

GEOLOGIA

TECNICA & AMBIENTALE

In questo numero

La pianificazione
idrogeologica per la gestione
delle risorse idriche

Il collaudo statico di viadotti
ferroviari della linea av/ac
Treviglio-Brescia

L'evoluzione della
professionalità del
geologo nell'attività di
progettazione geomineraria
e geoambientale

Ricerca geoarcheologica per
la localizzazione del sito di
sepoltura di Alarico re dei
Visigoti

Responsabilità da attività
professionale



CONSIGLIO NAZIONALE
DEI GEOLOGI



TRACK PILE[™]

La rivoluzione nel mondo dei micropali

MICROPALI A PRESSIONE PER EDIFICI E STRUTTURE DI NUOVA COSTRUZIONE

BREVETTO EUROPEO DEPOSITATO

TRACK PILE[™] è una tecnologia rivoluzionaria che permette di infiggere i micropali a pressione a profondità elevate e con tempistiche straordinariamente brevi.

PRINCIPALI CAMPI DI APPLICAZIONE

- Fondazioni di qualsiasi tipologia
- Pavimentazioni industriali
- Manti stradali in calcestruzzo
- Basamenti in calcestruzzo
- Ponti autostradali e ferroviari
- Piste aeroportuali ed eliportuali

SOPRALLUOGHI
E PREVENTIVI
GRATUITI
IN TUTTA ITALIA

Numero Verde
800-222273

novatek.it

FOUNDATION

GEOTECHNICAL

FRASTE

SINCE 1964

GEOTHERMAL

WATER WELL

EXPLORATION

GABBIONI E MATERASSI
PER OPERE IDRAULICHE
E RINFORZO



MURI DI SOSTEGNO IN
GABBIONI CHIODATI E RINVERDIBILI

BORGHI AZIO S.r.l. 

www.borghiazio.com



TERRE RINFORZATE
PREASSEMBLATE FAST-TER®



SISTEMA
DRENANTE
GABBIODREN®

BORGHI AZIO srl



via Papa Giovanni XXIII, 15 42020 San Polo d'Enza (RE)

GEOLOGIA

TECNICA & AMBIENTALE

Quadrimestrale dell'Ordine Nazionale dei Geologi
N. 2/2017

DIRETTORE RESPONSABILE

Alessandro Reina

COMITATO DI REDAZIONE

Francesco Peduto, Vincenzo Giovine,
Arcangelo Francesco Violo, Raffaele Nardone,
Antonio Alba, Domenico Angelone, Lorenzo Benedetto,
Alessandra Biserna, Adriana Cavaglià, Luigi Matteoli,
Gabriele Ponzone, Alessandro Reina, Paolo Spagna,
Fabio Tortorici, Tommaso Mascetti

COMITATO SCIENTIFICO

Eros Aiello, Vincenzo Simeone, Guido Giordano, Antonio Martini,
Giulio Iovine, Claudio Mariotti, Sergio Castenetto, Sergio Rusi,
Ezio Crestaz, Alfredo Degiovanni, Francesco Maria Guadagno,
Paolo Fabbri, Rocco Dominici, Domenico Guida, Tiziana Apuani,
Elisabetta Erba, Alessandro Conticelli, Nicola Casagli, Rinaldo
Genevois, Gilberto Panebianchi, Silvia Castellaro, Floriana Pergalani,
Vincenzo Morra, Silvia Fabbrocino, Gabriele Scarascia Mugnozza,
Massimiliano Imperato

SEGRETERIA DI REDAZIONE

Maristella Becattini
maristella.becattini@cngeologi.it

DIREZIONE, REDAZIONE, AMMINISTRAZIONE

Consiglio Nazionale dei Geologi
Via Vittoria Colonna, 40 - 00193 Roma
Tel. 06.68807736 / 06.68807737 - Fax 06.68807742

SITO INTERNET

www.cngeologi.it

UFFICIO STAMPA

Ilenia Inqui
addettostampa@cngeologi.it

PUBBLICITÀ

Agicom srl
Viale Caduti in Guerra, 28 - 00060 Castelnuovo di Porto (Roma)
Tel 06.9078285 Fax 06.9079256
agicom@agicom.it
www.agicom.it

GRAFICA E IMPAGINAZIONE

Agicom srl
Immagini: ©shutterstock.com

STAMPA

Spadamedia S.r.l.

Iscritto al Registro degli Operatori di Comunicazione (ROC)
al n. 4768. Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 55 del
5 febbraio 1986.

Questa rivista viene spedita a tutti i geologi iscritti agli Ordini
regionali, Enti, Uffici Tecnici interessati e università.

Può essere scaricata online in PDF dal sito **www.cngeologi.it**

Spedizione in abbonamento postale 45%, art. 2, comma 20/b,
legge 662/96 - Filiale di Roma.

Un fascicolo € 16,00 - Numeri arretrati € 18,00.

Versamenti sul c/c n. 347005 intestato a:

Consiglio Nazionale dei Geologi

Via Vittoria Colonna, 40 - 00193 Roma, specificando la causale.

I manoscritti, anche se non pubblicati, non si restituiscono.

*L'Autore dell'articolo è responsabile di quanto in esso contenuto,
delle autorizzazioni alla pubblicazione di figure, tabelle, ecc.,
dei riferimenti e strumentazioni.*

Associato all'USPI, Unione Stampa Periodica Italiana.

GARANZIA DI RISERVATEZZA

L'editore garantisce la massima riservatezza dei dati forniti dagli abbonati e la
possibilità di richiedere gratuitamente la rettifica o la cancellazione, scrivendo a:
Consiglio Nazionale dei Geologi - Via Vittoria Colonna 40, 00193 Roma.

Le informazioni custodite nell'archivio elettronico dell'Editore saranno utilizzate al
solo scopo di inviare la rivista o altre comunicazioni concernenti l'abbonamento
(D.L. 30/6/2003, n. 196, sulla tutela dei dati personali).

PER GLI AUTORI:

le Norme di Stampa sono consultabili sul sito cngceologi.it, nell'area Rivista.

IN COPERTINA:

Costa in depositi vulcanici dell'isola di Ponza (Gaeta)

Foto di: Maristella Loi

Sommario

L'Editoriale

A. Reina

7

Il Punto del Presidente

F. Peduto

9

Interventi

Commissione Risorse Idriche Consiglio Nazionale dei Geologi 11

La pianificazione "idrogeologica" per la gestione
delle risorse idriche

Professione & Società

A. De Angelis, D. Inglese, G. Grimaldi, M. Proietti, B. Becci,

G. Giotto, P. Del Fabbro, F. Aguglia, M. Laffranchi

13

Il collaudo statico di viadotti ferroviari della linea
av/ac Treviglio-Brescia: soluzioni costruttive e
metodologie di prova

Interventi

F. La Mendola

27

L'evoluzione della professionalità del geologo
nell'attività di progettazione geomineraria e
geoambientale

Professione & Società

M. Pagano, A.G. Rota, R. Acri

33

Ricerca geoarcheologica per la localizzazione del
sito di sepoltura di Alarico re dei Visigoti

LexGeo

R. Lombardi, D. Orlandi

53

Responsabilità da attività professionale

Recensioni

62

Errata Corrige

65

PRESENTA

LASER SCANNER 3D



IMAGING



LASER SCANNER



FORMA E FUNZIONE



MAGNET

TECNOLOGIA DI SCANSIONE 3D, VELOCE E PRECISA

Il GLS-2000 offre una modalità rapida, semplice ed efficace per catturare nuvole di punti 3D ad alta velocità, senza sacrificare l'accuratezza richiesta dai professionisti più esigenti.



Alessandro Reina

Direttore Responsabile

Al sud la siccità è una emergenza nota da tempo memorabile. La siccità ha determinato, nelle regioni meridionali, una forte influenza nelle architetture contadine anche in età precristiane. Persino la scelta dei luoghi di nascita degli agglomerati urbani è talvolta condizionata più dalla disponibilità d'acqua nel sottosuolo che dalla necessità di difesa. I sistemi di raccolta e conservazione dell'acqua sono stati un forte elemento di gestione economica e sociale delle regioni del sud: non a caso una delle opere più imponenti del primo novecento è stata la costruzione dell'Acquedotto Pugliese, oggi il più grande d'Europa.

In questo ambito le regioni del sud avrebbero la conoscenza e l'esperienza per suggerire quei sistemi politici e quelle strategie economiche che produrrebbero gli interventi strutturali che da anni sono ormai messe in atto per sopperire all'emergenza siccità. Bisogna riconoscere che si registra un certo successo concreto.

I geologi, non solo quelli del sud, hanno la preparazione e la capacità di supportare le iniziative strutturali che meglio si adattano alle situazioni dettate dalle condizioni idrogeologiche delle varie regioni italiane. Grande interesse si riversa sulle risorse idriche sotterranee ma la conoscenza delle caratteristiche geologiche delle idrostrutture e conseguentemente le capacità di ricarica di permeabilità e trasmissività delle falde sono elementi di fondamentale importanza per una autentica valutazione delle potenzialità di immagazzinamento e sfruttamento dell'acqua.

I temi della siccità e il contributo dei geologi al problema sono affrontati con saggezza e consapevolezza dalla Commissione risorse idriche coordinata da Franco Violo che ben affronta nel suo intervento pubblicato in questo numero.

Il fine principale della divulgazione è la conoscenza. Il nostro giornale ha questa ambizione. Ritengo pertanto che la questione rabdomanti riaperta di recente anche da alcuni mass media è superata e oltremodo primitiva. Non è un caso se proponiamo la recensione del delizioso libro del collega Piero Focardi che esalta la professionalità del geologo.

Il tema e le necessità che il geologo abbia il riconoscimento di progettista è sostenuto con forza dal Consiglio Nazionale in tutti i tavoli di discussione tecnica nei quali è coinvolto: in proposito pubblichiamo volentieri e con grande interesse l'articolo di Franco La Mendola, che sottolinea pragmaticamente il riconoscimento culturale del geologo progettista.

A proposito di geologo progettista nel lavoro presentato con l'articolo dei progettisti della CEPAV 2, il consorzio di imprese che sta realizzando il nuovo tratto di Alta Velocità/Alta capacità della Treviglio - Brescia lungo il tratto di linea Milano - Verona, si riscontra un esempio concreto del contributo della geologia anche nelle fasi di collaudo.

Di grande interesse è l'articolo di M. Pagano, M.G. Rota, R. Aciri sul mistero della tomba di Alarico. Partendo dai documenti storici e attraverso la precisa e aggiornata ricostruzione geologica e geomorfologica nonché con l'ausilio di una preliminare campagna di indagini geognostiche, pone le basi sulla sua possibile individuazione. Ottimo esempio dell'applicazione di uno studio geologico in un ambito non necessariamente collegato alle opere civili.

Con la focalizzazione giuridica sulle responsabilità derivanti da attività professionale in questo numero si completa un primo ciclo di interventi dell'Avv. Lombardi nella rubrica LEXGEO.

Buona lettura

STS Italia

DA SEMPRE LA PIÙ RICCA GAMMA DI MISURATORI AMBIENTALI

SONDA MULTIPARAMETRICA



sonde per misure di pH, ORP, temperatura,
Conducibilità, Salinità, TDS, livello, ossigeno disciolto,
Turbidità (a seconda della configurazione)
con protocollo modbus®RTU (RS485)
con Datalogger integrato



FREATIMETRI
con opzione temperatura



DL/N.OCS

sonda multiparametrica
per misure di livello,
temperatura e
conducibilità (opzione)



POMPE A 12V

campionamenti di acqua
in piezometri da 2"



**TRASDUTTORI DI PRESSIONE
PER MISURE DI LIVELLO**

STS
global.sensor.excellence

STS Italia s.r.l.

Via Lambro, 36 - 20090 Opera (MI)

Tel: +39 02 57 60 70 73

Fax: +39 02 57 60 71 10

www.sts-italia.it

www.stssensors.com



Francesco Peduto

Presidente Consiglio Nazionale Geologi

Uno dei temi “scottanti” di questa estate è la siccità e la conseguente carenza idrica. Secondo Coldiretti 2/3 dell’Italia e dei campi coltivati lungo la Penisola sono a secco e i danni, a fine luglio, superavano già i due miliardi di euro nel settore agricolo; sei Regioni hanno chiesto lo stato di calamità naturale.

Di fronte all'emergenza verificatesi il Consiglio Nazionale dei Geologi è intervenuto in più occasioni, con comunicati stampa ed interviste radio-televisive, evidenziando la necessità di mettere in campo azioni e percorsi virtuosi e ricordando l'importanza ed il ruolo chiave del geologo. Per chi volesse approfondire, su www.cngeologi.it è stata creata una apposita sezione “Speciale emergenza siccità”, dove sono riportati comunicati, articoli ed interviste.

A breve, inoltre, partiranno alcune iniziative relative a questo tema di grande attualità e, a tal proposito, mi piace ricordare la lungimiranza dei geologi: nel 2011, quando tutti parlavano solo di emergenza rifiuti, il Consiglio Nazionale di allora con merito organizzò un Convegno dal titolo “Fino all’ultima goccia”, preannunciando quella che sarà la vera emergenza del domani.

Per il resto si potrebbe dire “tutto in movimento, tutto in itinere, ma con tempi geologici!” Con queste poche parole sarebbe possibile riassumere lo stato dell’arte di molte delle tante “politiche” per la categoria messe in campo dal Consiglio Nazionale e/o delle varie problematiche di interesse della categoria che il CNG sta affrontando. Per fare qualche esempio è così per le iniziative parlamentari relative alla Carta Geologica d’Italia ed alla MZS, come per le azioni e il confronto in atto con il governo e con la competente commissione parlamentare sull’equo compenso (ma intanto ci è piovuto addosso lo *split payment* ed ogni tentativo, fatto anche insieme agli altri presidenti che aderiscono alla RPT non ha sortito esiti positivi); è così per il tavolo di lavoro con i nostri colleghi accademici, finalizzato ad aggiornare e migliorare l’offerta formativa dei corsi di laurea in geologia, come per la nuova legenda della cartografia geomorfologica (con una serie di risvolti importanti anche in campo applicativo e professionale, ma almeno in questo caso il traguardo sembra vicino). È così anche per le nuove Norme Tecniche delle Professioni, ogni volta sembra che debbano uscire da un momento all’altro e poi spunta sempre un problema che ne posticipa l’uscita. Intanto continuiamo a monitorarle, cercando di evitare che ci siano nuovi passi indietro; allo stato attuale possiamo dire di aver recuperato una buona parte del disastro che abbiamo ereditato e, non appena diventeranno ufficiali le nuove norme, renderemo pubblica tutta la vicenda, con buona pace di chi, a risultato non ancora acquisito e senza sapere lo stato dell’arte dell’intera faccenda, va in giro per l’Italia a dire che le nuove norme sono positive per la categoria e a prendersene il merito.

Questa estate ricorre anche il primo anniversario del terremoto che ha sconvolto le regioni dell’Italia centrale, ed anche qui tutto procede a rilento, da Casa Italia alla risoluzione delle problematiche, innanzitutto geologiche,

per far ripartire la ricostruzione. Comunque, con Decreto n. 9 del 28 giugno c.a., il Commissario del Governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016, Vasco Errani, ha istituito l'Osservatorio Nazionale della ricostruzione, nominando il sottoscritto, in qualità di Presidente del Consiglio Nazionale dei Geologi, componente effettivo dello stesso. È un riconoscimento importante per la nostra categoria, ma questa nomina potrà avere un senso compiuto solo se diventerò il terminale, attraverso i rispettivi OO.RR., delle problematiche dei colleghi geologi che operano sul territorio ed è con questo spirito di servizio che ho accettato la nomina, notiziandone immediatamente i Presidenti degli Ordini dell'Abruzzo, del Lazio, delle Marche e dell'Umbria, con i quali, per la verità, è stata condivisa ogni azione ed ogni percorso sin dal primo giorno del terremoto.

Tutta l'azione del CNG in questo primo anno e mezzo di consiliatura, tuttavia, si è caratterizzata per un confronto continuo ed una sinergia senza precedenti con gli Ordini Territoriali. Con loro sono state condivise molte delle azioni portate avanti, anche di esclusiva competenza del CNG, come la piattaforma (da poco collaudata da un gruppo di lavoro di cui facevano parte anche alcuni componenti degli OO.RR.) e il nuovo regolamento APC inviato al Ministero della Giustizia (scritto insieme agli OO.RR.), il tavolo con l'Università (del quale fanno parte anche due componenti degli OO.RR.) e quello citato sul terremoto dell'Italia centrale, le stesse NTC, ecc.

A proposito di terremoti, nel 2016 c'è stata la ricorrenza del quarantennale di quello del Friuli e con i colleghi dell'Ordine dei Geologi del Friuli, su loro iniziativa, avevamo immaginato di produrre un libro. Ovviamente, con il terremoto dell'Italia centrale, che ha determinato una nuova pagina dolorosa nella storia sismica del nostro paese, ci siamo chiesti se era il caso di lasciare una traccia di questi quaranta anni di terremoti italiani, di quello che fanno o potrebbero fare i geologi, di come i loro saperi e le loro conoscenze potrebbero essere utilizzati al meglio per la prevenzione.

L'idea iniziale ha preso, quindi un'altra direzione, trasformandosi ed ampliandosi, ed abbiamo dato alle stampe, prodotto dalla Fondazione Centro Studi del CNG, un bellissimo libro dal titolo "SISMA, dal Friuli 1976 all'Italia di oggi".



Il libro sarà in distribuzione già da Settembre in occasione dei prossimi eventi, dal REMTECH a Ferrara, al Convegno sui 30 anni dell'alluvione in Valtellina.

Insomma per l'autunno ci sarà molto da fare come al solito, tra criticità irrisolte, iniziative ed appuntamenti vari. Intanto hanno votato e si sono rinnovati la quasi totalità degli OO.RR. e i nuovi Consigli ormai sono tutti in carica. A loro e a tutti i Presidenti, riconfermati e nuovi, vanno i complimenti e gli auguri di buon lavoro miei e di tutto il Consiglio Nazionale, con l'auspicio che possa continuare, insieme, il proficuo e sinergico percorso intrapreso.

La pianificazione “idrogeologica” per la gestione delle risorse idriche

Commissione Risorse Idriche Consiglio Nazionale dei Geologi

Coordinatore Arcangelo Francesco Violo

L'emergenza idrica nel nostro paese è una fase che ciclicamente torna alla ribalta della cronaca ed ogni volta si prospettano misure di mitigazione che si limitano a chiedere alla popolazione di usare la risorsa senza sprechi o vengono prese decisioni che comportano il contingentamento delle portate degli acquedotti. È chiaro che non si tratta di operazioni risolutive ma di soluzioni temporanee che confidano sempre nel ritorno delle piogge. È facilmente intuibile come le iniziative di intervento debbano riguardare per esempio interventi strutturali sul territorio, valorizzazione e riorganizzazione delle strutture pubbliche, adeguata pianificazione a scala comunale ecc.

È riportato attraverso tutti i mass media che la penuria d'acqua questa volta colpisce anche le Regioni più fortunate per qualità e quantità di risorse idriche: ne sono esempio il bacino dell'Adige, dove la magra sta portando ad un allarmante ingressione del cuneo salino nel sottosuolo della zona costiera, con impossibilità di irrigare e di prelevare acque sotterranee, o il bacino del Po, dove un lungo periodo di minori precipitazioni piovose, e soprattutto nevose, porta il Governo a dichiarare lo stato di emergenza per la grave siccità che sta colpendo il territorio di Parma e Piacenza.

Non è una novità, l'emergenza ha un immediato costo pesante: secondo Coldiretti un danno di un miliardo di euro solo nel settore agricolo.

I Geologi da anni ormai sui temi del rischio siccità, per uscire dalla logica della emergenza, hanno proposto e propongono una logica diversa: di fatto si programma la gestione, solo ove quantitativamente rilevante, delle risorse idriche superficiali, mentre viene ignorato l'approvvigionamento mediante risorse idriche sotterranee. E come su rischio idrogeologico e rischio sismico i Geologi propongono da decenni la logica della prevenzione, lo stesso chiedono gli Idro-

geologi per la gestione delle risorse idriche, secondo una visione di adattamento ai cambiamenti climatici.

Le risposte concrete al problema della gestione delle risorse idriche non solo ci sono e spesso sono già indicate nei Piani di settore previsti dalle norme (Piani di Gestione; Piani di Tutela delle Acque), ma in molti frangenti possono essere realizzate in tempi relativamente brevi e persino a basso costo; qualche esempio:

- molte unità geologiche del sottosuolo, quali ad esempio i depositi alluvionali delle pianure o i massicci carsici, funzionano come immensi serbatoi naturali di acqua che hanno un regime poco influenzato da periodi di siccità: conoscendo, gestendo, monitorando, e in alcuni casi ricaricando, questi serbatoi, è possibile disporre di un volano con cui far fronte alle emergenze;

- quantificare a scala di bacino i prelievi, onde ridurre l'impatto delle derivazioni di acque (soprattutto quelle più preziose come le acque sotterranee) è possibile: ancora troppo spesso le opere di derivazione vengono eseguite, complice una normativa farraginosa, senza rispettare le necessarie buone regole per preservare l'ambiente geologico o, addirittura, in maniera abusiva;

- il numero di norme, mal coordinate tra loro, e di Enti che intervengono nella gestione della risorsa idrica è abnorme: un riordino del settore comprendente la definizione di norme, procedure e competenze semplici e chiare, comporterebbe un costo effettivo prossimo allo zero (anzi un risparmio, se si pensa ai passi burocratici che potrebbero essere evitati, in particolare per le piccole derivazioni);

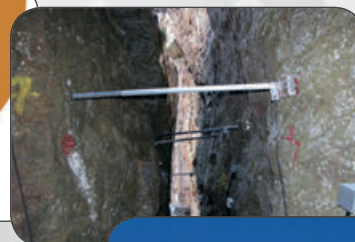
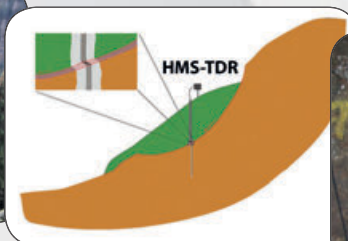
- strettamente connesso al tema del depauperamento quantitativo della risorsa idrica sotterranea, vi è quello del mantenimento della sua qualità, messa a rischio da microinquinanti ed inquinamenti diffusi: promuovere il riuso delle aree dismesse porterebbe non solo ad un minor consumo di suolo, ma anche ad una minor pressione sulle acque sotterranee; oggi migliaia di siti contaminati attendono di essere riqualificati, ed il suolo e la qualità delle acque sotterranee attendono i benefici che ne deriverebbero.

La gestione delle risorse idriche, anche di quelle sotterranee, deve, in tempi di abbondanza, preparare le riserve per i sempre più frequenti periodi siccitosi. Se in alcune aree può essere ancora possibile pensare al ricorso a bacini superficiali, in molte altre è il sottosuolo che può e deve fungere da serbatoio, sia sostenendo i diversi fabbisogni con i sistemi acquiferi più idonei in funzione della qualità, sia potendo e dovendo essere utilizzato come la più naturale delle riserve d'acqua. Oggi si dispone di studi scientifici, metodi all'avanguardia e grandi esperienze per considerare di immagazzinare le acque all'interno dei territori che lo richiedono come per esempio il rallentamento dei deflussi, bilanciato con il deflusso vitale dei fiumi e dei torrenti per favorire la ricarica delle falde, con un positivo effetto di limitazione dell'abbassamento dei livelli delle falde nei periodi siccitosi.

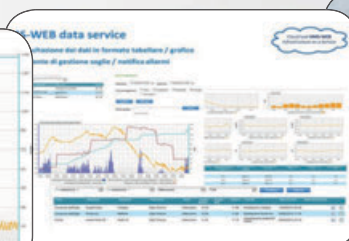
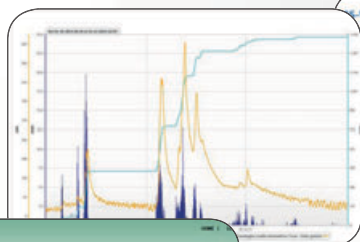
Il tema della ricarica delle falde, inoltre, impone ormai anche studi approfonditi multidisciplinari sulla necessità di riusare le acque depurate.



- **FRANE E VERSANTI INSTABILI**
- **SITI DI ESTRAZIONE**
- **EDIFICI, MONUMENTI E GRANDI OPERE**
- **STRUTTURE DI CONVOGLIO ENERGETICO**
- **PREVENZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO**
- **RETI PARAMASSI E OPERE DI CONSOLIDAMENTO**



- **TRASMISSIONE DATI REAL TIME**
- **REALIZZAZIONE DI RETI IOT DISTRIBUITE**
- **CONTROLLO DEFORMAZIONI CON TECNOLOGIA TDR**
- **ATTIVAZIONE DI DISPOSITIVI DI ALLERTAMENTO**



- **CONSULTAZIONE DATI CON PIATTAFORME WEB**
- **IMPLEMENTAZIONE ALGORITMI DI ALLARME**
- **NOTIFICA AUTOMATICA DI ALLARMI VIA EMAIL E SMS**
- **CALCOLO DI FUNZIONI E SENSORI DERIVATI**



Il collaudo statico di viadotti ferroviari della linea av/ac Treviglio-Brescia: soluzioni costruttive e metodologie di prova

Alessandro De Angelis, collaudatore statico pro-tempore

Donato Inglese, Unità Operativa Collaudi Statici Italferr Roma

Giuseppe Grimaldi - Mario Proietti, Società Edin Ingegneria, Progettazione Esecutiva delle opere

Bruno Becci, Ce.A.S. srl Centro di Analisi Strutturale, Progettazione Geotecnica delle opere

Giancarlo Giotto - Paolo Del Fabbro, Direttori dei Lavori

Francesco Aguglia - Marco Laffranchi, Prove e Collaudi del General Contractor Cepav Due

Introduzione e inquadramento delle opere

Il nuovo tratto di linea Alta Velocità/Alta capacità (AV/AC) Treviglio-Brescia, inaugurato lo scorso dicembre, è parte integrante del futuro corridoio Trans Europeo TEN-T n. 3 "Mediterraneo" e costituisce un'ulteriore tappa nella realizzazione della linea AV/AC Milano-Verona (complessivamente 140 km), già in esercizio nei 27 km tra Milano e Treviglio (completati e attivati a luglio 2007).

Committente dell'opera è Rete Ferroviaria Italiana (società del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane), mentre la realizzazione è a cura di Cepav

Due (Consorzio composto da Saipem, Impresa Pizzarotti, Gruppo ICM e Società Italiana per Condotte d'Acqua) a seguito dell'affidamento quale General Contractor per la progettazione e l'esecuzione dell'opera. La tratta AV/AC Treviglio - Brescia si sviluppa per 39,6 km di piena linea, attraversando 20 comuni nelle province di Milano, Bergamo e Brescia. L'intervento è completato dall'interconnessione Brescia Ovest (11,7 km) e dal successivo tratto di attraversamento urbano (6,9 km) in affiancamento alla linea tradizionale fino alla stazione di Brescia, quest'ultimo realizzato direttamente da Rete Ferroviaria Italiana.

Dissesti
e alluvioni

Rischio
sismico

Risorsa
acqua

Attività
estrattive

Geoscambio
ed energie

Università
e ricerca

Planificazione

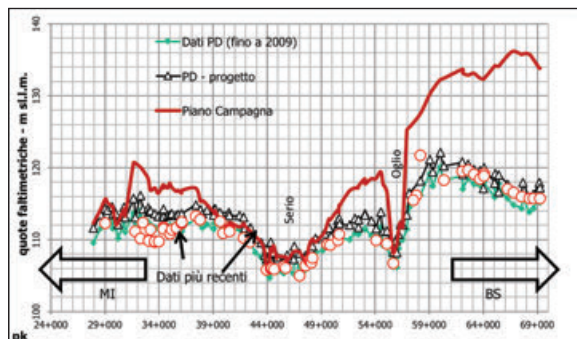
Bonifiche siti
inquinati e
discariche

Protezione
civile

**Professione
& Società**

Il Geologo
progettista

Geositi,
Geoparchi
& Geoturismo

Figura 1 – Linea AV/AC Treviglio – Brescia: Planimetria di inquadramento viadotti ferroviari**Figura 2** - andamento della freatica lungo la tratta. Dal punto di vista sismico, la tratta è caratterizzata da modesti livelli di sismicità, tali da non mettere in evidenza criticità particolari quali possibili fenomeni di liquefazione, pur in presenza di livelli piezometrici decisamente superficiali.

Il progetto prevede la realizzazione di varie opere d'arte principali, anche in interferenza con linee ferroviarie e autostradali in esercizio, oltre a 17,5 km di viabilità extra-linea. Tra le opere civili più importanti, si segnalano i viadotti ferroviari, disposti lungo tutto lo sviluppo della tratta e riportati sinteticamente nel grafico di figura 1.

Geologia e geotecnica della tratta

Il tratto di infrastruttura descritto si sviluppa, approssimativamente in direzione Est-Ovest, lungo una fascia pianeggiante posta nel centro della Pianura Padana. La geologia di questo territorio, modellatosi per la maggior parte a seguito di fenomeni alluvionali, comprende formazioni recenti pleistocenici o olocenici costituiti per la gran parte, soprattutto nella provincia Bergamasca fino all'Oglio, da potenti formazioni granulari con grado di addensamento variabile da zona a

zona ma nel complesso classificabili come suoli mediamente o molto addensati. A profondità variabili, sono state riscontrate ampie lame più marcatamente fini (prevalentemente limose o limo-argillose), aventi potenza e dimensioni variabili da progressiva a progressiva, connotate comunque da buone caratteristiche geomeccaniche grazie a notevoli pressioni di preconsolidazione. Localmente, come ad esempio in corrispondenza del lungo attraversamento golenale del Serio, le indagini, articolatesi negli anni in almeno tre distinte campagne, hanno rivelato la possibile presenza di strati cementati o locali inclusioni conglomeratiche.

Caratteristica saliente del sottosuolo, specialmente nel tratto Bergamasco, è la presenza di modestissime soggiacenze, con sistematico rinvenimento della falda freatica a profondità di pochissimi metri dal piano campagna locale. Tale fenomeno, particolarmente evidente nella cosiddetta fascia dei fontanili, nei comuni di Caravaggio, Masano, Fornovo San Giovanni, Fara Olivana, si attenua divenendo assai meno problematico ai fini della costruzione dei manufatti, ad Est del fiume Oglio, dove la falda si approfondisce decisamente, rispetto al piano campagna divenendo non più interferente nemmeno con le palificate.

La figura 2 mostra, in forma sintetica, l'andamento della freatica (soggiacenze misurate e soggiacenze assunte per le opere definitive), messa a confronto con il piano campagna.

Soluzioni costruttive adottate

Relativamente allo schema statico-resistente è stato sempre preferito optare per una soluzione

di viadotto isostatico a campate separate, preferibilmente prefabbricate in stabilimento. Soluzione peraltro ampiamente consolidata nel panorama ferroviario italiano. Invece, relativamente ai componenti strutturali, in fase progettuale sono state adottate diverse soluzioni strutturali in funzione dei vincoli al contorno ed alle interferenze con corsi d'acqua più o meno importanti e con linee ferroviarie e/o autostradali in esercizio. Per quanto riguarda questo secondo aspetto, scendendo maggiormente in dettaglio, è possibile individuare quattro distinte soluzioni.

Per i viadotti VI03-VI04 (che scavalcano rispettivamente il fiume Serio con 32 campate per una lunghezza complessiva di 960 m ed il fiume Oglio con 43 campate su una lunghezza complessiva di 1290 m) la prima soluzione prevede pile circolari in calcestruzzo armato, pulvini monolitici a mensola ed impalcato costituito da 4 travi a cassoncino in c.a.p. solidarizzate in opera mediante elementi di post-tensione trasversali e getto di completamento superiore. La lunghezza delle campate è pari a 30 m. Tale soluzione è stata prescelta per i viadotti di attraversamento di due importanti fiumi della Lombardia per il basso impatto dato dalla forma circolare delle pile al corretto deflusso delle acque. In questi casi, sono state effettuate specifiche valutazioni circa l'impatto delle strutture nei corsi d'acqua, a seguito di un serrato confronto con l'Autorità di Bacino e l'organo di Polizia Idraulica

competenti. In particolare, è stata ottimizzata la scelta della quota del piano di imposta delle fondazioni su pali a grande diametro e, ove necessario jet grouting per la realizzazione del tappo di fondo. Ulteriori valutazioni sono state effettuate sulle caratteristiche divaganti dell'alveo del fiume Serio, utilizzando uno studio idraulico con tempi di ritorno di 500 anni (Relazione idrologica ed idraulica di progetto esecutivo a firma del Prof. Ing. A. Paoletti). In particolare la composizione degli effetti dovuti alla lunghezza della campata con la dimensione minima dei plinti di fondazione ha portato a scegliere una configurazione progettuale che prevede l'estradosso delle fondazioni delle pile in alveo ad una profondità tale da essere sotto la quota di massimo scalzamento, indotta dalla sola pila circolare, evitando il mutuo effetto tra le pile (e relative fondazioni) (Figg. 3-4).

Una seconda soluzione, anche se caratterizzata dalla medesima tipologia di impalcato, presenta una differente conformazione delle pile: per i viadotti VI02 e VI09 che scavalcano rispettivamente la linea ferroviaria Treviglio-Cremona in comune di Caravaggio (Bg) con 12 campate e lunghezza complessiva di circa 290 m e il nodo viario in località San Martino in comune di Travagliato (Bs) con 25 campate per coprire una distanza complessiva di 770 m. In questo caso sono state utilizzate pile quadrate con pulvini a calice collegati. Tale scelta

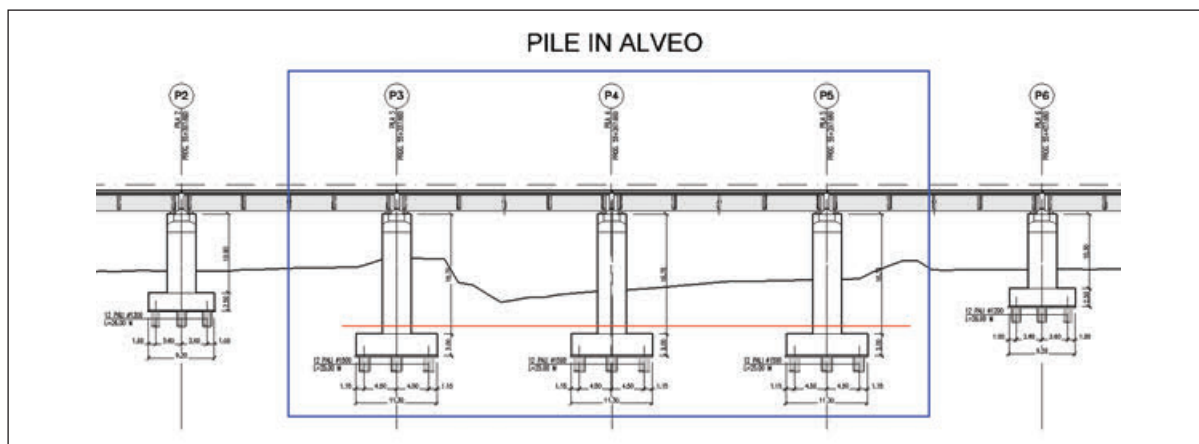
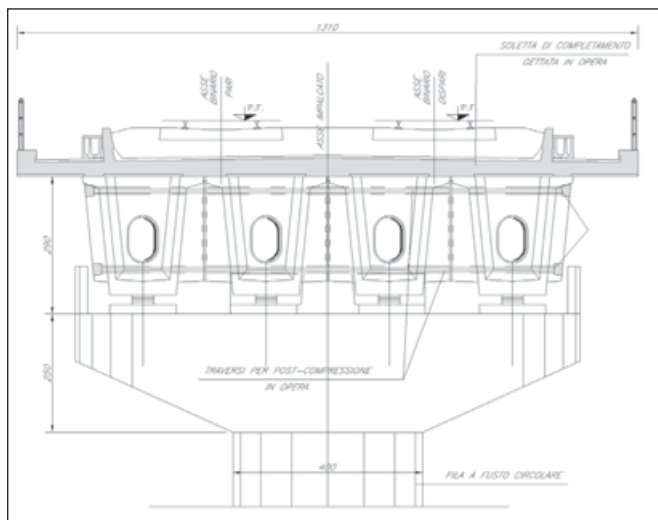
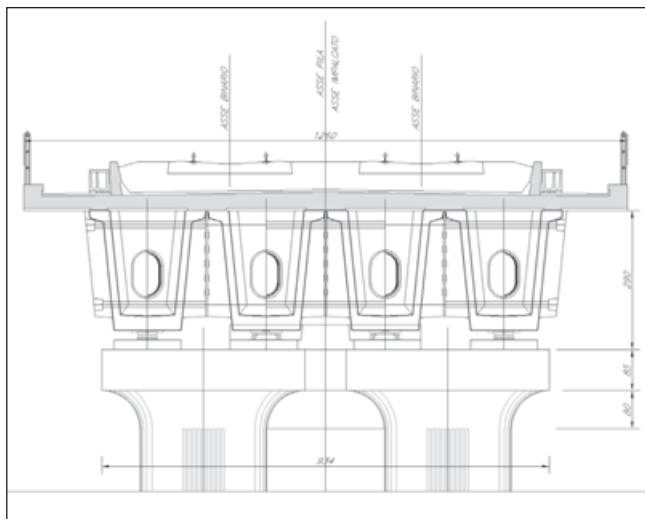


Figura 3 - Schema quote di imposta fondazione in alveo e quota di massimo scalzamento (in rosso)

Figura 4 - Sezione tipo impalcato viadotti VI03-VI04

Figura 5 - Sezione tipo impalcato viadotti VI02-VI09


progettuale risulta consolidata, in quanto già realizzata nella linea AV/AC Torino-Novara per i viadotti in interferenza con l'autostrada. L'utilizzo di pile con cassero matrice e pulvini a calice, inoltre, rende l'opera di maggiore pregio architettonico (Fig. 5).

Una terza soluzione è stata adottata in forma puntuale per i viadotti VI02, VI09, IN34 ed IN42 al fine di rispondere a diverse esigenze progettuali legate alle interferenze con la viabilità ed al franco di rispetto. In questi casi, alcune campate dei viadotti

sopra descritti, sono state realizzate con impalcato a struttura mista acciaio/calcestruzzo invece che in c.a.p. La realizzazione di questi elementi è avvenuta per la maggior parte in officina limitando le lavorazioni in situ a quelle strettamente necessarie per l'assemblaggio e la solidarizzazione degli impalcati. Le principali motivazioni che hanno indirizzato la scelta progettuale su campate in acciaio sono:

- Per il viadotto "San Martino" VI09 l'esigenza di risolvere l'interferenza con le rampe dello

Figura 6 - VI09, Realizzazione impalcato metallico su svincolo autostrada Bre.Be.Mi



svincolo dell'autostrada Bre.Be.Mi e la S.P. 19 (futura autostrada di collegamento alla A21), che richiedono scavalchi di luce pari a 40 m e quindi più lunghi dell'elemento tipico in c.a.p. da 30 m (Fig. 6);

- Per il viadotto "Caravaggio" VI02 l'esigenza di risolvere l'interferenza con la linea storica Treviglio-Cremona, con una campata avente un ingombro altimetrico minore (circa 1.10 m contro 2.10 m delle normali travi in c.a.p.) (Fig. 7);
- Per i ponti sui canali Fosso Bergamasco IN34 e roggia canale Naviglio Vecchio IN42 la ragione è stata quella di garantire un adeguato franco idraulico rispetto al canale sottostante, anche in questo caso con campate metalliche aventi ingombro altimetrico ridotto (Fig. 8).

La struttura metallica si compone quindi di elementi longitudinali a "doppio T", con altezze del profilo variabile tra 1.00 e 2.60 m in funzione della luce dell'impalcato.

Una quarta soluzione costruttiva è quella ai viadotti mono-binario, relativi al salto di montone dell'interconnessione di Brescia Ovest, VI07 e VI08, per un totale di 14 campate ed uno sviluppo complessivo di circa 350 mt, realizzati con pila a pianta quadrata con cassero matrice, pulvini a calice ed impalcato a doppio cassone prefabbricato in c.a.p. con trefoli di post-tensione trasversale e getto di completamento in opera (Fig. 9).

Progettazione e collaudo

Figura 7 - VI02 - Estratto sezione di progetto in corrispondenza della linea storica Treviglio-Cremona

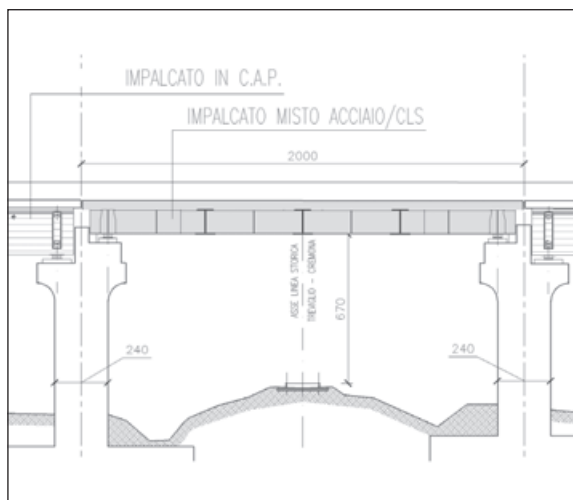


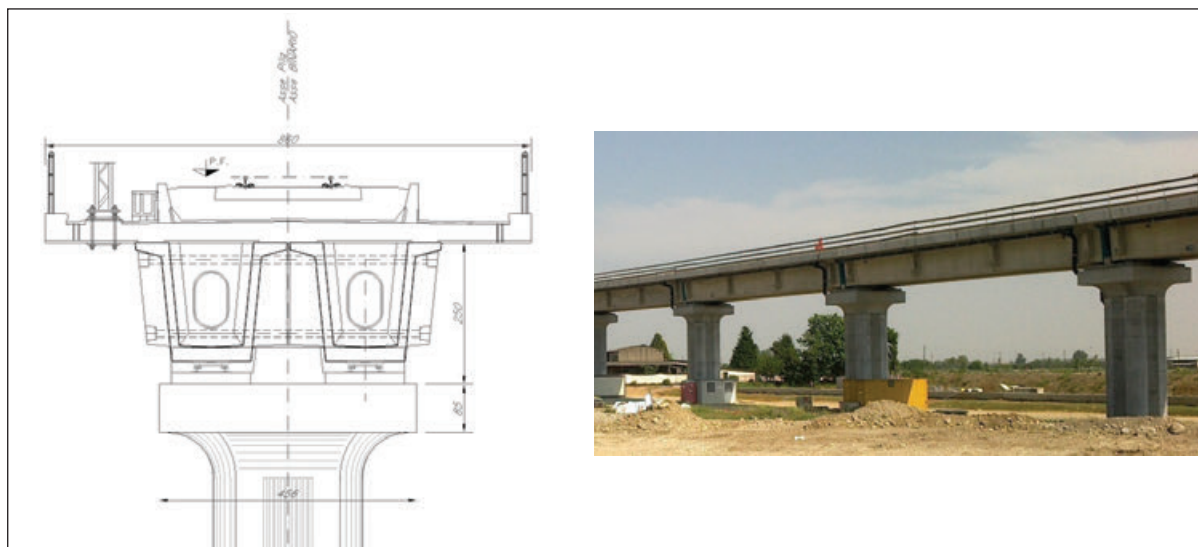
Figura 8 - IN42 Vista del franco idraulico su Roggia Canale Naviglio Vecchio



dei sistemi di fondazione

Relativamente alla progettazione geotecnica delle opere di fondazione ed al controllo dei cedimenti delle strutture sotto carico si è optato, in generale, per fondazioni profonde, con il ricorso all'uso di pali di medio/grande diametro $\varnothing 1000$ - $\varnothing 1200$ - $\varnothing 1500$ mm trivellati a fango e sottoposti sistematicamente a prove di carico di collaudo. Occorre osservare che particolarmente impegnativo è stato il progetto delle palificate sottoposte ad azioni orizzontali di notevole entità: in questo caso la richiesta della normativa in merito alla capacità portante laterale ha prevalso rispetto ad ogni altra esigenza, per quel che attiene il dimensionamento delle armature. Per le pile

Figura 9 - VI07/08 - Schemi di realizzazione viadotti a singolo binario



nell'alveo di magra del Viadotto Serio e, soprattutto Viadotto Oglio, di particolare impegno sono risultate le opere di presidio del cantiere soggette a forti battenti idraulici. In questo caso si è ricorsi a palancolati contrastati da almeno due ordini di puntoni e l'impermeabilizzazione del fondo per mezzo di tamponi in jet-grouting. Le pile golenali dell'Oglio, notevoli come numero ma, fortunatamente, assoggettate a battenti idrici non eccessivi, sono state invece realizzate prosciugando lo scavo soltanto per mezzo di pompe.

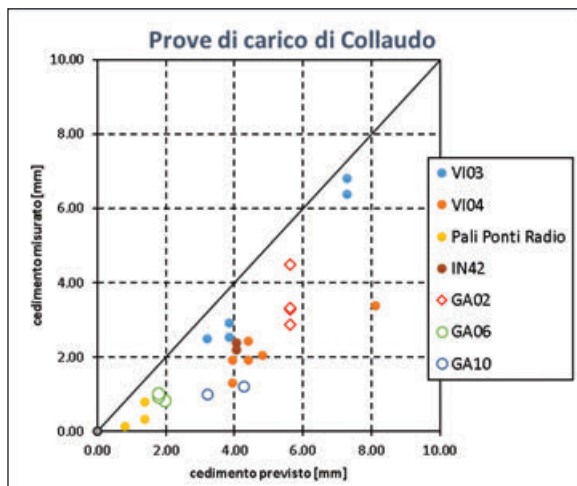
Dal punto di vista geotecnico, i controlli ed i collaudi più rilevanti sono costituiti dalle prove di carico sui pali di fondazione. In questo caso, per le opere d'arte sotto binario si trattava di pali di grande diametro sottoposti in esercizio a carichi massimi dell'ordine di 7000-8000 kN e quindi a carichi di collaudo fino a 12000 kN

In accordo con le prescrizioni del Manuale di Progettazione Italferr e con le NTC 2008, per le diverse tipologie di palo ed in funzione del numero di pali realizzati e del relativo contesto geologico/geotecnico, per ogni opera sono state organizzate prove di collaudo.

Stante il livello di carico applicato, pari a 1,5 volte il carico in esercizio, raramente le prove hanno consentito di evidenziare l'inizio di un

comportamento non lineare, necessario per tentare un'estrapolazione del carico ultimo. La valutazione delle prestazioni dei pali si sono quindi concentrate su un confronto tra previsioni e misure in termini di deformabilità, confronto dimostratosi sempre molto positivo (Figura 10).

Occorre notare il fatto che queste prove sono state condotte utilizzando in genere una configurazione in cui il carico era applicato con una robusta trave, appositamente dimensionata e fabbricata, vincolata, per mezzo di barre ad alta resistenza, a due (o più) pali a trazione, disposti ad una distanza di almeno cinque diametri dal palo prova. Nonostante che tale disposizione corrisponda alla configurazione suggerita dalle più usuali raccomandazioni sul tema, si può dimostrare che ad una distanza di cinque diametri permane una importante interferenza tra palo prova e pali di contrasto: tale interferenza si manifesta in una eccessiva rigidità del sistema, rigidità in realtà apparente. I confronti sono stati pertanto fatti non sulla base dei cedimenti previsti per il palo nelle condizioni di esercizio, bensì sul palo nelle condizioni di prova. Allo scopo, ogni prova è stata preventivamente simulata con il codice PIGLET, programma ampiamente diffuso nella pratica per lo studio di pali in gruppo ed in grado di modellare

Figura 10 - Esiti prove di carico di collaudo su pali

elasticamente l'interazione fra pali: i cedimenti utilizzati in Figura 10 per confronto con i valori sperimentali sono proprio quelli prodotti con la simulazione PIGLET. Nel caso in cui le misure fossero state poste a confronto con presunti cedimenti teorici di pali isolati, la distanza tra misure e previsioni sarebbe stata ancora più marcata. Nonostante questo accorgimento, il comportamento misurato è stata sempre più rigido di quello atteso.

Metodologia adottata per le prove di collaudo statico dei viadotti ferroviari

La realizzazione delle opere civili a servizio di una linea ferroviaria viene regolamentata sia dalla normativa nazionale in materia di costruzioni sia da una serie di norme emanate direttamente dalla committenza (RFI) al fine di definirne aspetti specifici. Le operazioni di collaudo statico, in particolare, risultano normate da una serie di disposizioni denominate "Linee guida di collaudo statico" al fine di armonizzare le operazioni di collaudo statico delle opere ferroviarie su tutto il territorio nazionale. Tali linee guida definiscono per ciascuna categoria di opere (alcuni fabbricati standard, strutture scatolari, viadotti, barriere antirumore, ecc.):

- Il tipo e l'entità di prove, indagini, misure, controlli da eseguire per ogni opera;
- Le modalità di esecuzione di prove, indagini,

misure

Vengono, pertanto, definite le attività minime attese dal Collaudatore Statico, fatte salve maggiori e più dettagliate prestazioni richieste dalle Norme, dal contratto e dai capitolati.

Nel caso specifico dei viadotti ferroviari le linee guida su richiamate prescrivono l'esecuzione di prove statiche e dinamiche ed obbligano al raggiungimento delle massime sollecitazioni di progetto, come nel seguito meglio definite, su tutte le campate dell'opera.

Le prove statiche consistono nell'indurre nella struttura le sollecitazioni flessionali di progetto previste nella combinazione "caratteristica", con la possibilità di ridurre all'80% del valore di progetto il contributo dei soli carichi accidentali.

Per i ponti a doppio binario è, quindi, necessario prevedere diverse condizioni di carico, corrispondenti alla presenza dei convogli sia su un singolo binario che su entrambi. Il numero di campate su cui effettuare la misurazione delle deformazioni, per ciascun viadotto, è di 1 campata ogni 5 per ogni tipologia utilizzata.

Le prove di carico dinamiche, invece, consistono nella misurazione della prima frequenza propria della struttura e sono da eseguirsi prima e dopo l'esecuzione delle prove di carico statiche. I test dinamici hanno la duplice funzione di accertare la correttezza del valore definito in fase di progetto ed individuare eventuali comportamenti anelastici causati dalle prove statiche. Infatti, la presenza di un danneggiamento della struttura comporterebbe una variazione di rigidità e, di conseguenza, un cambiamento della frequenza di oscillazione libera misurata nella valutazioni successive alla prova "statica".

Descrizione delle modalità di collaudo, carichi di progetto e sollecitazioni di prova

Le sollecitazioni da raggiungere in fase di collaudo risultano essere quelle derivanti dai contributi di (i) Peso Proprio (travi prefabbricate, soletta collaborante); (ii) Carichi permanenti portati (elementi in c.a., finiture, armamento, barriere antirumore);

(iii) Carichi accidentali (treni di progetto, vento, azioni dinamiche convogli).

Prendendo a riferimento la casistica più diffusa, ovvero l'impalcato a 4 cassoni prefabbricati con luce pari a 30.0 m, l'analisi degli involucri progetto, porta ad avere un momento massimo in mezz'aria, nella condizione di doppio binario, nell'ordine di circa 4750 kNm dovuti ai carichi permanenti e 8650 kNm relativi ai carichi accidentali. Sulla base delle indicazioni delle linee guida di Collaudo Statico, pertanto, il minimo momento da raggiungere in fase di prova di carico è pari a circa $4750 + 0.8 \times 8650 = 11670$ kNm.

In prima approssimazione, ragionando come se ciascuna trave fosse indipendente dalle altre e semplicemente appoggiata, il carico linearmente distribuito necessario ad indurre in un elemento strutturale di luce $L=30.0$ m il momento sopra citato è di circa 100 kN/m.

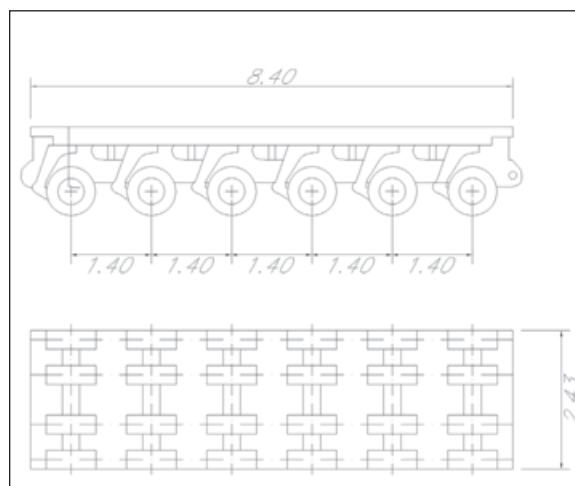
Una volta definita l'entità del carico di collaudo, per l'esecuzione delle prove statiche, sono state introdotte ulteriori considerazioni di tipo pratico/logistico:

- Possibilità di sottoporre al carico di collaudo tutte le campate;
- Rapido trasferimento del carico da una campata all'altra;
- Integrazione dell'attività di collaudo nella programmazione di cantiere;
- Eventuale rapida ripetizione del test per anomalie di misura dovute a fattori ambientali (vento, pioggia, ecc.).

Convogli di prova

Tradizionalmente, la metodologia di prova statica adottata per i viadotti ferroviari, si è basata sull'impiego di convogli ferroviari (uno per ciascun binario) dotati di due vagoni con 12 assi ciascuno, opportunamente zavorrati (mediante blocchi in cls o elementi in acciaio). Questa soluzione, tuttavia, implica la necessità di effettuare le prove una volta completata la realizzazione sia delle opere civili che di armamento, normalmente in interferenza con le attività tecnologiche di

Figura 11 - Schema di carrello modulare a 6 assi



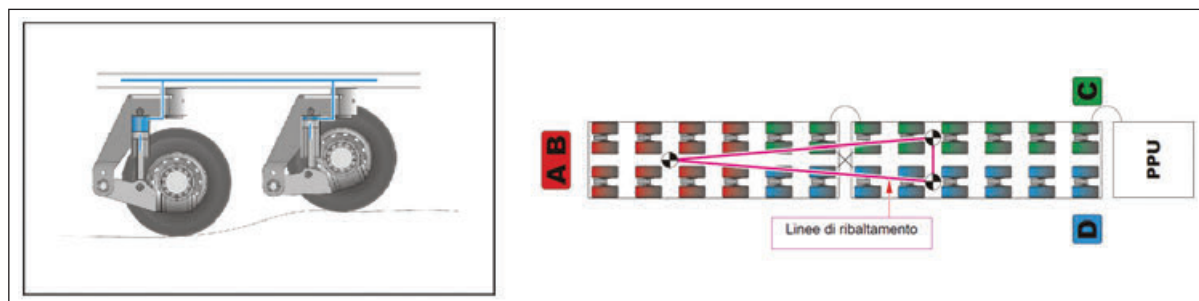
seconda fase: il rischio, in caso di riscontri negativi in fase di collaudo, sarebbe stato quello di intervenire su un'opera completa anche per difetti minimi o banali. Pertanto, per una tempestiva valutazione statica dell'opera, si è scelto di utilizzare una metodologia innovativa, anticipando le prove di carico alla fase immediatamente successiva al completamento strutturale dei viadotti, anche per ridurre in modo consistente l'interferenza con il montaggio degli impianti tecnologici. Un ulteriore vantaggio è quello di ottimizzare l'esecuzione delle condizioni di prova con carico eccentrico, vista l'assenza della maggior parte dei carichi permanenti portati sulla struttura dovuta all'assenza della sovrastruttura ferroviaria. Visti i carichi in gioco, non è stato possibile utilizzare mezzi di trasporto comuni (autocarri, autogru...) in quanto in grado di fornire un esiguo contributo in termini di sollecitazioni indotte nella struttura rispetto ai carichi ferroviari. Al tempo stesso, considerata la necessità di sottoporre a prova di carico 10 tra viadotti e gallerie ferroviarie, con un totale di 33 campate su cui effettuare le misurazioni sottoponendo, in ogni caso, tutte le 138 campate al carico di prova, non è sembrato percorribile, in relazione alla programmazione delle attività di cantiere, l'utilizzo di blocchi di zavorra da posizionarsi sull'impalcato mediante autogru. Da queste due considerazioni si è passati alla ricerca di un mezzo

Figura 12 - Esempi di assemblaggio moduli a 14 o 18 assi

di trasporto su gomma che avesse una capacità di carico comparabile alle necessità del caso. La soluzione adottata, messa a punto dal Consorzio Cepav Due e condivisa dal Collaudatore Statico e dal progettista dell'opera, è stata quella di utilizzare carrelli modulari con capacità portante netta fino a 36.0 ton/asse, a cui aggiungere un peso proprio di circa 4.0 ton/asse. Il vantaggio di questi elementi è la possibilità di collegamento di diversi moduli fino ad ottenere la lunghezza richiesta dal tipo di struttura da sottoporre a collaudo. In questo caso, sono stati utilizzati elementi da 4 e 6 assi ciascuno, assemblandoli fino ad ottenere convogli da 14 o 18 assi. Ciascun convoglio è dotato di una unità motore che ne consente il movimento. Per il raggiungimento delle azioni di prova è stato posizionato sui moduli un numero appropriato di blocchi in calcestruzzo delle dimensioni di circa 2.0x1.0x1.0 m: in fase di prova, tutti gli elementi (sia i moduli dei carrelli che la zavorra) sono stati sottoposti ad operazioni preliminari di pesatura. Le dimensioni degli elementi, l'interasse delle ruote, la capacità di

carico e la velocità risultano essere confrontabili con quelle del "treno di collaudo". Il moto stesso dei carrelli e la loro massa, inoltre, nelle operazioni di avvio ed arresto contribuisce a sollecitare, oltre che verticalmente, anche in direzione orizzontale i dispositivi di appoggio. Il tutto si combina con una pressione localizzata indotta dalle ruote, paragonabile a quella di un normale mezzo stradale, in considerazione dell'elevatissimo numero di ruote su cui viene effettivamente distribuito il carico. Un ulteriore aspetto di interesse è il sistema di sostegno del carico degli elementi modulari: il piano superiore su cui è posizionata la zavorra è collegato agli assi del convoglio mediante un circuito idraulico sezionabile in "gruppi di sostegno". Ciascuno di questi, per il principio dei vasi comunicanti, garantisce una pressione uniforme su ciascun asse, ottimizzando, in questo modo, la distribuzione longitudinale e trasversale del carico mantenendone la stabilità. In ogni momento (anche durante la movimentazione dei carrelli) l'operatore ha quindi la certezza della perfetta

Figura 13 - Schema di funzionamento gruppi di sostegno



distribuzione dei carichi, monitorando i manometri collegati ai gruppi di sostegno (Fig. 13).

Esecuzione e risultati prove di carico statiche

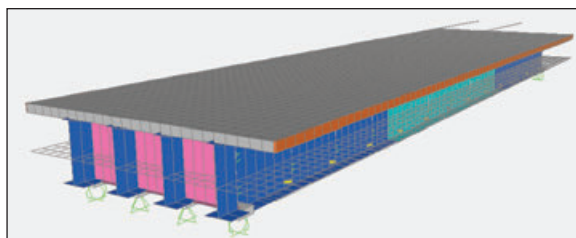
Per ciascuna opera sottoposta a prova di carico, il progettista ha predisposto un documento preliminare al fine di fornire tutte le indicazioni operative necessarie all'esecuzione ed alla valutazione dei risultati della prova. Ciascuna relazione contiene una parte descrittiva relativamente alle modalità operative ed una computazionale, con indicazione delle azioni interne in fase di collaudo, le relative deformazioni attese e le frequenze proprie. Il modello di calcolo utilizzato per le verifiche di collaudo e la determinazione delle deformazioni di prova è il medesimo utilizzato per il dimensionamento delle strutture ed è rappresentato da: Impalcato in c.a.p.: graticcio di travi formato da elementi longitudinali (con sezione resistente formata dai cassoncini e dalla porzione di soletta superiore di competenza) e da elementi trasversali atti a modellare il contributo dei 5 traversi di post-tensione. I vincoli risultano essere puntuali e coerenti con gli effettivi gradi di libertà consentiti dai dispositivi in opera. Le scelte del progettista hanno comportato la concentrazione dei carichi in corrispondenza dell'asse di ciascuna trave (Figg. 14-15-16).

Impalcato in acciaio (Fig. 17): il modello risulta essere più complesso del precedente, vista la presenza di irrigidimenti quali diagonali, briglie superiori e inferiori, controventi superiori e inferiori.

Tutti gli elementi tipo "frame" sono modellati nei rispettivi assi baricentrici. Gli elementi tipo "shell" della soletta sono modellati direttamente nel piano contenente i baricentri delle travi principali, previo utilizzo di opportuno offset di calcolo per riportarli nel reale piano baricentrico della soletta. I dispositivi di vincolo dell'impalcato alle sottostrutture sono tali da consentirne il libero scorrimento longitudinale in corrispondenza dei quattro appoggi da un lato, mentre un unico appoggio interno impedisce le traslazioni in direzione trasversale; all'estremo opposto si prevede invece il blocco di tutte le componenti di traslazione in corrispondenza dei due appoggi centrali e la possibilità di traslazioni trasversali e longitudinali per i due appoggi esterni (multidirezionali).

In fase di prova, sono stati misurati, tramite comparatori centesimali gli spostamenti in mezzzeria, la deformazione degli apparecchi di appoggio, la rotazione in corrispondenza degli appoggi e le deformazioni verticali delle pile. In corrispondenza delle varie condizioni di carico previste durante la prova, il progettista ha calcolato i valori attesi di spostamenti e rotazioni per ciascuna condizione. Nel documento, inoltre, è stato affrontato il tema delle verifiche localizzate della soletta dovute al carico di ciascun pneumatico del convoglio: i calcoli hanno confermato che, nonostante la consistente entità del carico totale, la presenza di 4 ruote su ciascun asse (con impronta di circa 1000 cm² ciascuna) genera una pressione locale sull'impalcato paragonabile a quella di un normale autocarro a pieno carico. Di conseguenza, anche in fase di prova, gli stati di sollecitazione nella soletta di

A 3D perspective view of a rectangular frame structure. The structure consists of four parallel longitudinal members connected by two transverse members. The longitudinal members are labeled with a length of 153.92. The transverse members are labeled with a width of 86.58. The structure is shown in a perspective view, with the front face and the top surface visible. The material properties are indicated by a green 'E' and a blue 'I' at the bottom left corner.

Figura 17 – Modello FE di progetto per impalcato in acciaio

completamento sono rimasti contenuti in valori modesti, escludendo ogni possibile danno strutturale localizzato. A questo scopo sono inoltre state poste in essere una serie di cautele per garantire i giunti, l'impermeabilizzazione dell'impalcato e i rilevati attraversati dal convoglio.

A titolo di esempio si riportano i valori attesi ed i valori medi misurati per la condizione di carico più gravosa per ciascuna tipologia di impalcato, che dimostra un'ottima risposta del modello di calcolo utilizzato per le previsioni:

IMPALCATO	Freccia Mezzeria [mm]		Rotazione Appoggi [rad]	
	ATTESA	MISURATA	ATTESA	MISURATA
Impalcato binario singolo c.a.p. L=25,0 m	-7,30	-6,80	0,0009480	0,0009000
Impalcato Doppio Binario c.a.p. L=30,0 m	-10,30	-10,00	0,0010830	0,0095000
Doppio Binario Acciaio L=20,0 m	-11,60	-8,00	0,0017300	0,0011000
Doppio Binario Acciaio L=40,0 m	-44,50	-42,50	0,0035670	0,0035000

In fase di prova, inoltre, sono state monitorate le deformazioni degli apparecchi di appoggio, posizionando alcuni trasduttori elettronici in prossimità degli apparecchi stessi. I risultati ottenuti, hanno mostrato valori comparabili con i dati delle prove funzionali eseguite in stabilimento. Gli spostamenti, in corrispondenza dei carichi massimi, sono stati nell'ordine di circa 0.40 mm.

Anche le pile hanno risentito del posizionamento del carico di collaudo sulle campate adiacenti, mostrando cedimenti di circa 0.30-0.40 mm, recuperati in fase di scarico.

In tutte le prove, inoltre, è stato riscontrato un

perfetto comportamento elastico con deformazioni residue minime, nell'ordine del 4-5% degli abbassamenti massimi, confermando un'ottima risposta strutturale delle opere realizzate.

Risultati ed esecuzione prove di carico dinamiche

Le linee guida di collaudo statico prevedono che su ciascuna campata sottoposta a prova di carico statica, vengano effettuate, prima e dopo le prove stesse, test di tipo dinamico.

L'obiettivo da perseguire è la determinazione della prima frequenza propria di oscillazione. La prova si svolge disponendo sull'impalcato alcuni accelerometri per la registrazione delle componenti verticali di accelerazione sulla struttura. Successivamente, la campata di prova viene messa in vibrazione mediante il transito di un autocarro carico di inerti su un dosso artificiale posizionato in corrispondenza della mezzeria, al fine di indurre una sollecitazione di tipo impulsivo.

Una volta ottenuto l'accelerogramma derivante dal passaggio del mezzo, è stato possibile calcolare, mediante la trasformata di Fourier, le frequenze proprie della struttura. Effettuando l'acquisizione dei dati contemporaneamente sui due lati dell'impalcato è possibile caratterizzare anche la tipologia (flessionale o torsionale) della frequenza propria calcolata.

I risultati di campo anche in questo caso hanno confermato le previsioni del progettista ed hanno escluso la variazione di frequenze proprie dovuta all'esecuzione della prova di carico statica.

IMPALCATO	Previsione	Dinamiche pre	Dinamiche post
-----------	------------	---------------	----------------

Figura 18 – Disposizione strumentazione per prove dinamiche

Impalcato Doppio Binario c.a.p. L=30,0 m	7,06 Hz	7,8 Hz	7,8 Hz
--	---------	--------	--------

Figura 19 – Esempio elaborazione dati accelerometri

Doppio Binario Acciaio L=20,0 m	7,61 Hz	8,5 Hz	8,5 Hz
Doppio Binario Acciaio L=40,0 m	3,11 Hz	4,5 Hz	4,5 Hz

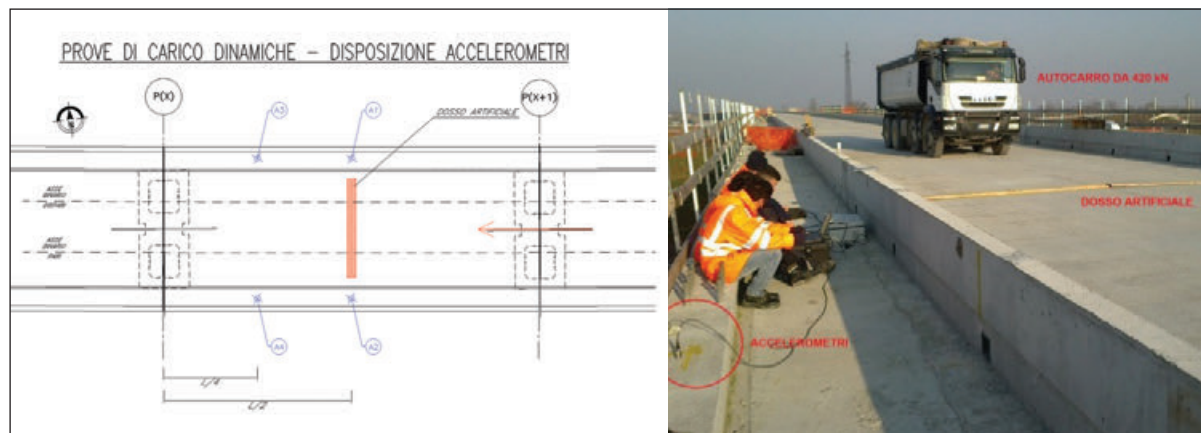
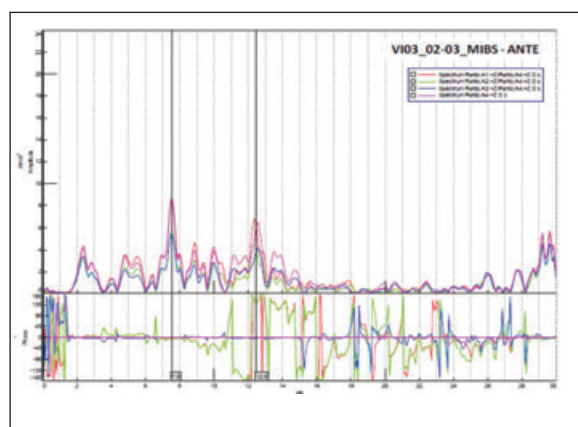


Figura 19 – Esempio elaborazione dati accelerometri



Conclusioni

Il confronto della soluzione di prova mediante carrelli modulari, con quella “tradizionale” con treno di collaudo ha denotato una molteplicità di vantaggi a favore della prima, in particolare:

- Esecuzione della prova al completamento delle sole opere strutturali;
- Nessuna interferenza con il montaggio degli impianti tecnologici;
- Maggiore impegno degli impalcati nelle condizioni di carico eccentriche per assenza di ballast ed armamento;
- Maggiore impegno degli apparecchi di appoggio in fase di frenatura, rispetto alla presenza della

lunga rotaia saldata.

Eventuale possibilità di intervento in caso di esito negativo anche per difetti minimi o banali

Coordinamento delle attività di collaudo con le altre attività di cantiere;

Mantenimento di un elevato standard di sicurezza per gli operatori preposti all'esecuzione della prova stessa;

Garanzia di una corretta ed equa distribuzione dei carichi su ciascun asse dei convogli gommati.

Bibliografia

D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008

RFI /DIN/IC PO 001 B – Linee guida per il collaudo statico delle opere d'arte di una nuova linea ferroviaria

Linea AV/AC Treviglio-Brescia, Elaborati di progetto esecutivo

Scheuerle, Manuale operativo carro modulare SPMT, Versione 6.1

fresh SURVEYING

Porta il #*fresh* surveying nel tuo business con innovazioni uniche e pratiche di GeoMax



(video) Zoom3D



Catalogo Generale



Zenith 35 Pro



PART OF
HEXAGON



www.geomax-positioning.it

GEOMAX
works when you do

L'evoluzione della professionalità del geologo nell'attività di progettazione geomineraria e geoambientale

a cura di **Franco La Mendola**, Geologo Libero Professionista



Per il proprio background culturale, per il percorso di studi universitari effettuato e per le proprie competenze maturate sul campo della libera professione, sino ad oggi la figura del Geologo è stata considerata dal mondo delle professioni tecniche esclusivamente come un “consulente” esperto in problematiche idrogeologiche, geomorfologiche, geomeccaniche e sismiche, di supporto al progettista ingegnere o architetto d'irsivoglia.

Invero nell'ambito dei vari step di un progetto lo Studio Geologico, denominato più comunemente “Relazione Ge-

ologica”, rappresenta di fatto un mero e semplice documento a sè stante a compendio del progetto stesso, al quale si dà importanza, nell'80% dei casi, solamente allorquando emergono problematiche di fattibilità geologica e/o idrogeologica, generalmente in corso d'opera o addirittura postume, perdendo così quella sua funzione propedeutica.

Pertanto la professionalità del geologo, nell'ambito delle fasi di progettazione, viene sistematicamente relegata ad una figura marginale di “consulente del progettista”, lasciando all'ingegnere o architetto “la centralità della progettazione” e il coordinamento dei vari step progettuali.

Si tratta certamente di una visione piuttosto riduttiva della nostra categoria se solo si pensa che in taluni ambiti tecnici, come quello estrattivo, agrario, idrogeologico, geoambientale, ma soprattutto geominerario (progettazione di cave a cielo aperto), per il profilo



Convegno "La centralità del geologo nel settore estrattivo". Porto Empedocle (AG), 18 maggio 2013

professionale che egli possiede il Geologo deve poter assumere e rivendicare un ruolo centrale nella progettazione e nel coordinamento di altre figure professionali complementari, sottoscrivendosi legittimamente in tutti gli elaborati allegati come "progettista".

A contribuire a tale posizione marginale restrittiva, ahimè, sono anche i tanti Colleghi che, allorquando vengono consultati dalla committenza per un incarico di progettazione, quale un progetto di coltivazione per l'apertura o un progetto per il recupero ambientale di una cava dismessa, si limitano di fatto ad accettare soltanto la consulenza geologica redigendo la classica perizia di supporto al progetto, lasciando così all'ingegnere le competenze di progettista: sia chiaro, ciò è del tutto legittimo in quanto formalmente la "relazione geologica" rappresenta un elaborato da allegare come da protocollo al progetto diventandone uno dei tanti elaborati.

Nello specifico, gli ambiti di progettazione geologica su cui operare sono diversi, dall'ambito tecnico l.s. (rilevati, muri in terra, terrazzamenti, colmate, scavi, gallerie, difese costiere, ripascimenti) a quello idraulico-forestale (progettazione con i metodi e principi della geo-ingegneria naturalistica della sistemazione di corsi d'acqua, sistemazione di versanti in frana, percorsi di penetrazione in aree potenzialmente vulnerabili come piste da sci, sentieri e tratturi panoramici, piste forestali, aree tagliafuoco), dall'ambito della gestione dei rifiuti (progettazione di discariche per lo stoccag-

gio dei rifiuti RSU, dei rifiuti speciali e pericolosi, impianti per il riciclo degli inerti) a quello idrogeologico (progettazione di pozzi di acqua potabile, irrigua e industriale, di acqua minerale e termale, pozzi geotermici, progettazione di bacini di raccolta, briglie e sbarramenti di ritenuta idraulica, invasi atti all'approvvigionamento idropotabile o, più frequentemente, per scopi irrigui), sino al più redditizio ambito estrattivo (progettazione di cave e relativi piani di coltivazione, progettazione di ripristino e recupero ambientale, piani di gestione delle terre), sino alla Direzione Lavori di cave autorizzate.

Anche nel campo delle indagini geognostiche, ad esempio, il Consiglio di Stato ha riconosciuto la legittimità del D.P.R. n. 328/2001 con la relativa definizione delle competenze professionali, respingendo il ricorso del Consiglio Nazionale degli Ingegneri che sosteneva l'illegittimità di suddetto Decreto. In particolare, dall'esame del Regolamento sui LL.PP. che definisce le tre fasi di progettazione, nonché dall'esame della legge professionale, del Tariffario e delle ricognizioni contenute nel D.P.R. n. 328/2001 e ss.mm. ii., emerge chiaramente come l'attività del geologo non rappresenti "*funzione di natura accessoria*", bensì attività integrata nella progettazione. Pertanto ne deriva che la prestazione geologica, integrata e compresa all'interno del progetto, costituisca attività definibile come progettuale, non potendosi limitare il concetto di attività progettuale al solo progetto tecnico-ingegneristico, ma dovendosi comprendere in esso anche i rilievi, le concrete prospettazioni e le soluzioni geologiche inerenti il progetto stesso.

Altri riferimenti normativi che legit-

timano l'attività di progettazione geologica possono evincersi anche nel Tariffario ove, ad esempio, nell'art. 22 si indica l'attività di assistenza alla compilazione del progetto o ancora al punto "c" dell'art. 26, in cui, nel definire lo studio per la compilazione della relazione relativa al progetto esecutivo, si include la *"programmazione degli eventuali interventi di sistemazione dell'area in esame o comunque relativi a problemi di natura geologica"*. Al successivo punto "d" si prevede *"la direzione ad alta sorveglianza sotto l'aspetto geologico dei lavori con visite periodiche al cantiere nel numero necessario ad esclusivo giudizio del geologo, emanando, in collaborazione con la direzione dei lavori, le disposizioni e gli ordini per l'attuazione della parte geologica dell'opera progettata nelle sue varie fasi esecutive e sorvegliandone la buona riuscita"*.

Nell'ambito della progettazione di lavori pubblici, l'attività del geologo relativa alla prestazione geologica, oltre a costituire momento essenziale ed obbligatorio e non certo *"accessorio"*, delle varie fasi progettuali e quindi della progettazione nel suo complesso condividendone l'impostazione e la realizzazione, costituisce, altresì, elemento sistematicamente partecipe del rischio progettuale e come tale necessitante della copertura assicurativa. Ritornando all'attività di progettazione geologica, viene legittimo porsi il seguente quesito: per poter procedere all'estrazione di un giacimento di cava, per poter realizzare un laghetto o un pozzo è concepibile che la committenza (privato o pubblico chichessia) debba incaricare prima un ingegnere (nel caso di cava non necessariamente minerario, così stabilisce la norma) per la progettazione il quale, a sua volta, dovrà inevitabilmente supportarsi di

un geologo per l'indagine geognostica-geofisica, quando invece quest'ultimo, adeguatamente preparato e formato (su ciò ci soffermeremo appresso), possiede nel suo bagaglio le conoscenze/competenze per poter redigere integralmente il progetto affrontandone tutte le fasi e producendo tutti gli elaborati progettuali, nessuno escluso?

Perché il committente dovrebbe pagare gravosamente due o più parcelle ed interagire con due o più professionisti in momenti diversi?

A questo punto sorge spontanea una riflessione che conduce ad un quesito per la cui soluzione dovrebbero attivarsi, nelle sedi opportune, i due soggetti preposti a tale problematica, l'Università e l'Ordine professionale:

"Il geologo è stato formato per progettare? L'odierno percorso di studi universitari in Scienze Geologiche forma oggi lo studente universitario alla progettazione geologica? Conduce all'acquisizione delle conoscenze e delle competenze/abilità per "sapere progettare" ?

Dalle recenti statistiche sugli esiti degli ultimi Esami di Stato non si direbbe proprio! Si renderebbe pertanto opportuno rivedere ab origine anche il piano di studi della nostra facoltà.

In realtà oggi occorre finalmente avere piena consapevolezza del riconosciuto ruolo e delle potenzialità della nostra categoria proprio nel ruolo di *"progettista"* non solo di esperto consulente, ruolo acquisito e *"conquistato"* nel tempo sul campo di lavoro da taluni professionisti che hanno operato da progettisti, dopo un percorso di studi ed esperienze lavorative post-lauream, a seguito di un percorso esperienziale nonché un processo di maturazione che ha condotto all'acquisizione di competenze tali da rendere il geologo di oggi un professionista capace di progettare e coordinare un gruppo di professionisti che agiscono sinergicamente per affrontare le varie branche di un progetto, dall'agronomo al chimico, dall'architetto paesaggista allo zoologo sino al botanico, come ad esempio nel caso classico dello *"Studio d'Impatto Ambientale"* (SIA) da produrre per l'espletamento della procedura di V.I.A.

Invero relativamente alla progettazione geomineraria, nel settore estrattivo solamente da un trentennio a questa parte, la nostra categoria nella regione siciliana ha potuto conquistare un ruolo centrale, oltre che nella pianificazione e gestione ordinaria del territorio e delle emergenze idrogeologiche e ambientali, anche nella progettazione geomineraria e geologico-ambientale, in quanto sino all'inizio degli anni Ottanta l'attività di direzione/progettazione delle cave e miniere e progettazione di recupero ambientale in realtà era stata di esclusivo appannaggio delle categorie professionali di Ingegneri e Periti Minerari.

In particolare, in ambito regionale siciliano il settore estrattivo era infatti disciplinato dal Regolamento Regionale Polizia Mineraria nel cui art. 10 veniva disposto che le uniche figure legittimate alla D.L. di cave e miniere erano l'Ingegnere e il Perito Minerario. Occorre attendere il 1980 per assistere in Sicilia al riconoscimento normativo della figura del geologo nel settore estrattivo, con l'emanazione della L.R. n. 127 del 9.12.1980, nel cui art. 13 viene finalmente legittimato il geologo nella Direzione Tecnica delle attività di estrattive. Tale normativa ha rappresentato una tappa d'importanza storica per la geologia siciliana, ma soprattutto per quei geologi operatori del settore estrattivo in Sicilia – come lo scrivente – per i quali vengono a proporsi finalmente nuove prospettive di lavoro; con il riconoscimento del geologo nella direzione della cave, in automatico, si viene ad aprire per la prima volta la prospettiva della progettazione geomineraria. A rendere, tuttavia, problematico tale percorso di affermazione (soprattutto di natura politica e culturale) della nostra professionalità, hanno sicuramente contribuito alcuni successivi tentativi di delegittimazione ad opera del legislatore nazionale, come l'avvento del D.L. 624/96 Art. 20 (sicurezza in materia di attività estrattive) che riconosceva (scandalosamente) alle figure dell'Ingegnere e del Perito Minerario, le competenze per poter assumere la direzione lavori di una cava nella qualità di R.S.P.P., allo stesso tempo delegittimando e ignorando clamorosamente la figura del geologo dal testo del decreto! Addirittura nel comma 2 di tale articolo si normava testualmente che *“...il direttore responsabile delle attività estrattive deve essere in possesso della laurea in Ingegneria o di diploma universitario in Ingegneria Ambiente-Risorse o equipollente, o di diploma di perito minerario o equipollente”*. Dunque per tale norma l'ingegnere aeronavale, chimico o meccanico poteva assumere la direzione di una cava, mentre del geologo nessun riferimento. Scandaloso!

Per fortuna tale tentativo politico di delegittimazione fu poi scongiurato, grazie anche al contributo, alla pervicacia e ostinazione del sottoscritto che attenzionò l'anomalia agli allora presidenti regionale e nazionale, Siragusa e De Paola, i quali si adoperarono con successo per una rettifica nelle sedi legislative opportune, riuscendo ad inserire la nostra figura nella legge finanziaria n.388 del 2000, all'art.114, norma riparatrice grazie alla quale fu ripristinata e rilegittimata in campo nazionale la nostra figura professionale, già esistente nella regione Sicilia che, da questo punto di vista, è sempre risultata più garantista nei confronti nella nostra categoria.

La norma-chiave della regione siciliana che introduce il geologo, la L.R. 127/80, rappresenta infatti una “tappa storica” per la geologia mineraria siciliana, in particolare per tutti quei professionisti geologi che aspiravano ad esercitare nel settore estrattivo, poiché

da quel momento si sono aperti nuovi orizzonti di lavoro, nuove prospettive di progettazione e direzione lavori di cave nonché di recupero ambientale post-estrazione.

E' indubbio che la progettazione geologica rappresenti oggi un'attività che apre a grandi opportunità di lavoro al Geologo ed anche a maggiori compensi economici, poiché può consentire allo stesso di proporsi alla committenza con un atteggiamento professionalmente diverso, come un tecnico completo capace di affrontare ed elaborare integralmente tutte le varie fasi di un progetto: nella fattispecie della progettazione geomineraria, dal rilievo plano-altimetrico alla programmazione/direzione delle indagini in situ, dalla caratterizzazione giacimentologica al programma di utilizzazione con il calcolo della cubatura, dallo Studio d'Impatto Ambientale (SIA) (seppure in questo caso con la sinergia di altre figure professionali rimanendo al geologo il ruolo centrale di “progettista e coordinatore”), sino allo Studio di fattibilità e al Progetto di recupero ambientale, assumendo così la dimensione di “progettista”, e non solamente di consulente specialista a supporto dell'ingegnere o architetto.

In tale ottica, nello scenario attuale delle professioni tecniche è innegabile che il “progetto moderno” costituisce oggi un documento multidisciplinare, alla cui redazione contribuisce un gruppo di professionisti, coordinati da una figura di “progettista” che può essere il geologo, i quali studiano e valutano collaborando sinergicamente, ciascuno per la propria sfera di competenze, l'interazione tra Opera da progettare e Ambiente nel quale questa essa verrà inserita, ovvero l'interazione tra i

vari interventi di progetto e le singole componenti ambientali biotiche (uomo, flora e fauna) e abiotiche (suolo e sottosuolo, atmosfera, acque superficiali e sotterranee, paesaggio).

La figura del geologo può essere considerata altresì come un progettista Responsabile della Progettazione Specialistica di competenza, inteso come un tecnico progettista abilitato all'esercizio della professione che fornisce e sviluppa, per la propria parte, elaborati specialistici inclusi in un progetto comprendente pluridisciplinarietà, così come già elencato in precedenza.

Riconducendomi alla premessa iniziale sul ruolo del “geologo progettista”, si può concludere che, specie nell'ambito della progettazione geomineraria e geoambientale, da un decennio a questa parte, senza abbandonare quella funzione propedeutica di consulente, il geologo sta cominciando ad interagire con la committenza assumendo un atteggiamento professionale nuovo di “tecnico progettista”, in grado di affrontare le varie fasi e redigere tutti gli elaborati progettuali sottofirmandoli come progettista, dalla caratterizzazione geologica al programma di utilizzazione di un giacimento con il calcolo della cubatura, sino alla redazione dello studio di fattibilità e del progetto di recupero ambientale. E ciò non solo per la progettazione di attività estrattive, ma anche per la progettazione di discariche, bonifiche, laghi collinari, consolidamenti con rinaturazione dei suoli attraverso tecniche di ingegneria naturalistica, pozzi e via dicendo.

Rispetto al passato in cui la figura dell'ingegnere a livello nazionale è stata da sempre politicamente più rappresentativa e più rappresentata, specie in taluni importanti istituzioni politiche di carattere nazionale qua-



le ad esempio il Consiglio Superiore dei LL.PP. (il D.L. 624/96 in cui viene escluso il geologo nelle cave ne è l'esempio evidente!), oggi la nostra categoria è riuscita finalmente a conquistare un maggior peso politico, dopo un travagliato percorso di crescita professionale ma anche culturale e politica, sia a livello regionale che nazionale.

La presa di coscienza di questo nuovo atteggiamento, unitamente ad una rivisitazione del percorso di studi universitari, potrà consentire in futuro alla categoria dei Geologi di potersi proporre nel panorama delle professioni tecniche come professionisti completi, in grado di approcciare in toto i vari step di un progetto, acquisendo anche quella maggiore autostima professionale e quel ruolo di “centralità” nella progettazione che possa consentire, altresì, di poter coordinare altre professionalità che intervengono sinergicamente nel progetto, ciascuno per la propria area di competenza (l'agronomo, il chimico, il botanico, lo zoologo, il paesaggista, l'economista), tutte figure che entrano a far parte in modo complementare della redazione degli elaborati progettuali, come ad esempio il S.I.A.

E' innegabile che a queste recenti dinamiche professionali, al processo di crescita e maturazione nella direzione della progettazione geologica ha contribuito in modo determinante l'azione politica pervicace del nostro ordine nazionale, specie nell'ultimo quindicennio. Hanno contribuito altresì la presa di coscienza, la maggiore attenzione e sensibilità da parte della società civile e della politica alle problematiche ambientali, idrogeologiche e del rischio sismico, ma anche un'acquisita nuova consapevolezza da parte del mondo delle professioni del riconoscimento della valenza propedeutica nonché dell'importanza “imprescindibile” delle competenze geologiche nella progettazione geomineraria e geoambientale, oltretutto nella pianificazione territoriale, nella gestione-pianificazione dello sfruttamento delle georisorse, nella gestione delle problematiche idrogeologiche e della difesa del suolo.

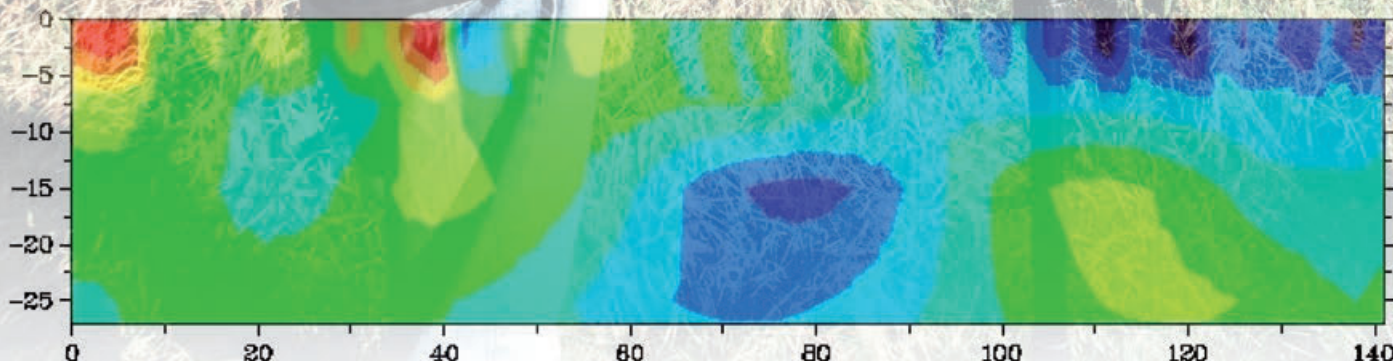


www.indago-rovigo.it

Società accreditata per corsi APC

**EMFAD : ELETTROMAGNETOMETRO
VLF MULTIFREQUENZA ACQUISISCE
7 FREQUENZE
CONTEMPORANEAMENTE
SOFTWARE DI
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE
EMFAD TAB ED EMFAD SCAN E.....**

**.....NOVITA': HzEM SOFT BY EMTOMO
PER INVERSIONE 2D DEI DATI EMFAD**



Distributore per



geotomographie



Ind.A.G.O. s.n.c. - Indagini e Opere Ambientali e Geologiche - V. Balzan, 1 - 45100 - Rovigo - tel.: 042525185
www.indago-rovigo.it



Ricerca geoarcheologica per la localizzazione del sito di sepoltura di Alarico re dei Visigoti

Mario Pagano Soprintendente Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Cosenza, Catanzaro e Crotone.

Amerigo Giuseppe Rota Iscritto all'Ordine dei Geologi della Calabria al n. 344 e Pubblico Dipendente (ASP di Cosenza).

Renato Acri Geologo rilevatore, iscritto all'Ordine dei Geologi della Calabria al n. 360.

Abstract

Among the various application disciplines relating to geological sciences, the one that deserves the most attention and appropriate insights is geo-archaeology. As a matter of fact and especially in Italy, the subsoil holds very important archaeological deposits, testimonies of both culture and history and thus a heritage for all of humanity and which are better contextualized in their original and often mutated environment. The discovery, protection and enhancement of historical and archaeological heritage represent a great opportunity for the people even in from tourist perspective. In fact, the tourism industry is still the most profitable economic sector of a territorial community, that is basically a function of local naturalistic and landscape beauties and of the historically and archaeological heritage still underestimated and not valorized especially in some territorial areas of the south of Italy. The geo-archaeological research of King Alaric's burial site falls under this context, due to it being

based on a known historical fact, since the death of the King of the Visigoths and his burial occurred in a location near the city of Cosenza, in Calabria, in 410 AD. The study, in addition to being an opportunity of great cultural and scientific interest, could also represent in terms of the Calabrian reality, a further stimulus that could help increase the economic and social development of the community, during a period of economic crisis that has been going on for more than a decade. The scientific technical study in itinerant is based on the geo-morphologic and geographic information of the burial site reported in the main reference source, namely the Getica by Iordanes (551 AD.). In fact, precious information about the place chosen by the Visigoths to bury their beloved king is handed down to the descendants, based on what was told by their people over the passage of time.

The study develops in 4 phases which gradually aim to identify more and better defined areas leading to a more probable location of the burial site. The geo-archaeological surveys carried out, the

Termini chiave:

geoarcheologia; Lidar (acronimo dall'inglese); telerilevamento ambientale; Consolare Romana; Bacino del fiume Busento; tracce su suolo; tracce di vegetazione; indagini radar (GPR); indagini elettriche di resistività; indagini elettromagnetiche, HVSR

Keywords:

geoarchaeology; Laser Imaging Detection and Ranging (Lidar); Remote sensing; Roman Consular Road; Busento River Basin; soil mark; crop mark; Ground Penetrating Radar (GPR); Resistivity electrical investigation; Electron Magnetic investigation; Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR)

Dissesti
e alluvioni

Rischio
sismico

Risorsa
acqua

Attività
estrattive

Geoscambio
ed energie

Università
e ricerca

Pianificazione

Bonifiche siti
inquinati e
discariche

Protezione
civile

Professione
& Società

Il Geologo
progettista

Geositi,
Geoparchi
& Geoturismo

environmental surveying studies carried out, and the geophysical surveys carried out have found abnormalities and useful clues for the research. This article represents only an extract from the overall study so far carried out.

Subsequently, the full study that is expected to be completed will be brought to the attention of the scientific community and enthusiasts thanks to the contribution of private sponsors.

Riassunto

Tra le varie discipline applicative afferenti alle scienze geologiche quella che meriterebbe maggiore attenzione ed adeguati approfondimenti è la geoarcheologia. Specialmente in Italia infatti, il sottosuolo custodisce giacimenti archeologici importantissimi, testimonianze di cultura e di storia patrimonio di tutta l'umanità che vanno meglio inquadrati nel loro antico contesto ambientale, spesso mutato. La scoperta, la tutela e la valorizzazione dei beni storici ed archeologici rappresenta una grande opportunità per le popolazioni anche in prospettiva turistica. L'industria del turismo, infatti, è tuttora il settore economico più redditizio di una comunità territoriale che è funzione, sostanzialmente, delle bellezze naturalistiche e paesaggistiche locali e, del patrimonio storico ed archeologico ancora scarsamente tutelato e valorizzato specie in alcune realtà territoriali del sud Italia.

Si inserisce in tale contesto la ricerca geoarcheologica del sito di sepoltura di Alarico che, si fonda, su un dato storico certo poiché, la morte del re dei visigoti e, la relativa sepoltura, è avvenuta in una località prossima alla città di Cosenza, in Calabria, nel 410 d.C.. Lo studio in oggetto oltre ad essere una opportunità dal notevole interesse culturale è scientifico, può rappresentare, per la realtà calabrese, un ulteriore stimolo in grado di contribuire ad accrescere lo sviluppo economico e sociale della collettività in un periodo di crisi economica che perdura già da più di un decennio. Lo studio tecnico scientifico in itinere si basa sulle informazioni geomorfologiche e geografiche del

sito di sepoltura riportate nella principale fonte storica di riferimento ossia la *Getica* di Iordanes (551 d.C.). In essa infatti, sono tramandate ai posteri preziose informazioni sul luogo scelto dai visigoti per seppellire il loro amato re, sulla base di ciò che si raccontava tra la loro gente nel corso del tempo.

Lo studio si sviluppa in 4 fasi che, gradualmente, ha l'obiettivo di individuare aree sempre meglio definite dove può risultare più probabile l'ubicazione del sito di sepoltura. Le indagini geoarcheologiche eseguite, gli studi da telerilevamento ambientale svolti e, le prospezioni geofisiche realizzate hanno riscontrato anomalie ed indizi utili ai fini della ricerca. Il presente articolo rappresenta solo un estratto dello studio complessivo sinora svolto.

Successivamente si riporterà all'attenzione della comunità scientifica e degli appassionati lo studio completo che si prevede presto di ultimare, grazie al contributo di sponsor privati.

Introduzione

Tra le varie discipline applicative afferenti alle scienze geologiche quella che meriterebbe una maggiore attenzione ed adeguati approfondimenti è la *geoarcheologia*. Specialmente in Italia infatti, il sottosuolo custodisce giacimenti archeologici importantissimi, testimonianze di cultura e di storia patrimonio di tutta l'umanità. Inoltre, la grave crisi economica che la società odierna soffre oramai da più di un decennio, richiede lungimiranti scelte politiche che vadano nella giusta direzione per uno sviluppo economico non solo compatibile con le risorse ambientali ma, che sappia sfruttare, le innumerevoli risorse storiche ed archeologiche che un territorio può offrire anche in prospettiva turistica.

L'industria del turismo è, spesso, il settore economico più redditizio di una comunità territoriale che è funzione, sostanzialmente, delle bellezze naturalistiche e paesaggistiche locali e, del patrimonio storico ed archeologico ancora scarsamente tutelato e valorizzato specie, in alcune realtà

territoriali del sud Italia.

Lo studio tecnico scientifico proposto applica anche i principi della ricerca geoarcheologica per individuare il sito di sepoltura di Alarico re dei Visigoti morto e sepolto in una località prossima alla città di Cosenza nel 410 d.C.. Questa opportunità, fondata su dato storico certo, può rappresentare, per la realtà calabrese, un contributo enorme allo sviluppo economico e sociale della collettività e, nuovo impulso alla ricerca geoarcheologica di portata mondiale.

Da circa 4 anni la ricerca in essere ha avuto grande impulso grazie, anche, alla formidabile intuizione del sindaco di Cosenza e del Presidente pro-tempore della Provincia di Cosenza arch. Mario Occhiuto che ha promosso molteplici attività di marketing e di ricerca attivate nell'ambito del comitato tecnico scientifico appositamente predisposto. Il mito di Alarico, la sua leggendaria sepoltura e, il ricco corredo funebre ha così avuto grande risalto, visibilità ed interesse sia a livello nazionale che internazionale. L'attività di promozione ha raggiunto il suo culmine nella conferenza stampa internazionale promossa dal sindaco di Cosenza presso la *Sala Aldo Moro* della Camera dei Deputati il 21 ottobre 2015 della quale, hanno parlato testate giornalistiche di tutto il mondo quale la ABS International, la BBC, la New Indian Express, il Telegraph e tante altre. È del tutto evidente pertanto come, la ricerca in essere, sia più che opportuna non solo per tentare di localizzare l'esatta ubicazione della tomba ma anche perché, incrementa ed alimenta, il mito e la leggenda del re goto e dunque l'appetibilità turistica di Cosenza e dei comuni limitrofi. Recentemente, il 5 novembre 2016, la città dei Bruzi ha inaugurato la statua del re dei visigoti; Alarico è posizionato in piedi sul suo cavallo (dell'artista Paolo Grassino). Essa è stata posizionata alla confluenza dei fiumi Crati e Busento dove, nell'immaginario collettivo, è avvenuta la mitica sepoltura del re.

Continua la risonanza mediatica legata ad *Alarico* che sta sempre più suscitando la curiosità degli stranieri, e non solo, che giungono sempre più numerosi e sempre più interessati al capoluogo

bruzio per seguire le tracce della leggendaria tomba del re dei visigoti che, dopo oltre 1600 anni, è ancora capace di affascinare e di attrarre.

Da qualche mese, inoltre, un importante canale mediatico statunitense è approdato nel cosentino per produrre un documentario su Alarico in quanto personaggio storico leggendario da trasmettere, prossimamente, su un famoso canale satellitare americano.

L'attività di promozione in work progress dà già i suoi frutti infatti, il numero dei turisti giunti a Cosenza, è notevolmente incrementato in questi ultimi anni e comincia a dar respiro ad un sistema economico locale che stenta a decollare.

Principali motivazioni che hanno ispirato la ricerca

La ricerca della tomba di Alarico si sviluppa a partire dalle seguenti considerazioni che riteniamo essere fondamentali:

- Si basa su un fatto storico certo secondo il quale Alarico, è morto ed è stato sepolto in una località prossima a Cosenza;
- La scienza oggi dispone di tecniche e di dispositivi in grado di investigare ampie porzioni del sottosuolo in modo assolutamente non invasivo;
- Alarico pur non essendo un personaggio storico figlio della nostra terra il destino ha voluto che trascorresse gli ultimi mesi della propria esistenza in Calabria e, la sua leggendaria sepoltura con il ricco corredo funebre, rappresenta una notevole opportunità di sviluppo economico per le popolazioni locali. Rappresenta infatti, una forte attrattiva in grado richiamare notevoli flussi turistici nella provincia di Cosenza; si può pertanto programmare la promozione in sinergia alle molteplici bellezze naturalistiche, storiche ed archeologiche ivi presenti (tale obiettivo è sin da oggi alla portata delle istituzioni dunque, praticabile, sulla base del risalto mediatico nazionale ed internazionale che la ricerca e le attività di marketing prodotte hanno già

avuto sino ad oggi!).

Inoltre è opportuno sottolineare la composita personalità di Alarico I, un importante personaggio storico che nulla toglie alla storia plurimillenaria di Cosenza e dei cosentini piuttosto, ne accresce il fascino e che, è il prodotto di culture e di diverse tradizioni:

- barbaro (in quanto non cittadino romano per nascita) della nobile stirpe dei Balti e re dei visigoti,
- successivamente cittadino romano chiamato infatti anche Flavius Alaricus (gli fu conferito il titolo di *Magister militum* dell'Illirico dall'imperatore Teodosio in quanto federati dell'impero romano e poi quello di *Magister militum* in Italia nel 409 d.C. dall'imperatore Prisco Attalo);
- Cristiano seppur di fede ariana.

A proposito di quest'ultimo punto Alarico, sin da piccolo, aveva abbracciato la religione cristiana ariana e la rispettava a tal punto che, durante la depredazione di Roma (25÷28 agosto 410 d.C.), risparmiò la vita di coloro che (non solo cristiani) si erano rifugiati nei diversi luoghi di culto della cristianità presenti nella città eterna come, peraltro, testimoniato nel *De Civitate Dei*^[1] da San Agostino,

1 De Civitate Dei; S. Aurelii Augustini - Libro 1 paragrafo 1: "....Da essa infatti provengono nemici, contro i quali deve essere difesa la città di Dio. Di costoro tuttavia molti, rinunciando all'errore d'empietà, divengono in essa cittadini ben disposti. Molti invece sono infiammati contro di lei da odio così ardente e sono ingrati ai benefici tanto evidenti del suo Redentore che oggi non parlerebbero male di lei se nel fuggire il ferro dei nemici non avessero salvato nei luoghi sacri la vita, di cui oggi sono arroganti. Non sono forse contrari al nome di Cristo anche quei Romani che i barbari per rispetto a Cristo hanno risparmiato? Ne fanno fede i sepolcri dei martiri e le basiliche degli apostoli che accolsero nel saccheggio di Roma fedeli ed estranei che in essi si erano rifugiati. Fin lì incrudeliva il nemico sanguinario, qui si arrestava la mano di chi menava strage, là da nemici pietosi venivano condotti individui risparmiati anche fuori di quei luoghi affinché non s'imbattessero in altri che non avevano eguale umanità. Altrove erano spietati e incrudelivano come nemici. Ma appena giungevano in quei luoghi, in cui era proibito ciò che altrove era lecito per diritto di guerra, veniva contenuta

testimone oculare dei fatti. Inoltre, Olimpiodoro di Tebe pagano e coevo ad Alarico, lo rappresenta come persona magnanimo ed umana^[2].

Circa 80 anni fa il Sovrintendente Edoardo Galli (alla guida della Soprintendenza ai Monumenti del Bruzio e della Lucania dal 1923 al 1936) esprime una autorevole opinione circa la descrizione del sepolcro e provò a farne una descrizione sulla base della sua esperienza di archeologo e di storico dicendo: *"non risulta che la misteriosa tomba sia stata sinora scoperta né distrutta. Se ciò fosse avvenuto anche in tempi remoti né sarebbero rimasti echi nelle leggende locali e tracce nelle cronache. Essa è intatta e si può in qualche modo intuire ciò che contiene..... Lo scheletro del re posto supino con il viso rivolto ad oriente, rivestito di una armatura placcata d'oro con lo scudo e la spada al fianco con uno o più preziosi anelli alle dite e oggetti vari associati al morto come vasellame di vetro, di terracotta, di bronzo, di argento e di oro. Ritengo che vi siano state anche deposte la bacinella metallica per la somministrazione della biada per il cavallo ed una forbice di ferro a molla per tosarlo. Simili oggetti sono consueti in ogni sepolcro barbarico di una certa importanza.....Risulta che Alarico aveva saccheggiato Roma ed è pertanto presumibile che qualcosa del bottino sia stato anche deposto nella sua tomba"*^[3].

Si è favoleggiato dei tesori sepolti nella tomba di Alarico I, dei quali parla Iordanes: in effetti, al re spettava una quota consistente del bottino di guerra, ed esso doveva essere stato, negli anni che precedettero il sacco di Roma, assai rilevante: Alarico giunse alle porte di Roma nel novembre del 408. Per tutto l'anno seguente, dissanguò sistematicamente la città. In un primo momento, il Senato

l'efferatezza dell'uccidere e il desiderio di far prigionieri. Così molti scamparono. Ed ora denigrano la civiltà cristiana e attribuiscono a Cristo i mali che la città ha subito".

2 Il giudizio della storiografia orientale sul sacco di Roma e la crisi d'occidente: il caso di Olimpiodoro di Tebe; U. Roberto; Institutum Patristicum Augustinianum Roma 2012 -, pag. 71

3 Alarico e Cosenza; Mario Raffaele Boretti - Editrice Asemit 2016- pag.79

gli versò un tributo, di oltre 2200 Kg. di oro, 13600 d'argento, e altri 2200 di prezioso pepe orientale, oltre a 3000 pelli scarlatte. Il senato, in accordo con Alarico, nel dicembre del 409, nominò imperatore il prefetto della città *Prisco Attalo*, ma sia l'assedio di Ravenna che un tentativo di accordo con il legittimo imperatore Onorio fallirono. Solo il 24 agosto del 410, quando non furono esaudite altre sue esose richieste, Alarico entrò in Roma e la saccheggiò sistematicamente per tre giorni, ricavandone altre enormi ricchezze. Le sue truppe furono grandemente accresciute dalle masse di schiavi barbari presenti nel ricchissimo suburbio romano e in Italia rimasta senza tutela a parte, dei padroni e degli amministratori. Tuttavia, nei sepolcri dei Re barbari romanizzati, pur essendo essi dotati di vesti e armature di pregio, e talvolta di cavallo e ricche bardature, oltre che di qualche monile e suppellettile preziosa, non c'è da aspettarsi molto di più.

Possiamo farci una idea del tipo di corredo romano-barbarico da alcune, poche sepolture regie rinvenute intatte: quella di Childerico, re dei Franchi, morto nel 481, trovata nel 1653 a Tournai, e quella di Sutton Hoo, con grandi piatti di argento che recano il bollo dell'imperatore Anastasio. Di Teodorico abbiamo a Ravenna il piccolo ma imponente mausoleo, coperto da un monolite. La massima parte del tesoro regio restava a disposizione dei successori, per accrescerne il prestigio e per i bisogni e le necessità più varie: quando Belisario entrò a Ravenna nel 540, facendo prigioniero il re goto Vitige, lo inviò a Costantinopoli a Giustiniano, ed esso era immenso. Tuttavia esso non era la totalità delle ricchezze dei re goti, tanto che Totila inviò la consistente parte superstite e quella da lui reperita nella munita rocca di Cuma, custodita dal fratello Aligerno. Quando questi si arrese nel 554, nel timore che esso finisse nelle mani del franco Butilino, (venuto in Italia per soccorrere i Goti, ma con la promessa di cingerne il diadema regio), tranne la porzione che fu lasciata per accordo allo stesso Aligerno, anch'esso, fu inviato a Costantinopoli.

Si può pensare che Alarico fosse giunto a Cosenza percorrendo la via Popilia, la principale arteria

della regione, che conduceva da Capua a Reggio. Anche il suo percorso deve essere ancora ricostruito nel dettaglio, essa entrava a Cosenza percorrendo l'arteria principale della città, l'attuale Corso Telesio, per poi uscire dalle mura della colonia augustea all'incirca all'altezza dell'attuale ponte Mario martire (Piazza Valdesi), in un'area dove, a varie riprese, sono state rinvenute tombe romane. È probabile che il luogo di sepoltura non dovette essere molto discosto dall'arteria stradale, lungo la quale i Goti procedevano. Alarico, dunque, era un re barbaro romanizzato: aveva a lungo servito come federato l'Impero d'oriente, nelle regioni danubiane. Lo stesso, potentissimo, *magister militum* di Onorio (del quale aveva sposato un'anziana cugina, Serena), Stilicone, era un goto, con milizie personali che stazionavano presso Bologna. Quando Stilicone fu eliminato a tradimento da Onorio, nel clima generale di reazione contro i generali di origine barbara e perché accusato di avere mal gestito i rapporti con i Goti di Alarico, nel 408, questi reparti ausiliari esperti, furibondi, ben trentamila soldati circa secondo Zosimo, andarono ad ingrossare l'esercito di Alarico.

Sono numerosi i personaggi e gli studiosi che nel corso della storia si sono cimentati alla ricerca della tomba di Alarico I da Ettore Capece Latro^[4] preside di Cosenza ad Adolf Hitler il quale, diede personalmente l'ordine di organizzare una spedizione scientifica a riguardo. Così fu infatti, nel novembre del 1937, arrivò nella città Bruziana Heinrich Himmler^[5] capo delle S.S. accompagnato da studiosi e dal dottor Dollman ma non vi fu alcun riscontro in riferimento ai resti del leggendario re germanico né del ricco corredo funebre.

Informazioni storiche di base

Solo Iordanes e probabilmente Cassiodoro di Squillace riferirono dove e come fosse stato sepolto Alarico ma, praticamente tutti gli storici e gli studiosi che scrissero della morte del re lo fecero

4 La Calabria illustrata, V. Arnoni, Cosenza, 1994

5 Volume "Calabria Fascista" del 22 novembre del 1937.

indicando come più probabile luogo di sepoltura una località prossima alla città di Cosenza (Edoardo Gibbon^[6], Augusto Placanica, Henri Pirenne, Alessandro Dumas, Piccinelli, Davide Andreotti^[7], Enrik Furegard, George Gissing^[8], Olimpiodoro di Tebe, Paolo Orsi^[9] etc.). Pertanto è assolutamente logico presumere che, se esiste un posto al mondo dove è opportuno ricercare la sua tomba questo luogo è Cosenza e località limitrofe.

La principale fonte storica di riferimento è la *De origine actibusque Getarum*^[10] – opera scritta intorno al 551 d.C. dal goto Iordanes storico bizantino, monaco cristiano di fede ariana che, secondo alcune fonti storiche, fu anche vescovo di Crotone. L'intento dichiarato di Iordanes sarebbe stato quello di “condensare col suo stile” in un piccolo libro come, da lui stesso riportato in prefazione, i dodici volumi della storia dei Goti, scritti invece da Cassiodoro di Squillace (526÷533 d.C.), nostro contemporaneo al tempo di Teodorico re degli Ostrogoti. Ritornando a Iordanes, sono due i paragrafi (il 157 e 158) del trentesimo capitolo del libro che riferiscono della morte e della sepoltura di Alarico, scritti in un latino alquanto alterato ed, oramai, piuttosto difforme dal canonico. La fonte storica di riferimento, in relazione alla sepoltura di Alarico cita testualmente:

157- *Ibi ergo veniens Alaricus rex Vesegotharum cum opibus totius Italiae, quas in praeda diripuerat, et exinde, ut dictum est, per Siciliam ad Africam quietam patriam transire disponens. Cuius, quia non est liberum quodcumque homo sine notu dei disposuerit, fretus ille horribilis aliquantas naves submersit, plurimas conturbavit. Qua adversitate depulsus*

Halaricus, dum secum, quid ageret, deliberaret, subito in matura morte praeventus rebus humanis excessit.

158- *Quem nimia sui dilectione lugentes Barentinum (Bussento) amne iuxta Consentina civitate de alveo suo derivato nam hic fluvius a pede montis iuxta urbem dilapsus fluit unda salutifera huius ergo in medio alvei collecta captivorum agmina saepulturae locum effodiunt, in cuius foveae gremium Haliricum cum multas opes obruunt, rursusque aquas in suo alveo reducentes, et ne a quoquam quandoque locus cognosceretur, fossore omnes intemerunt, regnumque Vesegotharum Ataulfo eius consanguineo et forma menteque conspicuo tradent; nam erat quamvis non adeo proceritate staturae formatus, quantum pulchritudine corporis vultuque decorus.*

Traduzione

(a cura di Antonio Sposato professore di Latino presso il Liceo Classico B. Telesio di Cosenza)

Allora dunque, venendo Alarico re dei Visigoti con le ricchezze di tutta Italia che aveva saccheggiato durante la depredazione, da quel luogo, come si raccontò, decise di passare (lo stretto di Messina) attraverso la Sicilia per l'Africa, territorio pacifico. E, poiché, non c'è in nessun luogo un uomo libero senza che ciò sia disposto dalla (familiarità) volontà di Dio, quell'orribile tratto di mare (lo stretto di Messina) sommerse molte sue navi e, né scompigliò la maggior parte. Respinto Alarico da tale avversità, mentre pensava (considerava) cosa fare (in che modo agire), colto all'improvviso da immatura morte si allontanò dalle cose umane.

Mentre lo piangono per il troppo amore deviano dal suo letto, il letto del fiume Busento, vicino la città di Cosenza. Infatti, questo fiume scorrendo (scendendo) dai piedi di un monte, vicino alla città (Cosenza) fa scorrere flutti salubri (salutiferi). Dunque, in mezzo al suo letto, radunato l'esercito dei prigionieri, scavano il

6 Storia della decadenza e rovina dell'impero Romano Volume 2 cap. XXXI, pag. 427; Edoardo Gibbon.

7 Storia dei Cosentini; Davide Andreotti; Editrice Pellegrino 1978- Vol. I pag.308-311;

8 Sulla riva dello Ionio; George Gissing, Editrice Rubettino 2007.

9 Archivio Storico della Calabria, Paolo Orsi - Vol. III, 1915, pag. 326-328.

10 De origine actibusque Getarum; Iordanis -Cap. XXX paragrafi 157-158

luogo della sepoltura, nel grembo della quale buca, seppelliscono Alarico con molte ricchezze e, riportando le acque nel proprio letto, uccisero tutti quelli che avevano scavato la buca affinché il luogo prima o poi non fosse conosciuto (scoperto) da alcuno ed affidarono il regno dei visigoti ad Ataulfo, suo cognato, di aspetto ed ingegno ragguardevole, infatti non tanto alto di statura quanto bello nel corpo e nel volto.

Quanto riportato rappresenta la fonte principale e più dettagliata sulla morte e sulla sepoltura del re dei Goti Alarico nel letto del fiume “*Bussento*” presso Cosenza, un passo della “*Storia dei Goti*” scritta al termine della guerra gotica. Fonte, contrariamente a quanto da alcuni sostenuto, *assai autorevole*, in quanto l'Autore, personaggio della cerchia della famiglia di Cassiodoro, è quasi certamente da identificare con l'omonimo vescovo ariano di Crotone, poi convertitosi al cattolicesimo e molto vicino a papa Vigilio. Dunque, non solo ben collocato nella corte di Ravenna, ma anche un personaggio locale, conoscitore dell'ambiente aristocratico e religioso della Calabria. Si sa che già il padre di Cassiodoro, intimo di Teodorico, si era trasferito nella ricca Scolacium (Roccelletta di Borgia-CZ), dove si ritirò volontariamente come anche il figlio, al termine di prestigiose carriere senatorie: possedevano in Calabria estese proprietà.

Sito di sepoltura descritto da Jordanes: aspetti geologico-tecnici

Una attenta lettura della principale fonte storica di riferimento ci informa del luogo della sepoltura sulla base di ciò che si raccontava tra la gente di quel popolo nel corso del tempo. Le informazioni utili dal punto di vista della ricerca si riferiscono principalmente alla descrizione che, di esso, si fa dal punto di vista geomorfologico, idraulico e della localizzazione geografica del sito. Le informazioni di interesse tecnico e che, ci orientano nella ricerca del sito, sono le seguenti:

1. Si tratta di un fiume denominato

Busento o, ritenevano fosse quello (nominato espressamente);

2. La sepoltura è avvenuta nei pressi di Cosenza (riferisce della città due volte);
3. È, molto probabilmente, alla base dei rilievi circostanti il corso idrico (*pedis muntis* non nella piana alluvionale estesa come quella magari posizionata a Nord di Cosenza e, comunque, relativa al f. Crati);
4. Si trova in prossimità dove le acque (del fiume), o il versante (sorgenti) producono onde e flutti salutiferi;
5. Il punto di sepoltura si trova dove il fiume è derivabile, quindi dove il letto è abbastanza largo: «*derivano dal suo letto il fiume*» e, con un materasso alluvionale adeguato (considerazione di tipo geotecnico) che, meglio, si sarebbe prestato allo scavo della camera (*buca*) sepolcrale.

Inoltre, i visigoti, volevano assolutamente che, il luogo della sepoltura, rimanesse segreto pertanto, sicuramente scelsero, per logica, una località non visibile da lontano ma, in un contesto morfologico idoneo a garantirne, al meglio, la segretezza.

Queste informazioni ci consentono di delimitare l'area di indagine considerando anche il percorso della strada Consolare Romana *Popilia Annia* utilizzata dai visigoti per raggiungere Reggio Calabria.

Inoltre, nei circa 1600 anni che ci separano da quell'evento, il livello del suolo si è sollevato complessivamente di circa 2 mt poiché, a partire dal Pleistocene Medio (Tortorici et al., 1995; Westaway, 1993; Montenat et al., 1991) l'intero *Arco Calabro* è stato interessato da un intenso sollevamento tettonico con tassi di innalzamento anche superiori a 1 mm/anno pur se, variabili nello spazio. Di conseguenza, gli alvei fluviali si sono ulteriormente approfonditi per incisione verticale così come li vediamo oggi incassati nel materasso alluvionale prodotto, dagli stessi, nel corso della loro evoluzione plurimillennaria.

Si può, inoltre, anche ragionevolmente supporre che, la camera sepolcrale di Alarico, addotta in un tratto d'alveo del fiume, può aver rappresentato

Figura 1 – Ipotesi di spostamento di un tratto d'alveo (t. Iassa) per differente resistenza erosiva dei volumi alluvionali in alveo: sito 4J.



successivamente alla sua costruzione, un ostacolo alla azione erosiva delle correnti idriche in alveo pertanto, negli anni successivi alla sepoltura si può anche ipotizzare che, la corrente idrica, sia stata definitivamente deviata verso altre direzioni in alveo più erodibili come ipotizzato e schematicamente riportato in figura 1.

È noto infatti che, la deviazione di un alveo fluviale, può essere dovuta sia a cause naturali (per contatto tra litologie a differente resistenza all'azione erosiva delle correnti idriche, per allineamenti tettonici ecc.) sia per interventi antropici (voluti e/o indiretti). Nel caso della figura 1 la linea rossa

indica un tratto attuale del percorso idrico mentre, la linea tratteggiata in blu, potrebbe rappresentare un tratto d'alveo abbandonato per diversa competenza erosiva dei volumi di sottosuolo investiti dalle correnti idriche in quell'area.

In figura 2 è riportata la corografia dell'area di indagine che corrisponde, nella fase iniziale della ricerca, al *bacino idrografico del f. Busento* (circa 145 kmq) con i suoi principali affluenti t. Jassa e t. Acheronte e che, interessa, porzioni di ambiti territoriali dei comuni di Cosenza, Mendicino, Carolei, Dipignano e Domanico.

Geologia e geomorfologia del bacino del Fiume Busento

La macroarea di studio delimitata, sulla base delle notizie storiche di riferimento, è il bacino idrografico del f. Busento esteso per circa 145 kmq e, ubicato, all'interno dell'alta Valle del f. Crati di cui è affluente (figura 2).

Il f. Busento ha una portata media di circa 3 mc/s e, una portata massima stimata di circa 500 mc/s valutata in prossimità della confluenza con il f. Crati in occasione dell'evento di piena del novembre del



Figura 2 – Inquadramento geografico 3D della macro area di indagine con i principali riferimenti geografici

1949. Due sono gli affluenti principali, anch'essi oggetto di studi specifici, il t. Caronte (o Acheronte) e il t. Iassa che, dei corsi idrici del bacino nel suo complesso è quello che presenta il bacino idrografico più esteso (come si nota dai dati riportati nella tabella sottostante).

Bacino	Sup. (kmq)	Perimetro (km)	H min (mt)	H max (mt)	H med (mt)
T. Caronte (o Acheronte)	34,27	33,33	290,0	1168,0	739,9
F. Busento	33,87	35,52	270,0	1280,0	790,0
T. Iassa	73,42	48,21	245,0	1380,0	711,9

Il f. Busento nasce dai versanti occidentali del rilievo di Monte Serratore (1233 m s.l.m.), tra i comuni di Domanico e Malito, in Provincia di Cosenza, intorno alla quota altimetrica di 1100 m s.l.m.. Il Monte Serratore, verso sud ovest, trova naturale prosecuzione con il rilievo di Monte Scudiero (1294 m s.l.m.). L'allineamento tra i due monti rappresenta anche la linea di displuvio tra

la testata del bacino imbrifero del Busento, ad ovest, ed il corrispondente idrografico dello Iassa, ad est (figura 3).

Entrambi i rilievi afferiscono alla porzione meridionale della Catena Costiera Calabra cioè di quel sistema montuoso che decorre parallelamente alla linea di costa tirrenica cosentina in direzione Nord-Sud, per circa settanta chilometri interrompendosi, a Sud, con la Valle del f. Savuto e lasciando il posto, verso Nord, all'Altezza di Passo dello Scalone, alla dorsale Montea $\times$ La Mula - Cozzo del Pellegrino (Catena del Pollino). La quota media della linea di cresta oscilla tra le quote 1000 $\times$ 1100 m, con il M.te Cocuzzo, il rilievo più alto della Catena, che raggiunge i 1541 m s.l.m..

Morfologia

La morfologia del bacino del f. Busento può essere suddivisa, per grandi linee, in tre elementi morfologici ben distinti tra di loro e precisamente il tratto di monte, ovvero il settore ricadente in Catena Costiera, i rilievi collinari pedemontani e le pianure

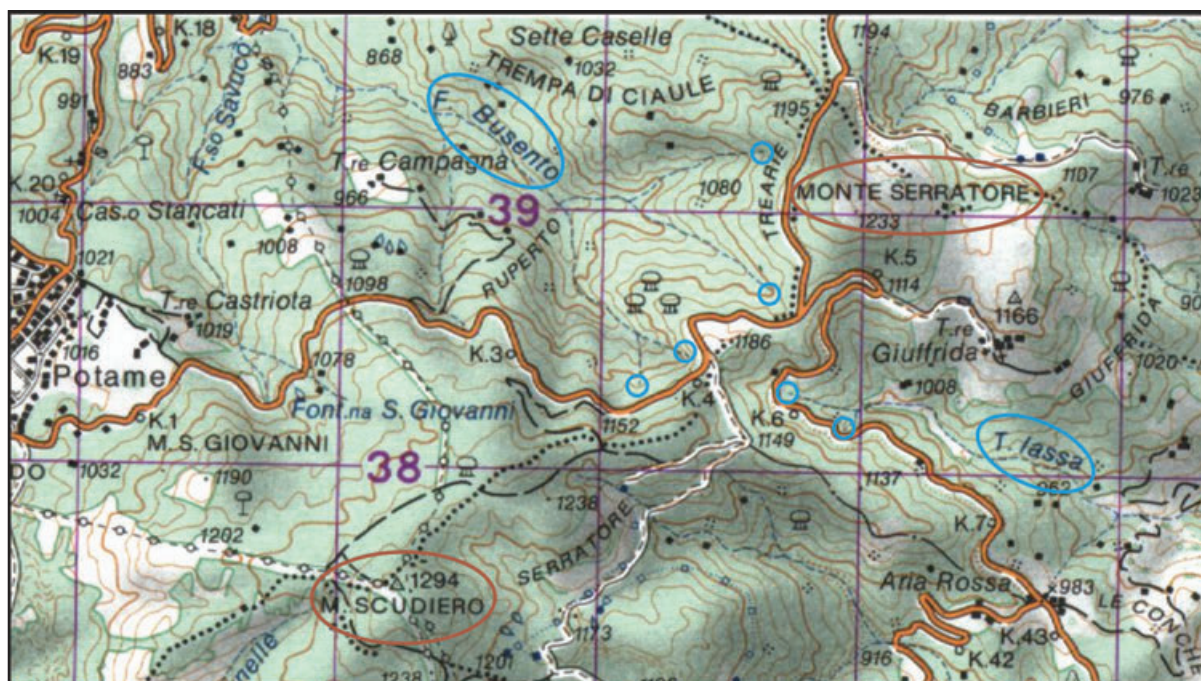


Figura 3 – Area delle sorgenti del Fiume Busento (Stralcio del F 559 della Carta Topografica d'Italia in scala 1:50.000)

alluvionali di valle. La morfologia del settore di monte (Catena Costiera) è contraddistinta dalle forme derivanti dalle fasi di sollevamento dell'Arco Calabro (tasso di sollevamento stimato in circa 0,8-1 mm all'anno negli ultimi 700.000 anni). Si distinguono, infatti, aree perimetrali caratterizzate da versanti ad elevata acclività $35^{\circ}\div 40^{\circ}$, solcati da una fitta rete di incisioni torrentizie, e aree sommitali caratterizzate, invece, da una morfologia più matura legata a fasi di più lunga continentalità. La morfologia riflette anche la natura dei litotipi che costituiscono le vette principali, infatti, a parità di azione erosiva, i monti che si sviluppano nei terreni di natura cristallino-metamorfica, mostrano cime a forma cupolare con versanti e valli a profilo regolare. Laddove, invece, i rilievi si sviluppano in rocce carbonatiche (M.te Cocuzzo, M.te Santa Lucerna) la morfologia risulta più accidentata, con creste strette ed allungate, ripidi versanti e, in alcuni punti, pareti rocciose subverticali. Non mancano in questi rilievi carbonatici le tipiche forme carsiche sia superficiali (epigee) come karren, doline e inghiottitoi che sotterranee (ipogee) quali grotte e cunicoli.

Il settore collinare mostra un forte controllo strutturale delle forme, che restano comunque strettamente legate alla natura geologica dei terreni affioranti. Sono facilmente evidenziabili, infatti, i versanti a forte pendenza legati alle faglie che bordano la Catena Costiera nonché tutta una serie di strutture tettoniche che hanno modellato i rilievi nei dintorni dei centri storici dei principali nuclei abitati (Domanico, Carolei, Mendicino). Tali strutture sovente portano in affioramento il substrato cristallino-metamorfico, per cui, in questi luoghi, la morfologia risulta più aspra con versanti che presentano inclinazioni intorno ai $25^{\circ}\div 30^{\circ}$. Le dorsali calcarenitiche altomioceniche (canyon degli Alimena, forra di Domanico), che poggiano sui conglomerati altomiocenici basali, generano, inoltre, un vistoso fenomeno di morfoselezione che produce il tipico profilo «a gradoni» ben visibile lungo i versanti orientali di tali rilievi, a carattere collinare, dove, in questa direzione, si raccordano poi alle pianure di valle. In questo

settore, nei rilievi calcarenitici, sono da segnalare la presenza di forme carsiche ipogee (Grotta dell'Alimena, Grotta Scura, Grotta Lippusa), ben conosciute dalle popolazioni locali e alcune delle quali (Grotta dell'Alimena a Mendicino) custode di tracce e reperti che testimoniano la presenza dell'uomo in epoche passate.

Il settore di valle, infine, essendo impostato essenzialmente nelle formazioni detritico-granulari del Pleistocene sino al recente (terreni nei quali la risposta morfologica alla deformazione tettonica è decisamente meno evidente), è caratterizzato da forme piatte o blandamente ondulate. A quest'ultimo livello geologico afferiscono le alluvioni che colmano le incisioni degli alvei fluviali e, spesso, rappresentano il livello sedimentario che ingloba resti e infrastrutture antropiche di interesse storico ed archeologico (figura 10).

Geologia

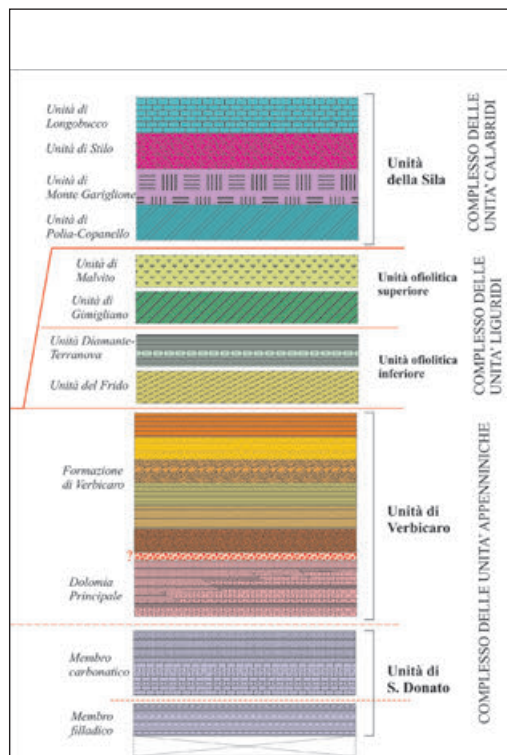
Strutturalmente il settore in esame è costituito da un edificio geologico a falde di ricoprimento ricoperte da sequenze sedimentarie del Miocene superiore-Pliocene e da coperture detritiche e alluvioni fluviali Quaternarie (Amodio Morelli et al., 1976;). Geometricamente, dal basso verso l'alto, è possibile distinguere tre falde tettonicamente sovrapposte, ciascuna costituita da differenti successioni di Unità tettoniche, rispettivamente: Complesso delle Unità Appenniniche, Complesso Liguride e Complesso Calabride.

Ancora discordante sulla successione sedimentaria alto miocenica, poggiano le formazioni del Plio-Pleistocene, rappresentati da argille, argille siltoso-marnose, sabbie, talora con livelli arenacei, e conglomerati.

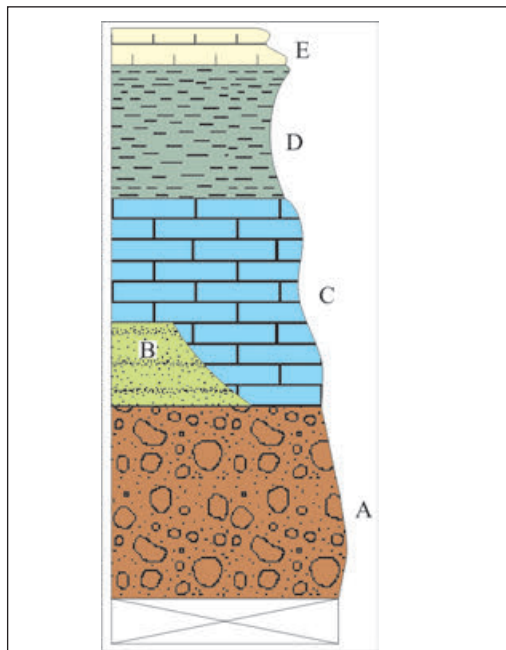
Al di sopra dei depositi pleistocenici poggiano le coperture recenti (Olocene), costituiti essenzialmente dalle alluvioni, antiche ed attuali, dei corsi dei fiumi principali e secondari, da conoidi, depositati dai fiumi all'uscita dei tratti confinati dei loro canali (tratti incassati dei letti dei fiumi nella parte intermedia del loro bacino), dai detriti di versante (anche detriti di frana) e dai depositi

Corrispondenze tra Complessi ed Unità Tettonostratigrafiche nel settore di studio

(da AMODIO MORELLI et al., 1976; PILUSO, 1997; modificato).



- A) Il Complesso delle Unità appenniniche occupa la posizione geometrica più bassa nella struttura della Catena Costiera, dove affiora in finestre tettoniche (come ad es. M.te Cocuzzo). Tale Complesso è costituito principalmente da potenti sequenze calcareo-dolomitiche di età Mesozoica con il relativo basamento di rocce metamorfiche (essenzialmente filladi) del Paleozoico.
- B) Il Complesso Liguride, in Catena Costiera occupa la posizione geometrica intermedia ed è stato suddiviso in due Unità tettoniche principali (Unità ofiolitica inferiore ed Unità ofiolitica superiore) costituite da originarie associazioni di rocce vulcaniche e sedimentarie (sequenze ofiolitiche) costituenti frammenti di antica crosta oceanica successivamente sradicati e coinvolti nel processo orogenetico. Tutte le Unità ofiolitiche sono state interessate, a diverso gradiente, da effetti metamorfici di alta pressione e di bassa temperatura.
- C) Infine, L'elemento posto in posizione geometrica più elevata (Complesso Calabride) è costituito da una sezione continua di crosta continentale strutturata alla fine dell'Era Paleozoica con relative coperture sedimentarie di età Mesozoica, affioranti in Sila (Unità di Longobucco). Nella letteratura geologica recente sono state distinte diverse unità tettoniche geometricamente sovrapposte. In particolare quattro di queste Unità, che dal basso verso l'alto risultano essere: Unità di Polia-Copanella, Unità di Monte Gariglione, Unità di Stilo e Unità di Longobucco, sono state accorpate nell'**Unità della Sila** che rappresenta il substrato geologico paleozoico del bacino idrografico del f. Busento.



Verso la Valle del Crati, affiora, discordante sul substrato paleozoico, una successione stratigrafica del Miocene Sup. (Tortoniano-Messiniano) che, dal basso verso l'alto, è così costituita (cfr. colonna stratigrafica a lato):

- A) Conglomerati poligenici con ciottoli ben arrotondati di rocce prevalentemente cristalline immersi in una matrice sabbiosa grossolana di colore rossastro.
- B) Sabbie ed arenarie giallastre poco cementate, con intercalazioni argillose. Tale formazione ha spesso carattere lenticolare e, pertanto, non presente in tutti i settori.
- C) Calcareni, passanti localmente a calcari arenacei ovvero arenarie a cemento calcareo, di colore biancastro-rosato, grigio all'alterazione, in genere grossolane, ben cementate e talvolta con stratificazione decimetrica (calcareni di Mendicino).
- D) Argille siltose, argille marnose e silt, grigie e grigio-azzurre, localmente con intercalazioni di silt sabbiosi e marne violacei. Questa sequenza poggia, con debole discordanza, sia sulle sabbie ed arenarie, ove presenti, che sulle calcareniti sopra descritte, mentre, verso l'alto, localmente, passano a:
- E) Calcari evaporitici bianco-giallastri teneri e vacuolari localmente calcarenitici o marnosi.

eluvio-colluviali. Tali depositi formano superfici sub-pianeggianti poste a diverse quote e separate da gradini morfologici (terrazzi fluviali) talvolta mascherati dall'attività antropica.

Ai fini del presente lavoro sono proprio i depositi alluvionali terrazzati di ordine superiore (figura 4), cioè antiche superfici su cui il corso d'acqua scorreva prima che avvenisse l'approfondimento, che rappresentano il livello sedimentario più interessante per la ricerca del sito di sepoltura di Alarico. Questa formazione olocenica di spessore variabile da qualche metro ad alcune decine di metri, nelle zone di valle, è caratterizzata da sedimenti a diversa granulometria (figura 4), si passa da sabbie fini a ghiaie grossolane e blocchi, anche di notevoli dimensioni, che per loro natura sono scarsamente addensati e consolidati, dotati generalmente di una permeabilità elevata e ospitano, nella parte più superficiale (1-2 m), resti vegetali.

Studio geoarcheologico: fasi di studio della ricerca

Lo studio geoarcheologico in corso di svolgimento prevede l'individuazione di aree sempre meglio definite dove, può risultare più probabile

L'individuazione della tomba di Alarico, mediante lo svolgimento di fasi di lavoro e di approfondimento successive secondo il seguente cronoprogramma di intervento e di studio:

1. Acquisizione di dati e di informazioni storico-geografiche utili a delimitare macro aree di studio in base a:
 - a) informazioni storiche con riferimenti geografici significativi;
 - b) rilevamento geologico di dettaglio sui tratti d'alveo delimitati nella precedente fase in base ai criteri di fattibilità idrologica e geologico-tecnica dei siti in funzione alla descrizione del luogo della sepoltura secondo Jordanes;
2. Acquisizione di dati e di informazioni da telerilevamento (remote sensing) alla ricerca di tracce ed indizi utili alla ricerca (soil mark e crop mark);
3. verifica dei soil mark e dei crop mark e, di altre aree ritenute significative ai fini della ricerca, mediante la realizzazione in sito di prospezioni geofisiche di dettaglio;
4. è la fase finale dello studio che prevede di realizzare saggi archeologici preventivi eseguiti su autorizzazione e, alla presenza delle

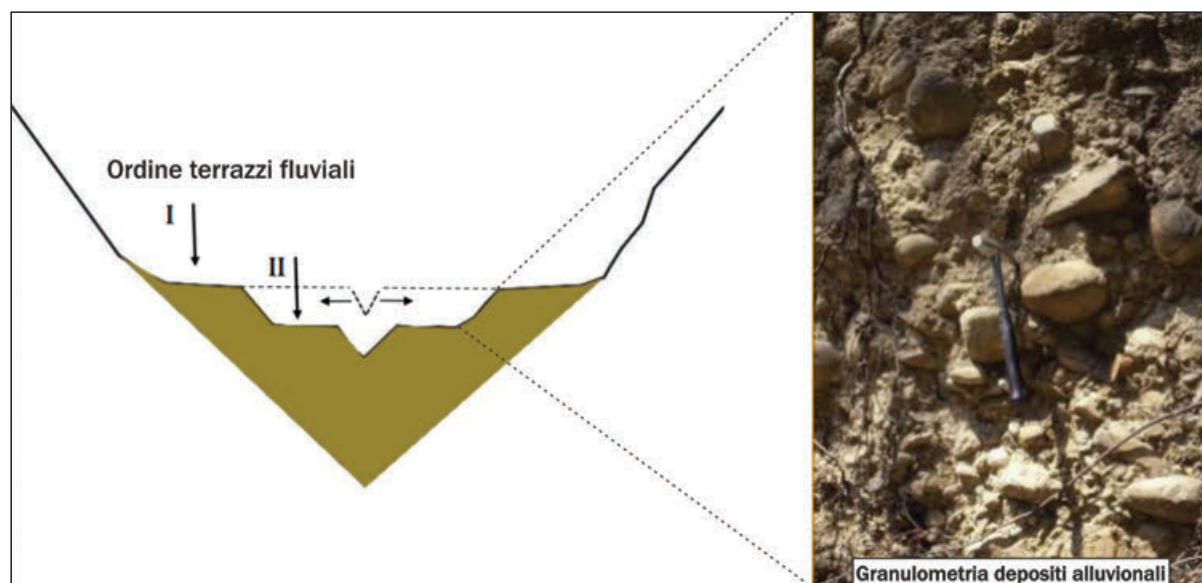


Figura 4 – Diversi ordini di terrazzo fluviale e tessitura del materasso alluvionale

autorità competenti, sulle verticali passanti per le anomalie ritenute significative e, rilevate nel sottosuolo, dalle prospezioni geofisiche.

Fase 1.a. dello studio tecnico scientifico

Lo sviluppo di questa fase ci ha consentito di delimitare la principale macro area di studio che corrisponde al *bacino idrografico del f. Busento* in riferimento alle principali informazioni storiche:



Figura 5 – Sequenza temporale delle principali informazioni storiche di riferimento

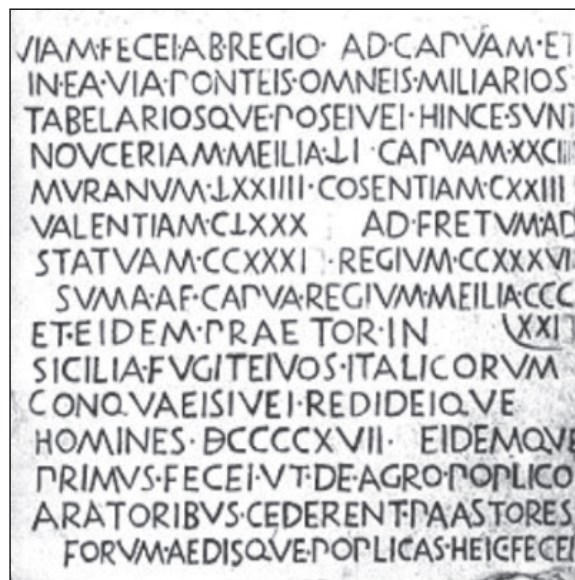
Una importantissima informazione storica che è possibile correlare a dati geografici certi è il percorso della strada Consolare Romana *Popilia-Annua*, utilizzata dal popolo goto in ‘esodo’ verso l’Africa che collegava Reggio Calabria a Capua.

Il tracciato della strada è importantissimo poiché:

- è stato percorso dai Goti, imboccato a Capua per raggiungere Reggio Calabria per poi, attraverso la Sicilia, avrebbero dovuto raggiungere il nord d’Africa la ricca e relativamente pacifica Provincia Romana per conquistarla;
- Per le ragioni di cui al precedente punto i visigoti con Alarico passarono due volte per Cosenza che, rappresentava, una **tappa obbligatoria** del viaggio dove in prossimità del Duomo^[11], era ubicata una importante stazione di sosta (stationes) come risulta ancora oggi dalle trascrizioni riportate sul cippo milliare di Polla.

L’elogio di Polla contiene informazioni circa le distanze da quel luogo sino alle varie stazioni di sosta presenti lungo la Consolare Romana sino a Reggio Calabria (figura 6). Si tratta di informazioni sulle progressione in miglia (un miglio romano

Figura 6 – Trascrizioni delle stationes di sosta con le distanze sul milliare Pollaes



corrisponde a 1,480 chilometri) e, in particolare dal milliare risulta che, Cosentia, dista da quel riferimento 183 miglia romane.

Rilevi geoarcheologici eseguiti a sud del centro storico di Cosenza in un’area compresa tra la fontana *i tredici canali* e *Monte Chierico* hanno consentito agli scriventi di rilevare, lastre di roccia presumibilmente basaltica, che potrebbero essere dei basoli del lastricato della *Popilia Annua*, il che, se confermato da specifiche e più approfondite analisi ed indagini, confermerebbe il tracciato della Consolare Romana in quel tratto secondo la ricostruzione realizzata dall’arch. Mario Spanò nel suo libro^[1].

In figura 9 è riportata una foto storica dove si intravede, sullo sfondo, materializzata dalla linea tratteggiata rossa, proprio un tratto della Consolare Romana.

Fase 1.b. dello studio tecnico scientifico

Lo sviluppo di questa fase di studio ci consente di ridurre ulteriormente l’area della ricerca sulla base di considerazioni geologiche, idrologiche e morfologiche dei siti. Infatti, nei tratti di alveo ricadenti all’interno della macro area di cui al punto

¹¹ Cultura cittadina e documentazione. Formazione e circolazione dei modelli, Bologna. Enrico Cuzzo. *Cosenza medievale. Una città riprogettata negli anni di Federico II di Svevia*. Ottobre 2006. Pagg.357-358

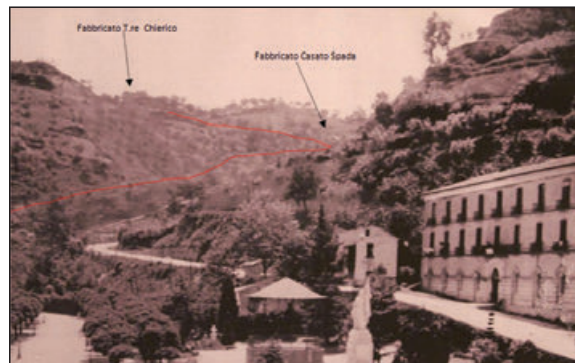
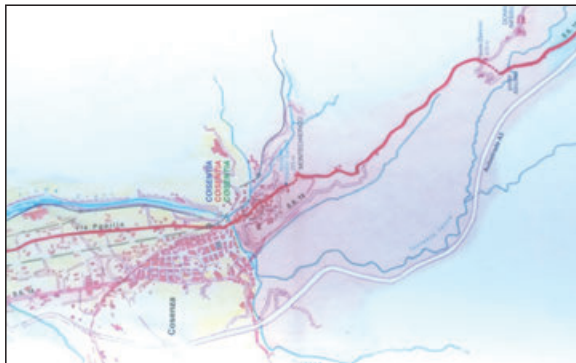


Figura 7 (in alto a sinistra) – Mappa del percorso della Consolare romana Popilia Annia in prossimità di Cosenza secondo Spanò

Figura 8 (a fianco) – Percorso della Popilia Annia a Sud del centro storico di Cosenza; nella foto a destra probabili basoli del lastricato della strada romana

Figura 9 (in alto a destra) – Foto degli inizi del 1900. Si nota la statua della libertà, il palazzo Litteria e, sullo sfondo, la traccia della via Popilia – Annia evidenziata con la linea tratteggiata in rosso

1.a. sono considerate utili alla ricerca solo le aree alluvionabili a ridosso dei principali corsi idrici del bacino idrografico del fiume Busento (terrazzi fluviali immediatamente a ridosso dei corsi idrici). In tali aree, sono in corso rilievi geologici di dettaglio con l'obiettivo di:

- Individuare i tratti d'alveo dove, il basamento geologico è affiorante o sub affiorante e dove, il corso idrico, non risulta derivabile (versanti ravvicinati tipo forra) che, per tali motivi, sono esclusi dalla ricerca;
- Rilevamento geomorfologico di dettaglio in riferimento alla consistenza ed allo spessore dei depositi alluvionali anche per accumuli da movimenti gravitativi, terreni e materiale di riporto e di ogni altro indizio utile alla ricerca.

L'incrocio dei dati e delle informazioni di cui alla fase 1.a. ed, alla fase 1.b. ci consente di delimitare aree a più elevata probabilità di rinvenimento del giacimento archeologico che, pertanto, solo esse saranno oggetto degli studi, previsti, nelle successive fasi di studio.

Tutte le informazioni sono riportate su GIS elaborate e, opportunamente integrate. In figura 10 è riportata in 3D lo schema geologico di una porzione significativa dell'area di studio con l'indicazione dei luoghi dove affiorano le alluvioni recenti ed attuali che rappresentano il livello geologico che, molto probabilmente, ingloba ciò che resta della tomba di Alarico.

Sono state inoltre censite e geo referenziate le principali sorgenti idriche ubicate all'interno del bacino idrografico del f. Busento nei pressi delle quali (specialmente quelle prossime ai corsi idrici principali) sono in corso rilievi geologici e prospezioni geofisiche. Alcune di queste aree, infatti, oltre a manifestare caratteristiche geomorfologiche compatibili con le descrizioni del sito di sepoltura tramandateci da Jordanes mostrano, in prossimità dell'alveo, manifestazioni sorgentizie significative (flutti salutiferi: *fluit unda salutifera*).

Tutte le informazioni e tutti i dati relativi allo studio tecnico scientifico in corso saranno pubblicate prossimamente nel report dello studio finale sulla

spettro EM, ci consentono di apprezzare altre informazioni non rilevabili dall'occhio umano poiché, quest'ultimo, è in grado di percepire ed elaborare solo le informazioni radiometriche comprese nel visibile (circa $0.4\mu\text{m} \div 0.7\mu\text{m}$).

Le immagini utili allo studio, devono avere elevatissima risoluzione spaziale (un metro al suolo o meno) ed elevata risoluzione temporale. Sarebbe opportuno disporre di almeno 4 immagini riferite alle diverse stagioni climatiche dell'anno per ogni area oggetto della ricerca per apprezzarne meglio le differenze nei makers e nelle eventuali anomalie.

Lo studio, ricerca anomalie superficiali e indizi sulla superficie terrestre o nell'immediato sottosuolo quali *soil marks* o *crop marks*, riferibili a strutture antropiche inglobate nel sottosuolo che, talvolta, sono appena percettibili in superficie. La effettiva geometria (3D) delle anomalie riscontrate si completa e si definisce solo nella fase successiva della ricerca (fase 3).

Sono di seguito riportati solo alcuni esempi di confronto, per la stessa area, tra immagini Lidar e immagini fotografiche (banda del visibile) dove, sono stati riscontrati indizi da soil mark o da crop mark. Su tali aree sono state in parte eseguite e, comunque, è in previsione di realizzare indagini geofisiche di dettaglio per meglio comprendere la natura e la geometria nel sottosuolo degli indizi individuati in superficie da telerilevamento ambientale (Figg. 11-12-13).

Fase 3 dello studio tecnico-scientifico

Questa importantissima fase dello studio prevede la realizzazione di **prospezioni geofisiche** di dettaglio su aree opportunamente delimitate sulle base delle informazioni acquisite nelle precedenti fasi di studio.

L'attività umana infatti lascia spesso una "traccia" oltre a porzioni di infrastrutture antropiche e reperi nei primi metri del sottosuolo alterandone la continuità naturale. Lo sviluppo tecnologico degli ultimi anni ha messo a nostra disposizione una serie di strumenti e di dispositivi in grado di mappare i contrasti delle principali proprietà fisiche

Figura 11 – Confronto sulla stessa area tra immagine Lidar e immagine dal visibile sito 2 I

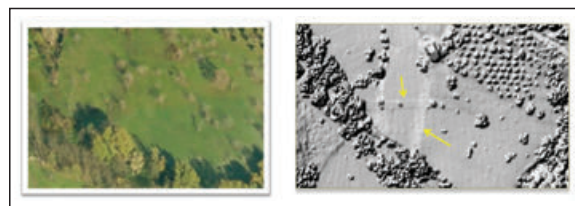


Figura 12 – Confronto della stessa area di indagine tra immagine Lidar e immagine dal visibile sito 4 B

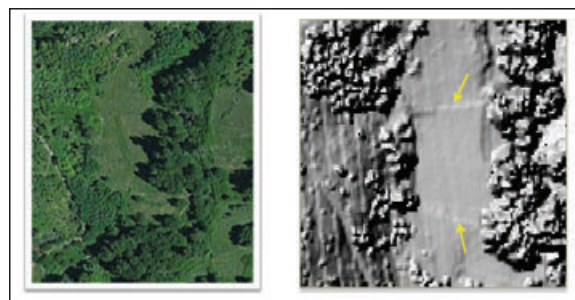
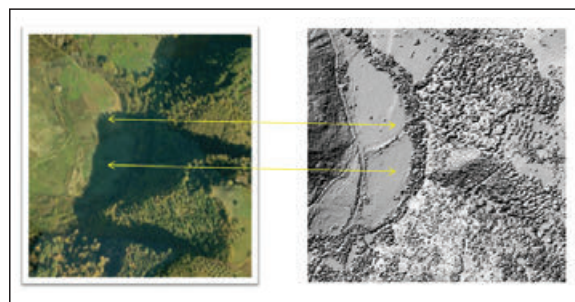


Figura 13 – Confronto relativo alla stessa area di indagine tra immagine Lidar e immagine dal visibile sito 3 I



dei terreni e dei materiali antropici che sono inglobati in esso. Le elaborazioni dei dati acquisiti e, georeferenziati, ci consente di localizzare e di individuare le "anomalie" presenti nel volume di sottosuolo esaminato.

Le tecniche geofisiche utilizzate sono essenzialmente 4:

- ✓ **GPR Ground Penetrating Radar** mediante la riflessione delle microonde sulle discontinuità presenti nel sottosuolo;
- ✓ **Metodi elettrico con geo resistivimetro** (conducibilità elettrica dei depositi o/e delle strutture antropiche sepolte);

- ✓ **Metodi con elettromagnetometro** (immissione di un segnale nel sottosuolo –metodo attivo: *suscettività magnetica e conducibilità elettrica*) o, **magnetici** (acquisizione vettore CMT locale –metodo passivo).
- ✓ **Metodi sismici in particolare HVSR e prospezioni sismiche a rifrazione** utili a rilevare la consistenza e lo spessore del materasso alluvionale su bedrock.

Lo spessore del materasso alluvionale è importantissimo poiché, rappresenterebbe, il volume potenzialmente utile e sfruttabile dai visigoti per ricavare, nel sottosuolo, la camera o la fossa sepolcrale, probabilmente stabilizzata durante la sua costruzione in alveo, del loro re.

Le prospezioni sono dunque molto utili a rilevare anomalie in riferimento ad un parametro fisico caratterizzante i materiali antropici che sono contenuti nel sottosuolo (underground) in un contesto

geologico relativamente omogeneo.

Di seguito sono riportate solo alcune delle prospezioni geofisiche sinora realizzate. In particolare, sono state eseguite, in prossimità della confluenza tra il fiume Crati e il f. Busento, prospezioni con **georadar** e **tomografie elettriche di resistività**. Oltre i 3 mt di profondità dal p.c. il georadar, nei pressi della confluenza tra il f. Crati ed il f. Busento, non è riuscito a restituire informazioni utili poiché, sotto falda, l'impulso delle microonde non produce un apprezzabile effetto di riflessione (figura 14). Più utile, in questo contesto idrogeologico, è la tomografia elettrica di resistività che ha investigato circa 10mt di profondità dal p.c. e che, ha rilevato preziose informazioni circa le anomalie di resistività rilevate nel sottosuolo. In particolare, nella sezione geo tomografica elettrica eseguita dalla *Prospezione S.r.l.*, in sinistra idrografica del f. Busento, immediatamente prima

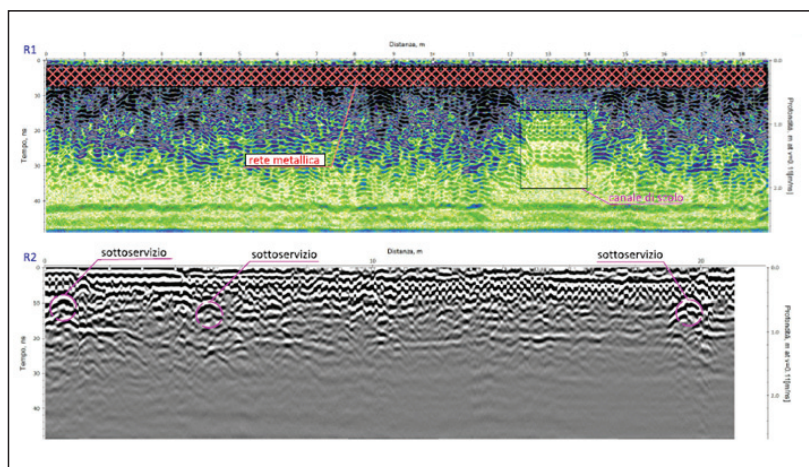


Figura 14 (a fianco) – Prospezioni con georadar eseguite in prossimità della confluenza tra il f. Crati ed il f. Busento

Figura 15 (in basso) – Sezioni tomografie elettriche di resistività eseguite in destra ed in sinistra idrografica del f. Busento immediatamente prima della confluenza con il f. Crati

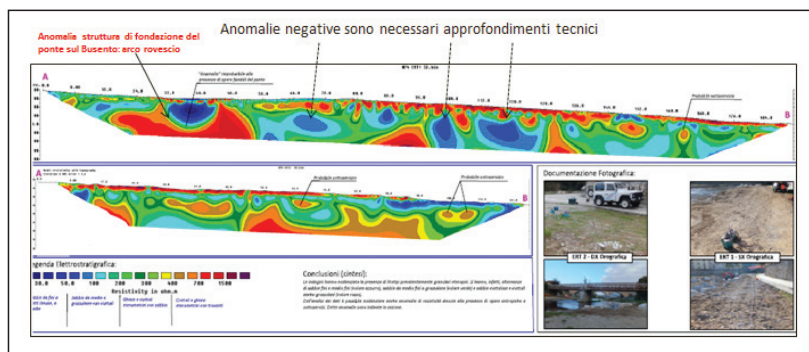
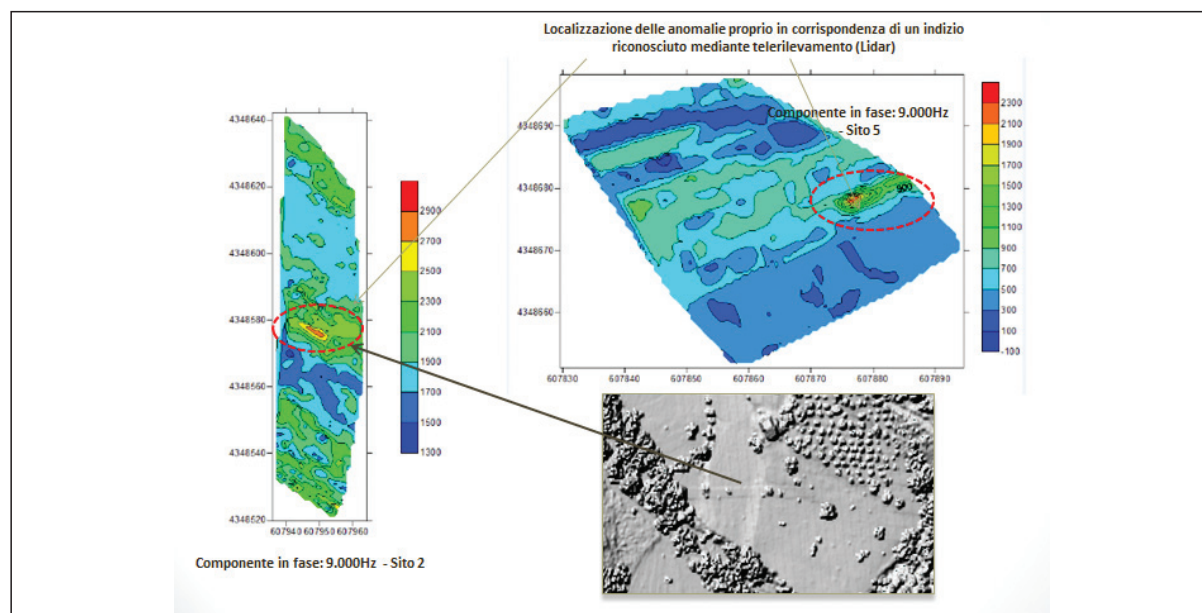


Figura 16 – Prospezione con elettro magnetometro relativa alla componente in fase (susceptività magnetica) a 9.000 hz

della confluenza, si rileva una evidente anomalia dal contorno geometrico ben definito che è riferibile però, all'arco di fondazione rovescio di una spalla del ponte Mario Martire (figura 15) da verificare se, le strutture fondali del ponte attuale poggiano, o coincidono, con quelle del più antico ponte romano della Popilia.

Su altre due macro aree di studio, ubicate in prossimità delle aste fluviali, sono state eseguite una serie di prospezioni con *elettromagnetometro* dal dott. Geol. Luigi Dattola del servizio di Geologia e Amianto dell'Arpacal di Cosenza, sui siti indicati dagli scriventi, grazie ad un rapporto di collaborazione attivato a suo tempo con la Provincia di Cosenza. Si sono rilevate alcune anomalie riferibili alla distribuzione della percentuale di segnale immesse dallo strumento nei terreni relativo, nel caso della figura 16, alla frequenza di 9.000 hz proprio in prossimità dei crop mark rilevati invece, nella stessa area, dalle analisi di telerilevamento ambientale su immagine Lidar (fig.re 11 e 16).

L'immagine della figura 17 mostra, invece, il lembo di un terrazzo alluvionale che, stranamente,

sembra sia la causa della deviazione del corso fluviale in quel punto. Il torrente, in questo tratto, avrebbe potuto assumere un percorso più semplice, rettilineo, secondo la traiettoria materializzata dalla linea tratteggiata riportata in figura. Ebbene, per verificare se, questa deviazione sia dovuta a cause naturali (come bedrock superficiale a meno di 3mt dal p.c., o per controllo tettonico) sono state eseguite due prove di rumore ambientale utili, a rilevare in prima approssimazione, lo spessore del materasso alluvionale su bedrock. I picchi relativi allo spettro della curva H/V, forniscono una prima indicazione dello spessore del materasso alluvionale su basamento roccioso. Le misure di *noise* eseguite sono due: HVS1 ed HVS2 ubicate, in corrispondenza, dei punti rossi riportati in figura. L'analisi dello spettro dei micro tremori ambientali mostra, in entrambi gli spettri H/V, un evidente picco rispettivamente a 15 hz in HVS1 e a 10 hz in HVS2 (figura 18). Ciò significa che, lo spessore del materasso alluvionale in quel tratto, è compreso tra i 5 ed i 10mt. Alla luce di ciò si è deciso di procedere con ulteriori approfondimenti tecnici, già programmati, che si prevede presto di realizzare.

Figura 17 – Deviazione del percorso idrico e, misura dello spessore delle alluvioni su bedrock (noise ambientale): sito 3A



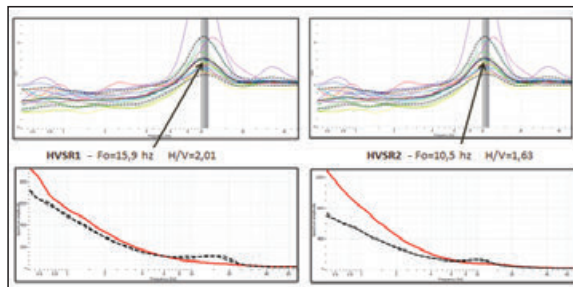
Fase 4 dello studio tecnico -scientifico

Questa è la fase finale dello studio non ancora attivata che, prevede, la realizzazione dei sondaggi archeologici esplorativi previa autorizzazione delle autorità competenti. È la parte invasiva dello studio che consiste nella realizzazione di saggi esplorativi utili a verificare la consistenza e le tipologie degli eventuali reperti archeologici ivi sepolti. Gli archeologi in questa fase hanno l'opportunità di rilevare e di valutare l'età e la tipologia dei reperti che, eventualmente, fossero intercettati durante gli scavi esplorativi.

Conclusioni

Quanto riportato rappresenta solo un estratto dello stato attuale degli studi svolti su alcune aree, all'interno del bacino idrografico del f. Busento, compatibili con la descrizione del sito di sepoltura di Alarico descritto da Jordanes nella *Getica*. Altre ricerche sono tuttora in corso e altre sono programmate anche su aree che, invece, non hanno le caratteristiche geomorfologiche descritte dalla principale fonte storica di riferimento. Sono in corso infatti rilievi e monitoraggi anche di caverne e di grotte ubicate in prossimità delle principali aste fluviali della macroarea di studio. Confidiamo di riprendere al più presto gli studi e le ricerche poiché, ulteriori approfondimenti, sono assolutamente necessari a completare le indagini e le ricerche avviate. È pertanto indispensabile disporre di appositi fondi assolutamente necessari

Figura 18 – Misure di rumore ambientale delle prove HVS1 ed HVS2



a completare le indagini geofisiche, gli studi di telerilevamento ambientale ed i rilievi geoarcheologici programmati.

Ci riserviamo di riportare presto, all'attenzione della categoria e degli appassionati, buone notizie, in riferimento agli obiettivi che ci siamo prefissati.

Bibliografia

S. AURELI AUGUSTINI; *De Civitate Dei*; - Libro 1 paragrafo 1. *Il giudizio della storiografia orientale sul sacco di Roma e la crisi d'occidente: il caso di Olimpiodoro di Tebe*; Institutum Patristicum Augustinianum Roma 2012; Umberto Roberto, pag. 71.

RAFFAELE MARIO BORETTI; *Alarico e Cosenza*; - Editrice Asemit 2016- pag.79.

V. ARNONI, *La Calabria illustrata*; Cosenza, 1994. Volume "Calabria Fascista" del 22 novembre del 1937.

JORDANIS; *De origine Actibusque Getarum*; Cap. XXX paragrafi 157-158.

ENRICO CUOZZO; *Cultura cittadina e documentazione. Formazione e circolazione dei modelli*; Bologna - Cosenza medievale. Una città riprogettata negli anni di Federico II di Svevia. Ottobre 2006. Pagg. 357-358.

GEORGE GISSING; *Sulla riva dello Ionio*; Editrice Rubettino; 2007.

VINCENZO SPANÒ; *La Via Popilia Annia in Calabria*. Rilievo e ricostruzione; Laruffa Editore; Anno 2010.

EDOARDO GIBBON; *Storia della decadenza e rovina dell'impero Romano*; Volume 2 cap. XXXI, pag. 427.
DAVIDE ANDREOTTI; *Storia dei Cosentini*; Editrice Pellegrini 1978; Vol. I pag. 308-311.

PAOLO ORSI; Archivio Storico della Calabria, - Vol. III, 1915, pag. 326-328.

GIOVANNI CIMINO; *Sul sito di sepoltura di Alarico I*; Cosenza, Doxa ed. 2015.

AMODIO-MORELLI, L., BONARDI, G., COLONNA, V., DIETRICH, D., GIUNTA, G., PERRONE, V., PICCARETTA, G., RUSSO, M., SCANDONE, P., ZANETTIN-LORENZONI, E., ZUPETTA, A., 1976. *L'Arco calabro-peloritano nell'orogene appenninico maghrebide*. Mem. Soc. Geol. Ital. 17, 1-60.

ARISI ROTA, F., FICHERA, R., 1985. *Magnetic interpretation related to 'Geomagnetic Provinces': The Italian case history*. Tectonophysics 138, 2-4, 179-196.

BOCCALETTI, M., NICOLICH, R., TORTORICI, L., 1984. *The Calabrian Arc and the Ionian Sea in the dynamic evolution of the Central Mediterranean*. Cita, M.B., Ricci Lucchi, F. (Eds.), Seismicity and Sedimentation, Mar. Geol. 55, 219-245.

BONARDI, G., COLONNA, V., DIETRICH, D., GIUNTA, G., LIGUORI V., LORENZONI, S., PAGLIONICO, A., PERRONE, V., PICCARETTA, G., RUSSO, M., SCANDONE, P., ZANNETTIN LORENZONI, E., ZUPETTA, A., 1976. *L'Arco calabro-peloritano*. Carta geologica. Scala 1:500.000. Mem. Soc. Geol. Ital. 17.

CAMEZ, A., 1967. Carta geologica della Calabria alla scala 1:25.000. Cassa per il Mezzogiorno Poligrafica and Cartevalori Ercolano. IGM Firenze, Roma.

CASSANO, E., FICHERA, R., ARISI ROTA, F., 1986. *Rilievo aeromagnetico d'Italia. Alcuni risultati interpretativi*. C.N.R. Gruppo Nazionale Geofisica della terra Solida Atti V Convegno II, (pp. 939-962).

IETTO A., PERRI E., SILVAGNI C., *La successione dolomitica triassica di Monte Cocuzzo (Calabria, Catena Costiera)*. Rendiconti Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche, 1993, Vol. 60, (pp. 147-164).
Montenat C., Barrier P. e Ott d'Estevou P. 1991, Some aspects of the recent tectonics in the Strait of Messina, Italy, neotectonics, Tectonophysics 194, (pp. 203-215).

PILUSO E., MORTEN L. (1997), *Calabrian continental ribbon within Tethyan oceanic realms: a possible mesozoic scenario from Catena Costiera, northern Calabria, Italy*. Abstract of 3rd Workshop on Alpine Geological Studies, Oròpa-Biella Sept. 29, Oct 1 1997. Quaderni di Geodinamica Alpina e Quaternaria (1997), vol. 4:208-209.

SORRISO-VALVO M., SYLVESTER A. (1993). *The relationship between geology and landforms along a coastal mountain front, northern Calabria, Italy*, in Earth Surf. Proc. Landf., 18 (pp. 257-273).

WESTAWAY R. (1993). "Quaternary Uplift of Southern Italy", in Journ. Geophys. Rec., 98 (pp. 21741-21772).

TORTORICI L., MONACO C., TANSI C., COCINA O. (1995). *Recent and active tectonics in the Calabrian arc (southern Italy)*. TECTONOPHYSICS, vol. 243; p. 37-55, ISSN: 0040-1951

Rocco Lombardi

Avvocato, dottore di ricerca in diritto ed economia dell'ambiente, Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Donatella Orlandi

Avvocato



responsabilità da attività professionale

1. Attività professionale e responsabilità civile
2. La condotta e i rimedi
3. Attività professionale e responsabilità penale
4. Nuova disciplina sui reati ambientali: i rischi per i geologi

I paragrafi 1 e 2 di carattere prevalentemente civilistico sono stati redatti da Rocco Lombardi, i restanti paragrafi riguardanti questioni penali da Donatella Orlandi.

1 Attività professionale e responsabilità civile

Nell'espletamento dell'attività professionale, può avvenire, indipendentemente dalla reale fondatezza di una condotta inadeguata, di essere coinvolti in contenziosi volti ad accertare la sussistenza di eventuali responsabilità legate all'esercizio dei propri incarichi. A seconda dei casi, il geologo può essere chiamato al risarcimento di danni derivanti dall'attività eseguita, o, in circostanze peggiori, a rispondere in sede penale di reati legati al proprio ruolo di libero professionista¹, consulente o perito.

È d'uopo, di conseguenza, analizzare le previsioni normative a riguardo della responsabilità del professionista, nonché, i possibili rimedi per evitare o limitare le conseguenze scaturenti da tali ipotesi.

Dal punto di vista giuridico, è particolarmente rilevante effettuare una distinzione preliminare, all'interno della generica categoria della responsabilità civile, tra responsabilità contrattuale ed aquiliana, in quanto, in base alla natura della stessa, dif-

ferisce la disciplina di riferimento in merito ad una serie di aspetti, tra i quali, quello relativo alla prescrizione dell'azione esperibile, nonché, all'onere della prova in sede giurisdizionale.

La prima tipologia di responsabilità scaturisce dall'inadempimento di obblighi negoziali, la seconda, invece, riviene da una condotta che ha causato un danno ingiusto in circostanze estranee a previsioni contrattuali (art. 2043 c.c.)².

Nell'ordinamento giuridico italiano, la responsabilità del professionista ha natura tipicamente contrattuale³, ed è disciplinata essenzialmente dal dettato degli artt. 2230 c.c. e ss., a riguardo delle prestazioni d'opera intellettuale.

Alle questioni generiche appena descritte, si affiancano anche fattispecie molto più specifiche, che prevedono direttamente la responsabilità del geologo e del geotecnico nell'espletamento delle sue funzioni di iscritto all'albo professionale.

Ne è un esempio la previsione normativa del DM 14 gennaio 2008, che al capitolo 6, paragrafo 2.2, cita testualmente: "È responsabilità del progettista la definizione del piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica", affidando totalmente alla sfera giuridica del professionista le responsabilità.

Non mancano, inoltre, decisioni giurisprudenziali che addebitano responsabilità al geologo che abbia eseguito la relazione geologica preventiva⁴ o le indagini geognostiche⁵.

Non si può, inoltre, trascendere, da considerazioni legate agli effetti scaturenti dalla possibilità per il geologo di ricoprire il delicato ruolo di direttore dei lavori⁶ o dalle previsioni normative poste a

¹ Sul punto è di utile consultazione D. LOMBARDO e A. DE TOMMASO, *La responsabilità del professionista intellettuale*, pubblicata in *Diritto 24* all'indirizzo <http://www.diritto24.ilsole24ore.com/art/avvocatoAffari/professioneLegale/2014-10-27/la-responsabilita-professionista-intellettuale-112908.php>.

² Sul punto cfr. G. ALPA, *La responsabilità civile. Parte generale*, Milano, 2010.; G. ANNUNZIATA, *Responsabilità civile e risarcibilità del danno*, Milano, 2010.; C. SALVI, *La responsabilità civile*, Milano, 2005.

³ In tal senso cfr. D. LOMBARDO e A. DE TOMMASO, *La responsabilità del professionista intellettuale*, cit.

⁴ Corte d'Appello di Genova, sez. III civ., 30 luglio 2004, n. 578, in *Persona e danno*, pubblicata su personaedanno.it con nota di P. MACCÀ.

⁵ Cass. Sentenza 16 aprile 2015, n. 7370. A riguardo è di utile consultazione M. PIPINO, *Responsabilità del direttore dei lavori e del committente per difetti dell'opera*, in http://areaformazione.legislazionetecnica.it/sites/default/files/prd_allegati/_15-10/2165273/AR1117.pdf

⁶ Si prenda in riferimento il combinato disposto dell'art. 29, comma 2, del D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia), al Titolo VIII del D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010 (Regolamento di esecuzione e attuazione del D.Lgs. n. 163 del 12 aprile 2006, recante il codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive della comunità europea). Sul punto è



riguardo della corresponsabilità con altre figure di responsabilità⁷ nell'espletamento di progettazioni complesse e sincretiste dal punto di vista tecnico e disciplinare.

La condotta e i rimedi

2

Prendendo preliminarmente in esame la circostanza più frequente, ossia, quella relativa alla responsabilità del professionista per obblighi contrattualmente assunti, è di particolare importanza rilevare come, nell'espletamento della propria attività, sia necessario prestare particolare attenzione, evadendo gli *standard* consuetudinari della condotta tenuta nelle attività generiche.

Il principio generale della diligenza del buon padre di famiglia, applicato alle regole contrattuali, infatti, viene derogato nel caso di prestazione professionale.

Ai sensi del secondo comma dell'art. 1176 c.c., invero, "*nell'adempimento delle obbligazioni inerenti all'esercizio di un'attività professionale, la diligenza deve valutarsi con riguardo alla natura dell'attività esercitata*", ossia, con la particolare attenzione, perizia e precisione richieste a chi sia iscritto ad un albo professionale.

Si parla, in questi casi di "diligenza qualificata", quindi, commisurata al tipo di attività esercitata⁸.

Appare chiaro, tuttavia, come tale previsione normativa non implichi che sia responsabilità del professionista ottenere il risultato auspicato dal cliente.

Risulta lapalissiano come il rapporto tra attività professionale ed effetti del progetto non possa sfociare in una mera valutazione del risultato⁹.

Sul punto è discussa in dottrina la distinzione tra obbligazioni di mezzi e obbligazioni di risultato. In estrema sintesi, mentre le prime dipendono dalla diligenza della parte, le seconde sono saldamente legate all'effetto pratico dell'attività espletata¹⁰.

In tale ottica, appare piuttosto evidente come la responsabilità del professionista rientri in obbligazioni di mezzi e che, in base al risultato, in casi accidentali, si possa, al più, prevedere nel contratto un'integrazione del compenso professionale, ossia, la c.d. *success fee*¹¹.

Oltre ai casi rivenienti dalla responsabilità contrattuale, come

medico solo perché non è riuscito in una operazione o ad un avvocato che è risultato soccombente in un contenzioso. Non è il mero risultato dell'attività a causare responsabilità, ma una condotta inadeguata nell'espletamento dell'incarico stesso.

¹⁰ Su tale distinzione, con particolare attenzione alla responsabilità del professionista cfr. D. LOMBARDO e A. DE TOMMASO, *La responsabilità del professionista intellettuale*, cit.; R. PLENTEDA, *Avvocato e danno*, in L. VIOLA (a cura di), *I danni da inadempimento, professionisti e consumatori*, Macerata, 2008, p. 165 e ss.; A. G. CARRABBA, *La relazione del professionista nell'accordo di ristrutturazione dei debiti*, in M. NUZZO, *Il principio di sussidiarietà nel diritto privato*, Torino, 2014, p. 604.; B. DELFINO, *La responsabilità per danni alla persona nell'erogazione di servizi pubblici*, Roma, 2007, p. 266 e ss.; R. PLENTEDA, *La responsabilità dell'avvocato. Rischi risarcitori e strumenti di tutela*, Macerata, 2008, p. 21 e ss.

¹¹ Sulla *success fee* cfr. *Consulting Services Manual* 2006, Washington, 2006, p. 77 e ss.;

di utile consultazione G. SANTOMAURO, *Il Geologo nell'espletamento delle proprie attività lavorative, nominato/incaricato da un Committente, può ricoprire il ruolo professionale di Direttore dei Lavori*, in <http://www.conosceregeologia.it/2016/03/08/il-geologo-direttore-dei-lavori/>

⁷ Sul punto cfr. S. LAZZINI, *Corresponsabilità fra Rup, professionista geologo e progettista esecutivo*, in *Diritto&Diritti*, marzo 2002.

⁸ Sul punto, è di utile consultazione D. P. TRIOLO e M. M. L. MATTA, *Diritto Civile*, Frosinone, 2016, p. 288.; M. G. DI PENTIMA, *L'onere della prova nella responsabilità medica*, Milano, 2013, p. 1-6.; G. MUSOLINO, *Contratto d'opera professionale*, in F. D. BUSNELLI (diretto da), *Il codice civile commentato*, Milano, 2009, p. 369 e ss.; A. BALDASSARI e S. BALDASSARRI, *La responsabilità civile del professionista*, Milano, 2006, p. 429 e ss.; C. PARINELLO, *Medical malpractice e regole di responsabilità civile: tradizione e innovazione*, Milano, 2008, p. 52 e ss.

⁹ Si pensi ad esempio a chi pretenda di chiedere un risarcimento ad un

anticipato precedentemente, il professionista potrebbe vedersi implicato nell'assunzione di obbligazioni di natura aquiliana¹². Secondo il dettato dell'art. 2043 c.c.¹³, infatti, *“qualunque fatto doloso o colposo, che cagiona ad altri un danno ingiusto, obbliga colui che ha commesso il fatto a risarcire il danno”*.

Tale tipo di responsabilità prescinde da qualsivoglia rapporto giuridico tra le parti e, in buona sostanza, permette a chiunque abbia subito un danno ascrivibile all'attività di terzi, di chiederne il risarcimento, a condizione che questi abbia agito con intenzionalità (dolo) o con imprudenza, imperizia, negligenza o senza il rispetto di previsioni contenute in norme o regolamenti (colpa). In merito alla condotta del professionista, in particolare, la giurisprudenza prevalente, ritenendo al caso di specie applicabile il dettato dell'art. 2236 c.c., secondo il quale: *“se la prestazione implica la soluzione di problemi tecnici di speciale difficoltà, il prestatore d'opera non risponde dei danni, se non in caso di dolo o di colpa grave”*¹⁴,

12 Sul punto cfr. G. MUSOLINO, *La responsabilità del professionista tecnico*, Bologna, 2011, p. 41 e ss.; V. D'ORSI, *La responsabilità civile del professionista*, Milano, 1981, p. 6 e ss.

13 Sulla responsabilità aquiliana cfr. E. AL MUREDEN, *I fatti illeciti*, Torino, 2014; P. CENDON (a cura di), *Commentario al codice civile artt. 2043-2053*, Milano, 2008.; R. CALVO e A. CIATTI, *Istituzioni di diritto civile*, Sez. I, Il fatto illecito, Milano, 2011;

14 Sulla colpa grave è di utile

esclude la condotta meramente colposa, sostituendola con *“colpa grave”*, ossia, ascrivendo al professionista responsabilità solo in caso di dolo o di *“errori che non sono scusabili per la loro grossolanità”*¹⁵.

Avverso le conseguenze dei rischi professionali, che possono rivelarsi anche di grave entità, la soluzione più ovvia, nonché, la più praticata da sempre è, chiaramente, quella della copertura assicurativa.

Non a caso, anche al fine di tutelare i terzi nei confronti di professionisti insolventi, è intervenuto il legislatore che, attraverso l'emanazione del D.L. n. 138/2011, successivamente convertito con Legge n. 148/2011, divenuto effettivo dal 15 agosto 2014, ha introdotto l'obbligo, per tutti gli iscritti ad un Albo professionale di stipulare un'apposita polizza.

Tale copertura assicurativa, tuttavia, non è sufficiente a preservare il patrimonio del professionista, in quanto, sono, ovviamente, esclusi i casi di condotta dolosa, mentre, ad ogni modo, è consigliabile *“assicurarsi”* sempre che nelle previsioni contrattuali con l'istituto, vi sia la presenza della copertura per *“colpa grave”*¹⁶, specie se si espleta congiuntamente attività di libero professionista e di amministratore di società.

Attività professionale e responsabilità penale

3

Nei paragrafi precedenti è stato anticipato che la responsabilità del professionista, oltre a riguardare la materia civilistica, può essere estesa anche alla sfera penale.

In particolare, la responsabilità penale insorge quando taluno si renda responsabile di un fatto o di un atto (commissivo o omissivo) individuato dal Codice Penale o da leggi speciali come

consultazione M. FRANZONI, *Dalla colpa grave alla responsabilità professionale*, Torino 2016; G. CASSANO, *La responsabilità civile*, Milano, 2012, p. 52 e ss.;

15 Cass. 21.4.77, n. 1476, in *Massimario della Giustizia Civile*, 1077, 634. Sulla colpa grave cfr. anche Cass. 8470/1995; Cass. n. 6782/2015;

16 Sul punto cfr. M. GAZZARA, *L'assicurazione di responsabilità civile professionale*, Napoli, 2016;

F. CARINGELLA, *Responsabilità civile e assicurazioni. Normativa e giurisprudenza ragionata*, Milano, 2008.



reato.

Contrariamente alla responsabilità civile, la responsabilità penale è strettamente personale (art. 27 Cost.) e non può essere trasferita ad un soggetto diverso dal colpevole, con evidenti conseguenze anche sul piano assicurativo-risarcitorio.

Allo stesso modo, anche dal punto di vista etico e deontologico, *“il professionista geologo risponde personalmente della propria opera sia nei riguardi della committenza che nei riguardi della collettività”*¹⁷.

A tal proposito, si vuole osservare come l'eventuale responsabilità per un fatto illecito commesso dal professionista geologo, prima ancora che valutabile sul piano giuridico - con conseguenti ripercussioni in materia di responsabilità civile (o ancor più in materia penale) - impatta significativamente sulla responsabilità etico-deontologica, in quanto è di tutta evidenza che l'attività professionale di questa figura coinvolge temi altamente sensibili dal punto di vista sociale. In altre parole, mentre l'errore o la violazione commessi ad esempio dal professionista commercialista, verosimilmente, può arrecare danno solo agli interessi del committente, l'operato di un geologo potrebbe travolgere la sfera o l'ambito del terzo danneggiato andando a coinvolgere un'intera comunità.

Come anticipato, il geologo e il geotecnico potrebbero essere chiamati a rispondere in sede penale per ipotesi diverse e a seconda del ruolo che rivestono.

Di seguito, una breve disamina delle fattispecie riconducibili alla figura di libero professionista in veste di consulente o perito, al ruolo di direttore dei lavori o di geologo in quanto corresponsabile con altri professionisti tecnici.

Per quanto concerne la responsabilità del consulente tecnico, preliminarmente, occorre precisare che, nonostante la stessa sia delineata, almeno in prima battuta, dalla disciplina civilistica, tuttavia l'art. 64 c.p.c. opera un espresso richiamo alle norme penali, stabilendo espressamente che *“Si applicano al consulente tecnico le disposizioni del codice penale relative ai periti”*.

Infatti, il geologo incaricato in qualità di ausiliario del Giudice - nell'espletamento dell'attività di consulente tecnico esperto - assumendo la funzione di Pubblico Ufficiale (ai sensi dell'art. 357 c.p.) - potrebbe incorrere in una serie di reati direttamente collegati a tale ruolo: si pensi, ad esempio, ai delitti dei pubblici ufficiali contro la Pubblica Amministrazione (regolati dagli artt. 314-335 c.p.) ovvero: il delitto di *peculato*, i delitti di *corruzione*,

concussione e *abuso di ufficio*.¹⁸

Più in particolare, per quanto riguarda il ruolo specifico ricoperto dal professionista perito geologo o geotecnico, l'art. 366 c.p. prevede che: chiunque, se nominato dall'Autorità giudiziaria, dovesse rifiutarsi di adempiere all'ufficio legalmente dovuto (perché, per ipotesi, attraverso mezzi fraudolenti, trovasse il modo per essere esonerato da svolgere l'attività a lui richiesta o semplicemente perché non fornisse, pur dovendo, le proprie generalità) potrebbe essere punito con la reclusione fino a sei mesi o con la multa da trenta euro a cinquecentosedici euro.

Così, qualora il perito dovesse rilasciare pareri falsi o interpretazioni mendaci affermando, pertanto, fatti non conformi al vero (per esempio, potrebbe attestare falsamente l'edificabilità di un'area in una perizia geologica preventiva)¹⁹ sarebbe chiamato a rispondere per *falsa perizia o interpretazione*; fattispecie punita con la pena della reclusione da due a sei anni e con l'interdi-

¹⁸ Si veda per tutti G. FIANDACA e E. MUSCO, *Diritto Penale Parte Speciale*, Bologna, 2012, p. 155 e ss.; A. PAGLIARO, *Principi di diritto penale. Parte Speciale, I, Delitti contro la pubblica amministrazione*, Milano, 2000.

¹⁹ La Giurisprudenza si limita a richiedere che l'atto oggetto di falsa attestazione concerna “fatti giuridicamente rilevanti”: cfr. ad es. Cass. 16 dicembre 1992, in Cass. Pen., 199, 932; Cass. 20 giugno 1979, A. NAPPI, *I Delitti*, cit., 132. Sul punto è di utile consultazione V. MORMANDO e F. BOTTALICO, *Le falsità in atti*, Bari, 2017;

¹⁷ Art.2 Codice Deontologico riguardante l'esercizio della professione di geologo in Italia, emendato con deliberazione N.65 del 24 MARZO 2010;

zione dell'esercizio della professione in caso di condanna (art. 373 c.p.)²⁰. Tuttavia, è fatta salva la possibilità per il colpevole che dovesse ritrattare e manifestare il vero, prima della chiusura del dibattimento, di rimanere impunito (art. 376 c.p.).

In ultimo, appare doveroso precisare che anche il codice di procedura civile (al 2° comma dell'art. 64) elenca alcune ipotesi di responsabilità attribuibile al consulente tecnico d'ufficio per colpa grave, punite con l'arresto fino a un anno o con l'ammenda fino a 10.329 euro (tanto succederà se si dovesse accertare, per esempio, che il CTU ha assunto l'incarico pur non avendo un'adeguata specifica conoscenza tecnica nel settore richiesto dal Giudice e redige un elaborato viziato da errori o se il CTU smarrisce ovvero distrugge documenti originali che gli sono stati affidati, etc.).

Passiamo ora ad analizzare il caso in cui il geologo, incaricato da un committente, possa rivestire il ruolo di Direttore dei Lavori (o Preposto di cantiere), come stabilito nel D.Lgs. n. 81/08 e s.m.i. (riformato con D.Lgs. n. 106/2009) ed essere, quindi, gravato dagli obblighi previsti dalle norme in materia di sicurezza ed igiene sui luoghi di lavoro.

Dal punto di vista della respon-

sabilità penale è particolarmente rilevante considerare tale ipotesi perché in questi casi si fa riferimento ai soggetti che rivestono una posizione c.d. di garanzia, ovvero a tutti coloro i quali per legge sono tenuti a compiere una specifica attività a protezione del diritto altrui.

Il Direttore dei Lavori può assumere tipicamente una posizione di garanzia nella misura in cui la legge gli riconosce i poteri/doveri di sospensione o interdizione dei lavori in caso di evidenza di pericolosità dell'organizzazione del cantiere²¹ e potrà essere chiamato a rispondere penalmente se non dovesse adempiere alle prescrizioni previste.²²

Inoltre, a seconda del tipo di incarico che gli verrà conferito (preposto, progettista o responsabile dei lavori), il professionista geologo che violi gli obblighi previsti dal Decreto verrà punito con pene o sanzioni diverse. Per fare un esempio concreto, è previsto l'arresto fino a un mese o l'ammenda da 219,20 a 876,80 euro nell'ipotesi in cui il preposto chiamato a controllare la corretta esecuzione dell'attività da parte dei lavoratori non verifichi che soltanto quelli che hanno ricevuto le adeguate istruzioni accedano alle zone che li espongono ad un rischio grave e specifico.

Nuova disciplina sui reati ambientali: i rischi per i geologi

4

Dal 29 maggio 2015 è in vigore la legge n. 68 ("Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente")²³ con l'obiettivo di riformare la normativa di prevenzione e contrasto alla criminalità ambientale e potenziare la protezione della salute e dei beni naturali.

Le principali novità possono essere così sintetizzate: il provvedimento introduce nel codice penale un nuovo titolo dedicato ai

²¹ cfr. Cassazione penale n. 21205 del 31.05.12.

²² La disciplina generale del reato omissivo improprio si rinviene nell'art.40, comma 2, c.p. a mente del quale "non impedire l'evento che si ha l'obbligo giuridico di impedire equivale a cagionarlo", disposizione che combinandosi con le fattispecie di parte speciale rispetto alle quali è assimilabile il cagionare al non impedire, dà vita ad una nuova figura di reato autonoma, fondata, appunto, sul mancato impedimento dell'evento tipico.

²³ Pubblicata in Gazzetta Ufficiale, n.122 del 28/05/2015.

²⁰ Le stesse raccomandazioni utili alla relazione geologica sono contenute ai sensi dell'art.76 del D.P.R. 445/00 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di documentazione amministrativa).

“Delitti contro l’ambiente” (Libro II, Titolo VI-bis, artt. 452-bis-452-terdecies), all’interno del quale sono previste cinque nuove fattispecie di inquinamento ambientale (disastro ambientale, traffico e abbandono di materiale radioattivo, impedimento di controllo e omessa bonifica)²⁴; sono state inserite la circostanza attenuante in tema di ravvedimento operoso²⁵ e due circostanze aggravanti per le fattispecie associative²⁶, la pena accessoria della incapacità di contrattare con la P.A. e la confisca obbligatoria, anche per equivalente, delle cose che costituiscono il prodotto, il profitto del reato o che servirono a commetterlo, anche per il delitto di traffico illecito di rifiuti.

Tra le altre previsioni della Riforma, si segnalano, inoltre, il raddoppio dei termini utili a prescrivere i reati, un procedimento *ad hoc* per l’estinzione delle contravvenzioni regolate dal Codice dell’Ambiente e la revisione alla disciplina sulla responsabilità amministrativa delle persone giuridiche in materia di delitti ambientali.

Se, per un verso, la tipizzazione dei reati appena esposti, mette al riparo da interpretazioni audaci degli inquirenti, d’altro canto, risulta di particolare importanza rilevare come l’inasprimento delle cornici edittali sia prova di una particolare attenzione del legislatore nei confronti dei reati ambientali, nonché di una politica giuridica volta ad essere sempre più severa con i trasgressori. Di conseguenza, vista l’ancestrale dialettica che intercorre tra i geologi e le attività ecologiche-ambientali, risulta piuttosto rilevante concentrarsi sulle conseguenze che potrebbero derivare da attività professionale, specie nei casi già analizzati nei quali il professionista ricopre cariche tecniche di responsabile.

Si pensi, ad esempio, al ruolo del geologo nella costruzione di una discarica ed alla relativa responsabilità in cui potrebbe incorrere lo stesso nel caso di disastro ambientale²⁷ (da cinque a quindici anni

di reclusione) o a tutti quei casi in cui nell’espletamento dell’attività professionale ci si occupi di bonifiche.

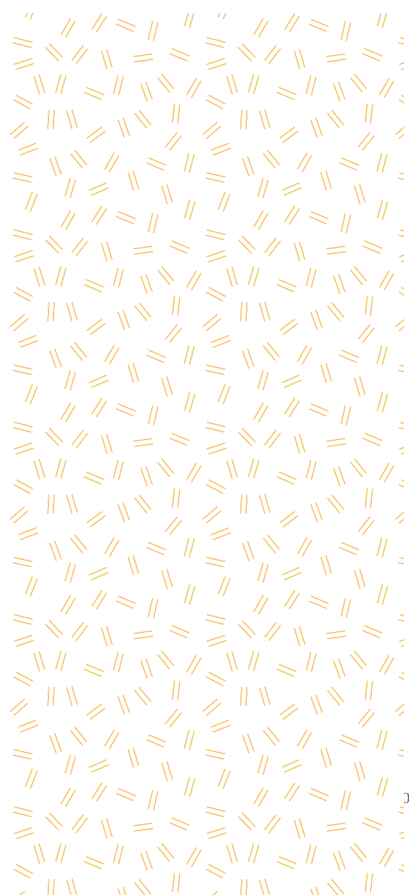
In definitiva, alla luce delle novità normative in tema ambientale, anche qualora si ricopra un ruolo marginale nell’esecuzioni di lavori del settore di riferimento, bisogna prestare la massima cautela e diligenza, avendo particolare attenzione circa lo stato dell’arte dell’opera nel suo complesso, senza tralasciare alcun dettaglio relativo agli obblighi di legge, al fine di non incorrere nelle durissime previsioni afflittive di carattere penale che possono essere traslate anche a chi abbia concorso con un ruolo non di primario spessore nell’esecuzione di un lavoro dal quale possa scaturire un danno ambientale.

24 Sul punto, è di utile consultazione C. RUGA RIVA, *Diritto penale dell’ambiente*, Torino, 2016, pag. 239-275.

25 La pena è diminuita dalla metà a 2/3, ovvero da 1/3 alla metà, in favore di chi, prima che venga dichiarato aperto il dibattimento, dovesse adoperarsi affinché l’attività criminale venga portata a conseguenze ulteriori, ovvero per chi provveda alla messa in sicurezza e alla bonifica e, se possibile, al ripristino dello stato dei luoghi;

26 La pena è aumentata fino a 1/3 qualora i reati di associazione a delinquere (art. 416 c.p.) e di associazione di tipo mafioso (art.416-bis) siano diretti a commettere taluno dei nuovi delitti ambientali.

27 Sulla nuova fattispecie cfr. G. SODANO, *Riflessioni sul delitto di disastro ambientale di cui all’art. 452-quater c.p. ad un anno dalla sua introduzione*; in *Diritto.it*; A. DI TULLIO D’ELISIIS, *I nuovi reati ambientali e le strategie difensive*, Rimini, 2015, p. 15 e ss.; C. RUGA RIVA, *I nuovi ecoreati: Commento alla legge 22 maggio 2015 n. 68*, Torino, 2015.



- SISMOGRAFI

- HVSR

- TOMOGRAFIA ELETTRICA

- GEORESISTIVIMITRI

- ENERGIZZATORI SISMICI

- IDROFONI



Seismograph
ECHO 48/2014 Seismic Unit - 24bit



Seismograph
ECHO 24/2010 Seismic Unit - 24bit



ECHO Tromo HVSR3 - 24bit



Mangusta MC 4B-96E
Goelectrical Tomography Equipment



Resistivity Meter Datares-10



3D/5D - 3D Twin Borehole Geophone



P/S Wave Borehole Energy Source



Borehole Deviation Probe

DoreMi 24 / 16 bit

SISMOGRAFO DIGITALE

IBRIDO - MODULARE - MULTIRUOLO

NUOVE SOLUZIONI PER:

Strutture

GeoJar

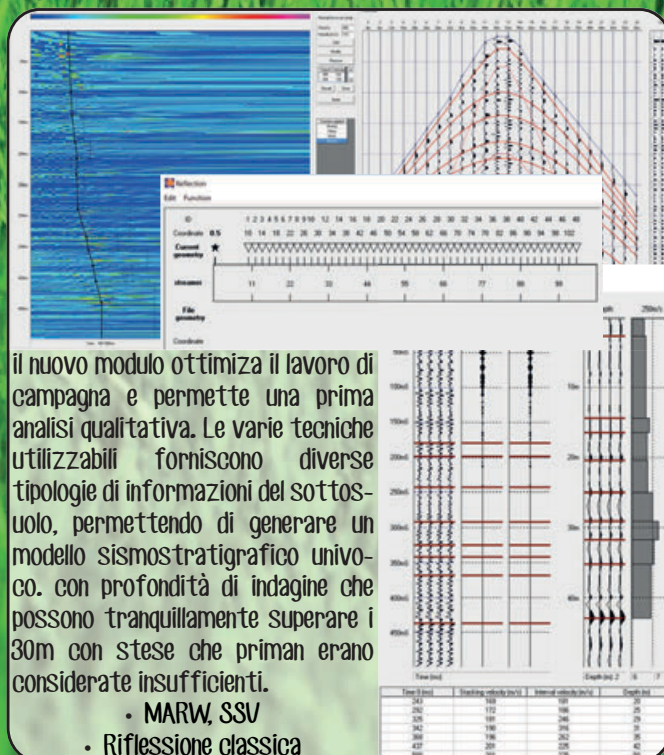
Terreni

Riflessione



Il GeoJar è un sensore triassiale che offre quella elasticità strumentale mai vista fino ad ora. Esso è adatto sia per misurazioni attive che per misurazioni passive quali:

- Mini HVS
- MASW multicomponente, ESAC, MAAM
- Analisi modali
- Analisi vibrazionali



Oltre alle tecniche classiche: MASW, ReMi, SPAC-ESAC, Rifrazione, Down Hole.



sara
electronic instruments



Via A. Mercuri 4 - 06100 - Perugia - Italia - E-mail: info@sara.pg.it - Tel.: +390755051015 - Fax: +390755006315 - P.IVA 0038320549

Disponibili a qualsiasi prova senza impegno. Il design, le specifiche ed il prezzo potrebbero subire variazioni senza preavviso.

Rilevamento Geomorfologico e Cartografia

Realizzazione - Lettura - Interpretazione



Autori:

Maurizio D'Orefice, Roberto Graciotti

Editore: Dario Flaccovio Editore

Pagine: 360

Anno: 2015

Prezzo: 38 euro

Il libro, con un approccio concreto e operativo, affronta, in modo chiaro e dettagliato, due temi che hanno un'importante ricaduta nell'ambito della pratica professionale: il rilevamento e la cartografia geomorfologica.

Si tratta, infatti, di argomenti che, anche alla luce della recente sequenza sismica che ha duramente colpito l'Italia centrale, stanno acquisendo un significato sempre più incisivo sia nell'ambito delle istituzioni tecniche territoriali, che a vario titolo si occupano delle problematiche connesse alla gestione e tutela del territorio, sia nel mondo della libera professione.

Un corretto approccio per la conoscenza dell'ambiente che ci circonda non può effettivamente prescindere dal rilevamento diretto di terreno, il quale consente di acquisire le informazioni necessarie per delineare un quadro complessivo delle caratteristiche fisiche di un determinato territorio, offrendo, oltretutto, le basi per prevederne l'evoluzione futura.

Consapevoli di queste potenzialità, gli Autori, in virtù della loro lunga esperienza maturata presso il Servizio geologico d'Italia, hanno concepito un volume di chiara impronta applicativa, che costituisce una valida guida scientifico-tecnica volta ad accompagnare l'operatore dalle prime fasi del rilevamento alla redazione finale della carta geomorfologica.

Il volume è strutturato in quattro parti principali. Nella prima sono sinteticamente trattati i concetti teorici fondamentali della geomorfologia, con riferimenti alla cartografia geomorfologica storica e a quella ufficiale prodotta secondo le Linee guida del Servizio geolo-

gico d'Italia.

Nella seconda parte sono descritte, in tutte le loro fasi, le tecniche e le metodologie del rilevamento geomorfologico con richiami alla fotogrammetria e alla fotointerpretazione e alle principali strumentazioni tecniche per lo studio e il monitoraggio di alcune forme, con particolare riguardo ai fenomeni franosi. La terza parte affronta le potenzialità dei sistemi informativi geografici e dei modelli digitali di elevazione, nonché le maggiori problematiche inerenti l'informatizzazione dei dati per la realizzazione di carte geomorfologiche digitali.

Nella quarta parte, infine, trovano spazio una serie di indicazioni e suggerimenti per la stesura di note esplicative e per la lettura e interpretazione delle carte geomorfologiche; strumento quest'ultimo adatto anche ai tecnici che, nel loro ambito professionale, hanno la necessità di utilizzare tali elaborati cartografici.

Il libro si chiude con tre corpose appendici. La prima affronta alcune questioni concettuali nei confronti dei fenomeni franosi, diffusamente presenti nel nostro Paese, e del loro stato di attività. La seconda compie una rassegna dei principali metodi di datazione utilizzati in campo geomorfologico con chiari riferimenti ai loro limiti di affidabilità e di applicabilità e ai risultati ottenibili. La terza si compone di una serie di tavole a colori, inerenti la simbologia geomorfologica adottata dal Servizio geologico d'Italia, che costituiscono un utile strumento operativo soprattutto per coloro che intendano utilizzare professionalmente le tecniche del rilevamento finalizzate alla redazione di una carta geomorfologica.

Sotto i nostri piedi

Un'analisi sociologica spietata dei tentativi inutili e non risolutori di prevedere i terremoti

Dopo ogni terremoto c'è sempre qualcuno che lo aveva previsto: i Maya, la zia Santuzza, il cane del vicino.

I previsori non si fidano della scienza, ma credono che i rospi scappino prima dei terremoti, che la Nato e le trivelle possano scatenarli, che gli scienziati sappiano prevederli ma non lo dicano perché odiano vincere i premi Nobel.

Per orientarsi in questo groviglio di scienza e pseudoscienza, "sotto i nostri piedi" ci accompagna in un viaggio attraverso la storia dei terremoti e dei tentativi di pre-

vederli, costellata da pochi acuti e tanti fallimenti.

Storie di scienziati e filosofi (da Aristotele a Kant), di terremoti e terremotati (dalla Cina alla Russia, dalla California all'Aquila), di bizzarre teorie e personaggi pittoreschi.

Fino ai più recenti passi avanti compiuti dalla ricerca sismologica, che se non consentono ancora la previsione dei terremoti ci offrono però la conoscenza e gli strumenti per una fondamentale riduzione del rischio.



Autore: Alessandro Amato

Editore: Codice Edizioni

Pagine: 238

Anno: 2016

Prezzo: 15 euro



CONSIGLIO NAZIONALE
DEI GEOLOGI

CONVEGNO

Morbegno, 22 settembre 2017, Auditorium S. Antonio



Quanto grandi sono stati i cambiamenti? Quale grado di percezione e coscienza dei problemi di carattere ambientale e geologico è stato raggiunto dalla società civile e dalla politica? C'è stato un vero cambiamento culturale di direzione nella gestione del territorio in Italia?

QUANDO FINISCE IL SUV,
COMINCIA STELVIO.



ALFA ROMEO STELVIO

Val. Max. consumi ciclo combinato (l/100 km) 7. Emissioni CO₂ (g/km) 161.

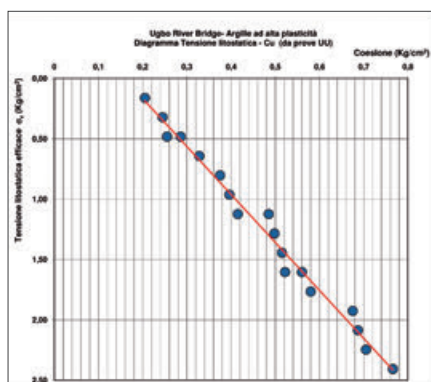
La meccanica delle emozioni



Pagina 11

PROPOSTA DI CORRELAZIONE TRA NSTP E COESIONE NON DRENATA

– **Pagina 18** sostituire la figura 12 con la seguente figura:



Pagina 35

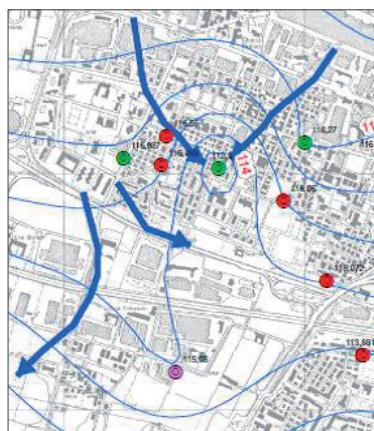
SIN BRESCIA – CAFFARO RISULTATI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE INDAGINE GEOCHIMICA E PIEZOMETRICA GENNAIO 2015

Misure quantitative

– **Pagina 38, 4° rigo** sostituire “krigging” con “kriging”
– **Pagina 39** sostituire la figura 6 con la seguente figura:



– **Pagina 39** sostituire la figura 7 con la seguente figura:



– **Pagina 39 8° rigo**, sostituire “Fig. 4” con “Fig. 5”
– **Pagina 39 12° rigo**, sostituire “Fig. 5” con “Fig. 6”
– **Pagina 39 16° rigo**, sostituire “Fig. 6” con “Fig. 7”
– **Pagina 40 7° rigo**, sostituire “Fig. 7” con “Fig. 4, 5, 6, 7”

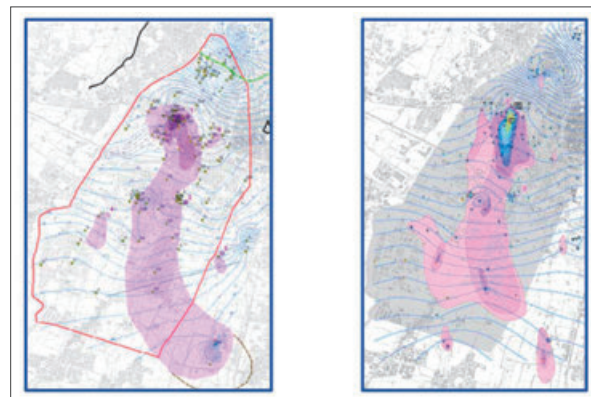
Indagine qualitativa

Cromo esavalente

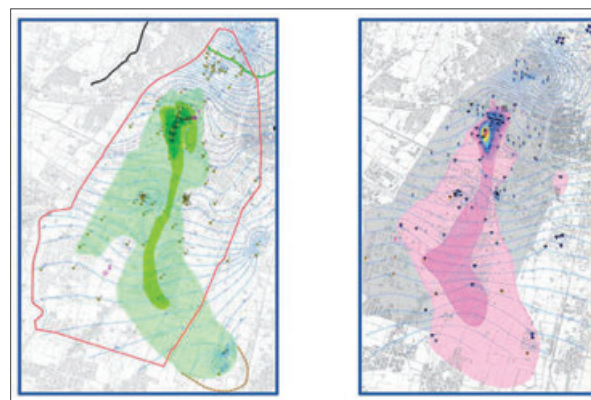
– **Pagina 41, 7° rigo** sostituire “>20 mg/l” con “>20 µg/l”
– **Pagina 42, 2° rigo** sostituire “641.190 mg/l” con “641.190 µg/l”
– **Pagina 42, 4° rigo** sostituire “10.740 mg/l” con “10.740 µg/l”
– **Pagina 42, 28° rigo** sostituire “1100 - 1400 mg/l” con “1100 - 1400 µg/l”
– **Pagina 42, 29° rigo** sostituire “5000 mg/l” con “5000 µg/l”

Idrocarburi alifatici clorurati

– **Pagina 43**, eliminare “Figura 11 - Andamento delle isopiezometriche nell’area pozzi A2A, Iveco e Caffaro”
– **Pagina 43, 6° rigo** sostituire “80 mg/l” con “80 µg/l”
– **Pagina 44**, sostituire la Figura 12 con la seguente figura:



– **Pagina 44**, sostituire la Figura 13 con la seguente figura:



Policlorobifenili (PCB)

– **Pagina 45 16° rigo**, sostituire “Figura 13” con “Figura 14”

NON ACCONTENTARTI
DI UN SOFTWARE
QUALSIASI.



SCEGLI IL MEGLIO. SCEGLI GEOSTRU.

GEOSTRU TI OFFRE I SOFTWARE PIÙ POTENTI ED AFFIDABILI PER LA TUA PROFESSIONE.

Produciamo software di successo a livello mondiale per numerosi settori professionali. La suite principale comprende programmi per ingegneria civile, geotecnica, geologia, geofisica, prove sui terreni, topografia, idrologia ed idraulica; i nostri software sono caratterizzati da un costo molto competitivo e da una qualità garantita da oltre 30.000 installazioni in più di 135 paesi nel mondo. I prodotti GEOSTRU sono caratterizzati da un'estrema

SOFTWARE

Ingegneria - Geologia e Geotecnica - Meccanica delle rocce - Prove in situ - Idrologia e Idraulica
Topografia - Energia - Geofisica - Ufficio

SERVIZI

Molteplici servizi gratuiti per i nostri clienti
geoapp.geostru.eu

facilità d'uso: ogni software risolve uno specifico problema, riducendo i dati di input a quelli strettamente necessari. Inoltre tutti i software sono integrati fra loro con la possibilità di esportare dati da/e per ogni applicazione della suite.

Tutti i prodotti sono pienamente compatibili con Normativa Italiana (NTC) e gli Eurocodici, in particolare l'EC7 per le opere geotecniche, l'EC8 per la sismica e l'EC2/3 per le verifiche strutturali.



Troverai software, risorse, info, servizi ed offerte sul nuovo sito: www.geostru.eu



Sismografo GEA24: affidabile • semplice • economico

GEA24 è un sismografo 24 canali (serializzabile fino a 48 canali) con scheda di acquisizione 24 bit e interfaccia USB per PC esterno. Adatto per tutte le applicazioni, GEA-24 è la soluzione intelligente per tutti gli usi professionali.

3DLG

RIFRAZIONE

RIFLESSIONE SUPERFICIALE

ONDE DI SUPERFICIE

MASW, Re.Mi., Vs30, MAAM, ESAC, ecc.

HVSR / VIBRAZIONI

abbinato al geofono 3D da superficie
Mod.3DLG

DOWNHOLE

abbinato al geofono 3D da foro
Mod.GFA

CROSSHOLE

abbinato al geofono 3D da foro
Mod.GFA e all'energizzatore da foro
per onde P/S Mod.CHE

RADIOTRIGGER

Mini-prezzo !!!
5 ANNI DI GARANZIA
A partire da 2800 € +IVA
STRUMENTO +
SOFTWARE DI GESTIONE

CARATTERISTICHE PRINCIPALI:

24 canali + trigger (AUX)

possibilità di serializzare 2 unità per un totale
di **48 canali**

24 bit reali, convertitore **AD Sigma-Delta**
Intuitivo e facile da usare

Collegabile a qualsiasi PC portatile/tablet
PC/toughbook

Alimentazione da USB

non necessita di batteria esterna!

Connettori per cavi sismici standard **NK2721C**

Compatibile con tutti i geofoni analogici

Aggiornamenti gratuiti software di gestione

Compatto e leggerissimo

(24×19.5×11cm – 2 kg)



Engineering a better solution

Fondata nel 1879, Officine Maccaferri è il cuore storico del Gruppo Industriale Maccaferri. La sua costante crescita si basa su forti valori di innovazione, integrità, eccellenza nel servizio e rispetto dell'ambiente. Maccaferri ha contribuito alla realizzazione di alcune delle opere più impegnative e grandiose nel campo dell'ingegneria strutturale ed ambientale. È il caso del progetto dell'A1 – Variante di Valico, del M.O.S.E., dell'Alta Velocità, del Quadrilatero Umbro Marchigiano, delle grandi vie di comunicazione, delle opere in sotterraneo e delle protezioni costiere e montane. Ogni giorno un team di quasi 3000 professionisti lavora in una delle società di Officine Maccaferri Group presenti in tutti i continenti, con un obiettivo comune: **proporre soluzioni, le migliori.**

MACCAFERRI

www.maccaferri.com/it

