

GEOLOGIA

TECNICA & AMBIENTALE

In questo numero

Nuove norme tecniche
sulle costruzioni

Messa in sicurezza
di un versante (Staletti, CZ)

Piezometria nelle aree costiere:
il caso del Parco Regionale della
Maremma (Toscana meridionale)

SPECIALE EVENTI 2017

"Valtellina 30 anni dopo"

"30 ottobre 2016,
magnitudo 6.5: il punto dei
geologi a un anno dal sisma"

"Acqua: Analisi e Gestione della
Risorsa tra Siccità e Alluvioni"



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



UN APPROCCIO COMPLETO AL VOSTRO SERVIZIO

PREMESSA

La nuova normativa per il RICONOSCIMENTO delle nuove sorgenti è contenuta nel Decreto Ministeriale del 10/2/15 pubblicato in G.U. n. 50 del 2/3/2015. La legge prescrive che devono essere eseguiti obbligatoriamente gli studi isotopici e deve esserci un monitoraggio secondo precise indicazioni metodologiche. Se la procedura riguarda poi il riconoscimento di una nuova sorgente, nell'ambito di una CONCESSIONE dove esistano già altre sorgenti autorizzate, occorre effettuare il monitoraggio isotopico anche su quest'ultime. L'iter per il RICONOSCIMENTO e il successivo sfruttamento della nuova sorgente presentano sicuramente aspetti che devono essere tenuti ben presenti e che potremmo riassumere nei seguenti.

LE VARIABILI

- Il Calcolo di tutti gli afflussi nell'ambito del bacino, inclusi i corpi idrici e le precipitazioni. Attraverso lo studio

su modello matematico gli isotopi determiniamo la quota media ponderata di ricarica della sorgente.

- La Costruzione di pluviometri e/o manufatti per il prelievo da sottoporre ad analisi isotopica. Prelievi dedicati alle condizioni del cliente ed idonei alla campionatura corretta per evitare evaporazioni indesiderate o "denaturazioni" del campione da analizzare.
- Il Monitoraggio con prelievi mensile delle acque di pioggia da sottoporre ad analisi isotopiche.
- Il Calcolo delle perdite: traspirazione, evaporazione, perdite del bacino-deflussi naturali e prelievi.
- Il Calcolo della quota media isotopica della sorgente.
- Il Modello numerico di bilancio idrico calibrato su base isotopica al fine della determinazione del prelievo sfruttabile ideale.

IDRORICERCHE con le sue competenze e tecnologie si mette a fianco dei geologi del territorio per supportarli pienamente in questo lavoro. In sinergia con il professionista offre al cliente finale la possibilità di raggiungere l'obiettivo prefissato.

IL SERVICE OFFERTO

- Supporto tecnico e amministrativo nell'istanza di domanda di permesso di ricerca.
- Espletamento dell'iter tecnico e autorizzativo per il riconoscimento della nuova sorgente
- Consulenza al fine dello sfruttamento ideale della sorgente
- Preparazione della documentazione necessaria per l'iter autorizzativo della domanda di concessione e l'assistenza nelle fasi autorizzative, sempre in coordinamento col professionista del territorio.

INTERPELLATECI SENZA IMPEGNO PER UN APPROFONDIMENTO



Sede: Loc. Brucco - Fraz. Abrau | 12013 | Chiusa di Pesio | Cuneo - Italia
Tel: + 39 0171.734154 Fax: + 39 0171.730043 | www.idroricerche.com

Sotto controllo

Strumenti per lo studio del sottosuolo e delle infrastrutture



Cavità ipogee: rilievo, monitoraggio, valorizzazione

Il nuovo georadar **GSSI UtilityScan** è all'avanguardia: rileva il sottosuolo e localizza oggetti, cavità e strutture con prestazioni eccezionali.

Compatto, semplice da usare, ma potente e robusto. Tecnologia GSSI e HyperStacking per la miglior risoluzione superficiale e una maggior penetrazione.

Prova lo strumento con un noleggio:
info@codevintec.it



Risorsa Acqua: tra siccità e alluvioni

Il **georesistivimetro multicanale Ares II** esegue misure di resistività e IP, monitora argini e dighe, consente rilievi ambientali, idrogeologia superficiale anche da remoto. Compatto, robusto, versatile.

Chiama per saperne di più:
+39 02 48302175



Magnitudo 6.5: il monitoraggio di grandi strutture

Nanometrics fornisce servizi e sistemi **Strong Motion** per il monitoraggio sismico di dighe, ponti, reattori nucleari e centrali elettriche. Le sue **reti di Early Warning sismico** sono tra le più precise al mondo.

Scarica la scheda tecnica:
www.codevintec.it/strong-motion-nanometrics-it

Milano
via Labus, 13 – 20147 Milano

Roma
Lungomare P.Toscanelli,64 – 00122 Roma

tel. +39 02 4830.2175 | info@codevintec.it | www.codevintec.it



CODEVINTEC

Tecnologie per le Scienze della Terra



GEO SURVEYS

geofisica e geotecnica - servizi di indagine, ricerca e sviluppo



INDAGINI GEOFISICHE E GEOTECNICHE IN SITO

INDAGINI SISMICHE ATTIVE

Rifrazione - Riflessione - Down Hole e Cross Hole - Masw

INDAGINI SISMICHE PASSIVE

Re.Mi. - Spac - Esac - HVSr

INDAGINI GEOELETTRICHE

Sondaggi elettrici verticali (SEV) - Tomografie 2D e 3D

INDAGINI GEORADAR

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI

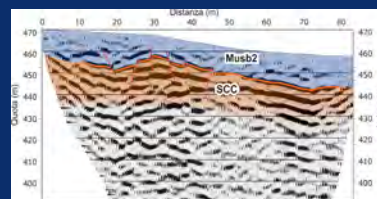
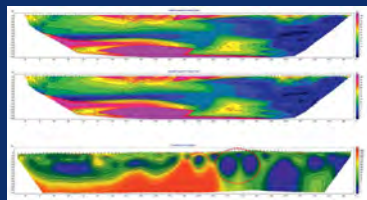
Misure di resistività termica

INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO

Prove penetrometriche statiche (CPT e CPTU) e dinamiche (SCPT)

Campionatore ambientale

Campionatore Shelby

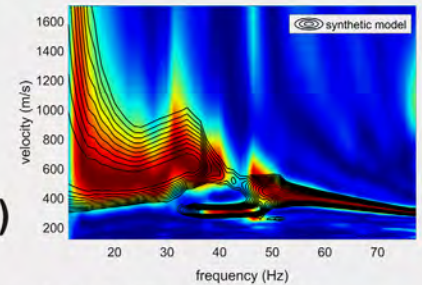


winMASW[®]

Pionieri nell'analisi congiunta di dati sismici

Un approccio semplificato e non basato su una vera *analisi congiunta* (non una mera *integrazione di dati* - operazione radicalmente diversa) conduce necessariamente ad errate ricostruzioni delle velocità sismiche e quindi della categoria del sottosuolo.

- MASW e MFA multi-componente
- Onde di Love e Rayleigh (componente radiale e verticale)
- Sismogrammi sintetici e analisi FVS (*Full Velocity Spectrum*)
- Velocità di fase e di gruppo
- ESAC/SPAC (curva effettiva)
- Analisi RPM (*Rayleigh-wave Particle Motion*)
- Analisi attenuazione
- HVSR (modellazione completa - onde di Love incluse)
- ReMi
- Modelling rifrazione 1D in onde P e S (anche con inversioni di velocità)
- Un ricchissimo arsenale di strumenti per l'analisi, l'*editing* e comparazione di dati attivi e passivi e la creazione di sezioni 2D
- Dalla *release* 2018 di winMASW[®] Academy: modulo per un rapido computo della RSL (Risposta Sismica Locale)



Disponibile in sei versioni: Academy, Professional, 3C, Standard, Lite, winHVSR

Scegli competenze documentate e qualità senza compromessi.

Prima di acquistare attrezzatura inutile o inadeguata, visita il nostro sito, consulta il materiale informativo (FAQ, manuale, linee guida e casi studio) e investi nelle **competenze** che ti consentono di fare molto di più e meglio, spendendo magari meno del previsto.

✓ software applicativi
per *tutta* la sismica

✓ sistemi di acquisizione
personalizzati

info@winmasw.com



✓ servizi di acquisizione
e/o elaborazione dati

✓ ricerca e sviluppo,
training, consulenze

GEOLOGIA

TECNICA & AMBIENTALE

Quadrimestrale dell'Ordine Nazionale dei Geologi
N. 3/2017

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 Ponzoni, 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:

Gravina di Laterza (TA)

Foto di: Riccardo Tedeschi

Sommario

L'Editoriale

A. Reina

9

Il Punto del Presidente

F. Peduto

11

Interventi

R. Nardone

15

Dopo 10 anni vengono pubblicate le nuove norme
tecniche sulle costruzioni. Un passo in avanti,
ma permangono criticità

Il geologo progettista

O. Barbagallo, A. Le Pira

19

Messa in sicurezza di un versante a monte della
strada comunale Copanello alto-Torrazzo-
Caminia nel comune di Staletti (Cz) attraverso un
intervento di rafforzamento corticale

GT&A Speciale Eventi

36

“Valtellina 30 anni dopo: cultura, normativa e
politica del territorio, quali cambiamenti?”

“30 ottobre 2016, magnitudo 6.5: il punto dei
geologi a un anno dal sisma”

“Acqua: Analisi e Gestione della Risorsa tra Siccità
e Alluvioni”

Università e ricerca

D. Chies, P.L. Fantozzi, S. Francalacci, R. Rigati, M. Salleolini

51

Metodi topografici per la ricostruzione dettagliata
della piezometria nelle aree costiere:
il caso del Parco Regionale della Maremma
(Toscana meridionale)

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



Alessandro Reina

Direttore Responsabile

Questo numero del GTA (3/17) ha voluto proporre articoli che esprimono contenuti allineati con un concetto fondamentale per i geologi: senso di responsabilità e consapevolezza del ruolo.

Il tema della messa in sicurezza sviluppato da Orazio Barbagallo e Arcangela Le Pira, evidenzia come il contributo del geologo nel fornire un approfondito rilievo geomeccanico sia determinante nell'ambito della progettazione degli interventi. Un lavoro professionale che deve avere forte consapevolezza della responsabilità e del ruolo del geologo.

Nel lavoro presentato da Chies, Fantozzi, Francolacci, Rigoli e Salleolini si conferma come la tecnologia induce freschezza alla discipline classiche come la topografia fornendo imprescindibili contributi alla corretta elaborazione dell'idrodinamismo della falda di un'area sensibile come quella del Parco della Maremma.

Sono certamente più di un resoconto i Convegni organizzati dal CNG su molteplici argomenti come la messa in sicurezza del territorio e la Protezione Civile a Morbegno (MI), la sismicità ad Ascoli Piceno e la Risorsa Acqua tenutosi a Catanzaro. La dimostrazione di una grande capacità organizzativa e l'ottima partecipazione dei colleghi, delle personalità e dei rappresentanti degli ordini regionali e del CNG, hanno determinato l'eccellente riuscita delle manifestazioni che costituiscono una delle attività fondamentali per il confronto e la crescita professionale dei geologi e della società civile.

Il 2018 sta riservando grandi novità per i geologi professionisti con l'approvazione ministeriale del Nuovo Regolamento APC (che migliora le possibilità dell'offerta formativa e ne snellisce le procedure) e con la pubblicazione delle Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui fa un'ampia sintesi dei contenuti Raffaele Nardone rappresentante per il CNG presso il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Buona lettura

- **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
Geoelectrical Tomography Equipment



Resistivity Meter Datasares-10



3D/5D - 3D Twin Borehole Geophone



P/S Wave Borehole Energy Source



Borehole Deviation Probe



Francesco Peduto

Presidente Consiglio Nazionale Geologi

Nel precedente editoriale, in riferimento alle politiche che il Consiglio Nazionale sta portando avanti per la categoria, dicevo con un po' di sconforto, "tutto in movimento, tutto in itinere, ma con tempi geologici", anche se chiudevo palesando un autunno "caldo". E così è stato, negli ultimi mesi del 2017 ci sono state importanti novità e si sono concretizzate alcune azioni che il CNG stava portando avanti. Le più importanti, il nuovo regolamento APC, l'attivazione della quota unica, la pubblicazione delle nuove NTC, l'attivazione di una polizza assicurativa base per tutti gli iscritti all'albo professionale.

Nuovo Regolamento APC

Nel mese di dicembre è finalmente pervenuto il parere del Ministero della Giustizia sulla proposta di nuovo Regolamento APC, approvato dal CNG con delibera n. 74/2017 del 6 aprile 2017, che è stato pubblicato sul Bollettino Ufficiale del Ministero della Giustizia n. 1 del 15 gennaio c.a.; a seguire è stata varata e trasmessa agli OO.RR. la Circolare n. 421 volta ad indirizzare le attività formative entro i limiti previsti dal nuovo Regolamento. La riforma, fortemente voluta da questo CNG, è stata finalizzata allo snellimento, alla sburocratizzazione ed alla decentralizzazione delle procedure, dove sono diventati protagonisti e centrali gli OO.RR. e mi piace evidenziare che regolamento

e circolare, a partire dagli indirizzi e criticità rilevate dalla Commissione APC, sono stati definiti attraverso il confronto continuo con gli Ordini Territoriali ed alla fine sono stati completamente condivisi con la Conferenza dei Presidenti.

Quota unica

Tra le professioni organizzate in Consiglio Nazionale e Ordini territoriali eravamo l'unica categoria a non avere una quota unica, pagando separatamente il CNG e il rispettivo O.R.; l'unico O.R. che già era associato al CNG, i cui iscritti pagavano una quota unica era quello del Lazio. Facendo seguito a quanto riportato nel programma elettorale, quindi, abbiamo proposto agli OO.RR. di aderire alla quota unica nazionale e per questo primo anno hanno già aderito circa 1/3 degli OO.RR. Con la quota unica si realizza una ulteriore semplificazione delle procedure e prevede alcune facilitazioni per gli iscritti, che possono adempiere attraverso diverse tipologie di pagamento con la possibilità di diluire il pagamento fino a 10 rate, in considerazione del non facile momento che sta attraversando la professione.

La quota unica concretizza ulteriori semplificazioni anche per gli OO.RR., che realizzeranno una riduzione dei costi e del lavoro da parte delle segreterie; è stata prevista, inoltre, la possibilità che gli OO.RR. possano richiedere al CNG un anticipo fino al 20% delle quote da incassare, in modo da superare le criticità nella gestione della cassa che possono presentarsi a inizio anno.

Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

In più occasioni è stato riferito del difficile contesto nel quale questo CNG è stato costretto ad operare in riferimento alle nuove NTC, alle quali è stato finalmente messo un punto con la firma da parte dei ministri competenti.

Già nel precedente editoriale riportavo che, a nostro avviso, era stato recuperato buona parte del disastro che abbiamo ereditato ed effettivamente in queste norme sussistono cose positive e criticità. Sono comunque diversi i miglioramenti apportati rispetto al testo approvato in Assemblea del C.S.LL. PP. del 14 novembre 2014 e in un articolo dedicato ne viene dettagliato il contenuto; a breve è prevista l'uscita anche della

circolare esplicativa e CNG e Fondazione - Centro Studi stanno programmando una serie di incontri sul territorio nazionale per parlarne con gli OO.RR. e i colleghi. Appena saranno ufficialmente pubblicate norme e circolare, sarà realizzato anche un numero speciale di GTA, dove saranno comparate vecchie e nuove norme e le modifiche che siamo riusciti a fare apportare al testo rispetto a quello già approvato nel 2014.

Polizza assicurativa

A seguito di apposita procedura, finalmente il CNG è riuscito ad attivare un servizio di copertura assicurativa gratuita di base dei rischi per i danni derivanti dall'esercizio dell'attività professionale a favore dei geologi iscritti alla Sezione A dell'Albo Unico Nazionale, che è automaticamente attiva a partire dal 1° gennaio 2018.

Questa è una delle azioni che il Consiglio Nazionale dei Geologi, attento alle criticità ed alle tutele degli iscritti, ha voluto portare avanti per fornire agli stessi servizi a supporto e sostegno alla professione. In questo modo tutti i colleghi potranno disporre di una polizza assicurativa di base, all risk e con retroattività illimitata, che ottemperi gli obblighi di legge, con un importante risparmio di spesa per ogni singolo iscritto e condizioni particolarmente favorevoli per i giovani iscritti. Questa polizza va vista come un'opportunità, non un obbligo, è incrementabile a piacere nei massimali così come è possibile abbassare la franchigia, con condizioni economiche sempre molto favorevoli rispetto ad una polizza stipulata direttamente da ogni singolo professionista.

Ovviamente ogni iscritto potrà liberamente procedere all'attivazione di polizze assicurative integrative, ovvero di una propria polizza assicurativa anche con qualsiasi altra compagnia, fino a rinunciare a quella messa a disposizione dal CNG se non la si dovesse ritenere utile. Siamo anche coscienti di aver creato qualche problema e disservizio in questa fase di avvio, che scompariranno con l'andata a regime della polizza nei prossimi mesi e quando per il prossimo anno ogni collega avrà potuto valutare meglio la convenienza o meno di servirsi della stessa. In ogni caso contiamo sulla segnalazione di eventuali criticità e ne monitoreremo l'andamento in modo da provare a migliorarla per il futuro.

In conclusione, tra le diverse altre azioni portate avanti in questo scorcio di tempo, tra fine 2017 e inizio 2018, vorrei segnalare le attività e la manifestazione per l'«equo compenso» con la Rete delle Professioni Tecniche e il CUP, che ha consentito di sensibilizzare il Governo e le forze parlamentari sulle priorità di intervento per il rilancio del lavoro e del mercato del lavoro professionale, sul valore sociale delle libere professioni e sul loro contributo alla crescita ed all'occupazione, quindi

sull'opportunità di politiche puntuali a supporto dei professionisti e la reintroduzione di un riferimento normativo chiaro per l'applicazione dei parametri di riferimento per i bandi della PA e degli enti pubblici. Allo stesso tempo il CNG e la Fondazione Centro Studi hanno dato alle stampe una pubblicazione sullo stato della professione e sul mercato della geologia, che consentisse un'analisi dei dati relativi alla professione ed al mercato dei servizi di ingegneria e architettura, per poterne definire chiaramente criticità, problematiche ed opportunità, per poter mettere in campo iniziative, azioni e proposte che tengano conto del reale stato dell'arte della professione e dei possibili sviluppi futuri.

Con questa pubblicazione consegniamo anche agli iscritti i risultati di questo lavoro, affinché ognuno possa fare le opportune valutazioni: la pubblicazione sarà distribuita nei prossimi incontri sia da CNG che dagli OO.RR: e si potrà scaricare dal sito istituzionale. Per il futuro dobbiamo farci trovare pronti: è indubbio che dobbiamo avere la capacità di proiettarci in avanti con la consapevolezza che è necessario migliorare ed ampliare saperi e abilità, competenze ed esperienze necessarie per svolgere al meglio la professione di geologo, con occhi attenti ad un mercato in continuo divenire, nella convinzione che in un Paese come il nostro ci sono ancora spazi ed opportunità rilevanti per i geologi.

Sismografi digitali

DoReMi 16 - 24 Bit

IBRIDO
MODULARE
MULTIRUOLO

SL06



Il sismografo SL06 è uno strumento versatile e affidabile. Pensato per applicazioni di monitoraggio sismico sia al suolo che strutturale, ora dispone di un nuovo dispositivo, un sensore compatto mono o biassiale pensato per un migliore posizionamento in ambito di monitoraggi sismologico-strutturali.

SL06 ha a disposizione una vasta gamma di sensori sia interni, velocimetrici (VelBox) o accelerometrici (AceBox), che esterni.

Riflessione



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

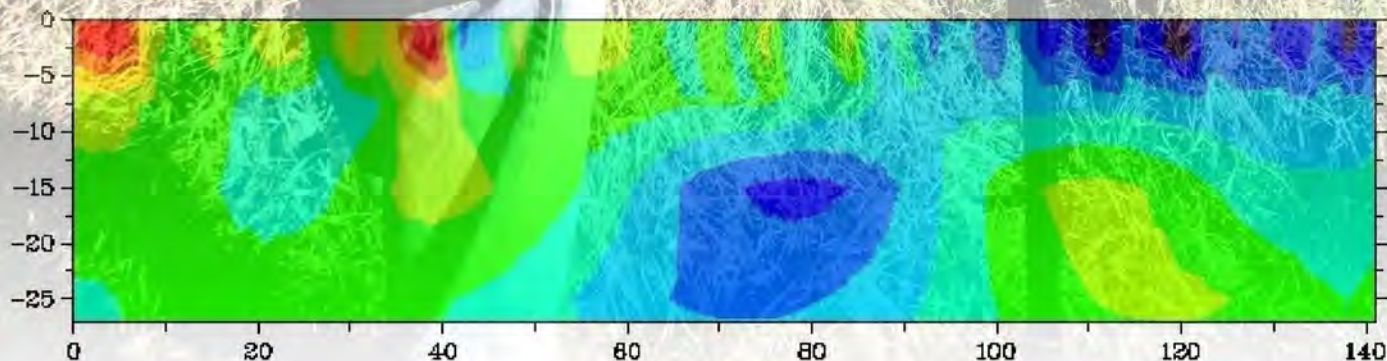
Disponibili a qualsiasi prova senza impegno. Il design, le specifiche ed il prezzo potrebbero subire variazioni senza preavviso.



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

Dopo 10 anni vengono pubblicate le nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni. Un passo in avanti, ma permangono criticità

a cura di **Raffaele Nardone**

Questo testo segna sicuramente un passo in avanti verso la cultura geologica nel progetto che costituisce elemento indispensabile per aumentare la sicurezza delle costruzioni, ma permangono criticità tutte legate alle dinamiche interne alla composizione dei gruppi di lavoro del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici dove prevale la cultura accademica che è molto distante dal mondo professionale, motore fondamentale dell'economia del nostro Paese, basato su sinergie e collaborazioni. Questo si rispecchia chiaramente nelle Norme Tecniche con tutte le sue negatività rischiando di far perdere quel patrimonio culturale e di buone prassi che regola il rapporto tra i progettisti di un'opera forzando concetti e ragionamenti accademici che non solo appesantiscono la norma ma la rendono anche slegata dal contesto normativo regionale in cui andrà ad operare oltre a non aiutare il necessario processo di semplificazione in materia di progettazione contribuendo, nel contempo, ad alimentare una giurisprudenza che non fa bene al tentativo di avere una normativa chiara, semplice ed efficiente.

Consapevole del fatto che in un percorso di concertazione bisogna far prevalere il bene sul meglio e convinto che altri correttivi saranno apportati nella Circolare esplicativa, richiamando il senso di responsabilità che questo Consiglio Nazionale non ha mai fatto mancare, abbiamo espresso parere favorevole alle norme il cui aggiornamento è frutto di un lunghissimo e difficilissimo percorso che ha visto, prima, il voto contrario da parte dell'allora rappresentante del Consiglio Nazionale dei Geologi nell'assemblea che ha approvato le norme il 14 novembre 2014; salvo poi, con il subentro del sottoscritto nella qualità di rappresentante del nuovo Consiglio Nazionale dei Geologi, recepire alcune istanze grazie alla procedura di concerto interministeriale e di intesa presso la Conferenza Unificata delle Regioni che ha ben compreso le nostre istanze al punto di farle proprie e di sostenerle con forza nell'esprimere l'intesa al provvedimento.

Rimane, comunque, l'amarezza di un'occasione persa per apportare, anche dal punto di vista geologico, geotecnico e sismico, quel necessario contributo di innovazione che avrebbe dovuto segnare il trasferimento in una norma dei progressi tecnici e scientifici compiuti dai professionisti nel settore delle costruzioni al fine di contribuire ad aumentare il livello di sicurezza delle opere che costituisce il principale obiettivo di un aggiornamento della norma.

I miglioramenti apportati rispetto al testo approvato in Assemblea del CSLPPP del 14 novembre 2014 sono i seguenti:

- abbiamo riportato la relazione geologica nell'ambito della progettazione e non com'era definita prima che costituiva la "fase di conoscenza preliminare alla progettazione" vera e propria;
- nella definizione di relazione geologica abbiamo ribadito che questa è basata su apposite indagini (termine volutamente generico in modo da comprenderle tutte). Abbiamo inserito che la relazione geologica dovrà riferire

sulle pericolosità geologiche (siano esse geologiche, sismiche, geomorfologiche, idrogeologiche, ecc...), prima si parlava di "pericolosità geologica";

- la relazione geologica dovrà essere redatta con riferimento ai luoghi in cui si inserisce l'opera;
- abbiamo eliminato la certificazione per le indagini e il prelievo dei campioni, lasciando solo l'obbligo per i laboratori di prove di essere iscritti all'elenco depositato presso il STC del CSLPPP.

L'abolizione delle categorie di sottosuolo S1 e S2, per i terreni che, secondo le NTC 2008 (§ 3.2.2) necessitavano di ulteriori approfondimenti volti alla predisposizione di specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, ha comportato l'obbligo di procedere alla definizione della Risposta Sismica Locale per i terreni non classificabili nelle categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo di un approccio semplificato (A, B, C, D, E): una novità normativa che necessariamente spinge verso un maggior grado di conoscenza del sottosuolo sotto diversi aspetti, da quello geotecnico a quello stratigrafico sino a quello sismico.

Le principali criticità sono:

La fase di programmazione delle indagini, deve mirare a un momento unico tra tutti i progettisti specialisti che concorrono alla redazione del progetto riconoscendo al progettista il coordinamento, la gestione e l'approvazione del fondamentale momento della progettazione.

Questo concetto avrebbe dovuto

costituire uno degli elementi di novità delle NTC nel capitolo 6 anche in ragione del fatto che, pur riconoscendo la fondamentale importanza del progettista nel garantire la sicurezza delle opere, anche a fronte di responsabilità di ordine civile e penale, si ravvisa l'opportunità di una valutazione interdisciplinare e collegiale delle problematiche connesse alla sicurezza delle costruzioni, soprattutto per gli aspetti connessi all'instabilità del suolo e ai rischi geologici. E' purtroppo palese come gran parte dei problemi associati alla sicurezza di beni e persone, in occasione delle sempre più frequenti calamità geologiche che affliggono il territorio nazionale, derivino dal grave scollegamento fra la relazione geologica/geotecnica e la progettazione dell'opera. Si ritiene fondamentale, al fine di garantire la sicurezza delle costruzioni, assicurare piena coerenza fra Relazione Geologica, Modellazione Simica e Relazione Geotecnica. Tali elaborati, piuttosto che essere concepiti, come troppo spesso accade, come documenti separati e scarsamente comunicanti, per di più affidati a professionalità diverse non necessariamente in collegamento fra loro, devono rappresentare la parti fondanti di un unico processo mirato alla realizzazione di opere sicure e resilienti nei confronti dei rischi geologici.

Del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista. Questo, oltre ad essere un vero abuso che fa una norma di tipo tecnico cercando di definire le competenze, di fatto crea non poche difficoltà se dovessimo applicarla letteralmente nel corso di una progettazione, in quanto il progettista potrà essere anche un architetto, geometra, ecc.... che non hanno competenze specifiche sulla geotecnica. Sarebbe stato più giusto scrivere che *"Del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista sentito il geologo"*.

Un ulteriore elemento di novità che mi

sarebbe piaciuto far introdurre nella norma è quello di separare il professionista che firma la relazione sulle indagini dal professionista che firma la relazione geotecnica al fine di garantire terzietà nel fornire il dato di base su cui sviluppare le successive applicazioni.

Di seguito si riporta uno stralcio del capitolo 6 delle Norme Tecniche 2018: al fine di consentire la massima comprensione del testo ed evidenziare le novità introdotte da questo Consiglio Nazionale tenuto presente che il testo non poteva essere stravolto in quanto già approvato in assemblea del ConSup, si è inteso lasciare tracciabile tutte le modifiche intercorse nel corso della procedura di concerto interministeriale e di intesa presso la Conferenza Unificata, rispetto al testo Allegato al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.53/2012, espresso nell'Adunanza dell'Assemblea Generale del 14 novembre 2014 su cui il Consiglio Nazionale dell'epoca espresse parere contrario.

In blu si riportano tutte le modifiche proposte da questo CNG e condivise a livello tecnico nel corso della procedura di intesa presso la Conferenza Unificata.

Capitolo 6 – Progettazione Geotecnica ^[1]

6.1.1. OGGETTO DELLE NORME

Il presente capitolo riguarda gli aspetti geotecnici della progettazione e della esecuzione di opere ed interventi che interagiscono con il terreno ed in particolare tratta di:

- opere di fondazione;
- opere di sostegno;
- opere in sotterraneo;
- opere e manufatti di materiali sciolti naturali o di provenienza diversa;
- fronti di scavo;
- consolidamento;
- miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi;
- consolidamento di opere esistenti.

Il presente capitolo riguarda, altresì, la nonché della sicurezza dei pendii naturali e della fattibilità di interventi che hanno riflessi su grandi aree.

6.1.2. PRESCRIZIONI GENERALI

Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, **di cui al § 6.2.1, dedotti da specifiche indagini,** devono essere esposti in una specifica relazione geologica **di cui al § 6.2.1.**

Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove definite dal progettista in base alla tipologia dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive.

Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica di cui al § 6.2.2, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica.

6.2. ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

La progettazione geotecnica **Il progetto** delle opere e degli interventi **deve**

articolarsi nelle seguenti fasi richiede preliminarmente la conoscenza delle caratteristiche geologiche generali del sito e si articola in:

1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
2. scelta del tipo di opera e di intervento e programmazione delle indagini geotecniche;
3. caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce materiali presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 3.2.2);
4. definizione delle fasi e delle modalità costruttive;
5. verifiche della sicurezza e delle prestazioni
6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.

6.2.1. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici. La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento. In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini di tipo geologico saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche. La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto. Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini specifiche indagini geologiche, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi del sottosuolo, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche. il conseguente livello di pericolosità geologica.

6.2.2. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2. Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso. Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione. Della definizione del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista.

Ai fini dell'analisi quantitativa di uno specifico problema, per modello geotecnico di sottosuolo si intende uno schema rappresentativo del volume significativo

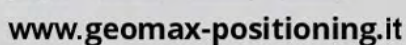
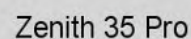
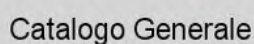
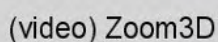
di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico. Nel modello geotecnico di sottosuolo devono essere definiti il regime delle pressioni interstiziali e i valori caratteristici dei parametri geotecnici. Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove misure in sito.

Per gli ammassi rocciosi e per i terreni a struttura complessa, nella valutazione della resistenza caratteristica occorre tener conto della natura e delle caratteristiche geometriche e di resistenza delle discontinuità. Deve inoltre essere specificato se la resistenza caratteristica si riferisce alle discontinuità o all'ammasso roccioso. Per la verifica delle condizioni di sicurezza e delle prestazioni di cui al successivo § 6.2.4, la scelta dei valori caratteristici delle quote piezometriche e delle pressioni interstiziali deve tenere conto della loro variabilità spaziale e temporale.

Le indagini, il prelievo di campioni e le prove di in sito ed in laboratorio, sulle terre e sulle rocce, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di prova di cui all'art. 59 del DPR 6 giugno 2001, n. 380. I laboratori su indicati fanno parte dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate esperienza e conoscenze documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.

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



Messa in sicurezza di un versante a monte della strada comunale Copanello alto-Torrazzo-Caminia nel comune di Stalettì (Cz) attraverso un intervento di rafforzamento corticale

Orazio Barbagallo, Docente di Geologia Applicata corso di laurea AGRINA – UniMe – orbarbagallo@tiscali.it
Arcangela Le Pira, Dirigente Servizio S402 RII – Dipartimento Protezione Civile Regione Sicilia

Abstract

This paper shows the arrangement and securing of a rocky slope with cortical strengthening works, consisted in the installation of double-twisted wire mesh, held in adherence to the slope through a system of ropes and nailing continues.

The work was performed through a structural survey of the rock mass for the definition of the main sets of fractures. The evaluation of the joint and rock mass strength characteristics was carried out through site and laboratory test investigation. This allowed us to size the number and type of anchors and pattern of ropes interposed between them.

Riassunto

In questo lavoro viene presentato un intervento di sistemazione di un versante roccioso attraverso opere di rafforzamento corticale, consistite nella messa in opera di una rete a doppia torsione trattenuta in aderenza al versante da un sistema di funi e chiodature continue.

Il lavoro è stato eseguito attraverso un rilievo strutturale della massa rocciosa per la definizione dei principali tipi di fratture. La valutazione delle caratteristiche dei giunti è stata effettuata attraverso indagini in sito e prove di laboratorio. Questo ci ha permesso di dimensionare il numero e il tipo di ancoraggi e le funi applicate per tenere in aderenza le reti metalliche.

Premessa

Nelle seguenti pagine viene presentato un intervento di sistemazione di un versante roccioso con strutture di rafforzamento corticale, consistite nella messa in opera di una rete a doppia torsione trattenuta in aderenza al versante attraverso un sistema di funi e chiodature continue. L'intervento è stato realizzato su una scarpata rocciosa che delimita a monte un tratto della strada comunale Copanello Alto - Torrazzo - Caminia, nel comune di Stalettì in provincia di Catanzaro.

La definizione dell'assetto spaziale delle famiglie di discontinuità presenti nell'ammasso roccioso, è stata effettuata attraverso una base di misura geostrutturale, mentre i parametri di resistenza dell'ammasso e quelli lungo i giunti sono stati ottenuti da rilievi in sito e prove di taglio in laboratorio. I risultati vengono di seguito commentati ed esposti.

Caratteristiche morfologiche e geologiche dell'area

L'area in studio ricade sul versante ionico della Calabria, immediatamente a sud dell'abitato di Catanzaro Lido. L'intervento è stato realizzato in un'area posta in prossimità della costa, situata su di un alto strutturale caratterizzato dalla presenza di pareti rocciose ad elevata pendenza. La zona d'intervento è ubicata a monte della ex SS

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

106 su di un versante rivolto a N che si sviluppa per una lunghezza di 180 m circa in direzione Est-Ovest sulla sponda idraulica destra del Torrente Lamia, caratterizzato da altezze variabili tra 14 e 30 m e con acclività comprese tra 50 e 80° circa. In essa, dal punto di vista geologico si distingue la presenza di un substrato formato da metamorfiti di alto grado, a composizione variabile, con intrusioni di filoni pegmatitici, cui si sovrappongono procedendo dal basso verso l'alto: la Formazione di San Nicola, data da conglomerati a grossi blocchi tonalitici di dimensioni da decimetriche a metriche immersi in matrice arenacea poco cementata, grossolana e non stratificata e calcari evaporitici di colore bianco nocciola disposti in strati da decimetrici a metrici. La serie è chiusa verso l'alto da Depositi alluvionali terrazzati, formati da alternanze di lenti limo-sabbiose e sabbioso-ghiaiose, depositi di spiaggia dati da sabbie medio-fini con ciottoli ben arrotondati di origine prevalentemente metamorfica o da semplici superfici di abrasione.

Campagna di indagini geomeccaniche

La determinazione delle caratteristiche geosturali dell'ammasso roccioso è stata effettuata attraverso rilievi in sito, realizzati lungo due scanlines, poste in corrispondenza della Base di Misura 1, atte a definire il grado di fratturazione e l'assetto spaziale delle varie discontinuità presenti.

Base misura 1

È stata realizzata nel versante roccioso presente nella zona di Copanello Alto, su di una scarpata irregolare, a volte aggettante, rivolta a nord, di altezza pari a 15 m circa con acclività di 75°. La parete su cui sono state effettuate le misure è caratterizzata dall'affioramento di rocce calcaree di origine evaporitica che si presentano con un elevato grado di fratturazione, detensionate e con superfici di alterazione di colore giallastro. L'ammasso nell'insieme è interessato da diverse famiglie di discontinuità con spaziature comprese tra 10 e 30 cm, persistenze elevate ed aperture oscillanti da pochi millimetri fino a 5-10 cm. I risultati ottenuti dalle misure sono riportati nelle tab. 1 e 2 e nelle figure da 1 a 3.

Tab. 1 – Risultati scanlines Traverse 1 e 2

Scanline vertic. (358/75) (trend, Plunge)		scanline oriz. (268/00) (trend, Plunge)	
lunghezza scanline (cm)	700	lunghezza scanline (cm)	900
n° discont.	30	n° discont.	60
random	9	random	7
totale fratture	39	totale fratture	67
fractur intercept (cm)	17,9	fractur intercept (cm)	13,4
frequenza (1/m)	5,6	Frequenza (1/m)	7,4

Tab. 2 – Staletti (CZ) – Traverse 1 e 2 (Parete 75/358)

	Set n° 1	Set n° 2	Set n° 3	Set n° 4
Dip direction/dip	337/80	245/73	052/57	347/17
Numero fratture	12	43	20	15
Media aritmetica Spaz. Reali (cm)	28,5	22,7	44,8	41,8
dev. Standard (cm)	13,2	11,4	23,1	22,1
media aritmetica JRC	11,5	10,6	11,4	10,2
media aritmetica persistenza (m)	3,1	1,95	1,25	inf
persist. dev. St. (m)	0,56	0,46	0,28	inf

Figura 1 – Reticolo polare di Schmidt

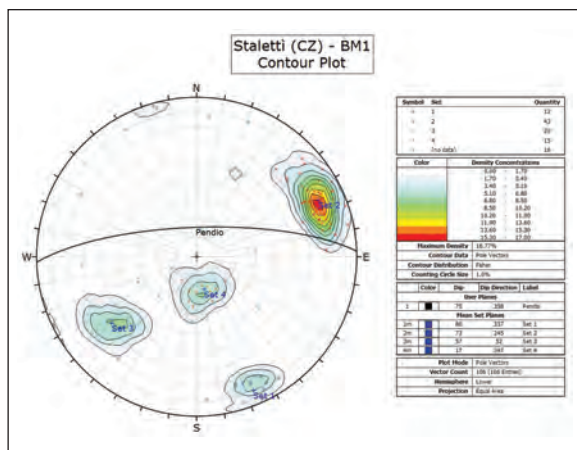


Figura 2 – Reticolo di Wulf

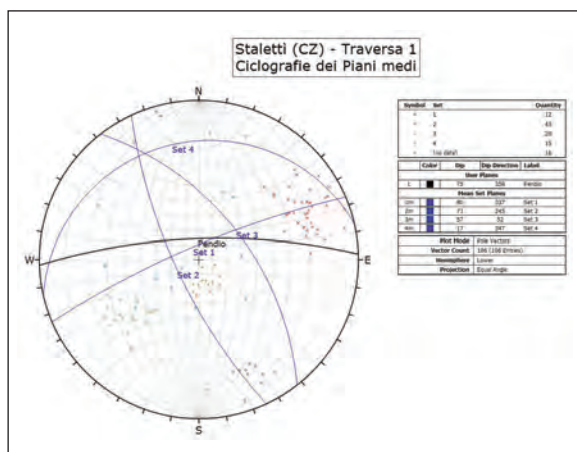
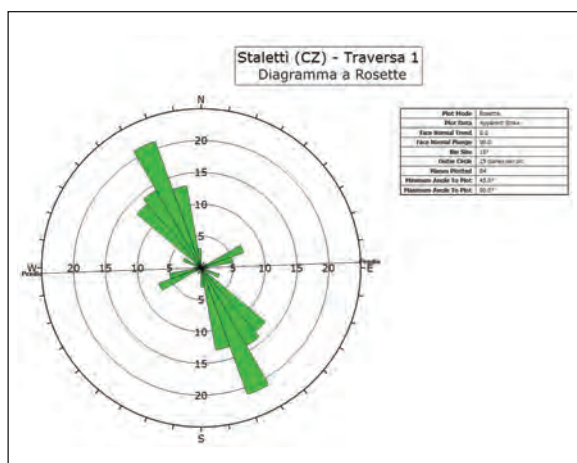


Figura 3 – Direzione di strike delle fratture intercettate



I sistemi di discontinuità individuati sono 4, così articolati:

- **Set 1** caratterizzato da una dip direction media prossima a quella del pendio (*dip direction media 337°*), angolo d'immersione medio superiore a quello del versante e vicino alla verticale (80°);
- **Set 2** in assetto a traversopoggio rispetto al pendio (*dip direction media 245°*), con angolo d'immersione medio elevato e pari a 73° ;
- **Set 3** in assetto a traversopoggio rispetto al pendio (*dip direction media 52°*) con angolo d'immersione medio di 57° ;
- **Set 4** corrispondente alla stratificazione, si presenta in assetto a franapoggio rispetto al pendio (*dip direction media 347°*), blandamente pendente verso NNW (17°);

Parametri di resistenza

Le misure in sito e di laboratorio ci hanno permesso di calcolare sia i parametri di resistenza lungo i giunti (*criterio di Barton & Choubey*) che dell'ammasso roccioso (*criterio di Hoek & Brown*). I parametri di progetto sono stati ricavati, in accordo a quanto prescritto nel DM 14/01/2008 cap. VI par. 6.2.3.1.2 (*Resistenze*), tabella 6.2.II (*Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*) applicando valori di M2 pari a 1,25 per l'angolo di resistenza al taglio, 1,25 per la coesione ed 1 per il modulo di deformabilità. I dati ottenuti sono riportati nella tabella 3.

Risultati analisi cinematica

Per determinare le situazioni di criticità del versante si è proceduto all'analisi cinematica dei potenziali blocchi, considerando i possibili gradi di libertà in relazione all'assetto dei Set di giunti ed alla orientazione del pendio.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 4.

I dati scaturiti dalle analisi cinematiche mostrano che le varietà di dissesto potenziale più frequenti sono date dallo *Scivolamento planare* e dal *Direct Toppling*. Se agli scivolamenti planari sommiamo

Tab. 3 - Caratteristiche geotecniche Ammasso calcareo

Descrizione:	Ammasso roccioso di origine carbonatica discretamente fratturato, alterato e detensionato;			
Caratteristiche Fisiche				
Peso di volume:	22,6 (kN/m3);			
Classificazione secondo Barton	Indice Q = 3,2 (Poor Quality Rock Mass – VI classe)			
Parametri di resistenza al taglio lungo i giunti				
	Valori medi	Valori Caratteristici	Coeff. parziale	Valori Progetto
Coesione: (MPa)	0	0		0
Angolo di resistenza al taglio (gradi):	43,9°	38,8°	M2 = 1,25	32,8°
Parametri di resistenza al taglio ammasso roccioso				
	Valori medi	Valori Caratteristici	Coeff. parziale	Valori Progetto
Coesione: (MPa)	1,22	0,417	M2 = 1,25	0,33
Angolo di resistenza al taglio (gradi):	40	35	M2 = 1,25	29,3
Modulo di deformabilità (MPa)	1360,9	465,5	M2 = 1,00	465,5

Tab. 4 – Staletti (CZ) – Criticità Potenziali (Parete 75/358)

Scivolamento planare	19,81%	
Set 1	25,00%	
Set 3	70,00%	
Scivolamenti di cunei	12,95%	
Piano singolo	9,93%	
Su due piani	3,02%	
Flexural Toppling	2,83%	
Direct Toppling	19,81%	

anche quelli dei cunei di roccia possiamo osservare che i fenomeni di *sliding* in generale rappresentano la criticità più probabile tra quelle che possono interessare il pendio (figura 5). Andando nel dettaglio possiamo osservare che gli scivolamenti si sviluppano maggiormente lungo il Set 3, anche in intersezione con il Set 1.

Descrizione dell'intervento

Le analisi fin qui condotte hanno evidenziato la necessità della messa in sicurezza della scarpata che sovrasta la strada comunale. Alla luce di ciò, in base al grado di fratturazione dell'ammasso e della presenza di numerosi blocchi instabili lungo la parete calcarea, si è reso necessario un intervento

di mitigazione del rischio che oltre alla pulizia del versante, al suo disboscio ed al disgaggio dei massi pericolanti, comprendesse anche la realizzazione di un intervento di rafforzamento corticale; in particolare si è deciso di intervenire attraverso la stesa di una rete metallica in aderenza al versante, sostenuta da un reticolo di funi di armatura Ø 12 mm, collegate ad un sistema di chiodatura continuo costituito da una serie di ancoraggi cementati al terreno con funzione di tiranti passivi.

Le funi hanno il compito di favorire il contatto tra la rete ed il versante, evitando la formazione di zone di lasco, permettendo la ritenzione in posto del materiale distaccato ed impedendone l'accumulo alla base del pendio. La tipologia di rete

Figura 4 – Istogramma potenziali cinatismi

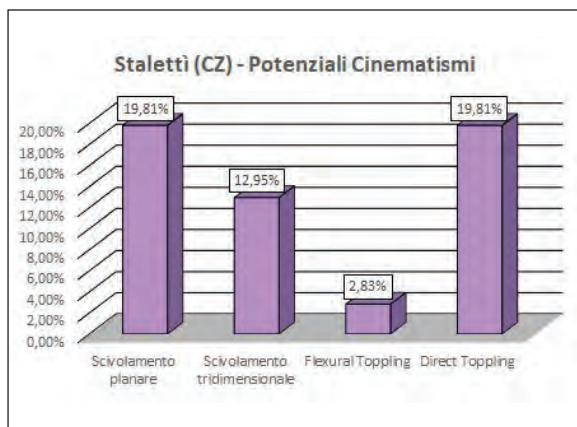


Figura 5 – Suddivisione tipologie di instabilizzazione

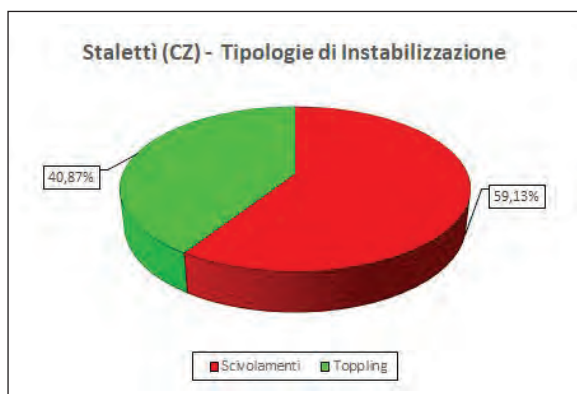
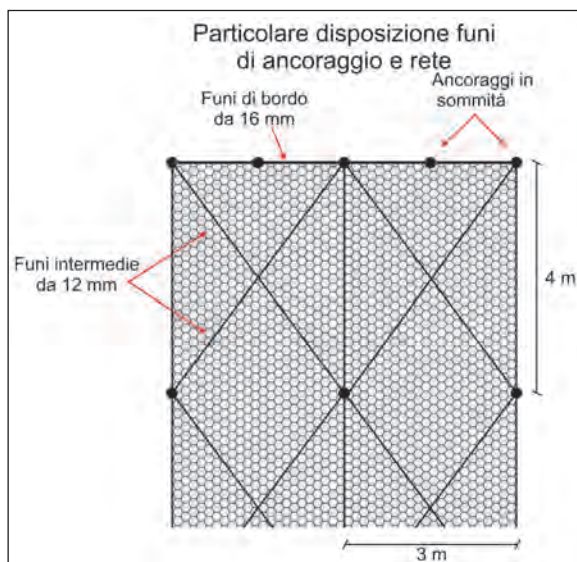


Figura 6 – Particolare sistemazione finale



applicata è del tipo a doppia torsione, con maglia metallica esagonale 8x10 cm, spessore 3,0 mm, conforme alle norme UNI-EN10223-3, tessuta con trafilato di ferro.

In sommità, al piede della scarpata e lateralmente la rete metallica è stata bloccata mediante una fune d'acciaio zincato $\varnothing = 16$ mm ad anima tessile, con resistenza nominale dei fili elementari di acciaio non inferiore a 220 kg/mm² (figura 6).

La rete è stata assicurata al pendio attraverso la messa in opera di ancoraggi. Il suo bordo è stato fissato con barre metalliche in acciaio tipo GEWI $\varnothing = 28$ mm, filettate e complete ad un'estremità di piastra, golfaro femmina e sistema di bloccaggio, inserite con un passo di 1,5 m. Successivamente lungo tutta la parete della scarpata sono stati posti in opera gli ancoraggi intermedi, disposti con una maglia di 3 x 4 m, in barre d'acciaio tipo GEWI diam. $\varnothing = 25$ mm, interamente filettate.

Dimensionamento volume roccioso di progetto

Nel contesto appena descritto le modalità di rottura della massa rocciosa rinforzata non includono soltanto rotture a taglio e flessione, ma anche di sfilamento degli ancoraggi. Bisogna premettere che le forze che gli elementi di rinforzo di tipo passivo sono in grado di trasferire all'ammasso roccioso sono in genere modeste, pertanto, questo tipo di intervento è applicato per stabilizzare solamente la porzione superficiale del pendio (*rafforzamenti corticali*).

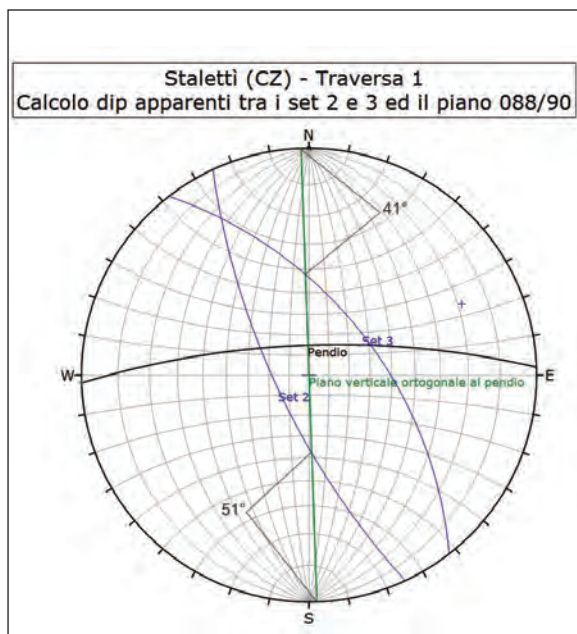
Un approccio semplificato consiste nel considerare come un continuo equivalente la roccia fratturata, rinforzata dalla presenza dei chiodi. Il concetto di materiale "equivalente" prevede che l'influenza dei giunti, come quella dei chiodi, sia omogeneamente distribuita nell'ammasso; i rinforzi passivi vengono, perciò, valutati come elementi intrinseci della massa rocciosa fratturata in grado di resistere a sforzi di taglio e assiali.

Dal punto di vista meccanico in una condizione di questo tipo vi sono quattro componenti distinte: la roccia intatta, le famiglie di giunti, i rinforzi e le interfacce tra i rinforzi e l'ammasso roccioso;

Figura 7 (in alto) – Fasi realizzative intervento. **Figura 8 (in basso)** – Sistemazione finale



Figura 9 – Calcolo grafico dip apparenti



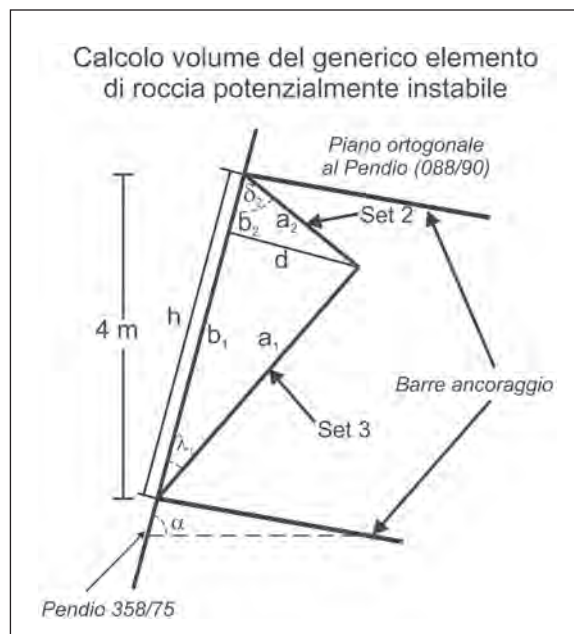
ciascuna componente è caratterizzata da precise proprietà di rigidità e resistenza. Ne consegue che le modalità di azione di un rinforzo in una roccia fratturata non è di semplice determinazione e che la sua risposta ai movimenti dell'ammasso è una combinazione dell'azione assiale, di taglio e flessionale.

Ai fini della verifica del sistema di consolidamento, per calcolare il carico che agisce sugli ancoraggi, si è fatto riferimento alla spinta sopportata dal sistema rete-funi, determinata dal distacco di eventuali blocchi, che per reazione viene trasferita alle barre.

Nella fattispecie, in base ai dati del rilievo geostrutturale, abbiamo ipotizzato un fenomeno di scivolamento lungo il Set 3 (Cfr *risultati studio geostrutturale*) nella porzione di pendio compresa tra due ancoraggi consecutivi, meccanismo che rappresenta la condizione più probabile e al contempo più gravosa per la scarpata rocciosa in esame.

Come blocco di massimo volume si è considerato un elemento lapideo separato dall'ammasso retrostante dall'intersezione dei Sets 2 e 3. Allo scopo si

Figura 10 – Blocco potenzialmente instabile



è riportata la sezione che taglia ortogonalmente il pendio (*piano 088/90°*), su questa il Set 2 (*245/73°*) dà un dip apparente di *51°* (*angolo δ*), mentre il Set 3 (*052/57°*) dà un dip apparente di *41°* (*angolo λ*) (*figura 9*).

Blocco di progetto

Per il dimensionamento del blocco di progetto posto alla base del calcolo bisogna fare riferimento alla figura 10.

In essa da semplici valutazioni trigonometriche si ottiene che:

$$d = b_1 \tan \lambda_1; (6)$$

ma anche:

$$d = b_2 \tan \delta_2; (7)$$

Inoltre sappiamo che:

$$h (m) = \frac{i}{\sin \alpha};$$

dove:

α = pendenza del versante;

i = interasse tra i chiodi = 4 m;

λ_1 = angolo tra il pendio ed il set 3 = $(41^\circ - 15^\circ) = 26^\circ$;

δ_2 = angolo tra il pendio ed il set 2 = $(51^\circ + 15^\circ) = 66^\circ$;
 d = profondità massima del masso;
 h = lunghezza del masso sul versante;

Nella fattispecie, prendendo come altezza massima del blocco h la porzione di scarpata compresa tra 2 ancoraggi consecutivi e data una acclività del versante di 75° , otteniamo:

$$h = b_1 + b_2 = \frac{i}{\sin \alpha} = 4,141 \text{ (m)}$$

Sappiamo anche che il rapporto tra b_1 e b_2 dalle equazioni (6) e (7) è uguale a:

$$\frac{b_1}{b_2} = \frac{\tan \delta_2}{\tan \lambda_1}$$

A questo punto con un semplice metodo numerico iterativo di convergenza siamo in grado di calcolare l'altezza d , le aree dei due triangoli rettangoli a_1 , b_1 , d e a_2 , b_2 , d ed il relativo volume, considerando uno spessore del masso pari ad 1 m. Otteniamo perciò:

$$d = 1,66 \text{ (m)};$$

$$\text{Volume} = 3,436 \text{ m}^3;$$

Il peso del masso vale:

$$W = 22,6 \text{ (kN/m}^3\text{)} \times 3,436 \text{ m}^3 = 77,65 \text{ kN};$$

Dimensionamento delle funi d'acciaio

Nella verifica effettuata sono stati presi in considerazione i meccanismi di stato limite ultimo a lungo termine (*tensioni efficaci*). Nel caso particolare il superamento dello stato limite ultimo si riferisce allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza dell'ammasso a seguito dell'instabilizzazione del pendio.

Il calcolo è stato eseguito nei confronti dello SLU di tipo geotecnico (GEO). In queste condizioni il valore di Y_{Gi} (*fattore parziale per le azioni permanenti*) vale 1 sia per i carichi favorevoli che per quelli sfavorevoli, il fattore parziale per il coefficiente di sicurezza vale 1,1, mentre il coefficiente M2 da applicare all'angolo di resistenza al taglio del giunto vale 1,25. Per il calcolo del coefficiente di sicurezza pseudostatico allo scivolamento del blocco di peso

W , abbiamo sviluppato la seguente formula:

$$F_s = \frac{\left\{ W \cdot \left[(1 - k_v) \cdot \cos(\psi_p) - k_h \sin(\psi_p) \right] + p \cdot h \left[\cos(\psi_p) \right] \right\} \tan \phi}{W \left[(1 + k_v) \sin(\psi_p) + k_h \cos(\psi_p) \right] - p \cdot h \left[\sin(\psi_p) \right]}$$

dove:

$\psi_p = (\alpha - \lambda_1)$ = acclività del Set 3 rispetto l'orizzontale;

k_v = coefficiente sismico verticale = 0,042;

k_h = coefficiente sismico orizzontale = 0,084;

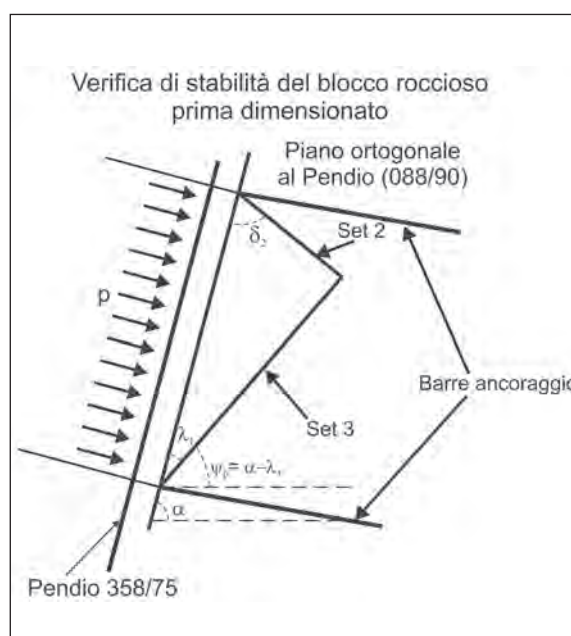
ϕ = angolo d'attrito lungo i giunti.

I valori dei coefficienti sismici sono stati ottenuti dalla pericolosità sismica di base in relazione allo stato limite ultimo SLV, considerando un suolo di tipo **B** ed un coefficiente topografico **T2** (tabella 5).

Tab. 5 – Staletti (CZ) – Pericolosità sismica di base

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,021	0,084	0,105
kv	0,008	0,011	0,042	0,053
amax [m/s ²]	0,790	1,033	2,945	3,694
Beta	0,200	0,200	0,280	0,280

Figura 11 – Schema verifica di stabilità



Se poniamo $F_s = 1,1$, esplicitando dalla precedente equazione l'incognita p e dividendo il peso del blocco per la porzione di pendio compresa tra due ancoraggi, avremo che la pressione unitaria per m^2 di pendio necessaria a portare la scarpata in condizioni di sicurezza ($F_s = 1,1$), sarà uguale a:

$$p_u = \frac{W}{h} \cdot \frac{\{F_s [(1 + k_v) \sin(\psi_p) + k_h \cos(\psi_p)] - [(1 - k_v) \cdot \cos(\psi_p) - k_h \sin(\psi_p)] \cdot \tan \varphi\}}{\{F_s [\cos(\psi_p)] \cdot \tan \varphi + [\sin(\psi_p)]\}}$$

Applicando un angolo di resistenza al taglio sui giunti di $32,8^\circ$ (*valore di progetto*) otteniamo un valore di p_u pari a $8,63 \text{ kN/m}^2$. Considerato che l'area di competenza media della fune è uguale a $1,2 \text{ m}^2$ al m di fune (*con un interasse delle barre di $3 \times 4 \text{ m}$ la diagonale del rettangolo è di 5 m , di conseguenza 2 diagonali di funi pari a 10 m sosterranno un'area di 12 m^2), avremo che il carico medio q che interessa la fune è di $10,36 \text{ kN/m}$.*

In base alla teoria delle funi sottili con rigidità flessionale e a taglio nulla (*Cravero et alii 2004*), la forza media agente sulla fune è funzione della freccia massima a metà campata:

$$F_{med} = \frac{q \cdot L}{4} \cdot \sqrt{1 + \frac{L^2}{4 \cdot f^2}}$$

dove:

L = lunghezza della campata di fune tra due ancoraggi successivi;

f = freccia massima a metà campata;

q = carico lineare agente sulla fune.

La deformazione elastica media ε_{el} dovuta alla forza F_{med} agente nella fune è data dalla seguente espressione:

$$\varepsilon_{el} = \frac{F_{med}/A_{fune}}{E_{acc}}$$

La forma parabolica della fune provoca un aumento della sua lunghezza (*lunghezza effettiva L_{eff}*) rispetto alla lunghezza originaria L , che dipende dalla freccia massima f :

$$L_{eff} = b \cdot \left[\ln \left(\frac{\frac{L}{2} + \sqrt{\frac{L^2}{4} + b^2}}{b} \right) \right] + \frac{L/2 \cdot \sqrt{L^2/4 + b^2}}{b^2}$$

dove:

$$b = \frac{L^2}{8 \cdot f}$$

Dal punto di vista geometrico la deformazione della fune vale allora:

$$\epsilon_{geom} = \frac{L_{eff} - L}{L}$$

La forza massima agente sulla fune è anch'essa funzione della freccia massima a metà campata:

$$F_{max} = \frac{q \cdot L}{2} \cdot \sqrt{1 + \frac{L^2}{16 \cdot f^2}}$$

Pure in questo caso se si considera che per la congruità delle deformazioni ε_{el} e ε_{geom} devono essere uguali, applicando un metodo numerico iterativo di convergenza siamo in grado di calcolare la freccia massima a metà campata e la forza massima agente sulla fune. Infatti tenuto conto che le funi intermedie hanno un diametro di 12 mm , un'area della sezione di $113,04 \text{ mm}^2$ ed una resistenza ammissibile di $139,17 \text{ kN}$, se poniamo $E_{acc} = 210.000 \text{ N/mm}^2$ e $q = 10,36 \text{ kN/m}$ si ottiene un valore di f di $26,5 \text{ cm}$ e una F_{max} di $124,85 \text{ kN}$, valore inferiore alla resistenza ammissibile della fune che risulta pertanto verificata.

Dimensionamento chiodi di ancoraggio

Una volta verificato il sistema rete-funi bisogna valutare se le barre sono in grado di resistere alle forze esercitate su di essi dalle funi, nel caso che un eventuale blocco si stacchi nello spazio compreso tra due ancoraggi. In questa circostanza le barre lavorano in modo passivo, la loro azione di supporto di conseguenza si ha a seguito dell'insorgenza di deformazioni nell'ammasso roccioso e nelle funi che a loro volta trasferiscono il carico sugli ancoraggi. Le deformazioni inducono nei chiodi uno stato di sforzo composto di taglio e trazione, conseguente alla scabrezza dei giunti presenti, alla loro apertura ed alla direzione degli ancoraggi, in genere non ortogonale a quella dei giunti.

Il meccanismo d'interazione tra le barre di rinforzo e l'ammasso roccioso è reso ancora più complicato per la differente rigidezza delle barre, della malta di ancoraggio e della roccia. In linea di massima si possono individuare due meccanismi d'azione:

- un effetto di contrasto alla dilatanza;
- un effetto legato alla presenza di una o più superfici di discontinuità che delimitano porzioni dell'ammasso potenzialmente instabili. In tal caso è possibile individuare un tratto del chiodo che funziona da fondazione (L_F) ed un tratto che funziona da testa (L_T).

Nel progetto analizzato gli interventi di chiodatura sono finalizzati al sostegno dei rafforzamenti corticali in rete, abbiamo detto che per ottenere ciò si è applicato un sistema di Barre in acciaio del tipo Gewi con tensione caratteristica di rottura (f_{rk}) pari a 540 N/mm² e tensione caratteristica di snervamento (f_{yk}) pari a 500 N/mm². Per descrivere l'approccio teorico di come gli sforzi applicati si ripartiscono in una barra inserita in un ammasso roccioso fratturato dobbiamo fare riferimento alla figura 12, ove viene riportato un chiodo che interseca una frattura secondo un angolo θ , rispetto alla normale alla discontinuità. La risultante R agente sulla sezione resistente della barra avrà un angolo β rispetto alla stessa barra; essa può essere decomposta in due forze di cui una (N) parallela alla barra ed una (S) perpendicolare. Secondo Panet (1987) il contributo di un chiodo alla resistenza al taglio lungo una discontinuità è fornito dalla seguente espressione:

$$C_b = R \cdot \cos(\theta + \beta) \cdot \tan \varphi_{taglio} + R \cdot \sin(\theta + \beta) \quad (8)$$

dove:

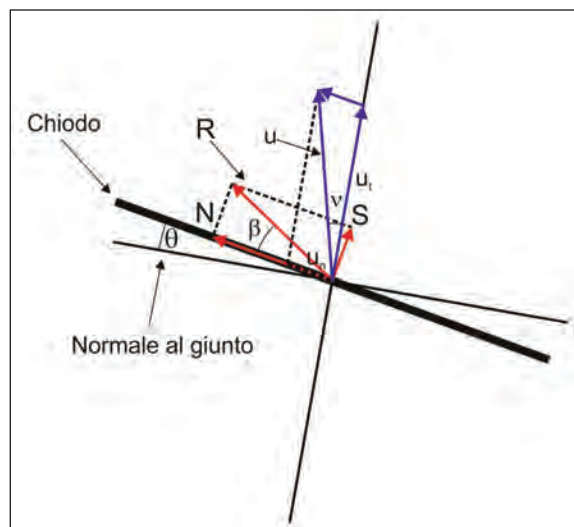
R = risultante delle sollecitazioni nella barra al livello del giunto;

θ = inclinazione della barra rispetto alla normale al giunto;

β = inclinazione della risultante R rispetto all'asse della barra;

Sempre in riferimento alla figura 12 lo spostamento

Figura 12 – schema delle forze agenti in un ancoraggio



indotto lungo una discontinuità genera uno sforzo di taglio che mostra, per effetto della dilatanza, oltre alla componente tangenziale u_t , una componente perpendicolare u_n .

Pertanto si ha:

$$\varphi_{taglio} = \varphi_b + \nu$$

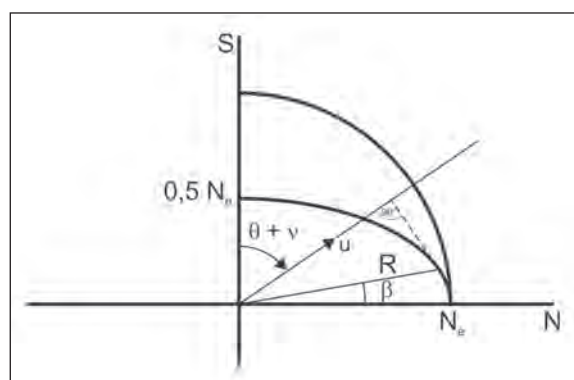
dove:

φ_b = angolo d'attrito di base della roccia;

ν = angolo di dilatanza del giunto;

In riferimento all'espressione di Panet (3), per la determinazione dell'incognita β abbiamo applicato il metodo del principio del lavoro massimo (figura 13).

Figura 13 – schema delle forze agenti



Secondo tale principio la forza limite nel chiodo è determinata dall'intersezione del vettore R con l'ellisse, nel punto in cui la tangente risulta perpendicolare al vettore spostamento μ (Tanzini 2002). Sotto tale ipotesi abbiamo:

$$\frac{R}{N_{ys}} = \left[\frac{1 + \frac{m^2}{16}}{1 + \frac{m^2}{4}} \right]^{0,5}$$

$$\tan\beta = \frac{m}{4}$$

$$m = \cot g(\theta + \nu)$$

I dati di input per il calcolo della barra sono dati da:

Tab. 6 – Dati di input per il dimensionamento della barra		
$\nu =$	23,53	angolo di dilatazione iniziale
$\theta =$	41	angolo tra la normale al giunto e la barra
$\sigma_c =$	41,13	Resist. UCS della roccia (N/mm ²) da provini in laboratorio
Coeff. Parziale DM 14/01/2008	1,6	
σ_c corretto =	25,71	N/mm ²
Rck malta	20	N/mm ²
adesione malta-roccia	0,4	N/mm ²
Diametro barra	25	mm
Tensione caratt. snervamento	500	N/mm ²

I valori ottenuti sono:

$m = 0,48$;

$\beta = 6,8^\circ$;

Verifica alla sollecitazione massima della barra d'acciaio

La verifica alla sollecitazione massima nei chiodi è stata realizzata con riferimento alla forza teorica

di utilizzazione equivalente N' (Tanzini 2002):

$$N' = (N^2 + 4 \cdot S^2)^{0,5} < N_{ys}$$

$N = R_N \cdot \cos\beta$ = componente di R secondo l'asse del chiodo = 123,98 kN;

$S = R_T \cdot \sin\beta$ = componente di R ortogonale all'asse del chiodo = 14,77 kN;

N_{ys} = carico di esercizio a trazione della barra = 140,18 kN;

$N' = 127,45$ kN;

La verifica è soddisfatta in quanto risulta:

$$127,45 \text{ (kN)} < 140,18 \text{ (kN)}$$

Verifica all'azione di taglio della barra

Per effettuare tale verifica bisogna appurare se in prossimità del giunto, gli sforzi che derivano dal momento flettente non raggiungano valori critici, nella fattispecie il valore dell'azione di taglio S (sollecitazione ortogonale all'asse del chiodo) deve soddisfare la seguente condizione:

$$S < 1,87 \cdot N_{ys} \cdot \left(\frac{\sigma_c}{N_{yk}} \right)^{0,5}$$

dove:

σ_c = resistenza alla compressione monoassiale della roccia;

N_{yk} = tensione caratteristica di snervamento del chiodo.

I valori ottenuti, anche in questo caso, soddisfano la verifica:

$$14,77 \text{ (kN)} < 59,44 \text{ (kN)}$$

Verifica allo sfilamento della barra

Nelle verifiche di seguito effettuate, si è rispettata la condizione limite prevista dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, considerati i valori prescritti per i fattori parziali di sicurezza, ovvero:

$$N_{maxp} \leq R_{eu}$$

dove N_{maxp} è il valore della massima azione di progetto, tenuto conto tutti i possibili stati ultimi e di

esercizio dell'opera ancorata e R_{eu} è il valore della resistenza ultima dell'ancoraggio. Per il calcolo del limite di sfilamento in accordo alla normativa abbiamo utilizzato l'Approccio 2, combinazione A1+M1+R3, applicando i seguenti coefficienti parziali:

$$\gamma_{ra} = 1,2 \text{ (ancoraggi permanenti);}$$

$$\xi_{a3}, \xi_{a4} = 1,8 \text{ (un solo profilo d'indagine).}$$

Nella fattispecie il valore della resistenza ultima di ancoraggio R_{eu} si ricava dividendo il valore caratteristico R_{ec} della resistenza d'ancoraggio per il fattore di sicurezza parziale γ_{Ra} :

$$R_{eu} = R_{ec} / \gamma_{Ra}$$

La resistenza d'ancoraggio R_{ec} viene determinata con metodi analitici, partendo dai valori caratteristici dei parametri geotecnici scaturiti da prove in sito e di laboratorio. In particolare R_{ec} è il minore dei valori derivanti dall'applicazione dei fattori di correlazione ξ_{a3} e ξ_{a4} al valore medio e al valore minimo delle resistenze R_e ottenute dal calcolo.

$$R_{ec} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_e)_{medio}}{\xi_{a3}}; \frac{(R_e)_{min}}{\xi_{a4}} \right\}$$

Il dimensionamento della lunghezza del tratto di fondazione della barra L_F è effettuato imponendo che l'azione sollecitante di progetto N_{maxp} (forza di trazione che provoca lo sfilamento della fondazione stessa dal terreno) non sia superiore all'azione resistente per lo stato limite ultimo di progetto R_{eu} , cioè:

$$N_{maxp} \leq \frac{R_e}{(\gamma_{ra} \cdot \xi_{a3})} \quad (9)$$

In cui:

$$R_e = (\pi \cdot d_h \cdot L_F \cdot \tau_{lim})$$

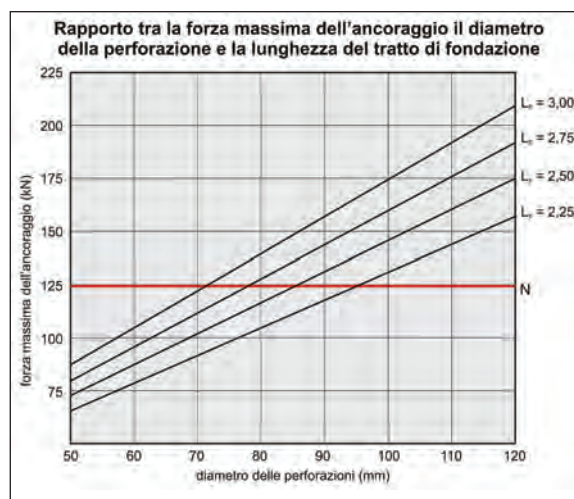
L_F = Lunghezza del tratto di fondazione;

τ_{lim} = adesione unitaria limite tra la boiacca di riempimento e la roccia;

d_h = diametro di perforazione;

Per definire il diametro minimo della perforazione e la lunghezza del tratto che funge da fondazione

Figura 14 – Rapporto tra la forza max dell'ancoraggio e il diametro della perforazione



(L_F) necessaria affinché la barra resista al tiro di progetto, ci siamo basati sui dati riportati nel grafico di figura 14.

Il grafico mostra che perché l'ancoraggio sviluppi una forza massima superiore a quella richiesta in progetto (linea rossa del grafico), considerata una lunghezza del tratto di fondazione L_F di 3 m, è necessario un diametro minimo della perforazione non inferiore a 72 mm. Se poniamo la lunghezza del tratto di testa del tirante L_T uguale alla profondità massima del blocco di analisi (~1,5 m), abbiamo una lunghezza totale della barra di ancoraggio di 4,5 m. Infatti, applicando un diametro minimo di perforazione di 75 mm (> 72 mm) e una barra di lunghezza non inferiore a 4,5 m (con $L_F = 3,00$ m), la relazione (9) risulta verificata:

$$123,98 \text{ (kN)} < 130,83 \text{ (kN)}$$

Considerazioni conclusive

I progetti di mitigazione dal rischio di fenomeni di crollo nelle masse rocciose sono spesso di non facile realizzazione per la difficoltà di definire sia i meccanismi di innesco dei cinematismi, che le caratteristiche volumetriche e di forma del

cosiddetto “*Blocco di Progetto*”. Gli interventi peraltro vengono frequentemente progettati sulla scorta di rilievi strutturali poco approfonditi o addirittura in assenza di un chiaro quadro delle caratteristiche di fratturazione dell’ammasso o dei potenziali cinematismi in relazione al reciproco assetto dei Sets rispetto alle superfici “libere”.

In questo lavoro abbiamo voluto evidenziare come una corretta progettazione delle opere di mitigazione sia indissolubilmente legata ai risultati del rilievo geomeccanico; nella fattispecie i dati scaturiti dalle indagini e dalle analisi hanno indicato che la criticità più probabile e nel contempo più gravosa per la scarpata rocciosa era data dai fenomeni di scivolamento. Infatti se si definisce la pericolosità associata ai dissesti in base alla volumetria delle masse instabili, alla loro possibile evoluzione ed alla ricorrenza dei fenomeni, si capisce che nel caso in esame questo tipo di cinematismo è quello che influenza maggiormente la vulnerabilità della sottostante strada condizionandone direttamente il livello di “*rischio*”, inteso quale possibilità che elementi rocciosi si instabilizzino e raggiungano la sede viaria mettendo in pericolo la vita dei fruitori dell’infrastruttura.

Inoltre i risultati del rilievo e nella fattispecie le dimensioni ed il conseguente volume del blocco di “*progetto*”, hanno direttamente condizionato il dimensionamento delle opere di mitigazione (*reti con funi e dimensioni e frequenza delle barre di ancoraggio*).

Le indagini condotte ci hanno permesso infatti di capire quali sono i set che individuano il blocco unitario di progetto che sta alla base dei processi di instabilizzazione, i meccanismi che controllano le criticità che interessano il versante ed i volumi che possono essere coinvolti negli eventuali dissesti (*crollo di blocchi singoli o sciame di blocchi*). Quest’ultima valutazione è stata anche realizzata comparando i valori teorici calcolati con i dati scaturiti dall’analisi della storia pregressa dei crolli già avvenuti in passato nell’ammasso in studio, ottenuti attraverso l’osservazione della taglia e del

numero dei massi già caduti e visibili al piede del versante e la forma e l’ampiezza delle nicchie di distacco presenti in parete.

I positivi risultati delle verifiche eseguite sulle funi con l’applicazione della teoria delle funi sottili con rigidità flessionale ed a taglio nulla, e quelle sullo sfilamento e la resistenza d’armatura e di taglio delle barre di ancoraggio, hanno evidenziato la fattibilità e la correttezza della scelta progettuale di mitigazione del rischio, in funzione delle sollecitazioni indotte dall’eventuale instabilizzazione del blocco messo alla base dei calcoli di dimensionamento.

Infatti una volta definiti gli insufficienti valori di stabilità della parete, in relazione all’innescò di crolli di cospicue volumetrie di masse rocciose, risultava necessario stabilire le tipologie di intervento più consone all’assetto morfologico e strutturale della scarpata. In tal senso, scartata l’ipotesi di messa in opera di barriere paramassi per l’assenza di spazio, ci siamo indirizzati sulla scelta di un intervento di rafforzamento corticale. Lo scopo di questa tipologia di opere è quello di impedire il crollo di massi e migliorare la stabilità dei versanti rocciosi attraverso il collegamento, tramite ancoraggi, tra la porzione superficiale fratturata e detensionata dell’ammasso e quella più compatta in profondità. In questo senso la rete ha il solo scopo di trattenere i blocchi che si distaccano nelle porzioni di parete comprese tra un ancoraggio e l’altro, ciò presuppone che la loro taglia sia superiore alla maglia della rete.

Gli ancoraggi perciò, rivestono un ruolo di fondamentale importanza in questo tipo di interventi ed è indispensabile che la loro lunghezza sia proporzionata allo spessore del materiale corticale in dissesto; la loro densità inoltre (*in termini di n° di ancoraggi per m² di parete*), deve essere tale da impedire che un eventuale crollo superi il carico ammissibile.

Nel nostro caso, tenuto conto delle elevate sollecitazioni trasmesse dal blocco di progetto alla rete,

era necessario assicurarsi che le spinte esercitate non superassero la resistenza a trazione e punzonamento della rete stessa.

Tale risultato avrebbe potuto essere ottenuto anche attraverso l'infittimento degli ancoraggi, in modo da diminuire la possibile grandezza del blocco potenzialmente instabile, operazione che avrebbe apportato un evidente aumento dei costi e dei tempi di realizzazione dell'opera, o con l'utilizzo di reti ad alta resistenza che però risultavano poco adatte, vista l'irregolarità del pendio e tenuto conto inoltre che esse hanno costi elevati e necessitano, in relazione alla loro rigidità, di un congruo numero di ancoraggi per mantenerle in aderenza al versante.

Le alternative erano date o dall'utilizzo di pannelli di rete in fune o dall'applicazione di rete rinforzata da un reticolo di armatura in fune metallica. In questo senso la scelta è dipesa, oltre che da esigenze di tipo economico, dal rilievo geostrutturale dell'ammasso che ha rivestito un'importanza fondamentale nella scelta della soluzione poi sviluppata in progetto.

Bibliografia

Aicap, AGI (2012) – *Ancoraggi nei Terreni e nelle Rocce* – Edizioni Associazione Geotecnica Italiana Roma.

BARBAGALLO O. (1997) - *Valutazioni statistiche per la caratterizzazione strutturale di un ammasso roccioso* - Boll. Ord. Reg. Geologi di Sicilia n 2.

BARBAGALLO O. (2000) - *Il metodo di Hoek & Brown per la determinazione della resistenza al taglio di un ammasso roccioso* - Boll. Ord. Reg. Geologi di Sicilia n 2.

BARBAGALLO O. (2014) - *L'importanza del modello geologico e geostrutturale negli studi geomeccanici*- Boll. Ord. Reg. Geologi di Sicilia anno XXII – numero unico 2014.

BARLA G. e BARLA M. (2004) - *La caratterizzazione degli ammassi rocciosi nella progettazione geotecnica* - X Ciclo di Conferenze di Meccanica e Ingegneria delle rocce Torino.

BARTON N., LIEN R., LUNDE J. (1974) *Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support* - Rock Mechanics and Rock Engineering 6(4):189-236, December 1974.

Barton, N.R. and Bandis, S.C. (1982). Effects of block size on the the shear behaviour of jointed rock. 23rd U.S. symp. on rock mechanics, Berkeley, 739-760.

Barton, N.R. and Bandis, S.C. (1990). Review of predictive capabilities of JRC-JCS model in engineering practice. In Rock joints, proc. int. symp. on rock joints, Loen, Norway, (eds N. Barton and O. Stephansson), 603-610. Rotterdam: Balkema.

BARTON, N.R. AND CHOUBEY, V. (1977). *The shear strength of rock joints in theory and practice*. Rock Mech. 10(1-2), 1-54.

CHOI S.Y. AND PARK H.D., (2004). *Variation of the rock quality designation (RQD) with scanline orientation and length: a case study in Korea*. Int. J. of Rock Mech. & Mining Sciences 41, pp. 207 - 221.B.

CRAVERO M., IABICHINO G., ORESTE P.P., TEODORI S.P. (2004) - *Metodi di analisi e dimensionamento di sostegni e rinforzi per pendii naturali o di scavo in roccia*. D. Peila Editor Trento.

DEARMAN W.R. (1991) – *Engineering geological mapping*. Butterworth – Heinemann Ltd. Oxford;

ERCOLI L., NOCILLA N. (1986) - *Applicazioni di metodologie statistiche nella schematizzazione strutturale degli ammassi rocciosi*. Atti XVI Convegno Naz. Geotecnica Bologna, Vol. II.

FERRAILOLO F., GIACCHETTI G. (2004) – *Rivestimenti corticali: alcune considerazioni sull'applicazione*

delle reti di protezione in parete rocciosa. Bonifica di versanti rocciosi per la protezione del territorio. D. Peila Editor Trento.

GOODMAN R.E. (1989) – Introduction to Rock Mechanics (Chapter 8), Toronto: Jon Wiley.

HOEK, E. AND BROWN, E.T. (1980) - *Empirical strength criterion for rock masses*. J. Geotech. Engng Div., ASCE 106 (GT9), 1013-1035.

HOEK E. & BRAY J.W., (1981) - *Rock Slope Engineering* - Revised Third Edition - Institution of Mining and Metallurgy, London.

HOEK, E. AND BROWN, E.T. (1988). *The Hoek-Brown failure criterion - a 1988 update*. Proc. 15th Canadian Rock Mech. Symp. (ed. J.C. Curran), 31-38. Toronto, Dept. Civil Engineering, University of Toronto.

HOEK, E. (1990) - *Estimating Mohr-Coulomb friction and cohesion values from the Hoek-Brown failure criterion*. Intl. J. Rock Mech. & Mining Sci. & Geomechanics Abstracts. 12 (3), 227-229.

HOEK E., CARRANZA C., ITASCA T. (2002) - *Hoek-Brown Failure Criterion* – 2002 Edition - In: Proceedings of the North American rock mechanics society meeting in Toronto: 2002.

HOEK, E., CARTER, T.G., DIEDERICH, (2013) M.S. *Quantification of the Geological Strength Index Chart*. 47th US Rock Mechanics / Geomechanics Symposium held in San Francisco, CA, USA June 23-26

HOEK E., DIEDERICH MS. (2006) - *Empirical estimation of rock mass modulus*. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 43 (2006) 203-215.

HOEK E. (2006) - *Practical Rock Engineering* - Rocscience Inc., Toronto, Canada.

HUDSON, J.A. & HARRISON, J.P. (1997) - *Engineering Rock Mechanics – An Introduction to the Principles*,

Pergamon Press.

HUDSON J.A. & PRIEST S.D. (1983) - *Discontinuity Frequency in Rock Masses*. Int. J. Rock Mech. MIn. Vol. 20: 73-89.

MARQUARDT, DONALD (1963). *An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters*. SIAM Journal on Applied Mathematics. 11 (2): 431-441.

PALMSTROM A., 1995. RMi – A rock mass characterization system for rock engineering purposes. PhD thesis University of Oslo, Department of Geology, 400 p.

PANET M. – *Reinforcement of Rock Foundation and Slope by active e passive Anchors*. Proc. 6th Int. Congr. Rock Mechanics, Montreal, Balkema, Rotterdam, pp. 1411-1420, 1987.

Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale - *Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione* - Settembre 2013.

PRIEST S.D. & HUDSON J.A. (1976) - *Discontinuity Spacings in Rock*. Int. J. Rock Mech. MIn. Vol. 13: 135-148.

PRIEST S.D. & HUDSON J.A. (1981) - *Estimation of Discontinuity Spacing and Trace Length Using Scanline*. Int. J. Rock Mech. MIn. Vol. 18: 183-197.

SCHNEIDER H.R. (1997) - *Definition and determination of characteristic soil properties*. Contribution to discussion Session 2.3 XIV ICSMFE Hamburg, Balkema.

M. TANZINI (2002) – *Fenomeni Franosi e opere di stabilizzazione* – Collana di Geotecnica e Ingegneria Geotecnica.

PROFESSIONAL COURSE 2017-2018



UNIVERSITÀ
DI SIENA 1240

CGT

Centro di GeoTecnologie

Geomatica

Geofisica Applicata

Geologia del Petrolio

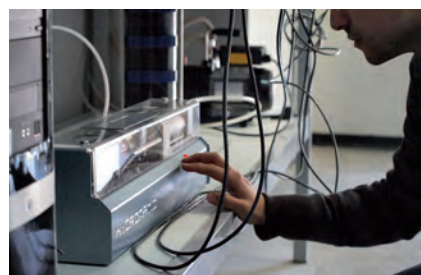
Monitoraggio Costiero

Geotecnologie Ambientali

Geotecnica e Geoingegneria

Sistemi Informativi Territoriali

Geotecnologie per l'Archeologia



Centro di GeoTecnologie
Università degli Studi di Siena
San Giovanni Valdarno (AR)
Tel. 055.911.94.49
E-mail formazione-cgt@unisi.it

USiena
INTEGRA



Fondazione
Masaccio

www.geotecnologie.unisi.it



Polizza Responsabilità
Professionale Geologo

Scegli la sicurezza che meriti

Conquistare la serenità
nello svolgimento della
propria professione è
fondamentale in un lavoro
denso di responsabilità
come quello del geologo.

Scegliere bene
vuol dire preservare
il proprio futuro.

Franchigia da 1.000 euro
Contratto collegato
con polizza collettiva CNG
Copertura ALL RISK
Retroattività illimitata

www.convenzioniassicurative.it
0923 998614 - 0923 969338
igbsrl@gmail.com

a partire da

€ 146,00 / anno



INSURANCE GLOBAL
BROKER srl

LLOYD'S





Il 22 settembre 2017 a Morbegno, presso l'Auditorium Sant'Antonio, si è tenuto il convegno dal titolo "Valtellina 30 anni dopo: cultura, normativa e politica del territorio quali cambiamenti?" organizzato dal Consiglio Nazionale dei Geologi in collaborazione con l'Ordine dei Geologi della Regione Lombardia, la Fondazione Centro Studi del CNG con il supporto dell'Amministrazione Comunale di Morbegno per ricordare il trentennale dell'alluvione della Valtellina e della frana della Val Pola.

Il convegno, articolato in 3 sezioni diverse, ha visto la partecipazione di numerosi e autorevoli relatori politici, tecnici e accademici. L'elenco dei relatori ha visto la presenza di: Giuseppe Zamberletti già Ministro della Protezione Civile, Michele Presbitero già Direttore del Servizio geologico della Regione Lombardia, Giuseppe Mario Scalia Prefetto di Sondrio, Luca della Bitta Presidente della Provincia di Sondrio, Lara Comi Eurodeputata del Parlamento Europeo, Mauro Del Barba e Fabiola Anitori Senatori

della Repubblica, Samuele Segoni onorevole della Camera dei Deputati, Ugo Parolo Sottosegretario del Consiglio della Regione Lombardia, Andrea Ruggeri Sindaco di Morbegno, Michele Torsello Direttore dell'Unità di Missione di Italia Sicura, Michele Camisasca Direttore Generale di Arpa Lombardia e i dirigenti di ISPRA, Protezione Civile e Casa Italia.

La prima sezione si è basata sulla testimonianza di chi ha vissuto in prima persona l'evento con ruoli di comando e gestione delle operazioni. Gli interventi dell'ex Ministro Zamberletti e del dott. Presbitero hanno evidenziato, non senza un sentimento di commozione dei presenti, le enormi difficoltà operative di quei giorni, mostrando, però, due fondamentali aspetti che quella tragedia mise in luce: innanzitutto l'importanza della conoscenza geologica nel saper rilevare e cogliere le dinamiche di un dissesto in atto, conoscenza che permise al dott.



Presbitero di evitare una tragedia ancora più grave facendo evacuare un giorno prima della frana della Val Pola 1300 persone. Il secondo aspetto fu rappresentato dal nuovo approccio che attuò il Ministro Zamberletti nella gestione dell'emergenza, applicando procedure di protezione civile mirate e programmate, coordinate da tecnici della comunità scientifica.

La seconda parte si è incentrata sul tema dell'evoluzione normativa e sugli interventi tecnico scientifici.

Il dottor Dario Fossati, direttore vicario dell'unità organizzativa Difesa del suolo della Regione Lombardia, ha ripercorso l'iter normativo a



La “Legge Valtellina”, che stanziò una somma di 2400 miliardi di lire negli anni 1989-1994, non fu solo finalizzata ad aspetti pratici ma segnò anche un cambiamento culturale avviando una serie di studi finalizzati alla conoscenza geologica e ambientale di pericolosità del territorio.



partire dalla prima Legge quadro in materia di Difesa del Suolo del 1989 (L. 183/1989 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”). Una legge emanata a seguito del disastro in Valtellina, che ha rappresentato una vera e propria rivoluzione in ottica di pianificazione e “governance” del territorio in regime ordinario.

È stata richiamata l'importanza storica della Legge n. 102 del 2 maggio 1990 più nota come “Legge Valtellina”, che stanziò una somma di 2400 miliardi di lire negli anni 1989-1994. I fondi elargiti a seguito di tale norma furono destinati alla ricostruzione, ad interventi su strade, infrastrutture tecnologiche e alla realizzazione di piani di riassetto idrogeologico per la tutela del territorio dei comuni della provincia di Sondrio e delle adiacenti zone delle province di Bergamo, Como e Brescia. Tale legge, tuttavia, non fu solo finalizzata ad aspetti pratici ma segnò anche un cambiamento culturale avviando una serie di studi finalizzati alla conoscenza geologica e ambientale di pericolosità del territorio.

Il dott. Torsello Direttore dell'Unità di Missione Italia Sicura ha presentato il lavoro che l'unità sta svolgendo per contrastare il dissesto idrogeologico.

Gli interventi tecnico scientifici a cura di vari docenti: i professori Crosta, Paoletti, Casaghi e Guida e del dott. Dei Cas di Arpa Lombardia han-



La presenza dei giovani, oltre a confermare l'interesse per un enorme disastro naturale per coloro che non lo hanno fortunatamente vissuto, rinforza la convinzione che giornate di studio aventi per tema la cura del territorio e l'ambiente siano tanto più efficaci quanto più sono in grado di raggiungere i più giovani...

no trattato diverse tematiche connesse con i fenomeni di dissesto sia per competenza tecnica sia per finalità e approccio alla problematica. In particolare sono stati trattati argomenti legati alla geomorfologia, alla modellazione geologico tecnica delle grandi frane, alla descrizione ed evoluzione dei sistemi di monitoraggio senza trascurare gli aspetti idraulici delle opere di sistemazione.

La parte conclusiva della giornata si è articolata in una tavola rotonda in cui diversi relatori rappresentanti di istituzioni, della politica e del mondo tecnico si sono avvicendati trattando il tema del dissesto e declinandolo, sulla base di una visione multifocale, su aspetti culturali, economici e politici.

Interessante in tale dibattito l'inserimento dell'aspetto meteorologico connesso al tema del dissesto idrogeologico trattato dal dottor Flavio Galbiati del Centro Epson Meteo in cui è emerso come le variazioni climatiche siano legate all'evoluzione di fenomeni alluvionali e franosi e

come le previsioni meteo siano importanti per gli aspetti preventivi di all'erta e prevenzione.

Il convegno ha visto una partecipazione attenta anche da parte del pubblico costituito non solo da professionisti e tecnici ma anche da cittadini e giovani degli istituti tecnici superiori per geometri e periti agrari di Morbegno e Sondrio. La presenza dei giovani, oltre a confermare l'interesse per un enorme disastro naturale per coloro che non lo hanno fortunatamente vissuto, rinforza la convinzione che giornate di studio aventi per tema la cura del territorio e l'ambiente siano tanto più efficaci quanto più sono in grado di raggiungere i più giovani creando, finalmente, una cultura della prevenzione.



Il Convegno di Ascoli Piceno del 30 ottobre 2017: osservazioni, commenti e spunti di riflessione.

A A partire dal 24 agosto 2016, l'Italia centrale è stata interessata da una sequenza sismica molto importante che ha portato morte, devastazione e danni interessando quattro regioni (Lazio, Umbria, Abruzzo e Marche). La prima forte scossa si è avuta il 24 agosto 2016 e ha avuto una magnitudo di 6.0, con epicentro situato lungo la Valle del Tronto. Due potenti repliche sono avvenute il 26 ottobre 2016 con epicentri al confine umbro-marchigiano, tra i comuni di Visso e Castelsantangelo sul Nera, allargando il cratere sismico. Il 30 ottobre 2016 è stata registrata la scossa più forte, di magnitudo momento 6.5 con epicentro tra i comuni di Norcia e Preci. Il 18 gennaio 2017 è avvenuta una nuova sequenza di quattro forti scosse

di magnitudo massima pari a 5.5.M ed epicentri localizzati tra i comuni di Montereale e Capitignano.

La manifestazione

Per non dimenticare e per fare il punto sulla ricostruzione post-terremoto, l'Ordine dei Geologi delle Marche ed il Consiglio Nazionale dei Geologi hanno organizzato una giornata di studio dal titolo: "30 ottobre 2016, magnitudo 6.5: il punto dei geologi a un anno dal sisma" che ha avuto luogo lunedì 30 ottobre 2017 presso l'Auditorium Mons. Silvano Montevercchi di Ascoli Piceno. Il 30 ottobre 2017 ricorreva infatti un anno dall'evento sismico più forte registrato nell'area appenninica che ha di fatto, ancora una volta, messo in evidenza prepotentemente come la combinazione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area del cratere (effetti di amplificazioni sismiche locali) e la tipologia edilizia, che deriva da una stratificazione urbanistica iniziata a partire dall'epoca medioevale, siano stati fattori determinati dell'elevato grado di danneggiamento.

La manifestazione, concepita con lo scopo soprattutto di consolidare spunti di programmazione e di pianificazione per una sempre più efficace ed efficiente attività di ricostruzione post-sisma, attraverso analisi, confronti e considerazioni con vari attori, istituzionali e non, chiamati ad operare sia durante



A sinistra la dott.ssa Barbara Capponi, giornalista Rai TG1, il dott. Francesco Peduto, Presidente Consiglio Nazionale dei Geologi e il prof. Piero Farabollini, Presidente dell'Ordine dei Geologi della Regione Marche.



Foto di gruppo dei geologi che hanno partecipato alle attività di supporto al Dipartimento Nazionale della Protezione Civile per la gestione e il superamento dell'emergenza sismica del Centro Italia 2016 – 2017.

la lunga sequenza sismica che nella fase post-terremoto, è stata articolata, nell'arco della giornata, in tre importanti momenti di discussione-didattico:

- **Presentazione e Saluti Istituzionali;**
- **Tavola rotonda “Il terremoto del centro-Italia: emergenza, obiettivi, opportunità”;**
- **Interventi tecnico scientifici.**

L'apertura dei lavori è stata svolta dal prof. Piero Farabollini, Presidente dell'Ordine dei Geologi delle Marche con una relazione di cui si riportano alcuni passaggi:

«La cultura della prevenzione dal rischio sismico si traduce nell'affrontare adeguatamente il problema della sicurezza dei nostri edifici e nel salvaguardare il nostro patrimonio immobiliare, di qualunque tipologia esso sia, residenziale, storico, architettonico, industriale, ecc. Conoscere e affrontare il problema non significa sapere quando arriverà il prossimo terremoto, ma piuttosto aumentare la sicurezza delle strutture, perché è sotto il crollo degli edifici che contiamo i nostri morti.... Omissis..... Ma la prevenzione non può essere basata sulla contingenza del momento e non dovrebbe fare dell'improvvisazione il suo credo. La prevenzione non può basarsi su una semplice

Alcuni numeri (tratti da un report, documentazioni e ricerche pubblicate sia su riviste scientifiche che su quotidiani nazionali o sui siti web istituzionali):

65500	scosse (di cui 3500 con magnitudo uguale o superiore a 2,5);
140	comuni nel cratere (15 nel Lazio; 23 in Abruzzo; 15 in Umbria e 87 nelle Marche);
299	vittime;
67720	gli edifici controllati con procedura Aedes;
95990	edifici controllati con procedura Fast;
3830	SAE ordinate e da installare su 42 comuni;
1200km	di strade danneggiate;
473 milioni €	costo degli interventi sulle strade;
2,3 milioni	tonnellate di macerie;
oltre 4000	effetti di superficie tra quelli primari e quelli indotti;
23,55 miliardi €	stima dei danni.

assicurazione sul costruito da pagare all'interno della bolletta dell'energia elettrica o del metano, lasciando che i costi della prevenzione cadano indistintamente sulla testa dei cittadini, senza tener conto della vulnerabilità del costruito o della pericolosità del sito. La prevenzione è cultura, la prevenzione è futuro, la prevenzione è stabilità sociale e crescita economica».

omissis

«In Italia circa l'80 per cento delle abitazioni è di proprietà di chi le abita ed in molte città oltre il 50 per cento degli edifici è stato realizzato prima del 1980: il recente terremoto dell'Emilia, ma soprattutto questo terremoto, ha messo in luce la sorprendente fragilità degli edifici (sia abitativi che commerciali ed industriali) del nostro Paese, dovuta so-

prattutto ad una sottovalutazione delle problematiche connesse alla sismica e ad una non corretta formazione-informazione da parte di tutti i soggetti coinvolti. Ed allora piuttosto che disquisire sterilmente sulla prevedibilità dei terremoti, occorre premere l'acceleratore sulle indispensabili azioni di messa in sicurezza delle abitazioni, delle scuole e degli ospedali, sulle gravi situazioni sulle quali i geologi sono più volte tornati a lanciare allarmi.

Quando questo sarà scientificamente possibile, saremo felici di conoscere la data e l'ora del prossimo terremoto, ma al momento dobbiamo aspirare a volere restare dentro edifici sicuri durante i tanti terremoti, anche quelli di più forte intensità, e di convivere con essi. Omissis Riprendendo un monito lanciato qualche anno fa da un nostro collega che ha avuto l'onore e l'onere di presiedere il precedente consiglio nazionale non posso che stigmatizzare come la prevenzione non abbia bisogno della previsione, ma di governi ed uomini illuminati, che abbiano un'idea di futuro del Paese».

Il dott. **Francesco Peduto**, Presidente del Consiglio Nazionale dei Geologi, nella sua relazione introduttiva ha più volte evidenziato come, nonostante l'Italia sia un paese fortemente esposto alla pericolosità sismica, vulcanica ed idrogeologica, ed ai conseguenti rischi molto elevati, la società tuttavia si trovi sempre impreparata alla ricorrenza delle calamità naturali. Tale tali eventi devono essere da sprone per la consapevolezza ad adoperarsi per una adeguata pianificazione territoriale ed urbanistica, che necessariamente si dovrà basare sui concetti della prevenzione dei rischi geologici e della convivenza con essi. Di seguito un passaggio della relazione:

«Georischì e prevenzione dovrebbero essere sempre al centro dell'agenda di governo, invece siamo il Paese in cui negli ultimi 150 anni si sono susseguite ben trenta leggi sul corretto costruire,

emanate sempre a seguito di eventi calamitosi, ma ogni nuovo terremoto si trasforma sempre in catastrofe: sembra paradossale ma in Italia la prevenzione è ancora solo un auspicio. È vero che nel nostro Paese è presente un costruito storico immenso e, spesso, anche di pregio, ma non possiamo utilizzarlo sempre come scusante per i ritardi accumulati nelle azioni e nelle misure da mettere in atto. Le misure per la prevenzione, però, non sono più derogabili, per questo ora dalle forze politiche dobbiamo pretendere impegni precisi e concreti: siamo in scadenza di legislatura, vediamo chi si impegnerà davvero a portare avanti questi temi».

I saluti istituzionali sono stati tenuti da diverse autorità nazionali e locali quali il Sindaco di Ascoli Piceno, dott. **Guido Castelli**, Sindaco Ascoli Piceno e "padrone di casa", la senatrice dott.ssa **Fabiola Anitori**, Componente XIII Commissione Permanente Territorio, Ambiente, Beni Ambientali al Senato della Repubblica, **Italo Giulivo**, Direttore Ufficio Attività tecnico-scientifiche per la previsione e la prevenzione dei rischi - Dipartimento della Protezione Civile, il dott. **Walter Borghi**, membro del CIG EPAP, il Presidente ANCI Marche dott. **Maurizio Mangialardi** e la dott.ssa **Anna Casini**, vice Presidente Giunta Regionale Marche, i quali tutti si sono soffermati sulla necessità di attivarsi in modo da non dover più ricorrere all'emergenza, ma di far sì che aumenti la consapevolezza di addivenire ad una adeguata pianificazione territoriale ed urbanistica che si basi sui concetti della prevenzione dei rischi geologici e della convivenza con essi.

In particolare la senatrice Anitori ha anche illustrato lo stato di avanzamento del recente disegno di legge n.2734 "Misure urgenti per il completamento della cartografia geologica d'Italia e della microzonazione sismica su tutto il territorio nazionale".

Per i saluti istituzionali e la Tavola rotonda, è stato invitato il prof. **Carlo Doglioni**, Presidente dell'INGV, che ha presentato i primi risultati di una ricerca (che coinvolge l'INGV, il CNR e il German Research Centre for Geosciences) sul nuovo modo di interpretare i terremoti basato su due concetti chiave, denominati gravimoto (graviquake) ed elastomoto (elastoquake).

Durante la Tavola rotonda, magistralmente e professionalmente moderata dalla Giornalista Rai TG1 dott.ssa **Barbara Capponi**, hanno partecipato Anna Casini, vice Presidente Giunta Regione Marche; **David Piccinini**, Direttore Protezione Civile Regione Marche; **Fabrizio Galluzzo**, ISPRA; **Arcangelo**



Da sinistra verso destra: dott.ssa arch. Anna Casini, dott. Geol. Sante Stangoni, dott.ssa geol. Sara Moreschini, dott. Geol. David Piccinini, dott. Geol. Fabrizio Galluzzo, dott. Geol. Arcangelo Violo, dott. Geol. Daniele Mercuri, dott. Geol. Nicola Tullio, dott.ssa geol. Tiziana Guida, dott. Geol. Filippo Guidobaldi, dott.ssa Barbara Capponi.



Il prof. Romeo (a sinistra), durante una campagna di indagini geofisiche a Capodacqua (AP) nel settembre 2016, pochi giorni dopo l'evento del 24 agosto che ha dato inizio alla sequenza sismica del centro-Italia.



La prevenzione non può basarsi su una semplice assicurazione sul costruito da pagare all'interno della bolletta dell'energia elettrica o del metano, lasciando che i costi della prevenzione cadano indistintamente sulla testa dei cittadini, senza tener conto della vulnerabilità del costruito o della pericolosità del sito.

Francesco Violo, Segretario nazionale CNG; **Daniele Mercuri**, Vice Presidente Ordine dei Geologi Regione Marche; **Nicola Tullo**, Presidente Ordine dei Geologi della Regione Abruzzo; **Tiziana Guida**, vice Presidente Ordine dei Geologi della Regione Lazio e **Filippo Guidobaldi**, Presidente Ordine dei Geologi della Regione Umbria; **Sante Stangoni**, Sindaco del Comune di Acquasanta terme; **Sara Moreschini**, Sindaco del Comune di Appignano del Tronto. Dal confronto sono chiaramente emerse le diverse posizioni e competenze dei vari attori presenti, sia quelle politico-amministrative che tecnico-professionali; i temi trattati sono stati molti e tutti estremamente importanti in chiave di post-emergenza: dalla microzonazione sismica alle procedure tecnico-attuarie; dalle necessità e scelte operate per risolvere anche le più piccole questioni di ordine pratico legate ai danneggiamenti a quelle invece più socio-economiche per la rinascita della comunità appenninica; dalla difficoltà di avviare un processo virtuoso di ricostruzione post-terremoto alla manifesta carenza di risorse.

Al termine della mattinata, dopo una breve presentazione-ricordo dell'amico e collega Prof. **Roberto Romeo**, docente dell'Università di Urbino "Carlo Bo", recentemente scomparso, da parte del dott. **Menichetti**, è stata consegnata alla famiglia una targa-ricordo in memoria dell'impegno profuso dal prof. Romeo proprio in chiave di prevenzione e riduzione al rischio sismico.

Il pomeriggio, moderato dalle consigliere ORG Marche, **Pino d'Astore** e **Marucci**, è stato dedicato alle relazioni tecnico-scientifiche con la partecipazione del dott. **Raffaele Nardone**, Tesoriere CNG; del prof. **Gilberto Pambianchi**, Presidente Associazione Italiana di Geografia Fisica e Geomorfologia; della prof.ssa **Floriana Pergalani**, docente del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale presso il Politecnico di Milano e componente del Centro per la

Microzonazione Sismica e le sue Applicazioni; del dott. **Cesare Spuri**, Direttore Ufficio Speciale Ricostruzione post sisma 2016 della Regione Marche. A chiusura del convegno la dott.ssa **Cavaglià**, consigliere del CNG con delega alla Protezione civile, e il dott. **Gliaschera**, consigliere dell'ORG Marche, hanno consegnato gli attestati di merito ai geologi che avevano partecipato alle attività di supporto al Dipartimento Nazionale della Protezione Civile per la gestione e il superamento dell'emergenza sismica del Centro Italia 2016 - 2017.



Acqua: protagonista incontestabile - preziosa risorsa indispensabile per la vita degli uomini, per le attività produttive; Risorsa che condiziona decisamente lo sviluppo economico e sociale di ogni Paese. Gli eventi climatici che hanno caratterizzato l'ultimo periodo evidenziano una grande variabilità delle piogge nel tempo e nello spazio. Analizzare l'estrema variabilità spaziale, stagionale e inter-annuale delle risorse potrebbe essere la strada maestra per la corretta gestione della risorsa?



nel campo del dissesto idrogeologico è necessario ricostruire una filiera delle competenze e delle responsabilità, e il quadro normativo di settore nel campo della difesa del suolo va reso coerente con gli obiettivi di una moderna politica di salvaguardia e di tutela del territorio, di gestione e convivenza con il rischio

Numerosi e illustri relatori, provenienti dall'Università della Calabria, dal Cnr-Irpi di Bari e di Cosenza, dall'Ispra e dall'Arpa, dal DPCN e dai Distretti Idrografici dell'Appennino Meridionale e del Po, si sono confrontati durante la giornata di studio del Convegno dal titolo **"Acqua: Analisi e Gestione della Risorsa tra Siccità e Alluvioni"**, tenutosi a Catanzaro il 17 Novembre 2017, presso la "Cittadella Regionale". Le sessioni sono state moderate dai Consiglieri del CNG Domenico Angelone e Lorenzo Benedetto.

Il Convegno ha sviluppato temi di discussione riguardanti gli **eventi estremi come le alluvioni e la siccità ponendo l'accento sulle criticità e sulle soluzioni possibili**, nonché sullo stato dell'arte della *governance* della risorsa acqua in Italia.

Durante i lavori del Convegno particolare attenzione è stata rivolta alla sicurezza del territorio. Sono stati illustrati, tra le altre cose, alcuni interessanti interventi infrastrutturali realizzati per garantire una idonea regimazione delle acque al fine di creare condizioni di stabilità del suolo per la mitigazione del rischio idrogeologico, ma che hanno avuto, nel contempo, cura di regolare i flussi in eccesso per consentire l'utilizzo e la conservazione della risorsa in armonia con i delicati equilibri evolutivi dei bacini idrografici e delle aree costiere.



Clima: gli eventi che hanno caratterizzato l'ultimo periodo evidenziano una grande variabilità delle piogge nel tempo e nello spazio.

A tal proposito sono stati trattati gli aspetti previsionali degli eventi estremi e di come la previsione (in termini di anticipo, tempistica, quantificazione) di un fenomeno meteorologico è tanto più elevata quanto più ampia la sua estensione spaziale ed inversamente, tanto più ridotta, quanto più riguarda la scala locale.

Il metereologo **Thiery** ha spiegato l'importanza di operare una scelta fra l'accuratezza della previsione (confronto punto-punto fra previsto ed osservato) e il valore della previsione stessa (capacità di quell'informazione di fornire indicazioni utili per prendere decisioni, elemento cruciale per fornire supporto ad attività di protezione civile).

Una ricognizione sui possibili effetti legati agli avvenimenti futuri è stata trattata durante l'intervento del Prof. **Versace** dal titolo "Le alluvioni che verranno."

Gestione: l'analisi dell'estrema variabilità spaziale, stagionale e inter-annuale delle risorse potrebbe essere la strada maestra per la corretta gestione della risorsa.

In particolare l'intervento del Geologo **Endro Martini**, componente del Tavolo Nazionale dei Contratti di Fiume, si è soffermato su come Il Contratto di Fiume possa essere uno strumento di confronto, di dialogo sociale, di "copianificazione" e di condivisione con il territorio di azioni e di interventi strutturali e non strutturali che può accelerare l'attuazione degli interventi del Piano di Contrasto al Dissesto Idrogeologico. Il CdF rappresenta lo strumento ideale per trasferire dai livelli locali ai livelli Regionali e quindi alle Autorità di Distretto le istanze del Territorio.

Il Prof **Mendicino** (Unical) e l'Ing **Polemio** (Cnr-Irpi di Bari), hanno messo in evidenza i segnali di una riduzione tendenziale della disponibilità delle acque sotterranee per effetto delle variazioni climatiche e dei crescenti prelievi con conseguenziali ricadute anche in termini di qualità delle acque.

Gli impatti estremi sul territorio (Siccità e Alluvioni) impongono una politica gestionale della risorsa acqua che tenga conto di numerosi fattori geo-idrologici ed idrogeologici per programmare gli interventi strutturali e non strutturali capaci di raggiungere i migliori risultati attendibili in riferimento alle specificità del territorio.

Rispetto alle alluvioni risulterà certamente necessaria la mitigazione del rischio esondazione con opere strutturali a scala di Bacino Idrografico, ma anche modelli previsionali rispetto le fasi di infiltrazione e ruscellamento sui versanti che, in condizioni predisponenti, fungono da innesco per i processi gravitativi.

Il Dott. **Iovine** (Geologo del CNR - Irpi) ha illustrato alcuni esempi di applicazione del modello idrologico ^{GA}SAKe (Terranova et alii, 2015) per la previsione del momento di attivazione di frane innescate da pioggia. Il modello consente di analizzare sia casi di singole frane, caratterizzate da una serie di riattivazioni, sia insiemi di frane simili e coeve (es. frane superficiali), innescate in contesti geologici omogenei. I dati di input necessari per l'applicazione del modello sono: le date di attivazione franosa e la serie pluviometrica. La calibrazione del modello, solitamente eseguita considerando un sottoinsieme delle date di attivazione conosciute, avviene mediante Algoritmi Genetici, e consente di ottenere una famiglia di kernel "ottimali", utili a pesare il ruolo delle piogge antecedenti per la definizione della funzione di mobilitazione. Quest'ultima rappresenta lo strumento previsionale s.s. per riconoscere l'approssimarsi di condizioni di criticità nella stabilità

dei versanti in esame. Il modello viene quindi validato, utilizzando ulteriori date di attivazione (non utilizzate in calibrazione). In caso di esito soddisfacente, ^{GA}SAKe può essere utilizzato a scopi di protezione civile, opportunamente integrato in sistemi di allertamento precoce per la mitigazione del rischio geo-idrologico.

Il Geologo **Enzo Cuiuli** di ARPA-Cal ha illustrato lo schema idrogeologico della Piana di S. Eufemia Lamezia con particolare attenzione alla “carta di vulnerabilità dell’acquifero superficiale” che rappresenta un importante strumento per la salvaguardia e la gestione della risorsa idrica. Molto si è discusso sullo stato dell’arte degli strumenti a disposizione per contrastare gli effetti di tali fenomenologie.

Mauro Grassi, in rappresentanza di “Italia Sicura” ha illustrato i piani di investimento nazionali per la mitigazione del rischio messi in campo dalla struttura di missione governativa. L’evoluzione del quadro normativo Nazionale ed Europeo sulla *governance* della risorsa è stato il filo conduttore del convegno.

Significativi gli interventi di **Meuccio Berselli** Segretario del Distretto Idrografico del Po e del funzionario del distretto idrografico Appennino meridionale **Coccaro**, dai quali emergono obiettivi importanti sulla gestione della risorsa idrica.

Da quanto illustrato dal Segretario del Distretto Idrografico del Po Berselli, in merito al Piano Acque, emerge che le attività sono state organizzate e strutturate per ricercare sinergie e il coordinamento con gli altri Piani distrettuali ed in particolare per individuare le misure “multiobiettivo” per contribuire alle politiche di adat-



tamento ai cambiamenti climatici e di integrazione con gli altri piani settoriali (bilancio idrico e difesa dalle Alluvioni). Particolare attenzione è stata rivolta, dal Funzionario del distretto idrografico dell’Appennino Meridionale, al ruolo dell’Osservatorio permanente per gli utilizzi idrici e al Piano di gestione delle acque che costituisce la piattaforma tecnica comune per il confronto fra i diversi soggetti competenti per le risorse idriche (Regioni, gestori, enti di governo ecc.). Il Piano individua misure specifiche per la sostenibilità degli utilizzi idrici (riordino concessioni, recupero perdite idriche, bilancio idrico ecc.)

L’Osservatorio ha delineato un quadro delle attuali criticità, che in sintesi sono:

- **comparto potabile:** riduzione delle portate sorgive sino al 50%, abbassamento livello di falda, riduzione dei volumi d’invaso e “condivisione” di alcune fonti con il comparto irriguo;
- **comparto irriguo:** riduzione dei volumi d’invaso sino a circa il 50%, “condivisione” risorsa con sistemi potabili e conseguente riduzione dei volumi disponibili;
- **comparto idroelettrico:** riduzione dei volumi disponibili agli invasi pari al 60%, necessità di regolamentare l’uso plurimo della risorsa.

L’istituzione dell’Osservatorio ha consentito di rafforzare l’azione di *governance* delle risorse idriche delineata ed avviata con il Piano di Gestione Acque.

Nella discussione aperta, con gli interventi introduttivi e con la Tavola Rotonda, il Presidente del Consiglio Nazionale dei Geologi **Francesco Peduto** ha sottolineato come «nel campo del dissesto idrogeologico è necessario ricostruire una filiera delle competenze e delle responsabilità, e il quadro normativo di settore nel campo della difesa del suolo va reso coerente con gli obiettivi di una moderna politica di salvaguardia e di tutela del territorio, di gestione e convivenza con il rischio».

Il Presidente della Fondazione del CNG **Fabio Tortorici** è intervenuto sostenendo che il punto di partenza non può essere rappresentato da finanziamenti a pioggia, bensì dall’educazione di cittadini

comuni, politici ed amministratori, all'utilizzo attento della risorsa idrica ed al rispetto del territorio; diversamente si continuerà ad alternare i dibattiti, tra siccità ed alluvioni, tra un'emergenza ed un'altra. Durante l'intervento introduttivo il Geologo **Giovanni Andiloro** della Commissione Risorse Idriche del CNG ha evidenziato come la variabilità climatica impone grande attenzione e conseguenti azioni, azioni che non possono trovare concretezza senza la conoscenza del territorio. Conoscenza che tenga debitamente conto, non solo dell'idrologia superficiale ma anche e soprattutto di quella sotterranea.

Il Presidente dell'O.R.G. della Calabria, **Alfonso Aliperta**, ha evidenziato che da tempo, l'Ordine dei Geologi della Calabria richiede l'istituzione dei "presidi territoriali permanenti", costituiti da geologi e ingegneri adeguatamente formati, atti a monitorare il territorio, aggiornando continuamente i quadri conoscitivi e programmando gli interventi necessari per la mitigazione dei rischi.

Altri significativi interventi si sono registrati durante la Tavola rotonda, moderata dal vice presidente del CNG **Vincenzo Giovine**, "Orientamenti e strategie per il futuro" a cui hanno partecipato tra gli altri: **Italo Giulivo** della Protezione Civile Nazionale e **Gabriele Ponzoni** della Federazione Europea dei Geologi.

In Particolare, durante la tavola rotonda, il Segretario del CNG **Arcangelo Francesco Violo** e coordinatore della commissione risorse idriche, si è soffermato sull'importanza fondamentale, per una corretta pianificazione e gestione delle risorse idriche, della conoscenza dei sistemi idrologici ed idrogeologici ed una stretta interazione tra governo del ciclo dell'acqua e pianificazione territoriale. Tale conoscenza deve partire dalla comprensione degli assetti litologici e strutturali delle formazioni geologiche in cui le acque circolano oltre che della loro natura compositiva. La circolazione idrica nel sottosuolo, è sovente in stretta connessione con quella di superficie, per cui l'identificazione del bacino idrografico/idrogeologico, non può ignorare i rapporti di interscambio che caratterizzano il corpo idrico nella sua integrità. Un bilancio idrico calcolato su dati affidabili ed aggiornato è condizione necessaria ai fini della salvaguardia e tutela della risorsa idrica.

A tal fine risulta indispensabile il censimento dei prelievi di acqua superficiale e sotterranea e la costituzione di un catasto delle concessioni, oltre alla messa in opera di sistemi di monitoraggio idrogeologico ed ambientale al fine di pianificare le conseguenti azioni per garantire gli obiettivi di qualità, tutela e corretta gestione delle risorse idriche.

In merito alla disponibilità di dati relativi le concessioni di acque sotterranee, si evidenzia la relazione, esposta nella sessione pomeridiana del convegno, del Dirigente Ispra Dario Terribili il quale ha illustrato il lavoro svolto in riferimento alla legge 464/84.

Dall'entrata in vigore della legge, l'afflusso delle comunicazioni ha alimentato un cospicuo archivio (oggi più di 138.000 pratiche) che costituisce un ampio set di dati utili per effettuare analisi, elaborazioni e studi di diversa natura.

Per gestire questo crescente numero di comunicazioni, si è proceduto all'informatizzazione delle informazioni tecnico-scientifiche costituendo un'unica banca dati: l'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo.

Tra i possibili criteri di impostazione della banca dati, si è voluto adottare quello in grado di interpretare al meglio lo spirito della legge, rendendo accessibile alla consultazione on-line il patrimonio di informazioni tecniche cumulate negli anni.

Attualmente l'informatizzazione è arrivata a circa il 70% dei dati disponibili. Nel portale del Servizio Geologico d'Italia sono disponibili, e fruibili a tutti, le caratteristiche tecniche delle perforazioni consistenti in: scheda indagine, diametri, acquiferi, piezometrie, filtri e stratigrafia.

La Senatrice **Fabiola Anitori** si è intrattenuta sull'importanza della cartografia Geologica e di come questa debba essere necessariamente soggetta a nuovi aggiornamenti e revisioni.

Nicodemo Oliverio, membro della commissione Agricoltura della Camera dei deputati, ha sottolineato di come il ruolo dell'acqua nell'Agricoltura sia strategico per il futuro.

Il Presidente della Regione Calabria **Mario Oliverio**, a cui sono state affidate le conclusioni della tavola rotonda, dopo aver ripercorso i temi trattati apprezzandone i contenuti, ha posto l'attenzione sull'importanza della manutenzione del territorio e di come sia necessario implementare lo stato conoscitivo dello stesso, fondamentale per la gestione adattiva delle acque in risposta alle condizioni mutevoli del clima.

SCEGLI IL NOSTRO BIM PER LA GEOTECNICA E LA GEOLOGIA

Versioni 2018 compatibili con AGS:
Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists



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 34.000 installazioni in più di 135 paesi nel mondo. I prodotti GEOSTRU sono caratterizzati da un'estrema facilità

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

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 anche in formato AGS4.

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.

Per i lettori di "GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE" sconto del 20%. **COUPON: GTA20**



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





Consolidamento
fondazioni



Chiamaci al
345 970 57 61
o scrivici a
info@solidproject.it

MultiStark

la nuova resina composita
di Solid Project

Il sistema brevettato MultiStark permette a Solid Project di intervenire nel **consolidamento delle fondamenta degli edifici** con l'utilizzo di **resine espandenti** iniettate nel terreno sottostante.

PIÙ VELOCITÀ



PIÙ PRECISIONE



PIÙ PERFORMANCE



QUANDO TI POSSIAMO AIUTARE



Crepe
nei muri



Abbassamento
pavimentazioni



Cedimento
strutturale



Cedimento
del terreno

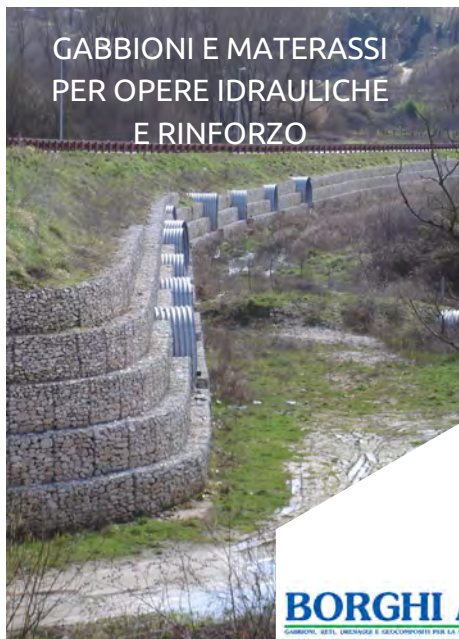


Case
su argilla



Accumuli
di acqua

GABBIONI E MATERASSI
PER OPERE IDRAULICHE
E RINFORZO



MURI DI SOSTEGNO IN
GABBIONI CHIODATI E RINVERDIBILI



BORGHI AZIO S.r.l.
CONCRETO, METAL, LIGNOVIGIL E GEOTECNICHE PER LA GEOTECNICA E L'INGEGNERIA NATURALISTICA



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)

Metodi topografici per la ricostruzione dettagliata della piezometria nelle aree costiere: il caso del Parco Regionale della Maremma (Toscana meridionale)

Termini chiave:

Rilievo GNSS, Livellazione geometrica, Accuratezza delle misure, Superficie piezometrica, Intrusione marina.

Keywords:

GNSS relief, Geometric leveling, Accuracy of measurements, Piezometric surface, Marine intrusion.

Daniele Chies, Pier Lorenzo Fantozzi, Samuele Francalacci, Roberto Rigati, Massimo Salleolini,

Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente - Strada Laterina 8 - 53100 Siena, 0577-233811, fax 0577-233933, massimo.salleolini@unisi.it

Abstract

A topographic methodology has been developed to achieve a planar altimetric data of an area where a detailed piezometric reconstruction is necessary for hydrogeological modelling of the groundwater flow and in particular the modelling of the local marine intrusion phenomena. The methodology has the target to fulfill high accuracy in the reconstruction of the topographic elevation and sufficient running speed to ensure time and cost sustainability. The survey technique is based the integrated use of GNSS instrumentation and geometric leveling. The proposed procedure is therefore considered to be convenient in all hydrogeological applications of coastal areas characterized by the coexistence between a low hydraulic gradient and a significant variation in the altitude, typical geomorphological case of the Italian coasts with high risk of marine intrusion.

Riassunto

Una metodologia topografica è stata messa a punto all'interno del Parco Regionale della Maremma (Grosseto) con l'obiettivo di conseguire una determinazione dei dati plano-altimetrici della

locale rete di monitoraggio piezometrico tale da assicurare un'elevata accuratezza nella ricostruzione della rete di flusso ed una sufficiente velocità di esecuzione in modo da garantirne la sostenibilità di tempi e costi. I rilievi effettuati tramite strumentazione GNSS e livellazione geometrica "dal mezzo" hanno consentito un significativo miglioramento delle conoscenze sull'idrodinamica della falda ed in particolare sui locali fenomeni di intrusione marina. La procedura proposta è da ritenersi pertanto conveniente in tutte le applicazioni idrogeologiche delle zone costiere caratterizzate dalla concomitanza tra un basso gradiente idraulico ed una significativa variazione della quota altimetrica, tipica casistica geomorfologica dei litorali italiani.

Introduzione

Le aree costiere italiane sono caratterizzate da uno sfruttamento irrazionale delle risorse idriche sotterranee, sia per usi civili che nei diversi contesti produttivi, tra i quali principalmente l'agricoltura e il turismo (BARROCU, 2003); ciò ha innescato fenomeni di intrusione marina che hanno provocato il deterioramento complessivo della qualità della falda rendendo talvolta parzialmente

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,
Geoparchie
& Geoturismo

o completamente inutilizzabile l'acqua emungibile dai pozzi. La gestione razionale dei consumi idrici, peraltro accentuati dai frequenti periodi di siccità stagionale, richiede tra l'altro la disponibilità di un'adeguata modellazione del comportamento idrodinamico e idrochimico degli acquiferi costieri (MAIMONE *et alii*, 2004; BIANCHI *et alii*, 2011); il progresso scientifico e tecnologico nel settore idrogeologico permette ormai una definizione di dettaglio di tali modelli, a condizione che si disponga di dati accurati e di un'elevata risoluzione spaziale e temporale delle fluttuazioni dei volumi di risorse idriche disponibili, e quindi della piezometria.

La corretta ricostruzione della superficie piezometrica rappresenta infatti il principale strumento interpretativo dell'idrogeologia qualitativa e quantitativa, in particolare nelle zone costiere dove talvolta si ha la concomitanza tra un basso gradiente idraulico ed una significativa variazione della quota altimetrica; in altre parole, mentre il flusso naturale della falda incontra l'acqua di mare mediante una ridotta cadente piezometrica, la superficie topografica può essere caratterizzata da ondulazioni di una certa entità (ad esempio, dune costiere affiancate a depressioni palustri, che rappresentano una tipica casistica geomorfologica dei litorali italiani).

In queste situazioni, la precisione ottenibile nella misurazione della profondità del livello dell'acqua nei pozzi/piezometri della rete di osservazione (dell'ordine del centimetro) è spesso vanificata dalla ben più scarsa precisione conseguibile attraverso la determinazione della quota assoluta del piano campagna sulla base della sola cartografia normalmente disponibile. Pertanto, al fine di ottenere precisioni dello stesso ordine di grandezza dei rilevamenti piezometrici, si rende talora necessario effettuare una quotatura della rete mediante livellazione geometrica e/o rilevamenti GNSS; tuttavia, i metodi classici di rilevamento accurato della superficie topografica, quali ad esempio la livellazione geometrica, risultano non sempre facilmente applicabili nelle pianure costiere dove la presenza di zone coltivate, aree boschive, insediamenti civili

ed industriali limita l'estensione delle misure lungo direttrici uniche, che risultano quindi lente e conseguentemente costose.

Nel presente articolo si propone quindi un metodo di rilevamento dei dati plano-altimetrici delle reti di monitoraggio piezometrico in un'area costiera, che assicuri al tempo stesso un'elevata accuratezza (centimetrica) ed una sufficiente velocità di esecuzione in modo da garantirne la sostenibilità di tempi e costi. La procedura di seguito descritta è stata applicata per la determinazione della quota ortometrica del piano campagna in corrispondenza dei piezometri posizionati all'interno della Pineta Granducale del Parco Regionale della Maremma (Grosseto), ottenendo un significativo miglioramento delle conoscenze nell'obiettivo finale di mitigare gli effetti dell'intrusione marina, che è destinata ad aggravarsi a causa della locale tendenza alla riduzione delle risorse idriche potenziali rinnovabili (BARAZZUOLI *et alii*, 2003) ed al sollevamento del livello del mare associato al riscaldamento globale (BATES *et alii*, 2008).

Inquadramento dell'area e del problema di studio

L'area esaminata ha un'estensione di circa 8 km² ed è ubicata a sud-est della foce del F. Ombrone all'interno della pianura alluvionale di Grosseto (Fig. 1). Essa è caratterizzata, come gran parte del litorale grossetano, da una serie di cordoni dunali («*tomboli*») su cui è insediata una fascia di pineta a pino marittimo e domestico ed è anche solcata da una rete di canalizzazioni di bonifica, recentemente ripristinata. Dal punto di vista geologico, l'area è occupata interamente da depositi olocenici prevalentemente sabbiosi di origine eolica, (ma anche alluvionali, lagunari, palustri, lacustri e di colmata) ed è limitata a sud-est dai calcari massicci di facies toscana (Lias inf.). La linea di costa è andata soggetta a forti mutamenti negli ultimi decenni; oggi risulta avanzata a sud di Marina di Alberese, mentre ha subito un notevole arretramento sui due lati di Bocca d'Ombrone (BELLOTTI *et alii*, 2004; BISERNI & VAN GEEL, 2005).

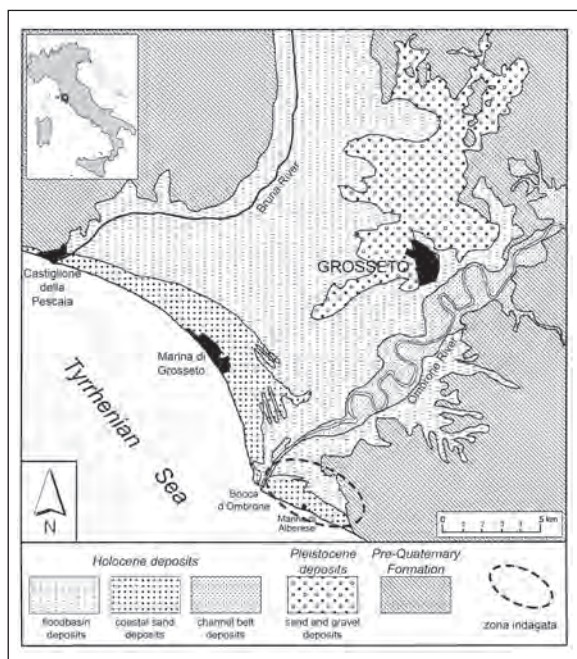
Il sistema acquifero multifalda della pianura di Grosseto è interessato da fenomeni di intrusione marina a causa di un emungimento irrazionale per mezzo di migliaia di pozzi variabili per tipologia, profondità e portata estratta (BENCINI *et alii*, 2001; ALDINUCCI *et alii*, 2012), con la conseguente degradazione della qualità chimica dell'acqua di falda (AGATI *et alii*, 2001); tale situazione è riscontrabile anche nella falda dunale costiera, in modo differenziato tra il settore a nord-ovest e quello a sud-est della foce dell'Ombro (FRANCALACCI, 2016). In quest'ultima zona è in corso uno studio idrogeologico pluriennale per conto dell'Ente Parco Regionale della Maremma, coordinato da uno degli scriventi. Le indagini finora eseguite hanno messo in evidenza che i cordoni dunali ospitano una falda freatica di importanza strategica dal punto di vista ambientale, ma caratterizzata da un diverso grado di salinizzazione a seguito di intrusione marina; l'acquifero può trovarsi sia in condizioni freatiche nella zona centrale della duna, dove le sabbie affiorano, sia in condizioni di confinamento

create dalla copertura argillosa, costituita da terreni continentali di bonifica (Fig. 2).

Le condizioni di salinizzazione della falda sono probabilmente influenzate anche dalla presenza dell'anzidetta rete di canali artificiali e dalla realizzazione di un'idrovora posizionata nei pressi della foce dell'Ombro che aspira acqua dal canale collettore principale e ne deprime il livello, incrementandone l'effetto drenante esercitato sull'area (FRANCALACCI, 2016). Al fine di definire i locali meccanismi di intrusione marina e verificare l'influenza esercitata dalle opere di bonifica è stata installata una rete di monitoraggio costituita da 14 piezometri del tipo filtrante, con tratto finestrato negli ultimi 50 cm (Fig. 3); essi sono stati installati mediante infissione con getto d'acqua (*jetting* con lavaggio del foro), tecnica derivata dai sistemi *wellpoint* utilizzati in campo geotecnico per il drenaggio di falde superficiali. La rete realizzata presenta un'elevata densità di punti di misura ed è quindi in grado di soddisfare le necessità di una corretta caratterizzazione quantitativa dei modelli di acquifero adottabili in questo caso.

Figura 1 – Schema geologico della pianura alluvionale grossetana (BISERNI & VAN GEEL, 2005, modificato).

Figure 1 - Geological sketch map of the Grosseto alluvial plain, southern Tuscany, Italy (BISERNI & VAN GEEL, 2005, modified).



Purtroppo, a fronte di una misurazione centimetrica della soggiacenza della falda conseguibile con la rete di monitoraggio, non è stato possibile disporre di un altrettanto accurata valutazione della quota del piano campagna sulla base della sola cartografia disponibile (Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000), con la conseguenza che

Figura 2 – Schema dei rapporti stratigrafici nel sottosuolo delle aree dunali della pianura di Grosseto (FRANCALACCI, 2016, modificato).

Figure 2 - Schematic of stratigraphic relationships in the subsurface of the dune areas of the Grosseto plain (FRANCALACCI, 2016, modified).

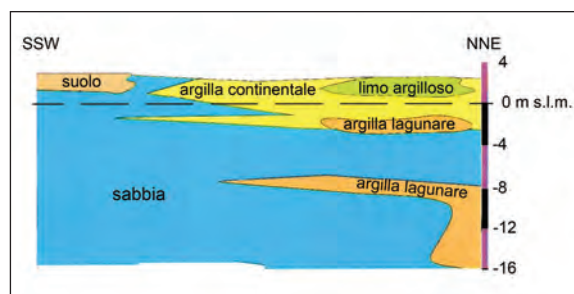


Figura 3 - Ubicazione dei piezometri della rete di monitoraggio.

Figure 3 - Location of the piezometers monitoring network.



gli errori introdotti nella ricostruzione della superficie piezometrica erano dello stesso ordine di grandezza o addirittura superiori alle possibili effettive variazioni della superficie stessa. In sintesi, la corretta rappresentazione della locale rete di flusso può essere conseguita solo attraverso una definizione della quota del piano campagna della stessa precisione con cui è possibile misurare la profondità dell'acqua nel piezometro. Si è pertanto proceduto alla pianificazione di un rilievo topografico di dettaglio finalizzato al conseguimento della precisione centimetrica di tutte le quote di campagna dove sono ubicati i piezometri della rete.

Scelta delle metodologie di rilievo della superficie topografica

L'analisi sulla disponibilità dei dati topo-cartografici dell'area ha messo in evidenza quanto segue (Fig. 4):

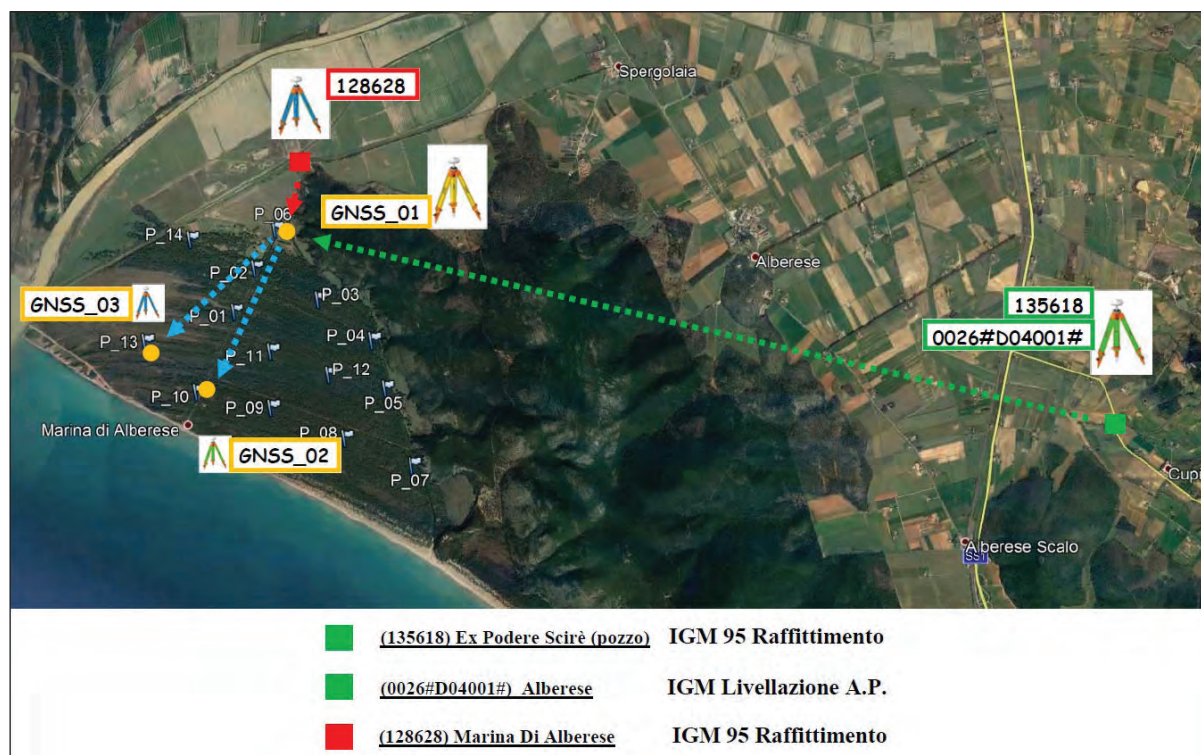
a) il caposaldo di livellazione della Rete di Alta

Precisione dell'IGM più vicino all'area di studio si trova ad una decina di chilometri dall'ingresso nella pineta di Marina di Alberese;

- b) è presente un Punto di Raffittimento della rete IGM a circa 1 km dall'inizio dell'area dove sono stati installati i piezometri;
- c) quasi tutti i piezometri da rilevare si trovano all'interno della fitta ed alta pineta, che costituisce una seria limitazione nella ricezione del segnale GNSS e dove la quasi totalità dei percorsi è costituito da sentieri sterrati il cui fondo risulta sconnesso e malfermo;
- d) le uniche strade completamente asfaltate e parzialmente scoperte dalla pineta, che potrebbero facilitare le operazioni di rilievo sia altimetrico che planimetrico, sono quelle che portano verso il mare e verso la foce dell'Ombrone;
- e) all'interno del parco non è in alcun modo possibile la materializzazione di cippi in calcestruzzo che rendano stabile il riferimento

Figura 4 - Pianificazione delle “baseline”.

Figure 4 - Baseline planning.



altimetrico nei confronti della fauna del parco o rispetto ad atti vandalici.

I capisaldi IGM presi come riferimento sono caratterizzati dai seguenti parametri:

- **135618** - punto IGM95/ETRF2000 - Ex Podere Scirè (Pozzo) - Centrino cementato su pozzo (vertici collegati 0026# D04 001#);
- **0026# D04 001#** - Caposaldo della Rete Altimetrica di Alta Precisione IGM - (CSO) - Centrino VTR (Regione Toscana) n° 135618 infisso sul bordo del pozzo d'ispezione a lato della strada per Cupi a 1,1 km dall'incrocio con la S.S.1 Aurelia Km 169,200;
- **128628** - punto IGM95/ETRF2000 - Marina di Alberese (Ponte) - Centrino cementato su termine del ponte.

Si è pertanto deciso di procedere nel modo

seguente (Fig. 5):

- rilievo tramite strumentazione GNSS “GPS 1200 Leica” con metodo “statico” per la determinazione sia planimetrica che altimetrica dei capisaldi principali GNSS_01, GNSS_02 e GNSS_03;
- rilievo tramite strumentazione GNSS “GPS 1200 Leica” con metodo “NRTK” per la determinazione della sola posizione planimetrica dei piezometri (P), dei nuovi capisaldi di livellazione (LIVE) e di altri capisaldi (HERA) già esistenti nell’area di studio. La posizione planimetrica dei capisaldi è stata rilevata con il metodo NRTK che prevede l’utilizzo di un solo strumento GNSS ed il collegamento con una rete di Stazioni Permanenti; in caso di assenza di segnale della rete telefonica per il collegamento in remoto, si può ugualmente effettuare il rilievo utilizzando il metodo RTK

che prevede l'impiego di due ricevitori GNSS collegati tra loro tramite radiomodem, dei quali il primo deve essere posizionato su un punto di coordinate note che funge da "base" e il secondo (detto "rover") che viene spostato sui punti da rilevare effettuando l'acquisizione dei dati;

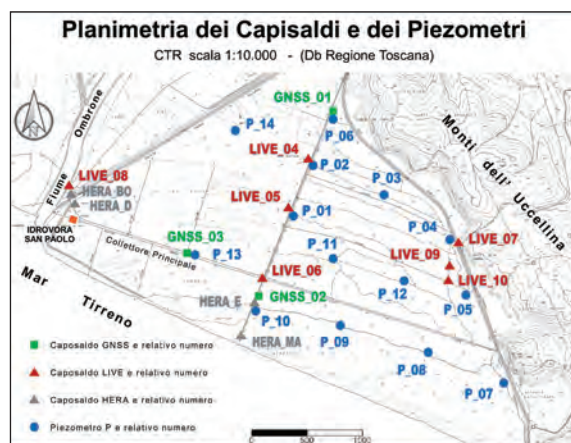
- rilievo tramite strumentazione topografica "Livello Digitale Leica LS15" e stadi INVAR, eseguendo una livellazione geometrica di precisione "dal mezzo" per la determinazione della quota sia del piano campagna nei pressi dei piezometri che dei nuovi caposaldi di livellazione con una precisione pari a ± 1 cm (tale precisione non è raggiungibile nella componente altimetrica tramite rilievo GNSS).

La prima operazione è consistita nella realizzazione di un caposaldo all'interno dell'area di studio che avesse le stesse caratteristiche di precisione di quelle di un punto della rete IGM, sia nella componente planimetrica che in quella altimetrica (quota ortometrica). Il caposaldo principale GNSS_01 è stato posizionato sul bordo della pista ciclabile presente a lato strada, poco prima del suo ingresso all'interno della pineta (vedi Figg. 4 e 5), in modo tale da risultare vicino alla zona dove si trovano i punti da rilevare e da presentare tutte le condizioni di visibilità verso l'alto necessarie per effettuare una buona sessione di registrazione dei dati grezzi. La materializzazione di questo caposaldo è stata fatta tramite infissione sull'asfalto di un chiodo topografico e della relativa rondella colorata per una maggiore visibilità.

Successivamente, sono state individuate altre due posizioni strategiche, funzionali alle successive operazioni di livellazione, dove sono stati materializzati i capisaldi GNSS_02 e GNSS_03 che hanno anch'essi le stesse caratteristiche tecniche e di posizionamento del GNSS_01. Anche i nuovi capisaldi di livellazione (LIVE) sono stati materializzati tramite chiodo in acciaio e rondella colorata; essi sono stati posizionati durante l'esecuzione delle linee di livellazione dove si è ritenuto opportuno e necessario al fine di rendere disponibile in

Figura 5 - Planimetria dei capisaldi GNSS, di quelli nuovi di livellazione (LIVE) e di quelli già presenti (HERA) e della rete dei piezometri (P).

Figure 5 - Planes of GNSS landmarks, landmarks relative to new leveling (LIVE), existing ones (HERA) and piezometric network (P).



posizioni ben definite la quota ortometrica con la precisione di ± 1 cm.

Infine, non essendo risultato possibile materializzare capisaldi stabili all'interno del Parco tramite la realizzazione di cippi in calcestruzzo, per motivi paesaggistici e altri vincoli presenti, si è ritenuto efficace e non impattante infiggere al suolo fino alla definizione del piano campagna, nei pressi di ogni piezometro, delle barre in acciaio di circa 50 cm di lunghezza; questo tipo di materializzazione è stata pensata anche per ridurre al minimo il rischio di distruzione o rimozione dei capisaldi e quindi per avere una maggiore accuratezza delle misurazioni nel tempo durante il monitoraggio dei livelli di falda.

Elaborazione dei dati

Elaborazione GNSS con metodo statico

Al fine di raggiungere una precisione centimetrica nel calcolo dei vettori delle *baseline* è vitale che sussistano condizioni tali da garantire l'accuratezza ricercata, sia in fase di rilievo che in quella di elaborazione. Durante il rilievo di campagna è necessario eseguire correttamente tutte le procedure previste per la corretta acquisizione dei dati ed

Figura 6 - Parametri di elaborazione della “baseline” tra caposaldo 135618 (IGM95) e GNSS_01.

Figure 6 - Parameters for processing the baseline between the master 135618 (IGM95) and GNSS_01.

Informazioni punto			
Tipo ricevitore / S/N	Riferimento: 135618	rover: GNSS_01	
Tipo antenna / S/N	ATX1230 / 309003	ATX1230 / 318353	
Altezza antenna:	ATX1230 GG Pole / -	ATX1230 GG Pole / -	
	1.0470 m	1.4680 m	
Coordinate iniziali:			
Latitudine:	42° 39' 14.41054" N	42° 40' 00.40232" N	
Longitudine:	11° 02' 05.61397" E	11° 02' 45.69629" E	
Quota ellis:	83.0720 m	49.5695 m	
Parametri elaborazione			
Parametri	Selezionato	Usato	Commento
Angolo di cut-off:	15°	15°	
Tipo effemeridi (GPS):	Trasmessa	Trasmessa	
Tipo effemeridi (GLONASS):	Trasmessa	Trasmessa	
Tipo soluzione:	Automatico	Fase: tutto fix	
Tipo GNSS:	Automatico	GPS / GLONASS	
Frequenza:	Automatico	L1 e L2	
Fissa ambiguità fino a:	80 km	80 km	
Durata minima per soluzione float (statico):	5° 00'	5° 00'	
Frequenza di campionamento:	Usa tutto	15	
Modello troposferico:	Hopfield	Hopfield	
Modello ionosferico:	Automatico	Calcolato	
Usa modello stocastico:	SI	SI	
Distanza minima:	8 km	8 km	
Attività ionosferica:	Automatico	Automatico	

in particolare definire il posizionamento di ogni strumento GNSS con ottima visibilità verso l'alto, prevedere lunghi tempi di osservazione, valutare l'intervallo di campionamento (epoche) e l'impostazione corretta degli altri parametri necessari per la registrazione dei dati. In fase di elaborazione è necessario valutare e definire manualmente

tutti i principali parametri di calcolo (tra i quali il modello troposferico e ionosferico, l'angolo di *cut-off*, l'inserimento del corretto centro di fase dell'antenna e l'uso delle effemeridi precise scaricate dal sito della NASA) e poi procedere all'elaborazione dei dati per il calcolo delle componenti plano-altimetriche delle *baseline* (CINA, 2000).

In questo caso l'elaborazione è stata eseguita tramite l'utilizzo del software *Leica Geo Office 8.4* (LGO), con il metodo della “singola base” (Fig. 6).

I programmi per la post-elaborazione dei dati utilizzano, in genere, il metodo “per variazioni di coordinate” che sinteticamente consiste nel partire da una soluzione approssimata da migliorare mediante un processo iterativo basato sul principio “dei minimi quadrati”. Al fine di effettuare il *post-processing* nel modo più corretto ed efficiente possibile, non si deve mai assumere come punto di partenza un punto che abbia le coordinate di navigazione in quanto queste coordinate hanno un'approssimazione che varia da 15 a 30 m; altrimenti, si corre il rischio che il calcolo della linea di base non sia risolto attraverso il miglior approccio della soluzione delle ambiguità di fase pur avendo

Figura 7 - Parametri di elaborazione della “baseline” tra caposaldo 135618 (IGM95) e GNSS_01.

Figure 7 - Parameters for processing the “baseline” between the master 135618 (IGM95) and GNSS_01.

ID punto	Classe p...	Inizio	Fine	Durata	Tipo GNSS	Tipo	Altezza ante...
135618	Navigata	02/15/2017 10:22:01	02/15/2017 13:25:51	3h 03' 50"	GPS/GLONASS	Statico	1.0470
128628	Navigata	02/15/2017 10:56:10	02/15/2017 14:33:54	3h 37' 44"	GPS/GLONASS	Statico	0.1950
GNSS_01	Navigata	02/15/2017 11:25:03	02/15/2017 15:46:41	4h 21' 38"	GPS/GLONASS	Statico	1.4680
GNSS_02	Navigata	02/15/2017 14:05:03	02/15/2017 15:54:10	1h 49' 07"	GPS/GLONASS	Statico	1.6770
GNSS_03	Navigata	02/15/2017 15:00:07	02/15/2017 15:38:26	38' 19"	GPS/GLONASS	Statico	1.6500

dei dati senza salti di ciclo. Buona regola da rispettare è quella di partire con delle coordinate del punto di partenza aventi la massima precisione possibile, che in questo caso sono quelle del caposaldo dell'IGM95, da cui definire altri due aspetti fondamentali (Fig. 7):

- ✓ la linea di base da calcolare (di colore rosso è il *reference*, mentre il verde indica il *rover*);
- ✓ il verso di calcolo (LGO esegue sempre il calcolo dal *reference* al *rover*).

Una volta lanciata l'elaborazione della linea di base, vengono fissate le ambiguità e calcolate le tre componenti ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$) del vettore che unisce i due vertici GNSS; quest'ultimo passaggio rappresenta normalmente il risultato finale del processo di calcolo tramite il quale sono state definite le coordinate dei capisaldi materializzati all'interno del Parco e la relativa quota ellissoidica (Fig. 8). Le quote ortometriche sono state ottenute, a partire da quelle ellissoidiche tramite una trasformazione con i grigliati (*.grk) eseguita con il software VERTO dell'IGM, applicando il modello di geoide ITALGEO2005.

Il confronto tra le quote ortometriche calcolate tramite i grigliati e quelle presenti nelle monografie dell'IGM dei punti 128628 e 135618 consente di

verificare l'assenza di differenze superiori a ± 5 mm, che rappresentano quindi l'ordine di grandezza della precisione altimetrica che è possibile garantire anche a tutti i nuovi capisaldi GNSS_01, GNSS_02 e GNSS_03.

Elaborazione delle livellazioni

L'elaborazione dei sette tratti di livellazione geometrica è stata eseguita all'interno del software *Leica Infinity*, dove al termine di ogni giornata di lavoro sono stati scaricati e controllati i dati. Il controllo sui dati è stato eseguito per valutare l'errore di chiusura di ogni linea (in andata e ritorno, o ad anello) al fine di stabilire se tale errore, in virtù della distanza percorsa, consentisse o meno di restare all'interno della tolleranza centimetrica prefissata espressa dalla formula relativa all'anzidetta livellazione di precisione (Fig. 9):

$$Tolleranza = \pm 6\sqrt{L} \text{ [mm]}$$

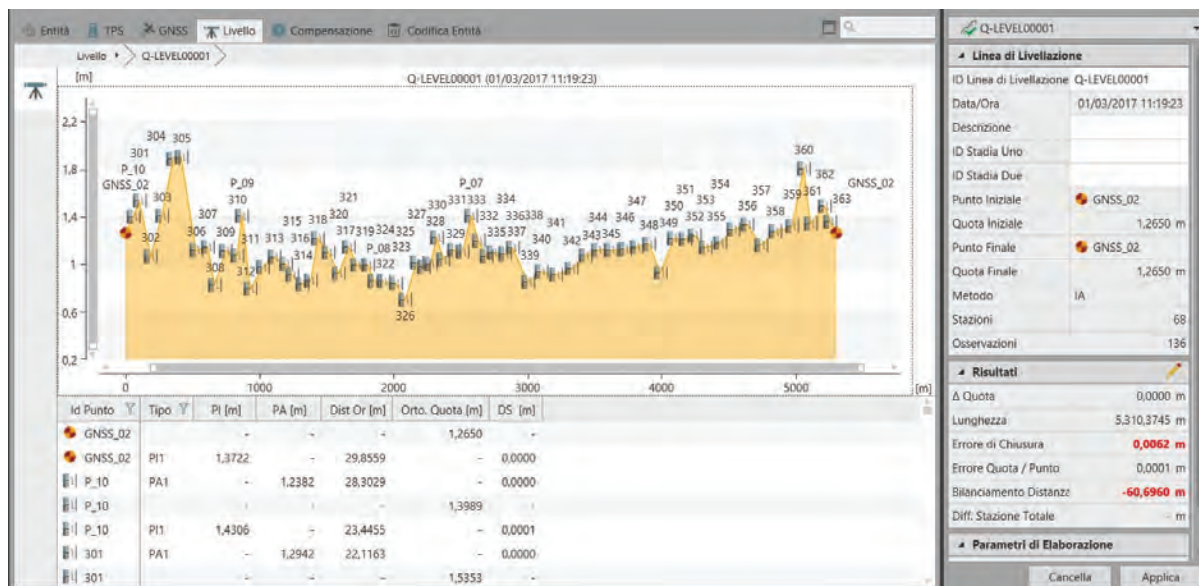
dove L è la lunghezza in km della linea di livellazione.

L'elaborazione dei dati e la compensazione delle linee di livellazione sono state eseguite dopo aver effettuato il calcolo dei punti di riferimento GNSS in modalità "statico" collegati alla rete IGM95; si è così in grado di trasferire direttamente ad ogni

Figura 8 - Coordinate geografiche e quote dei capisaldi GNSS dopo la post-elaborazione dei dati.

Figure 8 - Geographic coordinates and quotes of GNSS landmarks after post-processing data.

Punto	Geografiche (ETRF2000)		Ellissoidica	Ortometrica
	Lati φ	Longi λ	h	H
	[sessagesimali]	[sessagesimali]	[m]	[m s.l.m.]
128628	42°40'51,9657"	11°04'22,5677"	52,909	4,701
135618	42°39'14,4106"	11°09'05,6136"	83,072	34,785
GNSS_01	42°40'00,4023"	11°02'45,6083"	49,569	1,384
GNSS_02	42°39'06,8482"	11°02'13,9749"	49,442	1,265
GNSS_03	42°39'21,6915"	11°01'47,0903"	49,764	1,595

Figura 9 - Tratto n. 3: Tolleranza = $\pm 6 \cdot \sqrt{5,31} = 13,83 \text{ mm} > 6,20 \text{ mm}$ (errore di chiusura).Figure 9 - Section no. 3: Tolerance = $\pm 6 \cdot \sqrt{5.31} = 13.83 \text{ mm} > 6.20 \text{ mm}$ (residual "closing" error).

punto una precisione molto simile (centimetrica o sub-centimetrica) alle quote assolute della Rete di Livellazione di Alta Precisione IGM.

La Fig. 10 riassume le quote ortometriche dei capisaldi e del piano campagna nei pressi dei piezometri al termine delle operazioni di calcolo e compensazione delle linee di livellazione.

Elaborazione GNSS con metodo NRTK

Dal punto di vista operativo, gli ultimi anni hanno visto lo sviluppo di strumentazione GNSS sempre più orientata ad un incremento di efficienza per consentire all'utenza rilievi di alta precisione in tempi sempre più contenuti. La realizzazione di infrastrutture NRTK, come la rete SmartNet ItalPOS realizzata da privati con Leica Geosystems Italia, consente di modellare gli errori del sistema GNSS e di fornire i dati necessari a correggere le misure (che l'operatore esegue con un singolo strumento) al fine di ottenere direttamente in campagna precisioni centimetriche nella definizione della posizione. Questa modalità di rilievo non necessita di particolari elaborazioni che vengono fatte in tempo reale da un centro di calcolo e le correzioni

Figura 10 - Quote ortometriche dei capisaldi e dei piezometri, rilevate in campagna tramite livellazione.

Figure 10 - Elevations quotes of the landmarks and piezometers, surveyed in the field by leveling.

Punto	Ortometrica
	H
	[m s.l.m.]
GNSS_01	1,38
GNSS_02	1,27
GNSS_03	1,60
LIVE_04	2,41
LIVE_05	1,54
LIVE_06	1,38
LIVE_07	1,47
LIVE_08	1,30
LIVE_09	1,64
LIVE_10	1,83
HERA_BO	3,86
HERA_D	3,86
HERA_E	1,27
HERA_MA	2,11

Punto	Ortometrica
	H
	[m s.l.m.]
P_01	1,31
P_02	1,80
P_03	1,81
P_04	1,61
P_05	1,84
P_06	1,06
P_07	1,41
P_08	1,00
P_09	1,41
P_10	1,40
P_11	1,27
P_12	1,37
P_13	1,09
P_14	0,98

necessarie inviate al ricevitore; pertanto, restano da eseguire soltanto delle semplici operazioni di scarico dei dati e di verifica che gli stessi siano corretti (CINA, 2014).

Le coordinate ETRF2000 restituite dallo strumento GNSS in modalità NRTK (Fig. 11) sono sempre

Figura 11 - Coordinate geografiche ETRF2000 e quote ellissoidiche ottenute da rilievo GNSS in modalità NRTK.

Figure 11 - Geographic coordinates according to ETRF2000 and ellipsoid quotes obtained from GNSS survey in NRTK mode.

Punto	Geografiche (ETRF2000)		Ellissoidica
	Lati ϕ	Longi λ	h
	[sessagesimali]	[sessagesimali]	[m]
GNSS_01	42°40'00,40232"	11°02'45,80829"	49,589
GNSS_02	42°39'06,84822"	11°02'13,97492"	49,442
GNSS_03	42°39'21,69147"	11°01'47,09033"	49,764
LIVE_04	42°39'47,224349"	11°02'36,969613"	50,609
LIVE_05	42°39'32,687225"	11°02'28,675749"	49,719
LIVE_06	42°39'13,415758"	11°02'17,332110"	49,568
LIVE_07	42°39'21,859076"	11°03'35,691441"	49,691
LIVE_08	42°39'40,543291"	11°00'59,920142"	49,493
LIVE_09	42°39'14,687824"	11°03'31,846985"	49,830
LIVE_10	42°39'11,186734"	11°03'31,552510"	50,006
HERA_BO	42°39'38,328457"	11°01'00,393669"	52,066
HERA_D	42°39'37,924479"	11°01'00,682607"	52,053
HERA_E	42°39'05,807575"	11°02'13,319039"	49,501
HERA_MA	42°38'55,989461"	11°02'07,432774"	50,282

Punto	Geografiche (ETRF2000)		Ellissoidica
	Lati ϕ	Longi λ	h
	[sessagesimali]	[sessagesimali]	[m]
P_01	42°39'32,177649"	11°02'29,191584"	49,499
P_02	42°39'46,867859"	11°02'37,713055"	49,997
P_03	42°39'36,822014"	11°03'07,338419"	50,029
P_04	42°39'23,415707"	11°03'32,829715"	49,733
P_05	42°39'07,292113"	11°03'39,296425"	49,951
P_06	42°39'59,745721"	11°02'46,311499"	49,257
P_07	42°38'42,282307"	11°03'52,578646"	49,589
P_08	42°38'50,801119"	11°03'21,652650"	49,175
P_09	42°39'00,190634"	11°02'47,768341"	49,624
P_10	42°39'05,108953"	11°02'13,803620"	49,518
P_11	42°39'18,908480"	11°02'46,356926"	49,462
P_12	42°39'12,021936"	11°03'13,598192"	49,551
P_13	42°39'21,041159"	11°01'48,858990"	49,290
P_14	42°39'56,256013"	11°02'08,336306"	49,132

formate da una terna di numeri che possono essere espresse come coordinate geografiche (longitudine, latitudine e quota ellissoidica) oppure geocentriche (X, Y e Z), in ogni caso sempre inquadrare nel nuovo riferimento geodetico italiano oggi incentrato nel frame denominato Rete Dinamica Nazionale (RDN).

Allo scopo di una migliore gestione futura in ambito sia GIS che catastale, le coordinate ETRF2000 ottenute dal rilievo GNSS NRTK sono state trasformate in piane TM-ETRF2000 ed espresse anche in altri sistemi di riferimento quali GAUSS-BOAGA e CASSINI-SOLDNER; la trasformazione delle coordinate ETRF2000 a quelle piane TM-ETRF2000 ed a quelle GAUSS-BOAGA è stata eseguita tramite *Verto On Line*, software disponibile all'interno del sito dell'Istituto Geografico Militare (Fig. 12). Infine, per tutti i punti rilevati (capisaldi e piezometri) è stata redatta una scheda monografica dove si è provveduto a riportare le indicazioni necessarie per l'individuazione del punto e la sua materializzazione, oltre naturalmente ad indicare le quote ortometrica ed ellissoidica e tutte le coordinate espresse nei vari sistemi di riferimento calcolati (Fig. 13), compreso quello catastale la cui trasformazione è stata però eseguita tramite il software *CartLab1* (CIMA *et alii*, 2002).

Considerazioni conclusive

I dati di campagna misurati tramite le operazioni topografiche sopra descritte hanno consentito la definizione univoca e certa (± 1 cm) del piano di riferimento assoluto "z" (quota ortometrica) di ogni piezometro della rete di monitoraggio; i risultati così ottenuti, rispetto alle stesse quote ricavate per interpolazione di dati sulla CTR in scala 1:5.000, presentano evidenti differenze che variano da un minimo di +0,008 m per il P_09 ad un massimo di -0,805 m per il P_02 (Fig. 14), con un valore medio di -0,240 m.

Al fine di migliorare questo confronto nei mesi monitorati, soprattutto per quanto riguarda le implicazioni idrodinamiche, sono state ricostruite le relative superfici piezometriche mediante l'utilizzo del software di analisi geostatistica *Surfer*, ovviamente con la stessa metodologia di interpolazione; i risultati così ottenuti sono evidenziati nelle Figg. da 15 a 18. La ricostruzione piezometrica effettuata sulla base dei dati della livellazione descrive una rete di flusso molto differente; infatti, mentre quella derivante dai dati desunti dalla CTR mostra un flusso complessivamente diretto dall'entroterra pianeggiante verso il mare con zone di alto e basso piezometrico difficilmente

Figura 12 - Trasformazione di coordinate tramite il software Verto On Line™.

Figure 12 - Coordinate transformation using Verto On Line™ software



COORDINATE INGRESSO: Lon/Est: 11°04'03.4091" Lat/Nord: 42°38'39.8900"

Sistema Rif. In Ingresso: RDN2008 geografico 2D [epsg:5705]

Sistema Rif. In Uscita: Monte Mario / Italy zone 1 [epsg:3003]

Formato di Uscita: ☒ Sessagesimale ☐ Sessadecimale

Coordinate Uscita: Lon/Est: 1669529.573 Lat/Nord: 4723414.229

Calcola

Sistemi di riferimento

La trasformazione è possibile fra i Sistemi Geodetici più utilizzati in Italia: ROMA40, ED50, ETRF89 ed ETRF2000, sia in coordinate geografiche che nei sistemi piani ad essi normalmente associati, con riferimento ai codici EPSG (European Petroleum Survey Group). Fra i codici presenti nell'EPSG non sono accettati: 4982, 4983, 4670, 3064 e 3065, poiché riferiti all'IGM95 che non è un Sistema ma una rete geodetica; questa infatti, nel tempo, è stata espressa in diversi Riferimenti. Non sono altresì accettati i codici: 4978, 4979, 32632, 32633 e 32634, poiché riferiti al WGS84 che non è mai stato utilizzato in Italia. Una spiegazione che illustra il significato dei codici EPSG è riportata nella pubblicazione: ["Corretto utilizzo dei Sistemi Geodetici di Riferimento all'interno dei software GIS"](#) - Carroccio Marianna, Cima Virgilio, Maseroli Renzo - Atti della 18a Conferenza Nazionale ASITA, Firenze, 14-16 ottobre 2014

Le trasformazioni tra sistemi sono eseguite correttamente all'interno del seguente rettangolo:
Nord min 35°17' Est min 06°23'; Nord max 47°15' Est max 18°39'

Formato delle coordinate

In generale si accetta sia la virgola che il punto decimale. Le coordinate geografiche sessagesimali possono essere scritte nella forma 42° 23'12.1212" (o 42d23'12.1212"), dove il simbolo per i secondi sono le virgolette e NON due volte l'apice; per inserire coordinate geografiche sessadecimali è possibile utilizzare una forma del tipo 12.5121212" (o semplicemente 12.5121212). Gli spazi non sono mai significativi.

Figura 13 - Esempio di scheda monografica (piezometro n. 10).

Figure 13 - Example of a monograph (piezometer No.10).



Monografia P_10

Provincia di Grosseto - Comune di Grosseto - Marina di Alberese
PARCO REGIONALE DELLA MAREMMA

Note: Le coordinate Geografiche (ETRF2000) sono state rilevate con strumentazione GNSS in metodologia NRTK nel marzo 2017.
Le coordinate piane (UTM-ETRF2000), (Gauss Boaga) e (Cassini Soldner) sono state calcolate, dalle coordinate Geografiche ETRF2000 tramite algoritmo di trasformazione. Le quote ortometriche sono state rilevate tramite livellazione geometrica dal mezzo nel marzo 2017.

Geografiche (ETRF2000)	Piane (UTM-ETRF2000) Fuso 32	Piane (Gauss Boaga) Fuso Ovest	Piane (Cassini Soldner) Origine Torre del Mangia
[sessagesimali]	[m]	[m]	[m]
Φ: 42° 39' 05,1090"	N: 4724118,444	N: 4724131,597	X: - 74 043,51
Λ: 11° 02' 13,8036"	E: 666984,674	E: 1667014,725	Y: - 24 196,13

Materializzazione:
Picchetto in acciaio infisso sul terreno accanto al tubo del piezometro che fuoriesce dal piano di campagna

Quota s.l.m.
H = 1,399 m.

Quota ell.
h = 49,518 m.

Inquadramento tramite foto aerea

Carta Tecnica Regionale Scala 1:10000

Quota s.l.m.
H = 1,399 m.

Quota ell.
h = 49,518 m.

Figura 14 - Risultati ottenuti nella valutazione delle quote ortometriche del piano campagna in corrispondenza dei piezometri (RIL) e confronto con quelle ricavate dall'interpolazione sulla CTR 1:5.000.

Figure 14 - Results obtained in the evaluations of the orthometric quotes surveyed at piezometers top (RIL) and comparison with the quotes obtained by interpolation on CTR toposheets at the scale 1: 5,000.

POZZO	2016	2017		2017	Marzo 2016			Agosto 2016		
Piezo	CTR5000	RILIEVO	differenza	boccaPx	Soggiacenza	CTR	RIL	Soggiacenza	CTR	RIL
n.	m (s.l.m.)	m (s.l.m.)	m	m	m	m (s.l.m.)	m (s.l.m.)	m	m (s.l.m.)	m (s.l.m.)
P_01	1,70	1,31	-0,39	0,18	-1,73	0,15	-0,24	-2,23	-0,35	-0,74
P_02	2,60	1,80	-0,81	0,16	-2,01	0,75	-0,05	-2,42	0,34	-0,47
P_03	2,10	1,81	-0,29	0,13	-1,72	0,51	0,22	-2,09	0,14	-0,15
P_04	1,70	1,61	-0,09	0,35	-1,51	0,54	0,45	-2,07	-0,02	-0,11
P_05	1,20	1,84	0,64	0,28	-1,84	-0,36	0,28	-2,50	-1,02	-0,38
P_06	1,50	1,06	-0,44	0,27	-0,91	0,86	0,42	-1,70	0,07	-0,37
P_07	1,30	1,41	0,11	0,41	-1,42	0,29	0,40	-1,94	-0,23	-0,12
P_08	1,20	1,00	-0,20	0,61	-1,64	0,17	-0,03	-1,99	-0,18	-0,38
P_09	1,40	1,41	0,01	0,13	-1,60	-0,07	-0,06	-1,98	-0,45	-0,44
P_10	1,60	1,40	-0,20	0,24	-1,65	0,19	-0,01	-2,08	-0,24	-0,44
P_11	1,60	1,27	-0,34	0,22	-1,66	0,16	-0,18	-2,05	-0,23	-0,57
P_12	1,60	1,37	-0,23	0,51	-1,95	0,16	-0,07	-2,30	-0,19	-0,42
P_13	1,70	1,09	-0,61	0,15	-1,80	0,05	-0,56	-1,90	-0,05	-0,66
P_14	1,50	0,98	-0,52	0,31	-1,44	0,37	-0,15	-1,91	-0,10	-0,62

Figura 15 - Carta piezometrica dell'acquifero dunale relativa a marzo 2016: quote da CTR.

Figure 15 - Piezometric map of dunal aquifer relative to March 2016: quote from CTR.

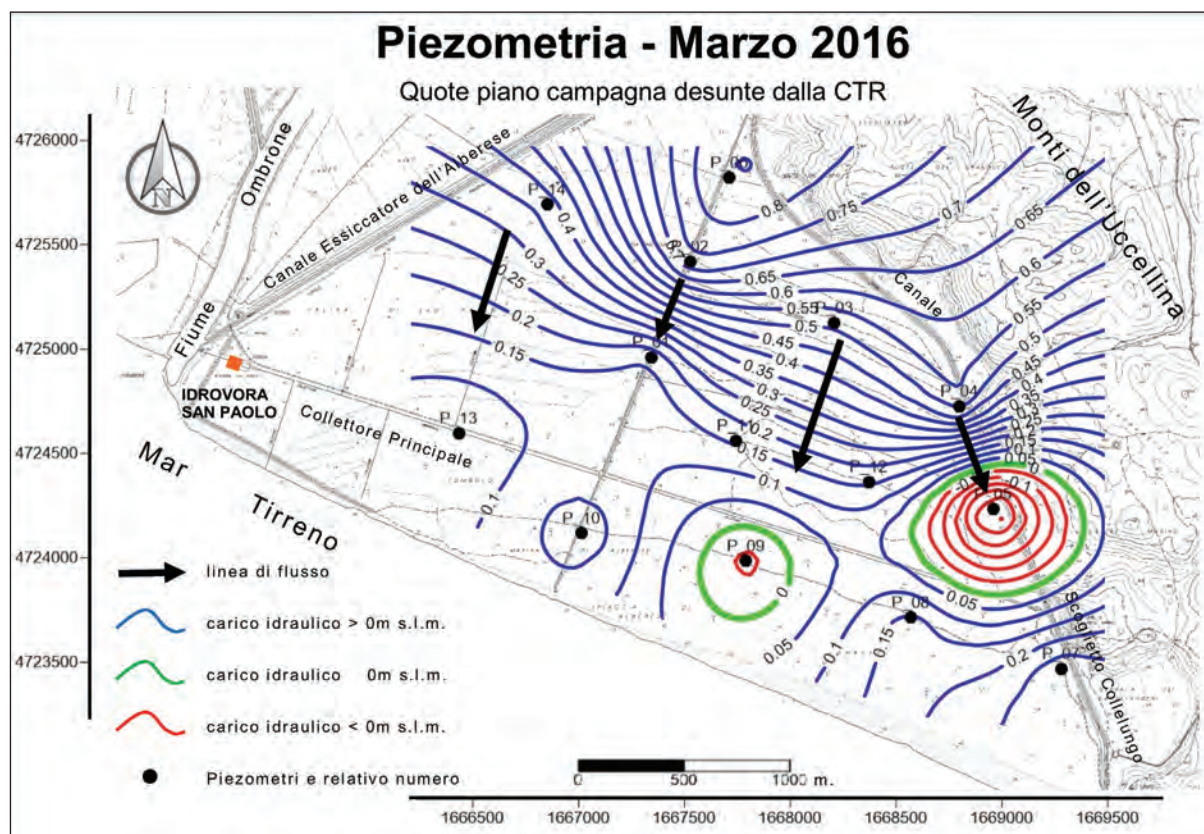
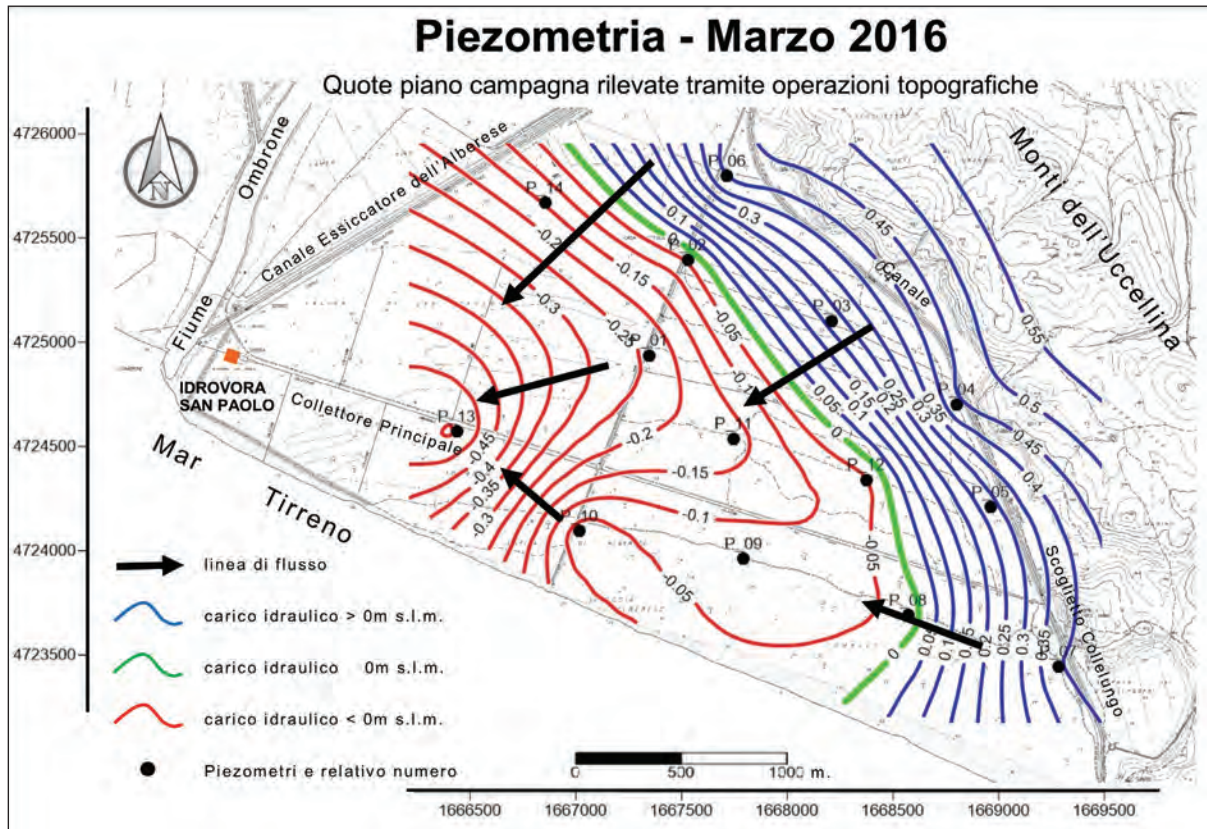


Figura 16 - Carte piezometrica dell'acquifero dunale relativa a marzo 2016: quote da livellazione.

Figure 16 - Piezometric map of dunal aquifer relative to March 2016: quote from leveling.



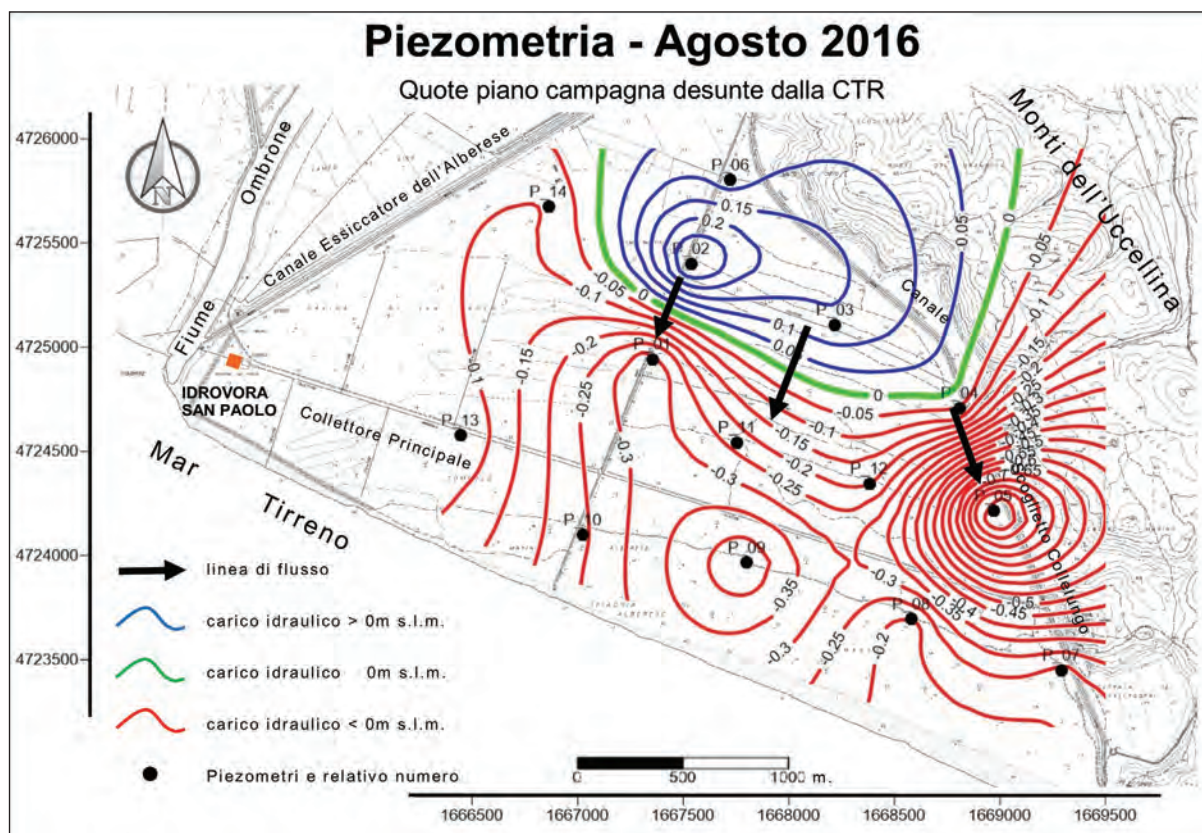
interpretabili in una zona priva di emungimenti tramite pozzi, la nuova ricostruzione si presenta invece morfologicamente ben più uniforme e con un flusso sempre proveniente dai rilievi calcarei dell'Uccellina e diretto verso la confluenza dei collettori principali e quindi anche dell'idrovora San Paolo e della foce dell'Ombrone. Quest'ultimo aspetto supporta, tra l'altro, l'ipotesi che le opere di canalizzazione delle acque, e soprattutto le loro modalità di funzionamento, influiscano in modo decisivo sul locale fenomeno di intrusione marina, come ipotizzato da FRANCALACCI (2016). Si può anche osservare che le carte piezometriche derivate alla livellazione mostrano un notevole arretramento, rispetto alla linea di costa, dell'iso-linea che rappresenta un carico idraulico uguale

a zero. È quindi probabile che il livello della falda sia mantenuto artificialmente sempre ribassato dalla presenza e gestione delle suddette opere di drenaggio, a cui contribuisce ovviamente in alcuni periodi la diminuzione stagionale delle precipitazioni; piezometrie negative così ampie e permanenti in una zona prossima alla linea di costa costituiscono certamente un fattore decisivo per la presenza dell'intrusione marina.

In definitiva, lo studio in corso sull'area costiera del Parco Regionale della Maremma ed i rilievi ora effettuati tramite strumentazione GNSS e livellazione geometrica "dal mezzo" hanno portato alla determinazione della quota di campagna con la necessaria precisione centimetrica per le finalità idrogeologiche; questo nuovo dato ha consentito

Figura 17 - Carta piezometrica dell'acquifero dunale relativa ad agosto 2016: quote da CTR.

Figure 17 - Piezometric map of dunal aquifer relative to August 2016: quote from CTR.



infatti di effettuare elaborazioni corrette sull'idrodinamica della falda, in quanto più precise e realistiche, conseguendo un sensibile miglioramento nell'interpretazione dei locali processi idrogeologici ed in particolare dell'intrusione marina.

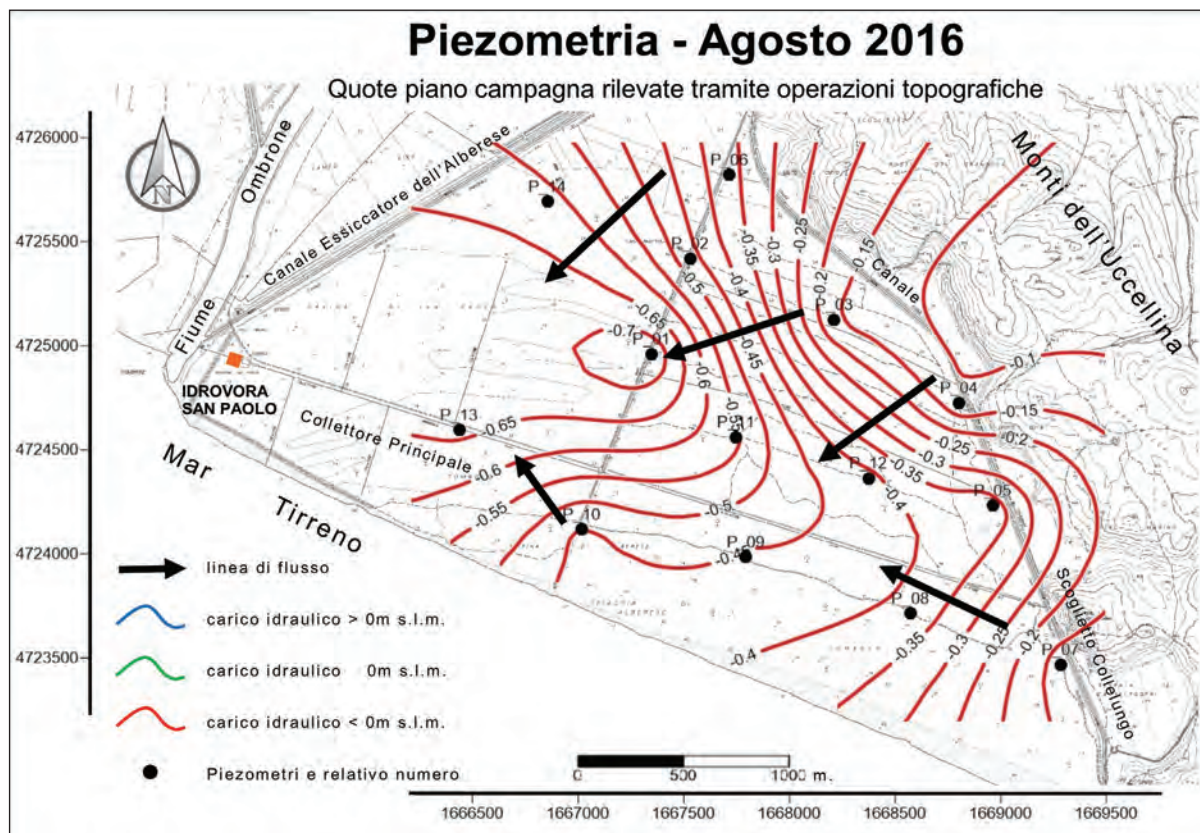
Alla luce dei risultati ottenuti, nonostante le note problematiche presenti nelle fasce costiere quale quella della Maremma, la procedura proposta è da ritenersi conveniente in tutte le applicazioni idrogeologiche in quei tratti di costa ove risulti necessaria l'accurata ricostruzione topografica del piano campagna. È anche da sottolineare che, al fine di ottimizzare il lavoro e trarre il massimo beneficio dalle tecniche di rilievo utilizzate, la loro integrazione ha consentito certamente un

risparmio di tempo/lavoro consentendo, tra l'altro, di mantenere invariati gli standard delle precisioni finali prefissati per lo studio dell'area. Infatti, pur consapevoli che la tecnica migliore per ottenere alte precisioni nella misurazione delle quote è la livellazione geometrica, la distanza di circa 10 km del più vicino caposaldo della Rete di Livellazione di Alta Precisione dell'IGM avrebbe comportato un onere di lavoro in campagna e in *back office* che avrebbe inciso molto nell'economia dell'indagine e non avrebbe portato sensibili differenze rispetto a quanto ottenuto con una più veloce livellazione GNSS tramite rilievo in modalità "statico" e relativo *post-processing*.

Altri possibili metodi e/o soluzioni per il rilievo dell'area che consentissero di ottenere le

Figura 18 - Carta piezometrica dell'acquifero dunale relativa ad agosto 2016: quote da livellazione.

Figure 18 - Piezometric map of dunal aquifer relative to August 2016: quote from leveling.



precisioni imposte dalla ricerca sono state ritenute non convenienti nel rapporto qualità/prezzo in quanto l'impiego della strumentazione e l'incremento delle ore complessive di lavoro non avrebbe aumentato in modo efficace la precisione e sarebbero risultate più onerose nell'impiego di tempo e mezzi; pertanto, si ritiene che la procedura definita per questo caso di studio consenta di ottenere ottime *performance* su tutti i rilievi che si rendano necessari sulle fasce costiere ai fini della migliore comprensione dei fenomeni geomorfologici ed idrogeologici.

Ringraziamenti

L'articolo è tratto dai risultati ottenuti nell'ambito

di un accordo di ricerca tra il Prof. Massimo Salleolini e l'Ente Parco Regionale della Maremma dal titolo "Studio preliminare sull'acquifero dunale del Parco Regionale della Maremma". Gli autori ringraziano l'Ing. Renzo Maseroli (Responsabile del settore geodetico dell'Istituto Geografico Militare, Firenze) per la rilettura del manoscritto ed i proficui suggerimenti.

Riferimenti bibliografici

AGATI L., BARBIERI M., BAZZOLI P., DALL'AGLIO M., MANTELLI F., PALMIERI R. & VENANZI G. (2001) - *Drinking water quality in the Grosseto Province, Tuscany, Italy. An appraisal on the basis of the study of water rock interaction*. Proceedings of the Water Rock

Interaction (WRI-10) International Congress, Cagliari, June 2001, Vol. 2, 1059-1062.

ALDINUCCI M., LEONINI M., MARCHETTI M.R., NOCCHI M. & SALLEOLINI M. (2012) - *Idrogeologia del sistema acquifero multifalda della pianura di Grosseto (Toscana meridionale)*. Engineering-Hydro-Environmental Geology, 15, 61-81.

BARAZZUOLI P., MOCENNI B., RIGATI R. & SALLEOLINI M. (2003) - *L'influenza della variabilità climatica sulle risorse idriche rinnovabili della Toscana meridionale*. Atti del I Congresso Nazionale A.I.G.A., Chieti, 19-20 febbraio 2003, Rendina Ed., Roma, 55-68.

BARROCU G. (2003) - *Seawater intrusion in coastal aquifers of Italy*. In: López-Geta J.A., Gómez J. de D., de La Orden J.A., Ramos G., Rodriguez L. (Eds.), Coastal Aquifers Intrusion Technology: mediterranean Countries, tomo II, Madrid, 207-223.

BATES B.C., KUNDZEWICZ Z.W., WU S. & PALUTIKOF J.P. (Eds.) (2008) - *Climate Change and Water*. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 2008, 210 pp.

BELLOTTI P., CAPUTO C., DAVOLI L., EVANGELISTA S., GARZANTI E., PUGLIESE F., VALERI P. & VESICA P. (2004) - *Morpho-sedimentary characteristics and Holocene evolution of the emergent part of the Ombrone delta (southern Tuscany)*. Geomorphology, 61, 71-90.

BENCINI A., GIMENEZ FORCADA G. & PRANZINI G. (2001) - *Salinization in coastal plain of Grosseto: hydro-chemical study*. Proceedings of the Water Rock Interaction (WRI-10) International Congress, Cagliari, June 2001, 517-520.

BIANCHI S., NOCCHI M. & SALLEOLINI M. (2011) - *Hydrogeological investigations in southern Tuscany (Italy) for coastal aquifer management*. AQUA-mundi, Scribo s.r.l. (Firenze), 2(1), 53-70.

BISERNI G. & VAN GEEL B. (2005) - *Reconstruction of*

Holocene vegetation and sedimentation history of the Ombrone alluvial plain (South Tuscany, Italy). Review of Palaeobotany and Palynology, 136, 16-28.

CIMA V., MASEROLI R. & SURACE L. (2002) - *CartLab1. Versione 1.2.1*. <http://geologia2000.anisn.it/Program.html>

CINA A. (2000) - *GPS. Principi, modalità, tecniche di posizionamento*. CELID, Torino, 128 pp.

CINA A. (2014) - *Dal GPS al GNSS (Global Navigation Satellite System). Per la geomatica*. CELID, Torino, 374 pp.

FRANCALACCI S. (2016) - *Studio idrogeologico dell'acquifero dunale della pianura di Grosseto*. Tesi di Laurea inedita, Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente dell'Università degli Studi di Siena, A.A. 2015-2016 (Relatore: Prof. M. Salleolini), 135 pp.

MAIMONE M., HARLEY B., FITZGERALD R., MOE H., HOSSAIN R. & HEYWOOD B. (2004) - *Coastal aquifer planning elements*. In: Cheng A.H.D., Ouazar D. (Ed.) "Coastal Aquifer Management: monitoring, modeling, and case studies", Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 1-27.

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

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)

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

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

