali, in questo scenario, devono agire come catalizzatori. La promozione della cultura geologica, se ben eseguita, potrebbe attrarre più giovani verso la geologia come professione. Oggi, troppo pochi si iscrivono ai corsi di laurea in Scienze Geologiche e, di conseguenza, agli Albi professionali. Per questo, l'Ordine dei Geologi del Lazio ha richiesto conferma al Consiglio Nazionale dei Geologi circa la possibilità di ridurre la quota di iscrizione per la sezione B dell'Albo. Come sottolineato dal collega Giampiero Gabrielli, abbiamo il dovere di valorizzare il nostro ruolo e impegno come geologi, ricordando l'importanza della consapevo-

lezza geologica nella pianificazione. L'Ordine dei Geologi del Lazio ha in programma diversi eventi divulgativi, tra cui un convegno sul Radon previsto per novembre, mirato a sensibilizzare tutti, non solo gli addetti ai lavori. Pertanto è nostro intento non solo rinnovare il formato del notiziario "Professione Geologo", ma anche la nostra strategia, per evitare che ci si ricordi della Geologia e dei suoi operatori soltanto in seguito a catastrofi naturali.

La Presidente
Simonetta Ceraudo

L'INTERVISTA

A CURA DI GIAMPIERO GABRIELLI

OGGI PARLIAMO CON MAURO D'ANGELANTONIO



Continuiamo la nostra rubrica L'INTERVISTA, con l'obiettivo di far emergere le esperienze e i ruoli specifici dei colleghi geologi e di offrire ai nostri lettori una visione sempre più ampia delle opportunità e delle sfide nel campo della geologia. In questa occasione, siamo lieti di intervistare il collega Mauro D'Angelantonio, attualmente Direttore del Servizio Suolo e Bonifiche di Arpa Lazio. Attraverso questa intervista esploreremo il suo percorso professionale, le responsabilità del suo ruolo attuale e le attività svolte presso l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente nel contesto ambientale della regione.

Per prima cosa Mauro, ti ringrazio per la tua disponibilità, i lettori non sanno che ti ho dato il tormento per questa intervista, ma penso che dar voce a geologi del tuo livello sia fondamentale, soprattutto per chi oggi intraprende un percorso di studi in Geologia, e forse non ha ben chiaro tutte le possibilità collegate alla nostra professione. Inizio e ti chiedo subito se puoi raccontarmi un po' del tuo percorso lavorativo nel campo della geologia? Quali esperienze significative hai avuto prima di entrare a far parte di Arpa Lazio?

Grazie a voi, è un piacere partecipare alle attività del notiziario

dell'Ordine. Il mio percorso lavorativo nel campo della geologia è iniziato in Sardegna, presso una società di consulenze ambientali, anche se non citerò il nome. Sono stato attratto verso questo settore grazie al mio background accademico, incentrato sull'ambiente e sul monitoraggio delle risorse idriche. Questo periodo coincise con un aumento dell'importanza dell'ambiente grazie a leggi nazionali, regionali e comunitarie. Ho avuto l'opportunità di lavorare in attività ambientali in crescita e sono stato chiamato a Sarroch, un luogo che non conoscevo, per partecipare alle attività di caratterizzazione di un grande sito industriale. Durante questo periodo, ho condotto sondaggi, campionamenti di suolo, sottosuolo e acque, e prove di portata. Queste esperienze iniziali hanno gettato le basi per la mia futura carriera.

Dopo aver lavorato per questa società, ho deciso di intraprendere la strada della libera professione, aprendo uno studio di consulenze ambientali, dove ho continuato a concentrarmi sul monitoraggio di suolo, sottosuolo e acque sotterranee. Nel 2007, ho avuto l'opportunità di entrare nell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente,

partendo da una posizione di base e progredendo attraverso vari concorsi e prove fino a diventare il direttore del Servizio Suolo e Bonifiche, ruolo che svolgo attualmente.

Come dirigente di Arpa Lazio, potresti spiegarmi quali sono le tue principali responsabilità e le attività quotidiane che svolgi? Quali sono gli obiettivi principali del tuo ruolo?

Come direttore del Servizio Suolo e Bonifiche presso Arpa Lazio, le mie principali responsabilità riguardano il monitoraggio delle matrici ambientali, tra cui suolo, sottosuolo, acque sotterranee e gas interstiziali. Questo implica la gestione di tutte le attività legate a procedimenti di bonifica e movimentazione di terre e rocce da scavo. Inoltre, il mio servizio regola le attività connesse a convenzioni specifiche, come quella relativa al SIN Sacco e al ripascimento delle sabbie dei litorali. Il nostro obiettivo primario è garantire il monitoraggio accurato e la tutela delle risorse ambientali, semplificando le procedure burocratiche, quando possibile, e promuovendo il miglioramento costante della qualità delle risposte e delle pratiche.

Mi piacerebbe conoscere meglio l'organizzazione di Arpa Lazio. Potresti descrivermi la struttura dell'organizzazione a livello regionale e provinciale? Quali sono le principali divisioni o reparti?

Arpa Lazio è un organo tecnico della regione ed è suddivisa in dipartimenti. I principali dipartimenti includono il Dipartimento Laboratori, responsabile delle attività analitiche, il Dipartimento Pressioni sull'Ambiente, che gestisce il controllo degli impianti e delle attività inquinanti, e il Dipartimento Stato dell'Ambiente. Quest'ultimo comprende servizi come il monitoraggio delle risorse idriche e la qualità dell'aria. All'interno del Dipartimento Stato dell'Ambiente, c'è il mio servizio, il Servizio Suolo e Bonifiche, che si concentra sul monitoraggio del suolo, sottosuolo e acque sotterranee, oltre alle attività di bonifica.

Potresti fornirmi alcuni dati riguardo il lavoro di Arpa Lazio? Ad esempio, quanti procedimenti di bonifica sono attualmente in corso? Quali sono le sfide principali che l'agenzia affronta nella gestione ambientale della regione?

Attualmente, ci sono oltre 1000 procedimenti di bonifica attivi nella regione del Lazio, con la provincia di Roma che ne ospita oltre il 50%. Anche le istanze relative alla movimentazione di materiali da scavo sono significative, con circa 300 istanze annuali. Una sfida importante che l'agenzia affronta è quella di ridurre le tempistiche burocratiche e sbloccare i procedimenti di bonifica in stallo. Inoltre, lavoriamo costantemente per migliorare la qualità delle risposte e delle pratiche, cercando di tenere il passo con l'evoluzione delle tecniche e delle tecnologie di bonifica. La nostra missione è garantire che i documenti siano presentati in modo professionale e che le risposte siano tempestive per soddisfare le esigenze dei proponenti e rispettare le normative vigenti.

LA NUOVA FASE DEL PROGETTO CARG (CARTOGRAFIA GEOLOGICA): UN'OPPORTUNITÀ PER I PROFESSIONISTI?

Geol. Andrea Bollati



“La cartografia geologica rappresenta un fondamentale strumento di conoscenza di base per un Paese avanzato che voglia affrontare consapevolmente ed efficacemente le inevitabili sfide legate alla tutela, gestione e pianificazione del proprio territorio e all'utilizzo sostenibile delle proprie risorse” così viene introdotta la scheda “Il valore della cartografia geologica” a cura della SGI e consultabile on line (<https://www.socgeol.it/N5334/il-valore->

[della-cartografia-geologica.html](https://www.socgeol.it/N5334/il-valore-della-cartografia-geologica.html)) dove ampio spazio viene dedicato al Progetto CARG (CARTografia Geologica) che prevede di dotare il nostro paese di una cartografia geologica dei dettagli e moderna, argomento protagonista del convegno del 16 marzo scorso (“La cartografia geologica a servizio del paesaggio”) organizzato tra gli altri dal Consiglio Nazionale dei Geologi e dall'ISPRA, con la partecipazione attiva anche dell'Ordine dei Geologi

del Lazio.

Attualmente la nuova cartografia (pubblicata alla scala 1:50.000) copre circa il 55% del territorio italiano. Nella prima fase del Progetto (dal 1989 al 2000), con finanziamenti statali e cofinanziamenti regionali e delle provincie autonome (per un importo di oltre 112 M€, Leggi 305/89, 438/94, 226/99) sono stati realizzati 281 fogli geologici e 30 fogli geotematici (geomorfologici, idrogeologici, della pericolosità geologica e altri). Dopo una deleteria fase di stop durata 10 anni... nuovi finanziamenti (di 33 M€, Legge di Bilancio 160/2019) permettono per il triennio 2020-2022 il completamento di 67 fogli geologici e 6 fogli geotematici mentre l'ultimo finanziamento (di 52 M€, Legge di Bilancio 197/2022) per il triennio 2023-2025 ha avviato al momento 12 nuovi fogli geologici.

La SGI richiede per il completamento del progetto un investimento di circa 200 M€ (per 288 fogli) e che sia garantita la continuità del finanziamento senza ulteriori battute d'arresto, ma sarebbe auspicabile anche l'aggiornamento continuo, se consideriamo che i primi fogli al 50.000 pubblicati risalgono agli anni '70 - '80 (nel Lazio i Fogli Anagni, Subiaco, Tagliacozzo e Cerveteri, realizzati prima dell'inizio del Progetto CARG).

La distribuzione dei fogli completati per regione non è equilibrata, nel Lazio il 67% del territorio è coperto dalla cartografia al 50.000, con inoltre diverse carte geotematiche: i fogli geomorfologici Anagni, Subiaco, Tagliacozzo, il foglio idrogeologico Anagni e le carte gravimetrico-strutturali Roma e Cerveteri; è stata inoltre pubblicata più di recente la

Area % di territorio con carta geologica 1:50.000 (fonte ISPRA dicembre 2022)



carta idrogeologica dell'area del Foglio 348 Antrodoco e per lo stesso foglio quella della suscettibilità per instabilità di versante (acquisibili in pdf attraverso il sito dell'ISPRA).

Il confronto con diversi paesi europei è impietoso considerando che Spagna, Francia, Inghilterra, Germania, Grecia, Polonia, Rep. Ceca, Finlandia sono dotate di una cartografia geologica di dettaglio per l'intero territorio e diversi altri paesi presentano una copertura cartografica più ampia della nostra.

Tutti i fogli pubblicati con le note illustrative allegate sono consultabili on line (<https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/index.html>), ma se queste ultime sono scaricabili in pdf i fogli non lo sono e sarebbe auspicabile che lo fossero; buona parte dei fogli realizzati nella prima fase del progetto (1989 - 2000) sono acquistabili (al costo di 13 euro + 4% di IVA al foglio) presso ISPRA compilando un modulo. La consultazione on line della cartografia geologica sin qui realizzata non ci sembra adeguata al bisogno dei professionisti, dei cittadini e ricercatori, anche considerando la scala attualmente disponibile (1:50.000) e che i rilevatori CARG (il sottoscritto tra questi, con all'attivo cinque fogli tra Lazio, Abruzzo Molise e Campania) lavorano sul terreno con carte topografiche alla scala 1:10.000 (se non al 5.000) e 1:25.000, dunque esiste una cartografia di maggior dettaglio che dovrebbe essere disponibile per la comunità. Nel documento “Il valore della cartografia geologica”: a cura della SGI si enuncia che “una carta geologica moderna, corredata da banche dati ricche e facilmente consultabili, deve essere completa e facilmente accessibile”: in effetti si sta lavorando in tal senso e il nuovo finanziamento del Progetto CARG e il Progetto PNRR

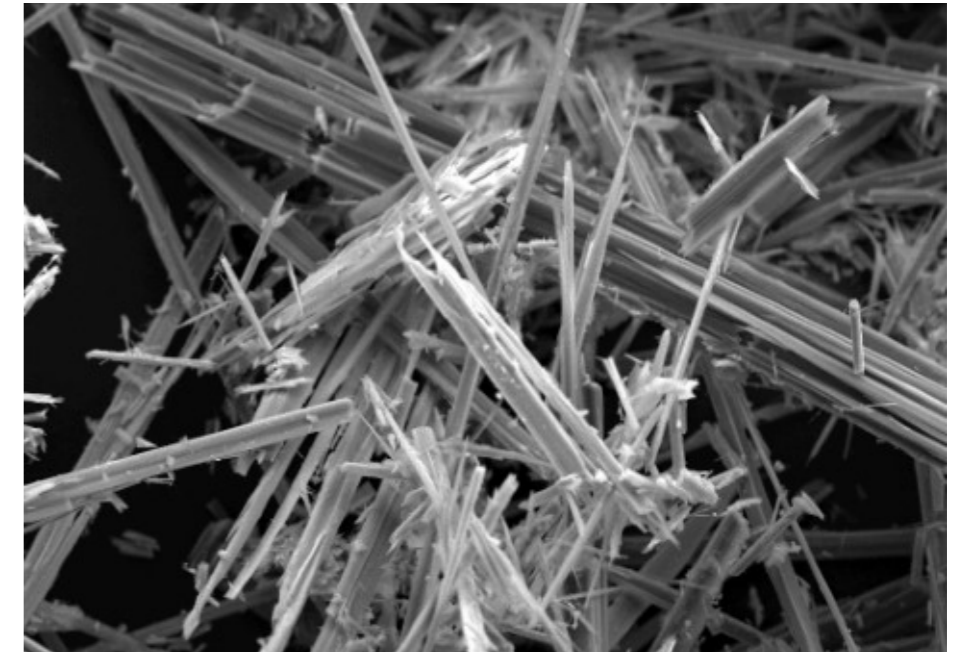
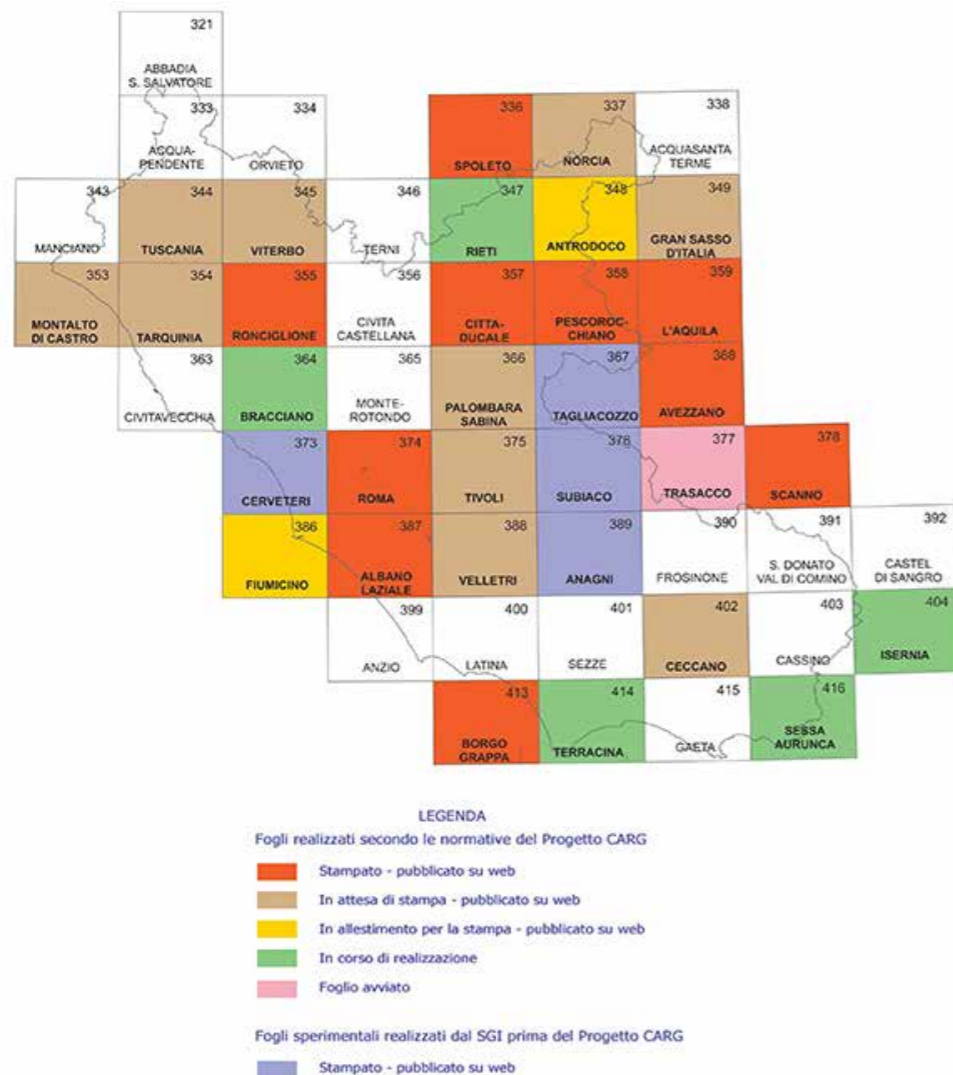
GeoSciences IR, hanno permesso di avviare una attività di revisione delle modalità di accesso ai prodotti raster e vettoriali, inoltre i contenuti essenziali della Banca Dati CARG dei fogli già realizzati sono fruibili attraverso servizi WMS individuabili tramite il Catalogo dei Metadati del Portale del Servizio Geologico d'Italia (<https://catalogosgi.isprambiente.it/catalogosgi/>).

Sarebbe auspicabile una più opportuna diffusione della cartografia geologica come strumento per la conoscenza del territorio in cui i cittadini si muovono, per acquisire maggiore consapevolezza orientata alla tutela, prevenzione e protezione. In tal senso sarebbe più efficace una modalità di acquisto delle carte geologiche meno laboriosa, come propone ad esempio il Servizio Geologico Britannico (<https://shop.bgs.ac.uk/Shop/Category/50KGeologicalMaps>) e magari proporre anche una versione delle carte più adatta alla comprensione dei non addetti ai lavori come le Nouvelles cartes géologique a vocation pédagogique di Parigi, Lione e dei terroirs di un'area della Valle della Loira a cura del BRGM (<https://www.brgm.fr/en/books-geological-maps-brgm-publications>); un interessante esempio nostrano è rappresentato dalla Carta geologica del Parco Naturale Regionale dei Monti Simbruini a cura dell'ISPRA (Dip. per il Servizio Geologico d'Italia) in collaborazione con l'Ente Parco (http://www.parcomontisimbruini.it/emporio-dettaglio.php?id_pubb=7168). Altro discorso riguarda la reperibilità delle carte geologiche nelle librerie delle nostre città. In Francia o Inghilterra, ad esempio, le migliori librerie di un centro abitato (se non un Ufficio Informazioni Turistiche) sono sempre fornite di cartografia geologica locale oltre a pubblicazioni di divulgazione scientifica sulla geologia dei dintorni: non sarebbe auspicabile anche in Italia?

I finanziamenti per i nuovi fogli aprono delle possibilità di lavoro per i professionisti che hanno avuto esperienza con la cartografia geologica, con la tesi di laurea o il dottorato di ricerca e con l'attività da professionista; sono i Dipartimenti di Scienze Geologiche (insieme a Istituti del CNR, Servizi geologici Regionali e ISPRA) che coordinano i rilevamenti, acquisiscono i dati che poi vengono elaborati e informatizzati, con la collaborazione e valutazione continua dell'ISPRA. Alcuni Dipartimenti, nei bandi di concorso per l'attribuzione di assegni di ricerca, richiedono la laurea (di II livello o conseguita secondo l'ordinamento precedente all'entrata in vigore del D.M. 509/99), altri anche il titolo di dottore di ricerca conseguito in Italia o all'estero, oltre al possesso di curriculum scientifico professionale idoneo allo svolgimento di attività di rilevamento/ricerca; altri Dipartimenti stipulano con i professionisti contratti per affidamento di incarichi di collaborazione per attività di ricerca. Oggi, nell'ambito del Progetto CARG, un chilometro quadrato (riguardo il rilevamento del substrato) viene retribuito mediamente 300-400€, sostanzialmente lo stesso importo erogato negli anni '90 e primi anni 2000; una cifra che va confrontata sia con i costi odierni che sostiene il rilevatore, specie se l'attività di

L'AMIANTO NATURALE IN ITALIA: LA PREVENZIONE DEL RISCHIO PER I LAVORATORI

Annalisa Guercio, Bianca Rimoldi
Inail – Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza
ctss@inail.it



campo non è in prossimità del luogo in cui si vive o non si ha l'opportunità di un appoggio nell'area di lavoro, sia con l'attività richiesta oltre l'attenta e professionale raccolta dei dati sul terreno (spesso faticosa, soprattutto in un ambiente montano) tra cui l'elaborazione di carte geologiche in formato cartaceo, a diversa scala (secondo le linee guida dell'ISPRA), e formato digitale, l'elaborazione di sezione geologiche e della legenda, la raccolta di campioni delle unità rilevate con compilazione delle "schede campione", la consegna di una documentazione fotografica adeguata, l'elaborazione di relazioni sull'attività svolta durante le diverse fasi di lavoro, la partecipazione a riunioni on line o in presenza, ecc..

Negli oltre 10 anni in cui il Progetto CARG ha subito uno stop forzato molti professionisti hanno lasciato tale attività (diversi purtroppo anche la professione di geologo) e con l'avvio della nuova fase c'è una penuria di rilevatori; per ovviare in parte a tale mancanza la Società Geologica Italiana organizzata da alcuni anni e con la collaborazione del Servizio Geologico d'Italia di ISPRA la Scuola Estiva di Rilevamento geologico e cartografia CARG che "si propone di diffondere le metodologie e i criteri di rilevamento e cartografia geologica adottati per il Progetto CARG, attraverso giornate di rilevamento sul terreno, lezioni frontali ed esercitazioni" (<https://www.socgeol.it/N5245/scuola-estiva-2023-rilevamento-geologico-e-cartografia->

[carg.html](https://www.socgeol.it/N5245/scuola-estiva-2023-rilevamento-geologico-e-cartografia-carg.html)); se da un lato tale lodevole iniziativa rappresenta una opportunità per i giovani geologi e i professionisti, il numero di chi accede al corso è insufficiente, di fatto sono 25 i posti disponibili (poco più di una persona a regione) mentre sarebbe opportuno (considerando i diversi fogli finanziati da nord a sud) pensare a dei corsi regionali con un numero di partecipanti più adatto alle necessità attuali. Oltre al corso della SGI esistono altri corsi che si propongono di diffondere le metodologie e i criteri di rilevamento come ad esempio quello della Scuola invernale di rilevamento geomorfologico (<https://sirg.unicam.it>) che svolge la sua formazione con la collaborazione tra AIGeo - ISPRA - CNG - UNICAM; in questo caso l'ammissione al corso è limitata ad un massimo di 40 candidati.

In conclusione, si può affermare che nel suo insieme il Progetto CARG, che vedrà (speriamo a breve) un deciso miglioramento nella accessibilità dei dati, rappresenta uno strumento fondamentale per i professionisti e la comunità tutta, per la mitigazione del dissesto idrogeologico, del rischio sismico e vulcanico, per la tutela delle acque superficiali e sotterranee e per una nuova conoscenza e consapevolezza riguardo il territorio fragile del paese. Inoltre può costituire una valida e stimolante opportunità lavorativa per il geologo professionista.

Introduzione

Il tema dell'amianto è ancora attuale oggi per la presenza diffusa di materiali, manufatti e rifiuti che lo contengono. La discussione sull'amianto naturale è ancora in corso ed ha prodotto numerosi studi scientifici, sia a scala internazionale che nazionale, legati agli aspetti relativi alla geologia, alla mappatura dei siti, allo sfruttamento del suolo e solo recentemente alla tutela dei lavoratori (Bellomo et al., 2018). In letteratura il termine internazionale Natural Occurring Asbestos (Noa), in italiano amianto naturale, si riferisce a quei minerali, rinvenibili in rocce e terreni, che possono essere rilasciati nell'aria da attività antropiche o da processi geomorfologici. Se non disturbati, non producono aerodispersione di fibre e di conseguenza non vi sono rischi per la salute umana. In Italia il termine "amianto naturale" è riferito ai minerali di amianto normato, ovvero i silicati fibrosi di cui all'art. 247 del d.lgs. 81/2008, contenuti in rocce ofiolitiche, affioranti o sepolte, in quantità e localizzazione variabili non definibili in via preventiva, le cui fibre possono essere rilasciate nell'ambiente per effetto di attività antropiche o di agenti esogeni. Esistono, però, anche casi di minerali di amianto in marmi metamorfici (val d'Ossola) e in

rocce sedimentarie (formazione del Frido, confine calabro-lucano) non appartenenti a termini ofiolitici. Nelle aree in cui la presenza di minerali di amianto naturale è possibile ma non è stata valutata con indagini geopetrografiche specifiche, un approfondimento preventivo si rende necessario prima di pianificare qualsiasi attività antropica che possa disturbare eventuali affioramenti, al fine di tutelare la salute degli addetti ai lavori nell'area in questione. Vi sono, poi, altri minerali asbestiformi, non compresi nei Noa: se ne parlerà in questo articolo relativamente alla loro gestione in particolari attività antropiche.

I contenuti di questo lavoro sono una sintesi del progetto di ricerca Inail "Naturally Occurring Asbestos" (Progetto Noa) il cui scopo è stato quello di mettere a fattor comune differenti esperienze, dalle cave della Val Malenco ai siti contaminati da amianto, per fornire ad aziende e Enti locali le migliori soluzioni per prevenire esposizioni ad amianto naturale a carico dei lavoratori, confluite poi nel volume Inail "Amianto naturale e ambienti di lavoro", pubblicato nel 2021.

Il ruolo del geologo nelle problematiche di amianto naturale negli ambienti di lavoro

Il d.m. 18 marzo 2003, n.101 "Regolamento per la realizzazione

di una mappatura delle zone del territorio nazionale interessate dalla presenza di amianto, ai sensi dell'articolo 20 della legge 23 marzo 2001, n. 93" focalizza l'attenzione sulla presenza di amianto negli ambienti di vita e di lavoro. L'allegato A indica i criteri per la mappatura della presenza di amianto e, tra questi, la categoria 3 è dedicata alla presenza di amianto naturale, prevedendo che, "oltre alla mappatura degli ammassi rocciosi caratterizzati dalla presenza di amianto, dovranno essere evidenziate: a) le attività estrattive, in coltivazione o dismesse di lavorazione di rocce e minerali con presenza di amianto, b) le attività estrattive, in coltivazione o dismesse, di lavorazione di rocce e minerali senza presenza di amianto in aree indiziate per l'amianto".

Come sottolineato dai Piani Regionali Amianto (PRA) delle diverse Regioni direttamente coinvolte nella problematica, il rilevamento geologico, strutturale e geopetrografico, nonché le ulteriori indagini ed analisi da effettuare per determinare la presenza effettiva e il tipo di amianto, la struttura e la tessitura, il grado di tettonizzazione, le dimensioni areali e la profondità dell'affioramento, costituiscono il primo passo per la conoscenza approfondita di un territorio, utile e fondamentale per lo sviluppo in sicurezza dello stesso attraverso opere antropiche più o meno impattanti.

Dal punto di vista della salute dei lavoratori, la conoscenza del rischio rappresenta la prima azione di prevenzione, come disciplinato dall'art. 15 del d. lgs. 81/08. Il rischio di dispersione di amianto naturale nell'ambiente di lavoro durante lo svolgimento di attività che modificano la struttura della roccia o del terreno può essere gestito adeguatamente solo a partire da una conoscenza che è substrato culturale del geologo.

Molte Regioni italiane hanno adottato sistemi di classificazione delle aree con potenziale presenza di amianto, basati su un set di indagini in funzione del tipo di litologia incontrata, che successivamente va ad implementare un data base, utile per lavori e attività antropiche future. Ne è un esempio il Piano Regionale Amianto del Piemonte, approvato dal Consiglio regionale con deliberazione n. 124-7279 del 1 marzo 2016, che prevede la mappatura di ammassi rocciosi caratterizzati dalla presenza di amianto e delle attività estrattive (in esercizio o dismesse) relative a rocce e minerali con presenza di amianto o comunque ubicate in aree indiziate per la presenza di amianto, classificandone la probabilità di occorrenza di minerali di amianto (POMA) naturale in Piemonte. Le classi POMA sono definite in base ai litotipi elencati nella normativa nazionale (d.m. 14/5/1996 - Allegato 4) e in base all'esperienza maturata per la realizzazione delle grandi opere di interesse nazionale, come ad esempio la tratta alta velocità/alta capacità Milano - Genova - Terzo Valico dei Giovi e l'alta velocità Torino-Lione.

Affioramenti di amianto naturale in Italia

In Italia abbiamo diverse aree di affioramento di rocce potenzialmente contenenti amianto; rocce ultramafiche



e metabasiti, per esempio, le ritroviamo in Lombardia e nell'area calabro-lucana (AAVV, 2016). Di seguito, si riporta un sintetico inquadramento geologico delle regioni interessate dagli affioramenti.

Valle d'Aosta: La presenza di minerali fibrosi nel territorio valdostano è principalmente legata alle serpentiniti ofiolitiche della Zona Piemontese che affiora nella parte centrale della Valle d'Aosta. Anche se le "Pietre Verdi" sono concentrate nella parte centrale della regione (massiccio del Monte Avic), esse sono presenti anche nelle valli e nelle pianure alluvionali a seguito dello smantellamento dell'orogeno alpino. Le litologie presenti sono i calcescisti, derivanti dal metamorfismo dei sedimenti di composizione terrigena-carbonatica dell'antico oceano Ligure-Piemontese, le serpentiniti, prasiniti, metagabbri ed anfiboliti (rocce ultrabasiche e basiche). L'abbondanza di mineralizzazioni di crisotilo ha fatto sì che in regione si siano sviluppate alcune attività estrattive di amianto. Nel comune di Emarèse, a circa 1.370 m s.l.m., in sinistra orografica della Dora Baltea, è stata attiva fino al 1970 la miniera di Settarme-Chassant presso cui si estraeva crisotilo, sia in galleria che a cielo aperto. Oltre a questa un'altra miniera di amianto era ubicata nel comune di Issogne, in località Favà. Segnalazioni di abbondante presenza di amianto sono riferite anche all'interno degli sterili minerari della miniera di magnetite di Cogne-Cretaz, con contenuti in crisotilo e tremolite fino al 23% e 10% rispettivamente.

Il crisotilo della Valle d'Aosta era rinomato a scala internazionale per la sua purezza e per la lunghezza delle sue fibre, che venivano impiegate principalmente per la realizzazione di tessuti e cordami vari.

Piemonte: La maggior parte delle mineralizzazioni di amianto presenti sul territorio piemontese è associata alle serpentiniti ofiolitiche della Zona Piemontese che si estendono quasi con continuità laterale dall'Ossola alla Liguria. Nel territorio piemontese queste rocce sono concentrate principalmente nelle Valli di Lanzo (Massiccio Ultrabasicco di Lanzo), nelle Valli di Susa e Chisone in provincia di Torino, nelle Valli Varaita, Maira e Po (Massiccio del Monviso) in provincia di Cuneo e vasti affioramenti si ritrovano in provincia di Alessandria (Gruppo di Voltri). I minerali fibrosi più abbondanti (amianti e non, ai sensi della normativa vigente) finora riscontrati nelle ofioliti piemontesi sono crisotilo, tremolite-actinolite, antigorite, diopside, carlosturanite e balangeroite. Crisotilo, antigorite, carlosturanite e balangeroite sono prevalentemente associati alle rocce ultramafiche serpentinite, mentre la tremolite-actinolite può formarsi in uno spettro più ampio di litotipi che includono, oltre alle serpentiniti, scisti actinolitici, cloritoscisti, talcoscisti, prasiniti, rocce oficarbonatiche e marmi dolomitici. In letteratura viene generalmente riferito che la presenza di minerali asbestiformi è essenzialmente legata alla presenza di vene all'interno delle quali essi si sviluppano anche se non è da escludersi il caso di sviluppo di reticolati mineralizzati di dimensioni sub-millimetriche. Nel caso del giacimento di Balangero, l'amianto può

trovarsi cristallizzato in una fitta rete di vene mineralizzate che permea la roccia (giacimenti stockwork). Evidenze di diffusa presenza di minerali di amianto si hanno anche nelle successioni terziarie derivanti dallo smantellamento di rocce basiche ed ultrabasiche, anche nella matrice tra clasti. Questi litotipi sono presenti solo nella porzione meridionale e sud-orientale del Piemonte e sono rappresentati da conglomerati poligenici alternati ad arenarie conglomeratiche e breccie a clasti eterometrici, prevalentemente di natura ofiolitica, anche di dimensioni superiori ai 2 m. Studi di dettaglio hanno evidenziato anche per questi litotipi presenza diffusa di minerali amiantiferi.

Lombardia: l'area della Valmalenco (Alpi Centrali) è caratterizzata dall'affioramento dell'omonima Falda, composta prevalentemente da rocce ultramafiche di età Mesozoica, di notevole estensione (circa 170 kmq), e potenza (1-2 km). Le mineralizzazioni a crisotilo sono note da tempo in quanto sede di importante sfruttamento già dal XIX sec., con un picco di produzione nel periodo della II guerra mondiale. In Valmalenco si estraggono il serpentinoscisto e il serpentino "massiccio", pietre ornamentali e da costruzione. Alcuni fronti di cava sono aperti in aree dove erano ubicate le vecchie miniere di amianto del secolo scorso, intercettandone in parte i vecchi traccati (Rimoldi et al., 2009).

Liguria: la presenza di amianto naturale è legata agli affioramenti delle successioni ofiolitiche concentrate nel Massiccio di Voltri - Cairo Montenotte e tra Genova e La Spezia. Le Pietre Verdi in cui localmente sono stati riscontrati amianti normati (crisotilo principalmente, tremolite, actinolite) sono serpentiniti, raramente lherzoliti, gabbri metamorfosati, oficalciti. Altri riscontri minori di Pietre Verdi sono osservabili nelle formazioni appenniniche flyschoidi alloctone argillitiche e arenacee (Liguria centro/orientale) e nel dominio Brianzese. L'uso dei lapidei locali è stato sempre diffuso come pietra da costruzione, sottofondi stradali, ripascimento spiagge e pietre ornamentali (marmo rosso di Levante, Verde Mattarana).

Calabria: gli affioramenti naturali di litologie contenenti minerali di amianto interessano da Nord a Sud tutta la regione, con prevalenza nel massiccio del Pollino e del Monte Reventino. L'unità di Gimigliano-Monte Reventino consiste di serpentiniti, metabasiti, metagabbri, metadoleriti con ricoprimento metasedimentario, costituito da marmi alternati con calcite e quarziti, e contiene tremolite e antigorite fibrosa (Piluso et al., 2000). Il confine calabro-lucano rappresenta la fascia di raccordo tra le unità tettoniche della catena sud-appenninica e le coltri cristallino-metamorfiche e sedimentarie dell'Arco calabro-peloritano. Alcune litologie, utilizzate come inerti per costruzioni, riempimenti e rilevati e come pietre ornamentali, principalmente serpentiniti, metabasiti, gneiss, ma anche calcescisti ed argilloscisti, contengono tremolite, actinolite e crisotilo.

Sicilia: in letteratura non è segnalata la presenza di amianto, tuttavia nella composizione mineralogica di alcune rocce



metamorfiche figura l'actinolite. Nei Monti Peloritani, nella parte sud del basamento sono note le successioni di metavulcaniti con presenza di actinolite (Cirrincione et al., 2003). Nel settore nord-est del basamento peloritano si rinvenivano anche rocce anfibolitiche (U. Aspromonte) e scisti actinolitici in lenti metriche dell'Unità di Mandanici. Grado metamorfico e grana di scisti e anfiboliti farebbero escludere la presenza di minerali dell'amianto. Nell'area Iblea sono presenti diatremi mafico-alcalini, di età Miocene superiore, ed alcune lave Quaternarie (basanite) con una notevole quantità di xenoliti di origine profonda (rocce ultramafiche). In particolare, gli xenoliti peridotitici presentano vene di serpentino (serpentinizzazione parziale). Lizardite criptocristallina e "platy-textured" crisotilo sono i principali politipi (Scribano et al., 2009). Infine nel domo di lave benmoreitiche di M. Calvario, affiorante nella parte più bassa del versante SO del M. Etna, vicino a Biancavilla (CT), è nota l'individuazione (in una cava di pietrisco) della fluoroedenite, un nuovo minerale ad abito allungato prismatico, aciculare, ma anche fibroso ed asbestiforme, termine estremo di anfibolo della serie calco-sodica edenite→fluoroedenite (Gianfagna e al., 1997). Diffuso nel passato l'uso del pietrisco contaminato nell'edilizia locale. Sardegna: Tremolite fibrosa è segnalata nelle mineralizzazioni a talco nelle lenti carbonatiche del membro di Punta Manna, Monte Tamara (Sulcis), giacimento studiato da Dondi et al. (1995) per l'utilizzo dei minerali nell'industria ceramica.

Per ciò che riguarda altre regioni, si ricorda l'affioramento di rocce contenenti antofillite e actinolite in Trentino (R. Pirani, 1952) e di tremolite delle "rocce verdi" del complesso della riserva naturale di Monte Rufeno nel Lazio. Si rileva che nel territorio campano, privo di formazioni amiantifere affioranti, sono state rilevati alcuni minerali ad abito fibroso non appartenenti al gruppo dell'amianto (zeoliti fibrose), in corrispondenza delle formazioni vulcaniche (es.: natrolite nel Tufo Giallo Napoletano, nell'Ignimbrite Campana e in alcuni prodotti eruttivi vesuviani; thomsonite nei proietti lavici del Somma-Vesuvio). In Veneto, nell'ambito dell'unità geologica "brecce basiche d'esplosione dei diatremi (necks), con xenoliti e proietti vulcanici" dell'Oligocene-Cretacico Superiore, si segnala la presenza di erionite, dall'aspetto fibroso e inserita in classe I (altamente cancerogeno) dalla World Health Organization (Cavallo et al., 2010; Cavallo e Rimoldi, 2012).

La prevenzione del rischio legato alla presenza di Noa negli ambienti di lavoro

Il d.lgs 81/08, Capo III "Protezione dai rischi connessi all'esposizione all'amianto" si applica "alle rimanenti attività lavorative che possono comportare, per i lavoratori, il rischio di esposizione ad amianto, quali manutenzione, rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto, smaltimento e trattamento dei relativi rifiuti, nonché bonifica delle aree interessate". La presenza di amianto naturale negli ambienti di lavoro non è espressamente citata. In realtà, le

attività di estrazione, coltivazione e lavorazione di Pietre Verdi in cui è possibile rinvenire vene e filoni di amianto, sono implicitamente disciplinate nella frase citata; emerge, dunque, la volontà del legislatore di tutelare e proteggere i lavoratori per qualunque altra attività lavorativa che comporti una esposizione al rischio amianto.

L'art. 251 del medesimo decreto è decisamente più dirimente ed espande questa tutela; questo articolo, infatti, riporta le misure di prevenzione e protezione dai rischi connessi all'esposizione all'amianto. Basandosi sullo schema impiegato per la gestione di tutti i rischi per la SSL, l'art. 251 prescrive che il numero dei lavoratori esposti a polvere proveniente da amianto o da materiali contenenti amianto sia ridotto al minimo.

L'elemento chiave è riportato nella lettera e) dell'art. 251 che recita:

"e) i processi lavorativi devono essere concepiti in modo tale da evitare di produrre polvere di amianto o, se ciò non è possibile, evitare emissione di polvere di amianto nell'aria". Le ricadute operative di questo articolo sono molteplici, in quanto si sottintende che l'esposizione lavorativa ad amianto possa provenire dall'aerodispersione di polvere alla fonte, tramite disturbo meccanico di rocce in situ, o dal risollevarsi di polveri già prodotte. Pertanto, sarà opportuno, in fase di valutazione del rischio, al fine di selezionare le opportune misure di prevenzione e protezione, distinguere situazioni di:

- "aerodispersione primaria", legata ad un'aggressione meccanica della roccia in situ attraverso operazioni di taglio, scavo e/o frantumazione della roccia (attività estrattiva di materiale ornamentale e pietrisco, opere scavo e movimento terre per la realizzazione di gallerie, fondazioni per edifici, strade, infrastrutture) o risistemazione per modellazione dei versanti
- "aerodispersione secondaria", dovuta alla diffusione delle polveri già formate a seguito di attività antropiche come il passaggio di veicoli o di persone, la pulizia e manutenzione di macchine, di impianti e di attrezzature, la risistemazione di piazzali di cava, la pulizia delle strade, la risistemazione di versanti in frana e il ripascimento spiagge, le lavorazioni agricole di terreno non vergine.

La progettazione degli interventi di prevenzione è un processo logico di applicazione di obblighi di legge e di norme tecniche nonché un processo cognitivo, basato su studi, misurazioni e analisi, che soddisfi in modo ottimale requisiti espliciti e che pervenga alla definizione delle migliori e più idonee specifiche di ordine gestionale (risorse umane, strumentali ed economiche, informazione e formazione, pianificazione e controllo), tecnico, tecnologico e procedurale per la realizzazione di un'opera in sicurezza.

Gli interventi di seguito descritti sono il frutto di un'esperienza sviluppata in Italia sia direttamente da parte di professionisti e ricercatori Inail, sia da parte di altri Enti o società che le hanno rese disponibili (Guercio e Rimoldi, 2017).

Si è ritenuta utile un'ulteriore distinzione, anche per facilitare la lettura dell'articolo; le misure generali hanno una validità trasversale per ogni attività lavorativa, mentre le misure specifiche presentano connotati caratteristici del contesto in cui devono essere attuate e consistono in tutti quegli interventi di tipo organizzativo, tecnico e procedurale, attuati per tutelare la salute dei lavoratori nelle situazioni di rischio, qualora l'aerodispersione (primaria o secondaria) di fibre si concretizzi e sia ipotizzabile come da studi e da accertamenti diretti in situ.

È importante sottolineare che laddove vi sia una potenziale o nota presenza di amianto naturale nelle rocce, le lavorazioni insistenti su tali territori non comportano necessariamente un'esposizione a rischio amianto a carico degli addetti alle attività. Il termine "potenziale" si riferisce a rocce e affioramenti in cui è possibile, dal punto di vista geopetrogenetico, la presenza di minerali di amianto, però non ancora confermata dalla letteratura o non ancora censita ai sensi del d.m. 101/03.

Misure generali di prevenzione

Come detto in precedenza, per evitare o minimizzare l'eventualità di esposizione lavorativa ad amianto naturale, nel caso fosse accertata la presenza di amianto, le aziende dovrebbero in primis progettare e attuare alcune misure tecnologiche, organizzative e procedurali di validità trasversale per ogni fase lavorativa.

L'organizzazione del cantiere e della cava sono fondamentali: la razionalizzazione degli spazi funzionali nell'area di lavoro, in relazione alle specifiche attività in svolgimento, consente di regolare il flusso e il movimento di lavoratori, macchine e materiali e di mantenere le adeguate distanze di rispetto da altre lavorazioni o da aree di pericolo. Si pensi all'impiego di esplosivi in cava, in galleria o per scavi tradizionali, ossia in tutte quelle situazioni in cui, per evitare incidenti dovuti alla ricaduta di materiale ed esposizione a polveri nocive, è assolutamente indispensabile allontanare gli addetti alla volata, stabilire le limitazioni di accesso e calcolare il tempo di fall out per il rientro. La regolazione del traffico veicolare e la riduzione al minimo delle macchine operanti contemporaneamente, compatibilmente con le esigenze di cantiere, sono un ulteriore strumento per l'abbattimento dell'aerodispersione secondaria.

Uno degli interventi più impiegati per evitare esposizioni a polvere di amianto è l'adozione di sistemi di abbattimento di polveri da impiegare sulle attrezzature che producono aerodispersioni significative ma anche per separare diverse aree di lavorazione (scavo tradizionale in galleria; sistemi antiventto), e su vie di transito. La scelta di questi sistemi può essere basata sulla capacità e portata areale di abbattimento. Il mantenimento dell'umidità del terreno e la copertura con materiale non amiantifero di piazzali di cava, cantieri e piste di transito, prassi ormai consolidata, è una delle operazioni che intervengono sulla minimizzazione dell'aerodispersione secondaria, importante anche in interventi di bonifica dei siti contaminati e, in particolare, nella preparazione delle aree,

durante la riprofilatura e rimodellamento del versante.

La manutenzione, ossia gli interventi essenziali per garantire la costante efficienza di macchine, impianti, attrezzature e luoghi di lavoro, deve essere accuratamente programmata, secondo scadenze che tengano realisticamente in conto dell'impiego e dell'usura dei macchinari. Inoltre, utensili di taglio più affilati producono un minor quantitativo di polvere alla fonte. La manutenzione andrebbe però effettuata a seguito di un'accurata pulizia, per evitare aerodispersioni secondarie significative per i manutentori: questa, a sua volta, è un'operazione che, in situazioni di potenziale presenza di amianto naturale, andrebbe attuata ad umido e non con sistemi ad aria, a pressione e a secco. Un programma di pulizia periodica di macchine, automezzi e ambienti di lavoro, interconnesso con il programma di manutenzione periodica e programmata, riduce il rischio di emissioni secondarie e di inquinamento incontrollato degli ambienti di lavoro indoor; i tempi di svolgimento devono essere considerati in ambito progettuale poiché la pulizia e la manutenzione concorrono sia al prolungamento della vita delle macchine, sia alla tutela della salute dei lavoratori.

Tra gli interventi che hanno validità trasversale per ogni fase di lavoro in ogni luogo di lavoro, sono le dotazioni delle macchine e degli impianti, sinteticamente riportati:

- mezzi d'opera: impianto di filtrazione aria da azionare a porte chiuse con cabina mantenuta in sovrappressione. Può essere utile l'installazione di un prefiltra di media efficienza e di un filtro principale per la frazione respirabile. Il sistema multistadio evita l'intasamento del filtro principale e ne garantisce una maggiore durata. L'intervento è adatto nelle fasi di lavoro in cui si prevede il passaggio di veicoli o mezzi d'opera

- macchine di taglio: ottimizzazione del rapporto velocità di scorrimento/tensione del filo, velocità di rotazione dell'utensile/caratteristiche del materiale; cabine di comando con immissione di aria filtrata e con sistemi di controllo a distanza

- confinamento dei nastri trasportatori, soprattutto per lo smarino in galleria

- utensili di perforazione dotati di sistemi di aspirazione polveri alla fonte

- impianti di frantumazione e selezione di pietrischi. Utilizzo di: depolverizzatori, collettori e filtri sulle varie parti dell'impianto (frantoio, mulino e vaglio); sistemi di controllo per evitare il sovraccarico dei mulini macinatori; confinamento di scale, rampe e passerelle di accesso, nastri trasportatori; installazione di barriere nel frantoio di altezza e composizione calcolata in relazione all'intensità ed alla frequenza dei venti dominanti e prevalenti.

Da ultimo, le misure di validità trasversale si completano con:

- cura dell'igiene personale e degli indumenti di lavoro: soprattutto nei casi di lavoro indoor potrebbe essere opportuno allestire uno spogliatoio con armadietti a doppio scomparto e prevedere una periodicità di lavaggio degli abiti di lavoro

- adeguata gestione di dispositivi di protezione individuale (scelta, assegnazione, uso, conservazione, manutenzione e dismissione)

- formazione e addestramento all'uso di macchine, impianti, attrezzature di lavoro, dispositivi, procedure.

- sorveglianza sanitaria per alcune categorie di operatori di cantiere, da valutare da parte del medico competente in considerazione delle singole mansioni.

Misure specifiche di prevenzione

Le soluzioni di prevenzione specifiche atte a evitare l'aerodispersione di fibre di amianto presenti nelle polveri generate dal disturbo meccanico di rocce in situ (aerodispersione primaria) o dal risollevarlo di polveri già depositate a terra (aerodispersione secondaria) nei luoghi di lavoro, possono essere ulteriormente dettagliate in casi che comprendono ambienti e attività differenti:

- aerodispersione primaria per disturbo meccanico in sito: tagli e perforazioni, scavi, disgregazione in cave, gallerie, in operazioni di bonifica e ripristino di versanti, sondaggi

- aerodispersione primaria per disturbo meccanico di rocce non in situ: lavorazione di pietre e pietrischi in laboratori e in impianti di frantumazione

- aerodispersione secondaria per movimentazione: gestione dello smarino in galleria, interventi preliminari per le operazioni di bonifica, preparazione di terreno agricolo.

Al fine di una migliore comprensione, i casi saranno riportati in forma sintetica, descrivendo principalmente le misure tecniche e procedurali, essendo le soluzioni di tipo organizzativo già ricomprese nelle azioni generali, valide trasversalmente.

Aerodispersione primaria per disturbo meccanico della roccia in situ

Con il termine "disturbo meccanico" si intende l'effetto di un'azione antropica, nel caso di sfruttamento del territorio o del terreno, sulla roccia nella sua posizione naturale che tenda a disgregarla o a generare un distacco di una parte di essa. L'entità del disturbo sarà funzione delle caratteristiche meccaniche della stessa roccia e dagli strumenti impiegati per il taglio, la perforazione, compresi i sondaggi geognostici, la distruzione o lo scavo. Possono essere ricomprese in questa categoria anche le operazioni di disgregazione in cave, gallerie, in operazioni di bonifica e ripristino di versanti. Le soluzioni di tipo tecnico atte a minimizzare l'aerodispersione primaria di polvere, quale effetto del disturbo della roccia in situ, possono variare in funzione non solo dell'operazione da svolgere, ma anche del tipo di macchina o attrezzatura usata e

dell'ambiente di lavoro.

Tagli, perforazioni, uso di esplosivi, scavi

L'aerodispersione primaria di polvere è dovuta all'eventuale intercettazione di vene di materiale fibroso per aggressione meccanica della roccia in situ da parte di macchine di taglio a filo, perforatori, usati anche per la predisposizione delle cariche esplosive, escavatori, scalpellatori, spaccarocce, esplosivi, attrezzi manuali. In situazioni lavorative in cui l'operatore non possa lavorare tramite controllo in remoto, ad esempio durante le perforazioni manuali, risulta fondamentale l'impiego di acqua per l'abbattimento della polvere neogenerata e l'installazione di sistemi di aspirazione delle polveri alla fonte e di abbattimento di polveri a boccaforo con cappa aspirante accoppiata all'utensile, nonché di sistemi per la generazione di aerosol e di nebulizzazione acqua. Possono risultare utili i sistemi di spurgo ad acqua per le perforatrici fisse o semoventi con additivazione di tensiomodificatori.

Nel caso di sondaggi geognostici, soprattutto in galleria e in ambienti indoor, sarebbe opportuno adottare sistemi chiusi di circolazione dell'acqua di perforazione che rendano possibile la successiva separazione del materiale per il riutilizzo dell'acqua ed eventualmente l'eliminazione immediata di spurghi e acqua potenzialmente contaminata per la successiva gestione (conferimento in idonei punti di smaltimento di rifiuti speciali pericolosi). Per ciò che riguarda la disgregazione della roccia tramite esplosivi, per coltivazione o per scavi all'aperto o in galleria, la minimizzazione della produzione di polvere può essere realizzata tramite l'impiego di esplosivi idonei a preservare l'integrità del materiale e di acqua per il borraggio nella tecnica di taglio con miccia detonante; è vietato l'utilizzo di polvere di perforazione per altri scopi. Manutenzione e controllo del circuito di aspirazione e pulizia delle zone prossime al punto di perforazione con costante rimozione degli accumuli agiscono anche sull'aerodispersione secondaria. In questa tipologia può essere compreso anche il disgregazione, operazione effettuata per mettere in sicurezza una parete rocciosa, nel caso in cui parti o frammenti della roccia in posto siano in condizioni di disequilibrio. Questa situazione può verificarsi non solo per fenomeni naturali ma può essere indotta anche da attività antropiche (scavo di gallerie o coltivazione di cave). Nel caso di bonifiche e ripristino dei versanti, il disgregazione consiste in una demolizione controllata di porzioni rocciose disarticolate, con eventuale rinalzo al piede del materiale disgregato e stabilizzazione del versante con ancoraggi. La produzione di polvere deriva dallo sfregamento e disgregazione delle parti di roccia a contatto; l'aerodispersione primaria di questa polvere può essere più o meno rilevante a seconda dell'ambiente, indoor o outdoor, e del tipo di attrezzatura necessaria che possa prevedere un intervento

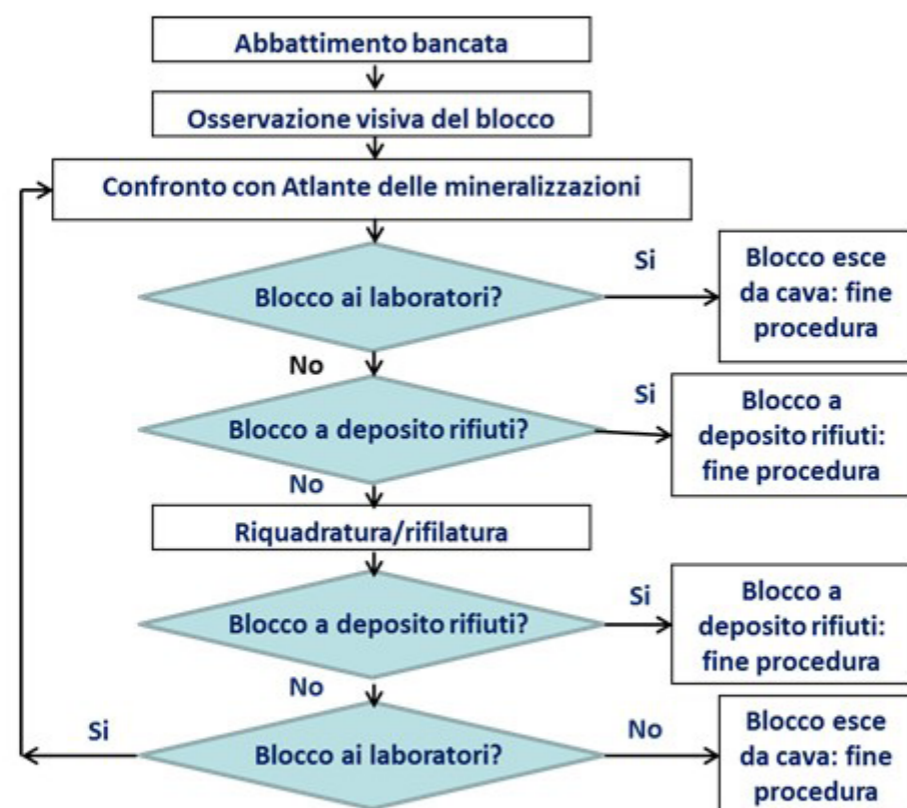
manuale o sistemi meccanici o impiego di esplosivi. La bagnatura della parete o la sua stabilizzazione con additivi è l'intervento di base; per minimizzare anche l'aerodispersione secondaria, dovuta al risollevarlo di polveri già formate, può essere utile, soprattutto in scavi per gallerie stradali e ferroviarie, la segregazione del materiale disgregato durante la movimentazione, l'incapsulamento del materiale di pezzatura inferiore e la copertura con teli del materiale. Le considerazioni fin qui esposte possono essere trasposte, caso per caso, a scavi tradizionali per altre opere antropiche.

Gallerie

Le gallerie stradali e ferroviarie sono opere di ingegneria civile di grande impatto sia per le dimensioni sia per le problematiche da affrontare in fase di progettazione e di gestione durante l'esecuzione. L'implementazione delle vie di comunicazione e i lavori di adeguamento delle gallerie hanno richiesto un discreto sforzo di innovazione tecnologica e lo sviluppo di sistemi di scavo che tengano conto anche della problematica della presenza di rocce sospettate di contenere amianto; problematica da affrontare fin dalle fasi di progettazione per garantire la tutela della salute dei lavoratori e della popolazione, sostenibile anche economicamente. Da questo punto di vista, risultano rilevanti la conoscenza geologica del territorio e un approccio basato sulla minimizzazione degli imprevisti e la programmazione di ogni singolo intervento nel modo più dettagliato possibile, considerando che sussiste sempre un grado di incertezza legato all'eterogeneità litologica e al grado di approfondimento delle indagini. Le tecniche di scavo in rocce amiantifere, o potenzialmente tali, utilizzate sul territorio nazionale, che, per le loro caratteristiche costituiscono soluzioni di elezione per eliminare o ridurre l'aerodispersione di fibre, nel caso di intercettazione di vene contenenti il minerale, sono i sistemi meccanizzati di scavo a piena sezione che possono essere a "sistema aperto", come la Tunnel Boring Machine (TBM) o a "sistema chiuso" completamente isolate dall'ammasso esterno, (Earth Pressure Balance - EPB; Hydroschild), che prevedono la totale separazione tra fronte di scavo e operatori.

Per completare la gestione delle lavorazioni finalizzate alla minimizzazione dell'aerodispersione sono necessari altri interventi da aggiungersi alle azioni organizzative generali. Tra questi si ricorda la compartimentazione fisica o ad acqua tra le varie zone della galleria in relazione alle condizioni di lavoro, opportunamente dimensionata, e l'installazione di sensori ambientali per il monitoraggio della concentrazione di polvere nelle zone di lavoro e nelle zone limitrofe al cantiere e di sistemi di depolverazione e/o di nebulizzazione/bagnatura. Risulta poi opportuna l'immediata messa in opera di calcestruzzo spruzzato sulle superfici scavate.

Per ciò che riguarda l'aerodispersione secondaria, come



in altri tipi di attività, questa è legata alla movimentazione del materiale (gestione dello smarino) e di persone e mezzi d'opera, oltre che alla manutenzione delle macchine e degli impianti; per minimizzare il risollevarlo di polvere già formata, dovranno quindi essere stabilite, attuate ed aggiornate specifiche procedure e istruzioni di lavoro e dovranno essere installati sistemi di abbattimento delle polveri in qualsiasi fase di lavoro e in ogni ambiente.

Aerodispersione primaria per disturbo meccanico di rocce non in situ

Uno dei problemi più importanti della lavorazione delle pietre da estrazione e coltivazione nei laboratori al chiuso è la contaminazione proveniente dai blocchi in uscita dalla cava e in ingresso nei locali indoor dove avvengono le successive operazioni per la produzione di manufatti. I blocchi dovrebbero essere privi di soluzioni di continuità e di vene che rendono la lavorazione più difficile e meno conveniente dal punto di vista economico. Al fine di creare una barriera, fisica e organizzativa tra la cava e il laboratorio, uno dei progetti attuati nell'ambito dell'accordo tra Inail e Regione Lombardia, grazie alla collaborazione delle aziende coinvolte, ha sviluppato e sperimentato una procedura di controllo e validazione del blocco in uscita, ormai

diventata una pratica ordinaria di lavoro. La procedura garantisce l'assenza di amianto visibile in superficie e possibilmente anche all'interno del blocco stesso, ossia di parti improduttive, ed evita la contaminazione da fibre di amianto di ambienti in cui il minerale non dovrebbe essere presente. La sua applicazione in cava prevede una serie di passi, dopo la separazione del blocco dalla bancata, prima della eventuale riquadratura ed uscita dalla cava. L'idoneità del blocco dovrebbe essere documentata su apposito registro; l'azienda dovrebbe definire ruoli e responsabilità per l'attuazione della procedura e, per facilitare il controllo, implementare una modalità di classificazione del blocco, possibilmente creando un atlante fotografico.

Aerodispersione secondaria per movimentazione e lavorazione

Durante la bonifica e la messa in sicurezza di siti contaminati da amianto naturale, l'aerodispersione secondaria per risollevarlo di polvere già formata può avvenire per interventi preliminari di pulizia e preparazione delle aree, come la rimozione della vegetazione dal versante, la pulizia manuale dei terreni dalla presenza di massi e pietrame, la regolarizzazione e la compattazione del livello del terreno.

Queste problematiche sono presenti anche nelle lavorazioni agricole in aree amiantifere.

il risollevarlo di polvere, oltre che nei piazzali di cava e nelle aree attorno allo scavo, è una problematica che va tenuta in debito conto per la gestione dello smarino in galleria. A seconda della tecnica impiegata, le soluzioni tecniche possono essere diverse.

Nel caso di scavi tradizionali e di impiego di TBM, l'inertizzazione della superficie dello smarino trasportato e l'installazione di filtri assoluti sui mezzi di trasporto, in aggiunta a campionamenti e analisi periodici dei depositi temporanei, costituiscono una sufficiente modalità di controllo dell'aerodispersione per risollevarlo.

Per i sistemi chiusi di scavo meccanizzato, oltre alla segregazione del nastro trasportatore e al mantenimento dell'umidità attraverso sistemi di nebulizzazione, solitamente lo stesso nastro trasportatore viene mantenuto di depressione, soprattutto nei punti di rilancio (snodi).

Conclusioni

L'esperienza dell'Inail, delle Regioni e di altre realtà coinvolte nella gestione dell'amianto naturale nei luoghi di lavoro porta alla considerazione di base secondo la quale ogni progetto di utilizzo del territorio in presenza di Noa deve avere, come prerequisito, una conoscenza approfondita del contesto geologico e del grado di urbanizzazione.

Al di là della variabilità nelle varie zone italiane, le situazioni di rischio legato ad aerodispersione primaria e secondaria di amianto si concretizzano con le medesime modalità in differenti contesti lavorativi. Come esempio, la sistemazione di una scarpata e il disaggio, all'aperto o in galleria, prevedono le medesime operazioni della bonifica di un sito contaminato da amianto. O anche uno scavo presenta le medesime problematiche a prescindere se sia per l'installazione di reti telefoniche, la costruzione di una pista ciclabile o del getto di fondazioni.

Le differenti esperienze per la prevenzione del rischio e la minimizzazione dell'aerodispersione, schematizzate e adattate allo specifico contesto, possono essere replicate in differenti attività antropiche. Si ritiene che le indicazioni operative, qui descritte sinteticamente e, più ampiamente, nel volume Inail pubblicato nel 2021, possano assumere, se condivise, un valore generale e un punto di riferimento per la progettazione e l'esecuzione di attività antropiche in presenza di Noa.

Bibliografia

- AA.VV. (2021) *Amianto naturale e ambienti di lavoro. Indicazioni operative per la prevenzione*, Inail.
- AA.VV. (2016) *Mappatura dei siti contaminati da amianto di origine naturale*, Atti del 9° seminario di aggiornamento dei professionisti Contarp.
- BELLOMO D., GARGANO C., GUERCIO A., PUNTURO R., RIMOLDI B. (2018). *Workers' risks in asbestos contaminated natural sites*, *Journal of Mediterranean Earth Sciences*, Vol. 10.
- CAVALLO, A., DOGAN, A.U., DOGAN, M., MATTIOLI, M., RENZULLI, A., RIMOLDI B., TIBALDI, A. (2010) *First investigations about erionite and offretite in Italian volcanic environments*, *Proceedings ILP's Second Potsdam Conference*.
- CAVALLO A., RIMOLDI B. (2012) *Erionite and other fibrous zeolites in volcanic environments: the need for a risk assessment in Italy*, *European Geosciences Union General Assembly 2012*.
- CIRRINCIONE R., LO GIUDICE A., MAZZOLENI P., PEZZINO A., TROMBETTA A. (2003) *Caratterizzazione petrografica e geochimica delle meta-vulcaniti pre-erciniche affioranti nel settore meridionale dei Monti Peloritani (SE Sicilia)*, *Boll. Acc. Gioenia di Scienze Naturali*, vol. 36, n. 362, 61-86.
- DONDI M., MARSIGLI M., PADALINO G., SISTU G. (1995) *Caratterizzazione composizionale e tecnologica degli skarn a tremolite-talco-carbonati di Monte Tamara (Sulcis - Sardegna merid.) ai fini di un impiego nell'industria ceramica*, *GEAM Risorse Minerali*.
- GIANFAGNA A., PALETTI L., VENTURA P. (1997) *Segnalazione di fibre di amianto anfibolico nei prodotti lavici metasomatizzati di Monte Calvario (Biancavilla, Sicilia Orientale)*, *Plinius (Suppl. EJM)*, 18, 117-119.
- GUERCIO A., RIMOLDI B. (2017) *Green Stones processing post-quarrying: asbestos risk exposure and prevention*, *Atti Conferenza internazionale e workshop Salute e sicurezza sul lavoro nelle attività estrattive formali e informali*, Odense (Danimarca).
- PILUSO E., CIRINCIONE R., MORTEN L. (2000) *Ophiolites of the Calabrian Peloritan arc and their relationships with the crystalline basement (Catena Costiera and Sila Piccola, Calabria, Southern Italy)*. *GLOM 2000 Excursion Guide - Book. Ofioliti*, 25, 117-140.
- PIRANI R. (1952) *I minerali del gruppo dell'Ortler. Antofillite e actinolite di Val di Bresimo*, *Rend. Accademia dei Lincei*, s. VIII, vol XIII, Fasc.1-2, pag. 83-88.
- RIMOLDI B., CAVALLO A., MASSERA S., SALA O., PELOSIO A., BOGGIO P. (2009) *Measuring naturally occurring airborne asbestos: the Lombardia and Emilia Romagna experiences in the field and in the laboratory*. In: *Epitome, Geotalia 2009*.
- SCRIBANO V., VICCARO M., CRISTOFOLINI R., OTTOLINI L. (2009) *Metasomatic events recorded in ultramafic xenoliths from the Hyblean area (Southeastern Sicily, Italy)*, *Mineralogy and Petrology* 95(3):235-250.
- https://webgis.arpa.piemonte.it/amianto_storymap_webapp

CAVITÀ ANTROPICHE NEL TESSUTO URBANO DEL COMUNE DI VITERBO

Geol. Giancarlo Bruti

L'agglomerato urbano della città di Viterbo è iniziato nel VIII secolo e si ulteriormente sviluppato fino al XII secolo in cui ha avuto la massima espansione. La cinta muraria, risalente nella sua completezza a quel periodo, racchiude quanto si è articolato come vista sociale urbanistica nel tempo.

Si sono avute comunque delle "isole" al suo esterno, come complessi monastici e/o interessi di altro genere (captazione risorse idriche, minerarie ed altro, ecc.).

Molte delle attività, tipiche del tempo, economiche e sociali, si svolgevano nell'ambiente esterno ma anche nei sotterranei del tessuto urbano, creati prevalentemente per le esigenze di conservazione degli alimenti.

La loro origine è senz'altro da addurre ai primi insediamenti del popolo etrusco, che nel culto divinatorio delle acque, ricercavano l'origine e la captazione degli orizzonti sorgivi. Tracce sparse di cunicoli etruschi sono presenti a Viterbo città, nelle periferie ed anche nelle campagne ed in altri abitati del circondario. Nell'area del Duomo di Viterbo, si osservano dei canali di adduzione a delle cisterne per l'approvvigionamento idrico di quello che un "pago" su cui esisteva il Tempio di Ercole (parte occidentale dell'attuale abitato). Anche verso le pendici dei rilievi dei Monti Cimini (parte orientale dell'abitato) nel corso degli anni si sono trovate tracce di ciò, anche se non sufficientemente documentato.

Comunque quello che ne è stata l'origine delle cavità, principalmente estese come condotte e cunicoli, si è senz'altro sviluppato in epoca tardomedioevale e di cui sono state testimoni di fatti storici. A riguardo è opportuno ricordare uno dei fatti più emblematici della storia di Viterbo che la vide protagonista nell'avvicendamento de "La Contesa" del potere "temporale" in antitesi di quello "imperiale". Si riporta la cronaca dell'assedio avvenuta nella fine del 1243 da parte dell'e-

sercito di Federico II contro la città di Viterbo che aveva osato ribellarsi all'egemonia che si estendeva alla penisola italiana.

Rievocazione dell'assedio alla città di Viterbo nel tempo di S. Rosa

La Contesa rievoca l'insieme dei fatti che videro la Città di Viterbo protagonista nelle vicende politiche in cui l'Imperatore Federico II la coinvolse nel suo disegno politico e militare per assicurarsi l'egemonia del territorio italiano. Il 10 novembre 1243, dopo due mesi di duro assedio si ebbe l'atto finale con la fulgida evidenza dello spirito di indipendenza della Città di Viterbo. Nell'insieme tra storia e leggenda si narrano numerosi episodi gloriosi e di altri che pur non ricordando più i nomi dei protagonisti, ebbero comunque un ruolo di vitale importanza.

L'assedio, la resistenza dei soldati, dei poveri cittadini, artigiani e contadini, usi soltanto a piegare le loro schiene nel duro lavoro di ogni giorno, i bambini e i ragazzi, che invece di cimentarsi nei soliti loro giochi dovettero far fronte e forse anche ad essere protagonisti di azioni violente.

Il corpo che oggi veneriamo come l'insigne reliquia di Santa Rosa, porta ben evidente la traccia di quello che dagli agiografi era interpretata solo come una leggenda: La freccia strappata. E' invece diventata viva realtà che quella bambina dall'apparente età di 10 anni, mentre trasportava sugli spalti delle mura la cesta piena di sassi raccolti, fu colpita ad braccio da una freccia. Lei, la leggendaria figura femminile che diventerà Santa Rosa, non gridò, non fece nessun atto di lasciarsi andare. Si strappò con i denti la freccia e proseguì nel trasportare la cesta verso coloro che l'attendevano. E' forse il primo vero miracolo della Vita di Rosa di cui oggi ne abbiamo avuto le prove. Se non vogliamo classificarlo come

un miracolo, senz'altro però ci ricorda la grandezza di quella bambina di allora, come è ricordata negli scritti di Cesare Pinzi, nella sua Storia della Città di Viterbo.

Tutto ciò serve a ricordare l'eroica resistenza che i viterbesi opposero alle armate dell'Imperatore tedesco anche se l'ebbero vinta per poco tempo, cambiando poi nuovamente le sorti del potere.

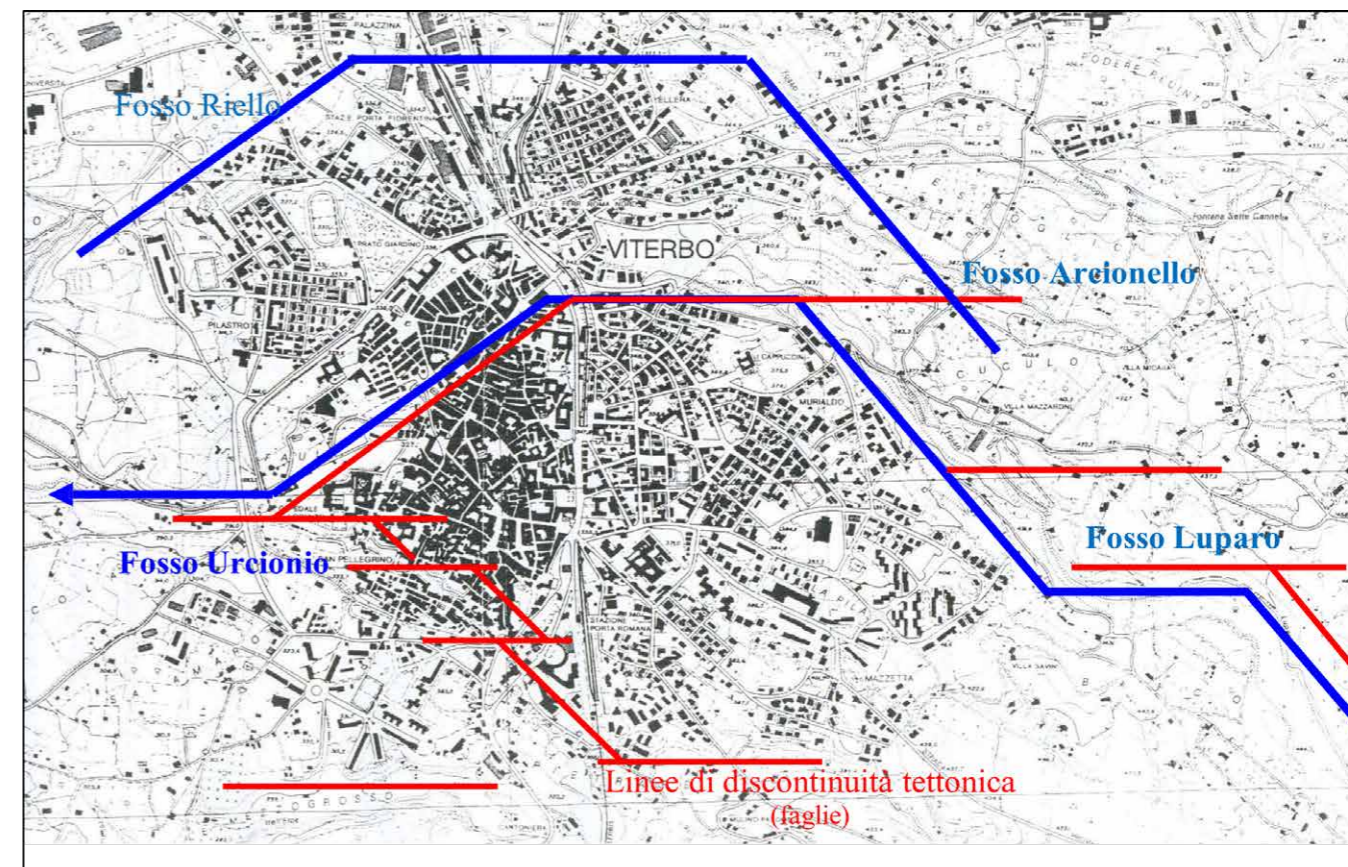
Il 10 novembre 1243, martedì, si ebbe il culmine e il termine del lungo assedio che stringeva la città contro i ripetuti attacchi delle soldataglie al comando dei luogotenenti di Federico II. Nella già citata Storia della Città di Viterbo del Pinzi, che riprende le notizie dallo storico Niccolò Della Tuccia e dal Codice Palatino, è descritta con dovizia e ricercatezza la dura resistenza che i viterbesi opposero agli assalti dei nemici. Le truppe che assalivano da occidente, tra Porta S. Lucia e Porta del Carmine, non riuscivano a far breccia nelle difese approntate dai cittadini. Nella valle di Faul, dove mancavano le mura, era stato scavato un ampio fossato con un'alta palizzata che chiudeva l'unica parte della città che fosse indifesa. Sulle torri, assiepati oltre ai soldati vi era anche la popolazione civile. In particolare le donne, oltre a prestare soccorso ai feriti e a portar rifornimento come cibo e materiali d'assalto, a loro volta si cimentavano in veri propri duelli contro chi riusciva a raggiungere la cima degli spalti dopo aver superato il fossato. Si ricorda che una di esse, scavalcata tutta inerme la fossa, vibrò con un tal impeto una pietra sulla testa del Teutonico guerriero che feritolo, gli strappò a forza l'elmo dal capo e dopo averlo messo sulla sua fronte tornò vittoriosa tra i suoi. Erano i poderosi strumenti di attacco, le macchine da guerra, che avrebbero potuto portare in breve tempo alla disfatta dei viterbesi. La maristalla (o maristella) era un'alta struttura su ruote che poteva contenere trenta guerrieri. Sembrava una nave per la sua lunghezza, coperta da squame di ferro con un rostro anteriore per agganciarsi agli steccati. Analogamente

ai lati vi erano catene con uncini da lanciare per la stessa funzione.

Fu solo un evento tanto particolare, quanto misterioso che portò lo scompiglio tra le file degli assalitori. La messa a fuoco del campo nemico avvenne grazie ad alcuni ardimentosi che attraverso dei cunicoli, scavati anzitempo, poterono addentrarsi alle spalle degli assalitori e averla vinta sui pochi soldati rimasti a guardia. Le alte fiamme che subito si levarono tra le tende distrussero in breve gli alloggiamenti e i soldati, temendo un attacco alle spalle, si dettero ad una precipitosa fuga. I viterbesi racchiusi ebbero così l'opportunità di rompere l'assedio e distrussero sia le macchine da guerra che gli ostacoli a loro opposti. A nulla valsero gli incitamenti e di ricomporre le fila dell'esercito tedesco. Lo stesso Federico, nonostante il suo ardimento e le minacce profuse per ricondurre gli armigeri alla battaglia, vide con sgomento il dileguarsi delle sue truppe e svanire così la vittoria che credeva già in pugno.

Questa pesante sconfitta che gli bruciò ancor più per il mancato completamento del suo disegno di egemonia sul territorio italiano e per quanto poi seguì nelle conseguenze dei suoi sudditi, trucidati con infamia, pare che si tradussero nell'anatema che egli lanciò contro le mura di Viterbo con odio: ... le sue ossa non avrebbero trovato riposo nel sepolcro finché la proterva città non fosse stata castigata. Ma questo non avvenne mai. (!)

Urbanisticamente il campo dei soldati imperiali era situato ad ovest della valle del Fosso Urcionio (Poggio Giudio) e appare alquanto improbabile che potesse esistere una comunicazione sotterranea con la parte interna alla cinta muraria, ma altresì è sicura che vi fossero dei cunicoli nell'interno del Poggio e oggi sono stati eseguiti dei rilievi (anche dal sottoscritto), incompleti e di difficile raccolta d'insieme. Ciò dimo-



stra l'articolazione degli stessi, sia a livello planimetrico che in altezza.

Lo stesso si ripete in altre parti dell'abitato storico, in cui si evidenzia la sovrapposizione di cavità in diversi livelli. Questo è stato anche l'impedimento di recenti progetti di riqualificazione urbana con la creazione di parcheggi sotterranei (zona del Paradosso), in cui si è rilevata la presenza di cavità fors'anche di origine etrusca per uso di necropoli.

La litologia è stata senza meno favorevole alla realizzazione di cavità antropiche. La facile lavorabilità degli orizzonti tufacei ha permesso l'escavazione di profonde gallerie in qualsiasi direzione desiderata e la comunicazione tra i diversi livelli, alcune volte dovute a sopravvenuti cedimenti franosi. In antitesi alcune volte nel loro interno si trovano chiusure artificiali con murature realizzati con conci tufacei e/o ignimbrici, accompagnate da rinforzi, centinature e volte in mattoni. A tal proposito il settore orientale dell'abitato ha l'emergenza a poca profondità dell'ignimbrite quarzolatitica cimina, meglio conosciuta come "peperino tipico", con la copertura dei successivi livelli tufacei di origina vicana, con la formazione tufaceo-composita (per lo più in facies pomicea di colore gialla) e in maggiore spessore verso ovest dell'Ignimbrite III (nota come "tufo rosso a scorie nere").

A riguardo e in spiegazione dell'origine morfotettonica del substrato delle vulcaniti si può fare il quadro delle linee tettoniche:

L'ambiente fluviale

(tratto da: G. Bruti "Arcionello: il parco che vogliamo" atti del convegno del 19.01.06. Stampa Alternativa, settembre 2006)

Il corso d'acqua in oggetto è il Fosso Arcionello - Urcionio, il maggiore alveo della città di Viterbo, costituito da un'unica asta fluviale senza confluente per una lunghezza di oltre 5 km, fino al congiungimento con il Fosso Riello.

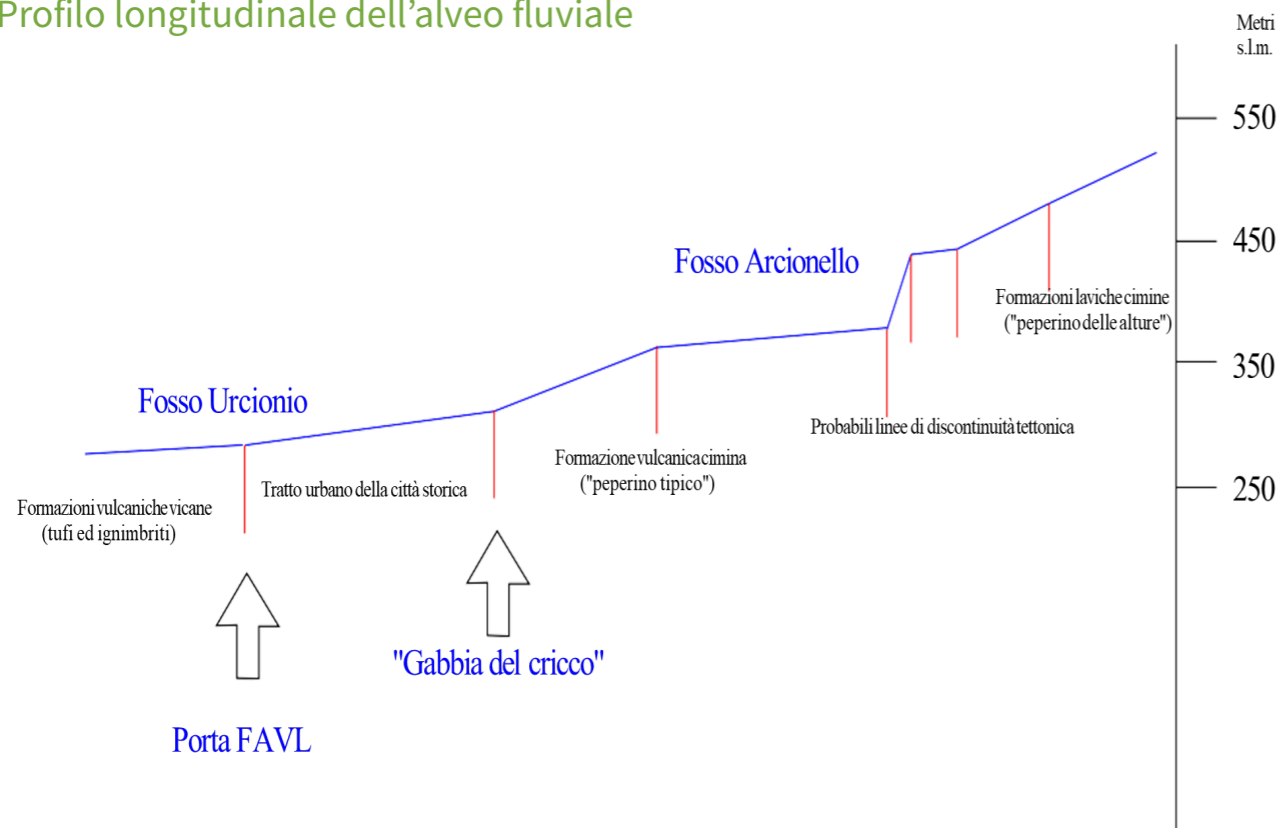
La denominazione di Fosso Luparo, come è indicato nella documentazione degli atti d'accusa, è sinonimo perché si riferisce al tratto maggiormente incassato e di minore visibilità. Dal ché è presumibile la sua caratteristica di impervia penetrazione e sede di specie faunistiche isolate e preservate dalla caccia dell'uomo. La parte dove il corso d'acqua si affaccia nei pressi della cinta muraria ha il nome di Fosso Arcionello che potrebbe derivare da "arcione" (sella) per la costituzione di contropendenza morfologica. Infatti tale denominazione si ripete anche in una area più a ovest indicando in Valle Arcione una località che ha una analoga conformazione. Il tratto urbano si chiama Fosso Urcionio e prosegue con questo nome fino nei pressi del Ponte Camillario dove si muta in Fosso Caldano, chiaramente per la miscelazione con le acque termali dell'area del Bulicame.

L'idrografia locale comprende anche il Fosso Riello che ha un percorso parallelo al Fosso Urcionio, con un andamento ad arco, che non si può addurre soltanto ad una casualità.

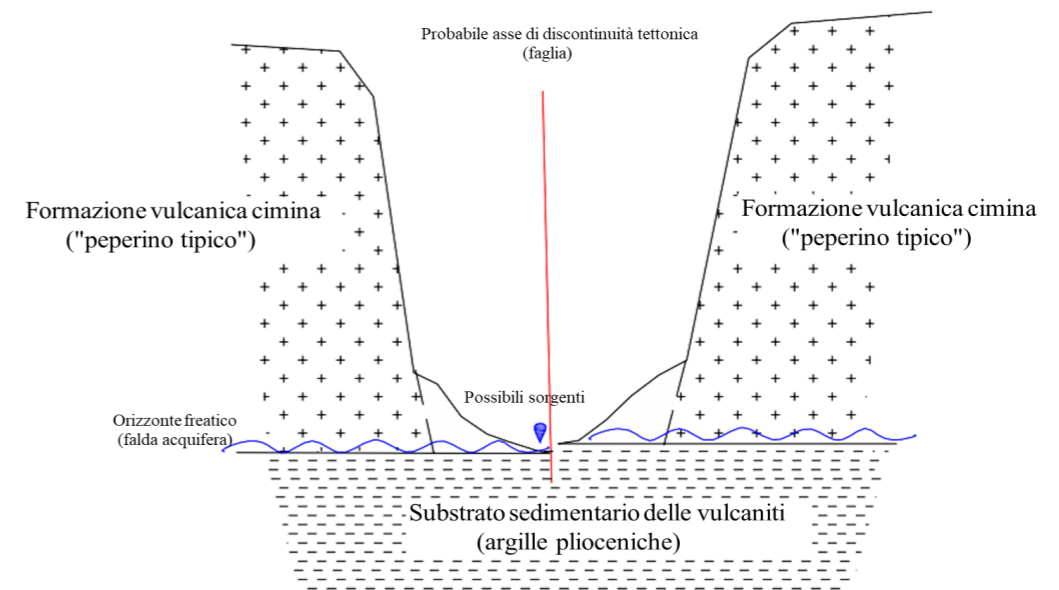
Infatti l'esame della disposizione delle linee tettoniche, rilevabile sia per interpretazione del reticolo idrografico che nell'allineamento dei corpi litologici, determina una conformazione degli assi fluviali condizionata dagli sbloccamenti delle masse rocciose. Tra l'altro l'erodibilità del substrato litologico è molto bassa e pertanto soltanto un'ingente massa d'acqua può produrre in tempi anche abbastanza lunghi una incisione valliva di così elevata imponenza.

La portata dei corsi d'acqua, in una media annuale, non supera mai qualche decina di litri al secondo. Attualmente le

Profilo longitudinale dell'alveo fluviale



Sezione trasversale dell'alveo fluviale



misure di portata non possono essere utili in quanto molto è mutato nell'ambiente naturale per le conseguenze derivate dallo sviluppo urbanistico e dalla modificazione della permeabilità dei suoli. In generale si è ridotta a monte l'alimentazione sorgentizia per via dei prelievi nella falda freatica dovuta ai pozzi trivellati, privati e pubblici, che alle pendici e all'intorno dei rilievi del Monte Palanzana e Cimino, distolgono un'abbondante porzione del deflusso freatico. Al contrario, molta di essa si restituisce nel corso di valle del Fosso Urcionio, nel ciclo di adduzione dell'impianto cittadino di depurazione. Il bilancio non può essere così semplice, in quanto la provenienza delle acque restituite consta anche di quello che la rete acquedottistica convoglia da altre aree. Anche all'interno della città esiste una circolazione idrica sotterranea indotta dalle perdite degli impianti idrici e dalle fognature che percolano e si convogliano nell'asse drenante che attualmente è condottato e non più visibile dall'esterno.

L'alveo fluviale ha quindi una sua conformazione ed una denominazione che varia lungo il suo percorso senza la giustificazione di ulteriori confluente che ne cambiano il regime idraulico.

L'alveo fluviale modifica il suo percorso seguendo la congiunzione di discontinuità tettoniche che hanno inciso e sbloccato la piattaforma litologica data dal "peperino". Percorre così un andamento preformato dalla tettonica, come già in ambito più grande si riscontra per il Fiume Tevere. Analogamente anche tutti gli altri corsi d'acqua sono simili per la geometria del reticolo idrografico.

Il profilo longitudinale nella pagina precedente mostra chiaramente l'andamento del corso d'acqua e le sue variazioni altimetriche legati alle discontinuità tettoniche (faglie). Le pendenze si riducono notevolmente nel medio tratto dove anche l'acclività del paesaggio è minore. Ciò nonostante le cronache del passato ci narrano di violente inondazioni e lutti che seguirono ai momenti di maggiore apporto pluviometrico. Sicuramente la conformazione incassata dell'alveo impediva uno smaltimento rapido dell'onda di piena e pertanto ne conseguiva il rapido innalzamento del livello fluviale

sommergendo gli ambienti che in altri momenti erano sede di molteplici attività umane. A ciò poteva contribuire anche il trasporto solido che dall'ampia valle dell'Arcionello, restringendosi nei pressi dell'attuale Palazzo dell'Economia, poteva costituire un ostacolo al deflusso delle acque lungo la zona di Via Marconi. Ecco che con lo sbarramento della "Gabbia del cricco" si dava certezza alla manutenzione di pulizia dell'alveo fluviale. La lapide posta all'esterno delle mura ricorda questo decreto nel XVII secolo.

Da questo insieme di cose si può immaginare che il tratto superiore dell'alveo fosse internato ad una copertura boschiva con alberature di alto fusto. Anche oggi possiamo osservarne una tale condizione pur con le modifiche apportate in tempi più vicini a noi per i disboscamenti operati per la coltivazione delle cave.

La sezione trasversale dell'alveo fluviale dà un'idea dell'aspetto naturale che il corso d'acqua ha nella valle che attraversa. La sezione è tipica del paesaggio viterbese con aste fluviali profondamente incassate e modeste portate mediamente tutto l'anno.

Non è piegabile l'incisione valliva con l'erosione, in quanto la portata e quindi la forza dell'acqua non ha sufficiente energia per demolire le pareti rocciose. Anche se come è visibile nel disegno si arriva a mettere in luce il substrato sedimentario, costituito da sedimenti terrigeni (sabbie e argille) di ben più modesta tenacia, non si può nei tempi relativamente brevi della storia geologica locale arrivare ad avere il paesaggio attuale. I "cañon" europei e del continente americano sono situati in litologie molto più erodibili e con altre componenti tettoniche di più vasta estensione e profondità. La roccia del "peperino" può senza meno avere tale denominazione e le sue caratteristiche tecniche la fanno apprezzare come pietra da taglio per rivestimenti e basamenti di costruzioni ardite.

Disposizione planimetrica d'insieme delle cavità

Come si può notare dalla planimetria, la maggiore concentrazione delle cavità si trova nella parte più antica dell'abitato, posta nella porzione meridionale, proprio per la facilità

Planimetria dell'abitato storico di Viterbo con indicazione dell'ubicazione delle principali cavità



tà di escavazione del materiale e per l'assenza della falda freatica affiorante. Ciò nonostante all'interno di esse potevano esistere dei canali di drenaggio e convogliamento delle acque di percolazione, oltre che di deflusso di eventuali processi di lavaggio per la vinificazione e lavorazioni artigiane.

Sempre in ambito storico assumono in grande importanza il sistema di cavità poste oltre la periferia occidentale della città di Viterbo. In Particolare l'area cosiddetta "Riello" è stata oggetto di insediamenti protostorici, forse proprie per la facile raccolta delle acque in superficie e di quelle a modesta profondità con un sistema di canali drenanti. Alcune cavità, lungo la strada Freddano e S.Nicolao, sono anche di grande dimensioni, oltre una decina di metri per lato e con uno sviluppo longitudinale non ben individuato né tantomeno esplorato. Sono quindi anche leggende di fatti misteriosi e "miracolosi", la cui

Sovrapposizione dei livelli stratigrafici di pomice, sabbie e lapilli nella facies sciolta dell'ignimbrite III. Questo materiale è stato ampiamente oggetto di sfruttamento per usi edilizi.



Cavità parzialmente ostruita per decadimento della volta



Ingresso del sistema di cavità in località Riello, scavate nella formazione pozzolanica dell'ignimbrite III Vicana

Foto di alcune delle cavità presenti nel territorio urbano del comune di Viterbo

lettura si rimanda ai testi storici antichi. In particolare assume una notevole importanza la "Grotta del Cataletto" da cui sembra che ne uscissero i diavoli dell'Inferno, origine della storia del secolo XIV, da cui ne è derivato il culto di "S.S.Maria Liberatrice", attualmente venerata nella Chiesa della Trinità. Sembra inoltre che il grande "Conservone" d'acqua si trovi proprio in tale località e che alcuni studiosi dell'antichità lo abbiano identificato come il sacro "Fanum Voltumnae" luogo di divinazione e raccolta del Lucumoni etruschi. Quello che è certo è che tutta la zona posta a ovest dell'abitato di Viterbo è ricca di acqua nelle falde più superficiali e vi sono tracce innegabili di reperti etruschi. Come scritto precedentemente sono riconoscibili cunicoli drenanti di dimensioni e chiara fattezza di epoca etrusca. Molto altro potrebbe essere detto.

“ROMA SOTTO SOTTO – UNA GUIDA GEOLOGICA DELLA CAPITALE” UN LIBRO DI LORENZO MANNI

Recensione di Fabio Chiaravalli

Ancora la geologia di Roma? Per fortuna sì, in effetti ci voleva proprio! Nel tempo è stato scritto tanto relativamente alla geologia di Roma. Parecchio e, quasi sempre, molto bene. Cito per tutti le splendide e monumentali “Memorie Descrittive della Carta Geologica d’Italia – La Geologia di Roma dal Centro storico alla periferia” (APAT-Servizio Geologico d’Italia – Dipartimento Difesa del Suolo Volume LXXX, 2008) curate da Renato Funicello, Antonio Praturlon e Guido Giordano, delle quali invito caldamente i pochi colleghi che non ne abbiano ancora contezza, a farne oggetto di attenta consultazione. Con il testo di cui trattasi, ossia “Roma sotto sotto – Una Guida geologica della capitale” (Momo Edizioni – Roma, marzo 2023 – www.momoedizioni.it), Lorenzo Manni, geologo e geotecnico che da anni si occupa attivamente di politiche dell’ambiente e di gestione dei rifiuti radioattivi italiani, essendo inoltre da sempre impegnato nella difesa del territorio, attraverso la divulgazione scientifica ed il supporto tecnico a movimenti di base e comunità locali, va oltre il dato descrittivo di valenza scientifica e, pur mantenendone intatto il rigore, offre una visione viva della geologia dell’Urbe, arricchendola con considerazioni storiche, paesaggistiche ed antropologiche; il tutto assai fruibile ed accattivante, sia per gli addetti ai lavori, sia, in particolare, per chi, digiuno della materia, trova interesse nel sapere dove vive e su cosa, ogni giorno, cammina. Una vera e propria guida quindi; da leggere, consultare e tenere nel cruscotto dell’automobile, per soddisfare le curiosità “geologiche” che, di volta in volta, potrebbero sorgere, ma anche per avere spunti di carattere tecnico-scientifico, da cui partire per ulteriori approfondimenti topici. L’obiettivo di sana divulgazione ad ampio spettro si palesa da subito centrato; senza paludate operazioni di marketing, ov-



vero con il semplice passaparola, la prima edizione di “Roma sotto sotto” è andata esaurendosi in un battibaleno ed il testo è già in ristampa. Le 146 pagine del libricino – poiché volutamente di un tascabile si tratta, sebbene con il peso specifico di un tomo – principiano con alcuni capitoli introduttivi, di interessante sintesi, ossia “Un pianeta in continuo movimento”, “Viaggiare nel tempo con la Geologia” e “La città in fondo al mare”. Poi seguono 10 proposte di Escursione Urbana, con mappe assai precise, ognuna delle quali apre un mondo da scoprire, dando luogo ad un entusiasmante caleidoscopio geologico-antropologico che, di fatto, costituisce la peculiarità di questo originale lavoro dell’Autore. Fin dai titoli delle Escursioni ci si trova ben guidati a scegliere cosa e come andare a curiosare, sia seguendo la sinottica proposta, sia cogliendo motivazioni a secondo della momentanea sensazione. Eventi certamente noti agli addetti, ma presentati in nuova veste, ben fruibile da tutti. Troviamo quindi che a Monte Mario c’era il mare, che il Marco Aurelio del Campidoglio poggia sulle eruzioni del Vulcano dei Colli Albani, che l’Uomo di Neanderthal abitava a Montesacro in riva all’Aniene, che a Casal dé Pazzi c’è uno splendido museo geologico-antropologico gratuito e aperto tutti i giorni, che Ponte Milvio è forse il più antico ponte in muratura del mondo, che ci sono chilometri di piste ciclabili lungo il Tevere e non solo, che c’è un’articolata rete fluviale scomparsa sotto alla città, che i terreni di riporto a Roma sono anche millenari e densi di sorprese, che un lago combatte per esistere, che esiste una città sotterranea oltre alle numerosissime Catacombe... e tanto tanto altro. Da non perdere. Buone passeggiate, con bei pensieri in testa.

UN WEBGIS PER IL CATASTO DELLE FRANE DI ALTA QUOTA NELLE ZONE ALPINE

Geol. Maria Luisa Felici

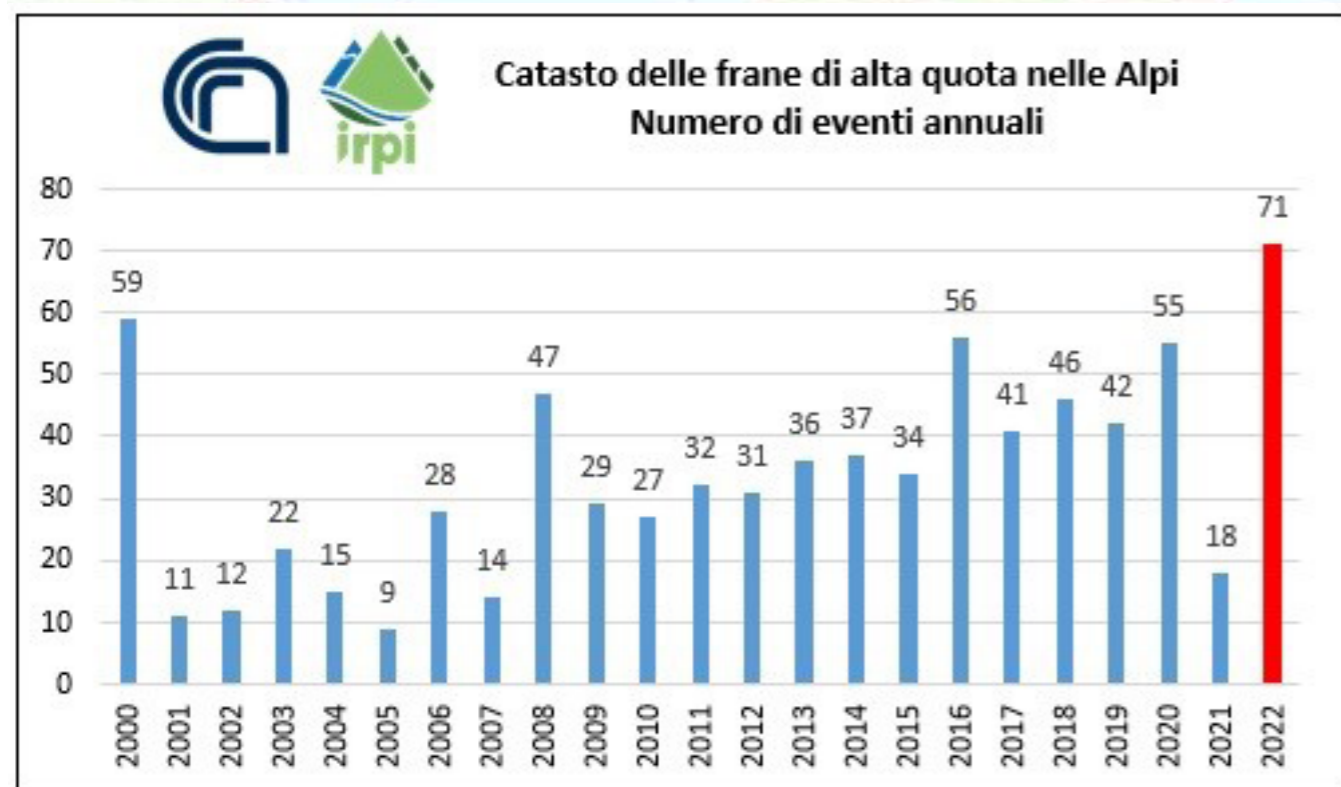
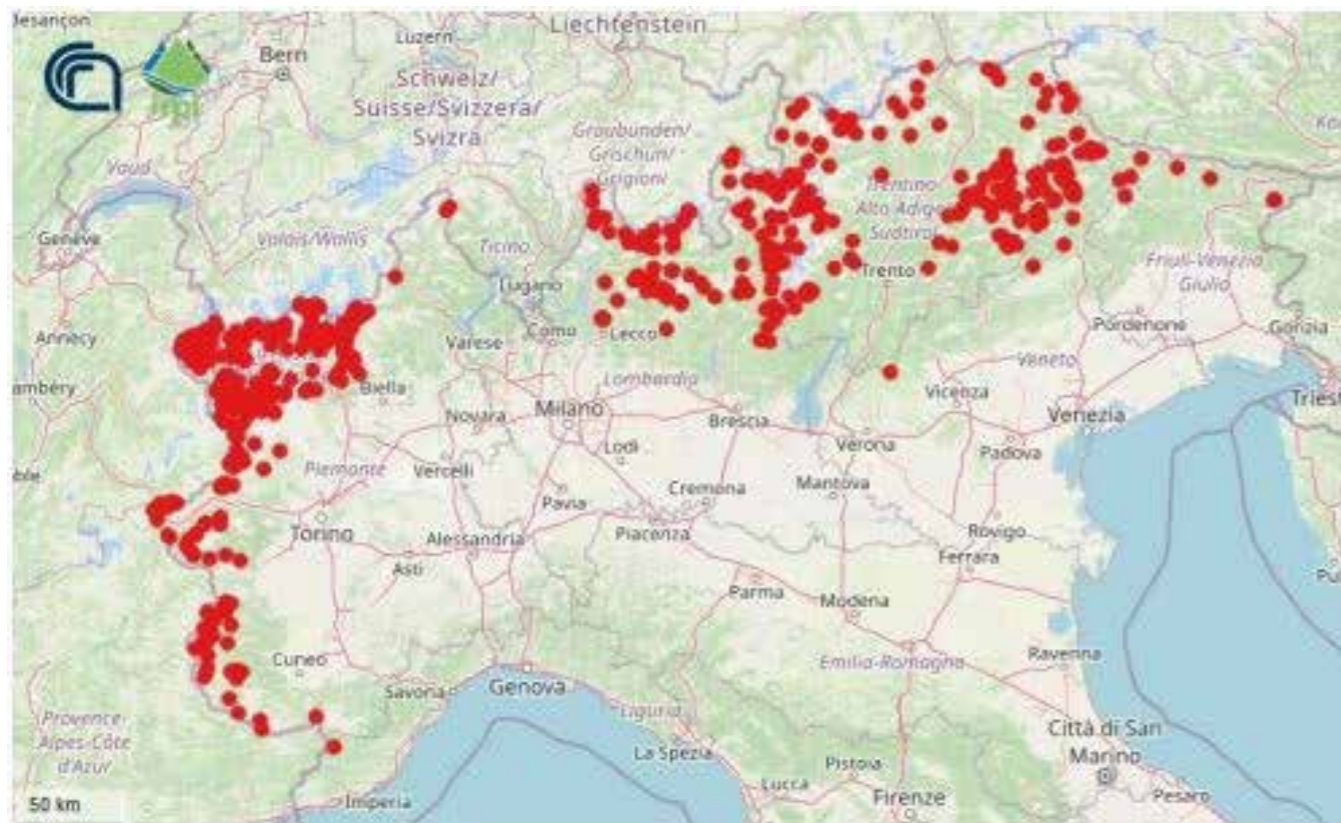


Fra le aree terrestri in cui il riscaldamento globale si manifesta in modo evidente vi sono gli ambienti alpini di alta quota che vengono considerati degli ottimi indicatori dei cambiamenti climatici: forte riduzione delle masse glaciali, diminuzione della copertura nevosa, degradazione del permafrost, migrazione verso quote più elevate degli ecosistemi e aumento dei processi di instabilità naturale. Ghiacciai e frane sono studiati e fotografati, in collaborazione con gli esperti del Comitato Glaciologico Italiano, dal gruppo GeoClimAlp dell’Istituto di ricerca per la protezione idrogeologica (Cnr-Irpi) afferente al Dipartimento di scienze del sistema terra e tecnologie per l’ambiente del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Irpi). E proprio i fenomeni di instabilità, in considerazione della loro pericolosità e del rischio associato, sono state oggetto di una raccolta di dati per un webgis sviluppato integrando e uniformando le informazioni relative ai singoli eventi. Il lavoro di sviluppo ha portato alla realizzazione del “Catasto delle frane di alta quota nelle Alpi italiane” contenente informazioni relative a 772 processi di instabilità naturale (frane, colate detritiche, instabilità glaciale), avvenuti nelle Alpi italiane ad una quota superiore ai 1500 metri durante il periodo 2000-2022. Fra le tipologie di processi più frequenti si segnalano 279 crolli di roccia (36% del totale) e 191 colate detritico-torrentizie (25% del totale). Le regioni maggiormente

colpite risultano essere Valle d’Aosta con 311 eventi, Lombardia con 147 eventi, Piemonte con 126 eventi, Trentino-Alto Adige con 121 processi, pari, rispettivamente, a 40,3%, 19,1%, 16,3% e 15,7% del totale degli eventi censiti. Nell’anno 2022 sono stati registrati 71 processi di instabilità di cui ben 60 (84,5%) sono avvenuti in estate. L’analisi su base annuale ha fatto emergere una evidente tendenza all’aumento degli eventi con il passare del tempo, probabilmente un possibile effetto dell’incremento delle temperature alle quote più elevate ed alla conseguente degradazione del permafrost. La stagione in cui questi processi si manifestano con maggior frequenza è quella estiva (giugno, luglio ed agosto), con 434 eventi documentati, pari al 56,3% del totale. I dati sono visualizzabili tramite un webgis gratuito, di facile consultazione e accessibile a tutti all’indirizzo: <http://geoclimalp.to.cnr.it/landslide-inventory/> La mappa che ne scaturisce permette di visualizzare nella parte destra della pagina alcune finestre di dialogo utili per interrogare il sistema informativo geografico. Procedendo dall’alto verso il basso, è possibile infatti effettuare le seguenti interrogazioni:

1. selezione degli eventi in base alla tipologia di frana (Process);
2. selezione degli eventi in base alla regione geogra-

Mappa dei processi di instabilità naturale.



fico-amministrativa italiana in cui il processo è avvenuto (Adm_reg);

3. selezione degli eventi in base alla quota corrispondente alla zona di distacco/innesco del processo (Elev);

4. selezione degli eventi in base al periodo temporale (Date).

Dalla mappa emerge una distribuzione degli eventi censiti non uniforme sull'arco alpino italiano. Questa disomogeneità è dovuta a diversi fattori, ed in particolare a caratteristiche geologiche e geomorfologiche, spazialmente molto diverse nell'arco alpino; distribuzione della criosfera (parte della superficie terrestre dove l'acqua è presente allo stato solido vedi neve, ghiacciai, permafrost) e della sua consistenza, che

variano considerevolmente da una zona all'altra, in funzione delle specifiche caratteristiche climatiche, geografiche e morfologiche; risposta del territorio alle precipitazioni in quanto la distribuzione delle precipitazioni (solide e liquide) sull'arco alpino non è omogenea, determinando nel lungo periodo una diversa risposta del territorio alle precipitazioni meteoriche, e quindi una differente propensione a sviluppare processi di instabilità; densità abitativa e frequentazione turistica in aree in cui i fenomeni di instabilità spesso interferiscono con la presenza umana e con le infrastrutture per cui le frane possono essere segnalate e documentate, a differenza di quanto accade invece in aree isolate alpine, in cui eventuali eventi franosi passano inosservate; catasti regionali realizzati e aggiornati con proprie metodologie, per cui la fruibilità dei dati varia significativamente da regione a regione, in particolare per quanto riguarda le aree di alta quota, meno interessate da insediamenti e infrastrutture.

I dati e i metadati originali sono disponibili gratuitamente in Paranunzio R. et alii (2019) e Guerini M. et alii (2021).

Fonte delle immagini: <https://geoclimalp.irpi.cnr.it/catasto-frane-alpi/>

Bibliografia

Paranunzio R., Chiarle M., Laio F., Nigrelli G., Turconi L., Luino F. (2019) *Slope failures in high-mountain areas in the Alpine Region. Pangaea Data Publisher for Earth & Environmental Science*, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.903761>.

Guerini M., Giardino M., Paranunzio R., Nigrelli G., Turconi L., Luino F., Chiarle M. (2021) *Slope failures at high elevation in the Italian Alps in the period 2000-2020. Pangaea Data Publisher for Earth & Environmental Science*, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.931824>.

Nigrelli G., Luino F., Turconi L., Guerini M., Paranunzio R., Giardino M., Mortara G., Chiarle M. (2023) *Catasto delle frane di alta quota nelle Alpi italiane*, <https://geoclimalp.irpi.cnr.it/catasto-frane-alpi/>





PROFESSIONE
GEOLOGO