

Bollettino Ufficiale d'Informazione dell'Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna

il GEOLOGO

DELL'EMILIA-ROMAGNA



2020

Nuova serie • numero 9-10

Sottocontrollo.



Rilievi strutturali, analisi di murature e manufatti.

I georadar StructureScan Mini sono **ultracompatti e pratici**. Ispezionano in modo accurato strutture e manufatti. Visualizzano in **modalità 3D e 2D** armature, cavi precompressi, travi, colonne, canaline. Misurano lo spessore dei solai e individuano vuoti e distacchi.

Sistemi georadar GSSI per:

- > ispezione di strutture
- > mappatura del sottosuolo
- > rilievi di sottoservizi, vuoti e cavità
- > indagini pre-scavo, ricerca ordigni (OBI)
- > studi forensi e archeologici



CODEVINTEC

Tecnologie per le Scienze della Terra e del Mare

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





il GEOLOGO

DELL'EMILIA-ROMAGNA

Bollettino Ufficiale d'Informazione dell'Ordine
dei Geologi della Regione Emilia-Romagna
Nuova serie - numero 9-10/2020

Registrato al Tribunale di Bologna
con il n. 6496 dal 7/11/1995

Direttore Responsabile
Maurizio Zaghini

Comitato di Redazione
Paride Antolini, Livia Soliani, Nicola Caroli,
Dario Grundler, Anna Rita Bernardi,
Andrea Graziani, Alberto Guiducci,
Fabio Parmeggiani, Mariantonietta Sileo,
Giovanni Truffelli, Marco Ugolotti

Segreteria di Redazione
Annalisa Parisi

Direzione e Redazione centrale
Via Guerrazzi, 6, 40125 Bologna
Tel. e Fax 051 2750142
info@geologiemiariomagna.it

Comitato Scientifico
Matteo Berti, Lisa Borgatti,
Doriano Castaldini, Silvia Castellaro,
Alessandro Chelli, Maria Teresa De Nardo,
Monica Ghirotti, Marco Marcaccio, Giorgio
Neri, Marco Pizziolo, Fabrizio Vannelli

Pubblicità
Agicom srl
Viale Caduti in Guerra, 28
00060 Castelnuovo di Porto (RM)
Tel. 069078285 - fax 069079256
agicom@agicom.it
www.agicom.it

Creatività e Grafica
Agicom srl

La rivista è pubblicata esclusivamente online
sul sito www.geologiemiariomagna.it

SOMMARIO

LETTERA DEL PRESIDENTE	3
AGGIORNAMENTI CRITICI DI UN PROFESSIONISTA GEOLOGO CIRCA LA PIANIFICAZIONE COME ATTUALMENTE ESPLETATA IN REGIONE IN ISPECIE IN RAPPORTO ALLE TEMATICHE SISMICHE E CO-SISMICHE <i>R. Brunaldi</i>	8
INDAGINI SISMICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DI SOTTOSUOLI ETEROGENEI IN AREE URBANE. L'ESEMPIO DI FERRARA <i>N. Abu Zeid, S. Bignardi, E. Oratelli, L. Dall'Olio, G. Santarato</i>	20
IL RUOLO DELLA PROSPEZIONE GEORADAR NEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEL MURO DEL 3° PIAZZALE DELLA FORTEZZA DI SAN LEO (RN) <i>A.E. Bracci, C. Lucente, G. Mainardi, D. Peraccini, S. Sammarini</i>	30
ASPETTANDO IL CONGRESSO "IL GEOLOGO DELL'EMILIA-ROMAGNA: UNA RISORSA NECESSARIA" 1° Congresso dei Geologi dell'Emilia-Romagna Bologna	43
ATTIVITÀ DEL CONSIGLIO	44
RECENSIONI	49

IN COPERTINA:

Livergnano è un piccolo borgo in comune di Pianoro (BO) che sorge nel Contrafforte pliocenico bolognese. Sono caratteristiche le abitazioni che hanno la facciata all'esterno ma la parte interna scavata nella roccia. Una piccola Matera locale pressoché sconosciuta. (Foto di Anna Rita Bernardi del 5 maggio 2005).

L'Ordine declina ogni responsabilità in merito ai contenuti dell'inserimento redazionale che è a cura della Ditta scrivente. Si invitano gli iscritti a comunicare il proprio indirizzo e-mail per rendere più efficiente e rapido il servizio di comunicazione delle informazioni dell'Ordine. La redazione invita i colleghi Geologi a partecipare attivamente alla vita del periodico, con articoli di interesse generale.

Il materiale va spedito alla sede dell'Ordine Regionale in Via Guerrazzi, 6 - 40125 Bologna. È espressamente vietata la riproduzione di testi e foto ai sensi e per gli effetti dell'Art. 65 della legge n. 633 - 22/04/1941.



CTD Logger multiparametrico (conduttività, temperatura, pressione)

- Precisione / scala di conduttività del sensore:
 $\pm 1\%$ max. / 0,2...200 mS/cm
- Precisione / sensore Pt1000 per monitorare la temperatura:
 $\pm 0,1\text{ }^\circ\text{C}$ / -10...40 $^\circ\text{C}$
- Precisione / campo di pressione (profondità):
 $\pm 0,02\%$ FS max. / 5...200 m
- Applicazioni:
monitoraggio della qualità dell'acqua e del livello



Competenza nella idrologia

Unità di trasmissione dati a distanza GSM

- Logger multiparametrico
- Trasmissione dei dati via e-mail, FTP oppure SMS
- Multifunzionale
- Durata della batteria fino a 10 anni
- Facilità d'installazione
- Software incluso

Logger di pressione e temperatura

- Autonomo
- Di facile uso
- Durata della batteria fino a 10 anni
- Applicazioni:
 - Acqua dolce
 - Acqua salata
 - Acqua sporca
- Ottenibile in acciaio Inox, Hastelloy oppure in Titanio





di **PARIDE ANTOLINI**
Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna

Carissimi colleghi, è un periodo particolare che ci ha visto coinvolti o forse è meglio dire travolti, da eventi inaspettati che hanno influito pesantemente nella nostra vita, nel nostro lavoro, nei nostri affetti. Questa pandemia evidenzia questioni che avremmo già dovuto affrontare, evidenzia la nostra fragilità di essere umano, quello che in tanti pensavamo lanciato verso orizzonti infiniti grazie all'intelligenza artificiale, alle scoperte scientifiche e astronomiche, ai viaggi nello spazio, è stato atterrato da un microrganismo visibile solo al microscopio.

Per la prima volta dopo tanti anni non troverete l'Editoriale del Direttore, il nostro past-president Maurizio Zaghini, è a casa in convalescenza e vi invia un caloroso saluto con la sua intramontabile vena umoristica "Ad maiora!", sicuramente un augurio che ricambiamo per averlo presto nuovamente tra noi.

RESILIENZA AL CAMBIAMENTO

Questo è un anno particolare denso di appuntamenti per la vita istituzionale della categoria, fra pochi giorni si andrà a votare per EPAP, dopo l'estate si voterà per il rinnovo del Consiglio Nazionale e nell'autunno inoltrato ci sarà il rinnovo del nostro Consiglio Regionale. Sono momenti importanti che richiedono la massima attenzione e partecipazione, pertanto il mio invito è di andare a votare chiedendo ai nostri futuri rappresentanti il massimo rispetto della deontologia ordinistica e professionale.

COVID 19 – INFORMAZIONE DIVULGAZIONE FORMAZIONE

Con la Circolare 453, del Consiglio Nazionale dei Geologi, gli eventi FAD (formazione a distanza) possono essere organizzati anche dall'Ordine Regionale in via esclusiva oppure in convenzione o cooperazione con i soggetti previsti dall'art. 9 del Regolamento. Senza entrare nei particolari è una circolare "bizantina", ma d'altra parte la semplificazione non è nel DNA del nostro paese, arriva con quasi due mesi di ritardo e ci permette di adeguarci alle altre professioni.

MANIFESTO DELLE PROFESSIONI - PROPOSTE A SOSTEGNO DELLA RIPRESA ECONOMICA

Il documento che vi è stato inviato con OGER informa del 6 maggio, è stato elaborato nell'ambito dell'Area Tecnica del CUP_ER e del Tavolo Professioni Tecniche Emilia-Romagna che ha visto la partecipazione della Federazione Ordini Architetti Pianificatori Paesaggisti e Conservatori dell'Emilia-Romagna, della Federazione Regionale Ordini Ingegneri dell'Emilia-Romagna, dell'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna, della Federazione Ordini Dottori Agronomi e Dottori Forestali dell'Emilia-Romagna, della Federazione Collegi Geometri e G. L. dell'Emilia-Romagna, della Federazione Collegi Periti Industriali e P.I.L. dell'Emilia-Romagna e del Coordinamento Collegi Periti Agrari e P.A. L. dell'Emilia-Romagna. Segnalo con soddisfazione l'obiettivo raggiunto e, come ho avuto già modo di esprimere ai componenti del Tavolo, voglio rappresentarvi che siamo riusciti a fare una cosa importante che ci vede ancora protagonisti.

Sono convinto che questo primo passo ci permetterà di affrontare, in futuro, il confronto con maggiore compattezza e anche nel caso di argomenti che venissero diversamente giudicati, ci sarà comunque la volontà dello stare insieme che noi difenderemo nella visione comune prima di ogni singola posizione.

Il Tavolo delle Professioni Tecniche Emilia-Romagna oggi è in gran parte aderente al CUP_ER ed in particolare all'Area Tecnica; questa sinergia si sta rivelando importante (nei contenuti) e utile (nella possibilità di rappresentanza) e su questo credo che valga la pena proseguire ad investire tempo ed energie.

RIFLESSIONI SULLA DIFESA DEL SUOLO IN EMILIA-ROMAGNA

La difesa del suolo si compone di due “parti” essenziali, complementari e antitetiche insieme: tecnica e politica. La tecnica è quella “parte” che consente di conoscere il territorio dal punto di vista del terreno, dei fenomeni naturali che ne regolano l'evoluzione e i cambiamenti, che consente di fare prevenzione e ripristino, mitigazione e consolidamento. La politica è quella “parte” che deve individuare le strategie per lo sviluppo e la qualità della vita, decidendo se e dove fare investimenti. Le due “parti” si intrecciano, si incontrano, più spesso si scontrano, continuamente visto che la tecnica ha bisogno di finanziamento per studiare, comprendere e realizzare le opere più o meno complesse ma necessarie.

La politica ha bisogno di sapere fino a che punto ci si può spingere per raggiungere un obiettivo, molto spesso oneroso e politicamente poco premiante, deve saper ascoltare e cogliere le opportunità offerte dalla tecnica, deve comprendere le proposte e le esigenze della tecnica per tradurle in valorizzazione o abbandono del territorio, con le conseguenze che ne derivano, quindi decidere quante risorse riservare alla tecnica.

Spesso le “parti” diventano antitetiche perché non sempre le esigenze tecniche possono essere in linea con gli obiettivi e con le risorse disponibili. Ognuna delle parti vive con al proprio interno anime differenti, fatte di enti e strutture, quindi di persone, con storie, capacità, esperienze e conoscenze molto differenti e, purtroppo non sempre complementari, anzi troppo spesso in conflitto fra loro.

Fatte queste premesse di carattere generale partiamo ponendoci una domanda. Perché ci dobbiamo preoccupare della difesa del suolo? Anzi, partiamo da definire che cosa possiamo intendere per “difesa del suolo”.

Il nostro territorio ormai di naturale non ha più nulla, è risultato di secoli di modifiche portate dall'uomo per svariati motivi e con tecnologie sempre più importanti: agricoltura, allevamento del bestiame, trasporti, estrazione di risorse naturali, edilizia e turismo, ecc. non si sono trattenute dal modificare morfologie, disboscare e tagliare versanti, riportare materiale o asportare, sia in superficie che in sotterraneo e così via, spinte da un senso di lotta “contro” per la sopravvivenza che, però, troppo spesso, si sono rivelate come espres-

sione di una “onnipotenza antropica” che si considera in grado di dominare e controllare la natura stessa del territorio. Direi quindi che oggi il termine “difesa del suolo” potrebbe essere inteso come difesa dall'aggressione che l'uomo fa, o ha fatto, al territorio.

Quindi difesa del suolo potrebbe essere intesa come aiuto alla natura a ritrovare, o mantenere quando possibile, i propri equilibri. Certamente questo vale sia se parliamo di versanti, ma anche se consideriamo tutto il reticolo idraulico. In realtà per difesa del suolo si intende la difesa delle attività umane dai danni prodotti dalla natura.

Ed ecco la risposta alla domanda iniziale, ci occupiamo di difesa del suolo perché la natura interferisce con le attività umane, quando in verità è l'uomo che è andato ad interferire con l'evoluzione del territorio che avviene secondo le sue regole.

Quindi con lo stesso approccio con cui abbiamo modificato il territorio per millenni, oggi ci buttiamo con una ridda di enti, strutture, professioni, idee politiche più o meno ambientaliste a gestire un territorio che, nonostante l'intervento umano, continua a dover sottostare alle leggi naturali.

Parlando di terreno e di vegetazione viene spontaneo pensare che siano essenzialmente poche le professioni votate alla conoscenza del territorio e, quindi, alla sua gestione: geologi, forestali ed agronomi, prima di chiunque altro. Come per ogni settore delle nostre attività occorre affiancare la teoria all'esperienza, occorrono il confronto continuo e una conoscenza costruita nel tempo.

Troppo spesso nel mondo che si “occupa” di difesa del suolo sembra venga creata ad arte una sorta di confusione, perché è un campo per il quale è complicato definire parametri esatti proprio perché la geologia mantiene un'aleatorietà intrinseca che spesso rende difficile una sintesi in modelli matematici, quindi la non esatta dimostrabilità di un elemento diventa molto spesso il pretesto per speculazioni o per affermazioni non coerenti.

Per esempio, a partire da espressioni come “frane e smottamenti” dove si associano due termini sinonimi ma di cui “smottamenti” non è riferibile ad una classificazione che ne definisca caratteristiche di dimensione, tipologia, ma che ormai appartiene al lessico comune, privo di senso scientifico. La confusione diventa pericolosa quando si trattano nello stesso modo frane di diversa tipologia e di diverse dimensioni, non possiamo approcciare allo

stesso modo frane che coinvolgono pochi metri cubi di terreno e frane di centinaia di migliaia di metri cubi. Avere un abitato in frana non è la stessa cosa che avere uno scalzamento lungo una sponda di un corso d'acqua. La confusione eleva il rischio quando non siamo in grado di distinguere quelli che sono fenomeni devastanti come le colate di detrito da una semplice alluvione, quando non siamo in grado di riconoscere la pericolosità di un fenomeno. La confusione ha però la caratteristica di consentire a chiunque di potersi esprimere senza timore di smentita, perché nella confusione non si è più in grado di riconoscere dove sta la verità e fin dove arriva la speculazione, se non addirittura la fandonia.

Occuparsi di frane è, deve essere, considerata una professione, non una parte di essa, per la quale occorre una profonda conoscenza a partire dalla geologia regionale fino alle tecniche di studio, monitoraggio e di intervento. Occorre che il mondo tecnico si liberi dalle ipocrisie del "tutti fanno tutto" e degli enti capaci di intervenire su temi profondamente diversi fra loro, e che la gestione del territorio come, per esempio nella medicina, sia fatta da professionisti di forte specializzazione e in grado di condividere e confrontarsi con tutti gli attori del settore.

Ripetere parole come difesa del suolo, prevenzione, cambiamenti climatici, territorio fragile ecc. ormai suonano più come alibi che come reale presa di coscienza e desiderio di cambiare destino.

Non ci si può illudere che con pochi tratti di penna, con finanziamenti sempre più contenuti e con una grande "antropo-centricità" si possa risolvere il problema!

In un paese come il nostro dove si passa da emergenze per terremoto ad alluvioni e frane, ormai con frequenza annuale, e sotto la minaccia costante di vulcani, fra i più pericolosi al mondo, la categoria che soffre di più per mancanza di lavoro è proprio quella dei geologi.

Tanto è stato fatto in questa regione per contribuire alla crescita del mondo geologico pubblico e privato, ma molto di più bisogna fare per adeguarsi ai cambiamenti e aggiornarsi alle conoscenze.

Una maggior presenza di geologi, selezionati e di qualità, negli enti deputati aiuterebbe la crescita del mondo professionale attraverso il costante confronto e garantirebbe un reale presidio del territorio.

La prevenzione è conoscenza quindi dobbiamo conoscere il nostro territorio, sia esso montagna, con tutti i problemi di stabilità e di abbandono, sia esso pianura, con altrettanti se non più gravi problemi di alluvioni, subsidenza, inquinamento, impermeabilizzazione e sfruttamento.

La geologia e con essa i geologi sono i principali conoscitori del territorio. Occorre costruire nuove strategie a partire proprio dalle professionalità naturalmente votate alla conoscenza e gestione del territorio.

In questo momento in cui aumentano e diventano sempre più evidenti gli effetti dei cambiamenti climatici, si osserva per una strana proporzionalità inversa un corrispondente calo di riferimento alla figura del geologo, non solo nell'opinione pubblica, ma anche negli apparati decisionali. Parlare di prevenzione dai rischi naturali demandando a geometri, ingegneri e architetti ruoli e compiti che potrebbero, e in molti casi dovrebbero, essere affidati a figure più specializzate significa non affrontare il cuore del problema. Ciascuno nel proprio ruolo può contribuire al miglioramento del sistema. Tutte le figure professionali servono e ognuna va rispettata e valorizzata per le proprie potenzialità e il proprio valore intrinseco. Da qui la necessità di selezionare gli specialisti non solo per categorie, ma anche per capacità, in modo sempre più coraggioso rispetto a quanto fatto in passato. Il nostro paese dispone di geologi, operativi nella pubblica amministrazione o impegnati come liberi professionisti o ancora nella ricerca, molti dei quali hanno maturato competenze ed esperienze che troppo spesso vengono disconosciute o sottovalutate proprio nelle fasi più strategiche, quelle che dovrebbero guidare cittadini e amministrazioni verso le trasformazioni territoriali e l'assunzione di comportamenti più compatibili o almeno – come si ama dire oggi – più resilienti nei confronti dei rischi esistenti.

L'Italia è uno dei pochi paesi in Europa dove è rappresentata, talvolta drammaticamente, la più ampia gamma di rischi naturali, infatti si va dalle alluvioni ai dissesti di versante, dai fenomeni sismici a quelli vulcanici, dai processi erosivi delle coste alla subsidenza delle pianure, dalle valanghe e dal graduale depauperamento dei ghiacciai all'innalzamento del livello marino, dall'inquinamento delle acque superficiali alla vulnerabilità delle acque sotterranee rispetto alle sostanze in-

quinanti, dai periodi siccitosi alle avverse condizioni metereologiche.

Tanti denari vengono impiegati, e a volte dispersi, nelle fasi parossistiche, senza mai intervenire, in tempi di "pace", con misure in grado di garantire nel tempo un'attenuazione dell'impatto di tali fenomeni e una migliore programmazione delle risorse economiche, mirata a obiettivi più alti e più meditati che non siano quelli, pur indispensabili, di mera gestione delle emergenze. Mentre, nel frattempo, il singolo cittadino continua ad avere il suo problema edilizio, più o meno grave, e si domanda come può affrontare e con quali consulenti. È questa la difesa del suolo? È questo un ottimale impiego dei geologi?

I geologi sono convinti di no. Sprecare le nostre competenze significa rinunciare alla visione globale dei problemi, senza la quale nessuna tecnica e nessun'altra professionalità potrà essere veramente autosufficiente e risolutiva.

Ecco che diventa fondamentale la complementarietà con l'altra "parte", con la politica che deve trovare le strategie per la gestione del territorio. La politica può non sapere come si interviene sul territorio e non necessariamente deve essere fatta da tecnici, anzi, deve saper ascoltare, sapersi circondare da chi ha la conoscenza vera e non solo sulla "carta", per comprendere i problemi da affrontare e arrivare a strategie adeguate.

L'abbandono della montagna, sia esso Appennino o Alpi, è conseguenza di molti motivi, primi fra tutti la difficoltà di trovare un lavoro e i costi di trasporto. Ma l'abbandono ha anche delle conseguenze sul territorio. La non gestione del reticolo

idraulico e dei versanti costituisce un forte pericolo anche per la pianura proprio perché l'antropizzazione ha trasformato gli equilibri modificandoli in maniera molto lontana da quelli naturali.

Creare opportunità per il mondo dei liberi professionisti e preparare figure specializzate negli enti pubblici, elevare la qualità selezionando i campi e i settori. Pensare a strutture fatte dalle figure professionali adeguate che si occupino in maniera esclusiva del territorio per tutte le sue componenti, dalle frane alle alluvioni, dalla forestazione alla buona conduzione dei campi ecc., sia durante le fasi di emergenza sia, in particolare, durante i periodi di "pace".

Queste opportunità significano posti di lavoro, ma anche qualità dell'ente pubblico a supporto del cittadino e a supporto del mondo professionale che trae vantaggio da un confronto esperto e preparato. Significano anche possibilità di lavoro per il mondo professionale privato, laddove possa sviluppare esperienza e approfittare delle numerose richieste di progettazione da parte dei comuni e di tutto ciò che non può essere assorbito dagli enti pubblici in generale.

Strategia è disegnare un futuro dove immaginiamo che la gente possa vivere, muoversi e produrre anche in un territorio difficile ed economicamente impegnativo come l'Appennino.

PARIDE ANTOLINI
Presidente dell'Ordine
dei Geologi dell'Emilia-Romagna

www.soilter.com



SOILTER

PERFORAZIONI E SERVIZI PER LA GEOLOGIA

Anzola dell'Emilia (BO) - 393 3757349

X-PAD

U L T I M A T E



X-PAD Ultimate

Tutto in un unico software

X-PAD Ultimate è un software modulare, facile da usare per lavori topografici e del cantiere, come rilievi, tracciamenti, catasto, controlli BIM, strade, mappe, batimetria e GIS.

Il software è disponibile sulla piattaforma Android e porta le migliori tecnologie direttamente in campo nella tua mano: una completa visualizzazione 3D ed un sistema CAD per visualizzare e modificare i disegni,

integrazione dei tuoi dati con tutte le tipologie di mappe, supporti per la realtà aumentata e molto altro. XPad Ultimate ti assicura la produttività e ti permette di avere una perfetta integrazione con tutti gli strumenti.

Disponibile in due versioni, una dedicata a chi lavora nel campo della topografia ed una dedicata alle imprese di costruzioni, offrendo ad entrambi delle caratteristiche dedicate.



geomax-positioning.it

©2018 Hexagon AB and/or its subsidiaries and affiliates. All rights reserved.

AGGIORNAMENTI CRITICI DI UN PROFESSIONISTA GEOLOGO CIRCA LA PIANIFICAZIONE COME ATTUALMENTE ESPLETATA IN REGIONE IN ISPECIE IN RAPPORTO ALLE TEMATICHE SISMICHE E CO-SISMICHE

Alcuni esempi di riflessione riferiti alla bassa Pianura Padana

RAFFAELE BRUNALDI

Raffaele Brunaldi, geologo libero professionista

1. PREMESSA

Nella mia carriera professionale ormai ventennale mi sono (anche) occupato della redazione di alcuni strumenti di pianificazione, sia urbanistica che ambientale. Pur non essendo specialista di questo settore ho infatti avuto la fortuna di collaborare alla redazione di PRG e PSC, nonché di PIAE e PAE. Uno degli aspetti più interessanti della redazione di tali strumenti è il poter lavorare in gruppi costituiti da molteplici competenze professionali, potendo così allargare i propri orizzonti non solo tecnici ma anche "culturali". Quotidianamente poi sono un utilizzatore dei vari strumenti di pianificazione, dai quali cerco di distillare informazioni utili allo svolgimento della mia Professione che nella fattispecie riguarda soprattutto la caratterizzazione geologica, geotecnica ed infine anche sismica di aree sulle quali realizzare interventi edilizi o comunque di trasformazione del territorio. Premetto che il presente scritto non si vuole assolutamente configurare come un esercizio scientifico ma piuttosto come un ragionamento sull'evoluzione di tali strumenti e sui loro limiti che, secondo me sono figli della stessa loro e recente evoluzione. Aggiungo altresì che l'ambito

professionale che prendo in considerazione è riconducibile alla bassa Pianura Padana, fra le province di Ferrara, Ravenna e Bologna. Pur riferendomi ad alcuni strumenti urbanistici ben definibili eviterò di citarli in maniera esplicita. Ovviamente quando citerò parti di tali studi lo farò in quanto pubblici. Il presente scritto non vuole essere occasione di polemica personale fra Colleghi ma una semplice riflessione circa gli strumenti di pianificazione, la loro utilità e se vogliamo anche l'utilità della nostra Professione. Dove per utilità intendo come la Professione possa rendersi utile al corretto (o al più corretto possibile) utilizzo dei nostri territori. In pratica: quanto la Professione del Geologo sia utile alla Comunità.

2. QUESTIONI POSTE

Forse le problematiche che andrò ad illustrare sono figlie della sola difficoltà di rappresentare in carta un fenomeno come quello geologico che sostanzialmente si svolge sulle quattro dimensioni. La rappresentazione dell'evoluzione in pianta di una paleo alveo (ad esempio) può infatti sottostare a semplificazioni che possono però portare a problematiche interpretative di non poco conto. A coloro i quali lo stesso tema apparisse di modesta rilevanza voglio fare osservare che posti i limiti territoriali (sopra esplicitati) del presente scritto, il tema assume una rilevanza non trascurabile, anche se non soprattutto in seguito al tentativo (vedremo quanto riuscito, nella mia modesta opinione) di riempire

di contenuti sempre più approfonditi i vari strumenti di pianificazione. Ovviamente il corretto svolgimento della Professione di Geologo dovrebbe ridurre le divergenze rappresentative di natura soggettiva, purtroppo mi pare di poter dire che la nostra comunità scientifica non sia ancora sufficientemente matura in tal senso. Non abbiamo ancora raggiunto un accettabile livello di omogeneizzazione della rappresentazione di tutta una serie di tematiche. Oppure prevale ancora la valutazione personale e magari oltre quanto legittimamente accettabile. Si noti che qualsiasi strumento di pianificazione deve essere validato dalle apposite strutture e quindi la soggettività dovrebbe essere smussata in maniera non indifferente. Eppure a me non appare che ciò avvenga. Aggiungo ulteriormente che secondo la mia modestissima opinione il salto di qualità nella pianificazione si è avuto quando si sono approcciate le tematiche sismiche. In quell'occasione si è pensato che uno strumento di pianificazione (PSC) dovesse divenire il contenitore di informazioni quanto più dettagliate possibile. Poste tutte le argomentazioni che cercherò di affrontare più oltre, pongo anche la mia tesi: sono convinto (mi sono convinto) che qualsiasi strumento di pianificazione si configuri come di pubblica utilità (e quindi giustifichi la spesa pubblica) qualora:

- indichi livelli di Pericolosità per i singoli fenomeni presi in considerazione. Attenzione: Pericolosità e non Rischio. Più oltre porterò esempi soprattutto in relazione alla pericolosità da liquefazione;
- si raccordi con la Legislazione Nazionale dei vari ambiti, farò un semplice esempio: se debbo costruire un edificio occorre che la Pianificazione si raccordi alle "richieste" del DM/NTC. Ovvero che i contenuti della pianificazione siano utili a chi deve ottemperare all'assolvimento di quanto indicato dal DM/NTC;
- sia di semplice e rapida interpretazione per i Tecnici ma, possibilmente anche per altri soggetti non tecnici. Ad esempio per chi deve investire in interventi di trasformazione del territorio.

Detto ciò dirò altresì che secondo la mia opinione la storia del percorso pianificatorio caratterizzante la Regione Emilia-Romagna si sta

allontanando dalle sopra riportate tre qualità (termine appositamente individuato).

2.1 Analisi (ovviamente critica!) di alcuni strumenti di Pianificazione

Passerò ora ad illustrare alcuni esempi concreti. Per il territorio comunale sul quale di seguito mi concentrerò, gli strumenti di Pianificazione sono rappresentati da: PSC, Schede del POC, MS di II Livello e MS di III Livello. Dal punto di vista pianificatorio trattasi quindi di un comune virtuoso. Capita spesso però che questi strumenti non siano concordi per quanto riguarda ad esempio la presenza superficiale dei litotipi granulari. In sostanza: dove passa il paleo-alveo? La questione è rilevante poiché i paleo-alvei più o meno leggibili, più o meno rilevati sono l'unico oggetto di rilevanza/importanza geologica. Nel caso in questione la cosa è poi ulteriormente rilevante infatti il lavoro che mi ha approcciato alla questione in oggetto è relativo all'adeguamento sismico di una scuola situata appunto in prossimità di un paleo-alveo. L'ambito deposizionale è quello della bassa pianura ove dossi o molto rilevati o per contro scarsamente rilevati (ma non indistinguibili) sono il tema geologico e deposizionale che guida l'individuazione della pericolosità sismica locale nonché ovviamente della caratterizzazione geologico-deposizionale e quindi geotecnica. In sostanza prendendo in mano le carte dei vari livelli di pianificazione capita però che il paleo-alveo si sposti di qualche decina di metri in una direzione piuttosto che nell'altra (con rif. ad esempio alle figg. 2-3-4). Posto che tutti questi strumenti siano stati validati (e dallo stesso organismo) mi chiedo come sia possibile. Ovviamente mi si potrebbe dire che sarebbe sufficiente individuare e mettersi d'accordo su una "profondità media" per la quale le deposizioni granulari debbano ritenersi "interessanti"; ovviamente se così fosse si potrebbe eliminare parte della soggettività di cui sopra o per lo meno detta soggettività verrebbe ricondotta ad un ambito ben definibile e quindi ben rintracciabile. Con riferimento alle tavole delle MOPS (MSIIL) non si riscontra però quanto sopra auspicato. Nella cartografia delle MOPS si

Zone suscettibili di amplificazioni locali

2001	Terreni di copertura costituiti prevalentemente da depositi sabbiosi con alternanze limo-sabbiose per i primi 20-25 metri, caratterizzati da un generale aumento della granulometria e dell'addensamento al di sotto dei 10 metri, seguiti da depositi in prevalenza limo-argillosi a consistenza media.
2002	Terreni di copertura costituiti da un primo intervallo di 3-6 metri di depositi in prevalenza limo-argillosi a consistenza media, a cui seguono spessori significativi di limi sabbiosi e sabbie caratterizzati da un generale aumento della granulometria e dell'addensamento con la profondità, intervallati, oltre i 10 metri di profondità, da limitati spessori di depositi limo-argillosi.
2003	Terreni di copertura costituiti da un primo intervallo di 3-5 metri di depositi in prevalenza limo-sabbiosi, a cui seguono spessori di almeno 7 metri di argille e limi a consistenza da media a bassa, con rare intercalazioni limo-sabbiose di spessore decimetrico. Oltre i 10 metri sono presenti livelli almeno metrici di limi sabbiosi e sabbie ad addensamento da medio ad elevato, intervallati da spessori variabili e in genere in aumento con la profondità, di limi argillosi e argille a consistenza media.
2004	Terreni di copertura costituiti da un primo intervallo di almeno 10 metri di depositi in prevalenza limo-argillosi a consistenza da media a bassa seguiti da livelli almeno metrici di limi sabbiosi e sabbie ad addensamento da medio ad elevato, intervallati da spessori variabili e in genere in aumento con la profondità, di limi argillosi e argille a consistenza media.
2005	Terreni di copertura costituiti da un primo intervallo di almeno 7 metri di depositi argillosi a consistenza bassa con diffusi livelli torbosi, seguiti da livelli metrici di limi sabbiosi e sabbie ad addensamento da medio ad elevato, intervallati da spessori variabili e in genere in aumento con la profondità di limi argillosi e argille a consistenza media.
2006	Terreni di copertura costituiti da almeno 20 metri di depositi in prevalenza limo-argillosi a consistenza da media a bassa, con rare intercalazioni limo-sabbiose ad addensamento da basso a medio di spessore decimetrico, la cui frequenza aumenta in genere con la profondità.

Figura 1.
Legenda delle MOPS della apposita tavola di MSIIIL (di cui alla figura 2).

rilevano infatti alcuni problemi. Primo problema: ci si riferisce alle "coperture", come individuate nella figura 1.

Tale rappresentazione cartografica discende dalla Carta Geologico-Geotecnica (quanti anni hanno dovuto combattere i Geologi di cui alla Fig. 3 per far sparire dalla circolazione la fuorviante duplice dizione?! fra gli elaborati dei due livelli di MS (IIL e IIIL), considerando le relative Legende, lo scrivente ritiene che si sia scaduti in descrizioni geologiche di certo verbose ma localmente di non evidente utilità descrittiva.

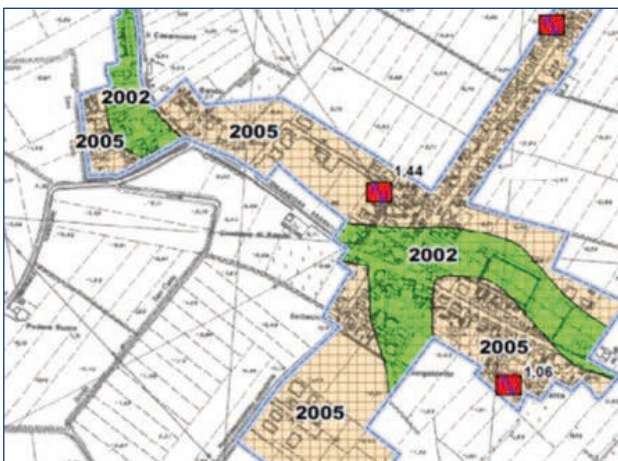


Figura 2.
Carta delle MOPS da Studio di MSIIIL, Scala Libera.

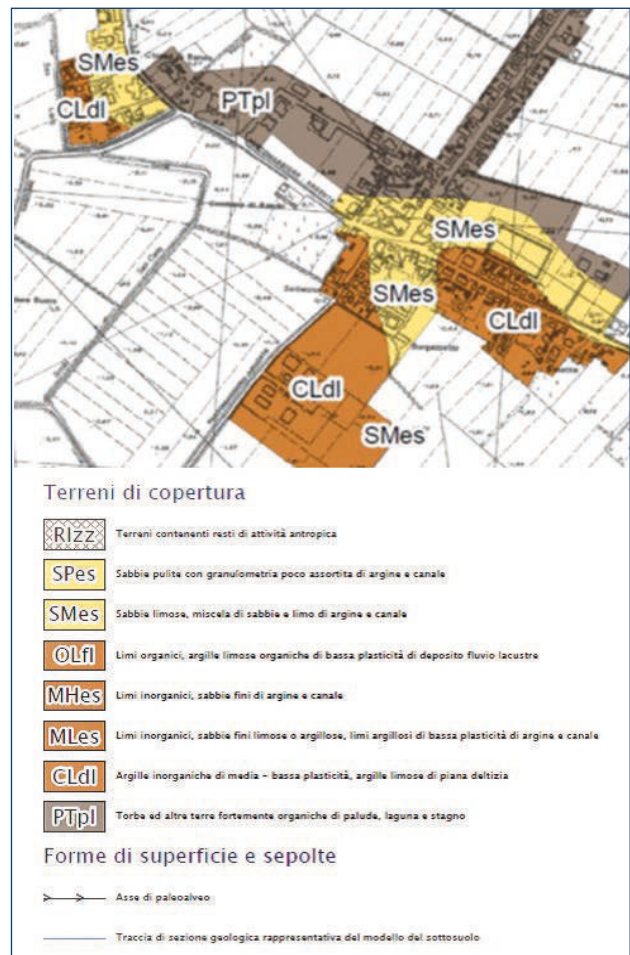


Figura 3.
Carta Geologico-Geotecnica (?) e relativa Legenda da Studio di MSIIIL, Scala Libera.



Figura 4.
Definizione geomorfologica locale (da apposita cartografia di PSC?!). Scala Libera. Si noti la definizione locale del paleo-alveo. Si osservi come il paleo-alveo sia definito in maniera ben più estesa di quanto riportato alle Figg. 2 e 3, ci si chiede sulla base di quali dati queste tavole successive abbiano ristretto il corso del paleo-alveo alle sole definizioni 2005 e SPes.

2.2 ...Paleoalvei che si spostano... in carta!

Oltre all'esempio sopra riportato, ponendo che nei territori di "totale Pianura" la geologia, la litostratigrafia (e quindi anche le "modalità" sismiche è sostanzialmente determinata dalle divagazioni dei paleo-corpi idrici, allo scrivente il non riscontrare correlazioni logiche (o coerenti) fra la Cartografia Geomorfologica (che dovrà ovviamente ritenersi come documento originario/"fonte") e le seguenti successive cartografiche di analisi fa perlomeno specie. Per il caso in questione ma anche per altre localizzazioni, il tracciato del paleo-alveo è stato traslato e/o scomposto (o entrambe le cose) sulla base di definizioni litologiche talmente dettagliate da potersi per assurdo confondere, no meglio: sconfinare le une nelle altre. In questi casi di solito mi domando a quale differenziazione qualitativa complessiva possano ricondurre tali dettagliatissime definizioni. O ancora mi domando ove sia l'utilità di tali differenziazioni all'interno di uno strumento di pianificazione. Lo scrivente aggiunge ulteriormente che, sulla base di proprie esperienze stratigrafiche locali, quasi mai si addiviene all'individuazione di tali individuazioni cartografiche di dettaglio e, soprattutto nemmeno alle descrizioni riportate in Legenda. Di seguito si riportano le divagazioni dei paleo-alvei ... sugli elaborati cartografici prendendo come

esempio il capoluogo del Comune in questione (Figg. 5-6-7).

In queste tre figure sono riportati degli esempi di divagazione fluviale cartografica tratti da vari livelli dello stesso strumento di pianificazione.

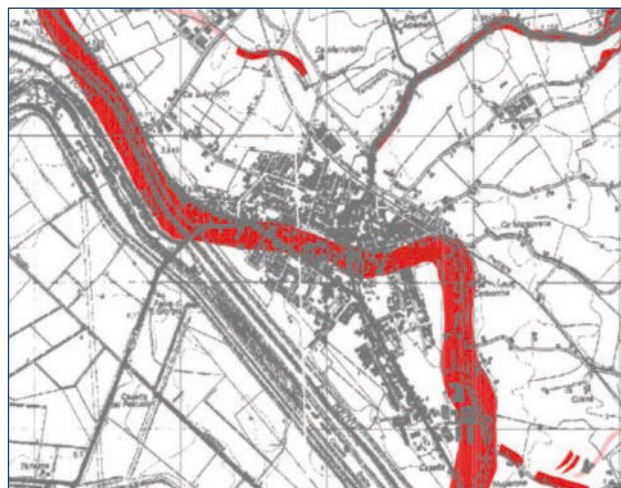


Figura 5.
Cartografia geomorfologica Provinciale. Scala Libera.

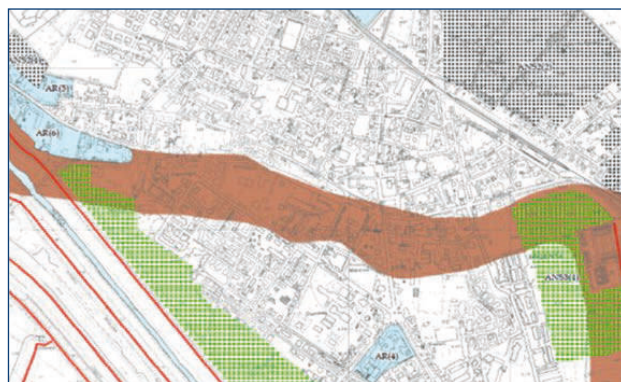


Figura 6.
Carta Geomorfologica da PSC. Scala Libera.

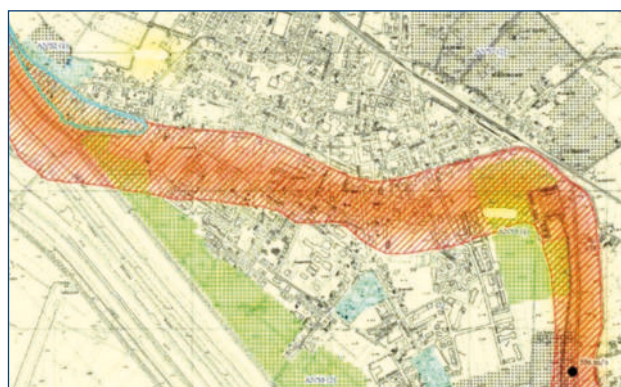


Figura 7.
Zone Suscettibili di Effetti Di Sito, cartografia di PSC. Scala Libera.

Evidentemente si tratta di piccoli dettagli che possono essere ritenuti trascurabili se non fosse che, a parte l'auspicabile congruenza fra i vari livelli di pianificazione, negli spostamenti (in carta) anche semplicemente decametrici possono rientrare o meno edifici anche strategici (o loro porzioni!). Lo scrivente ritiene che sarebbe più opportuno meglio individuare una sorta di fascia di attenzione, auspicando l'utilizzo bordature sfumate (come ad esempio elaborato dallo scrivente in alternativa alla retinatura originaria, nella Fig. 6) che riconducano alla presenza di deposizioni (variamente) granulari. In tali fasi di pianificazione lo scrivente ritiene che il cercare di determinare con la massima precisione possibile (iper-determinare) l'esatta ubicazione della linea di separazione fra l'emersione delle "sabbie" e quella delle "argille" semplicemente si scontri con la realtà geologica tipica e caratteristica di questi territori, dove le interdigitazioni fra i vari litotipi sono la norma e soprattutto ritengo che la fase di Pianificazione non consenta tale iper-determinazione (avvenendo normalmente in assenza di un numero di indagini sufficienti). A cosa serve rappresentare in pianta la

sola ultima definizione delle deposizioni granulari quando la definizione complessiva in profondità del corpo idrico può essere più estesa e più complessa? anche perché, come verrà riportato alla Fig. 8, se del caso, una questione rimane: definire dove debbano terminare le rappresentazioni in pianta delle vene granulari fossili (**Ove ubicare l'esatto confine in pianta del paleo-alveo/delle deposizioni granulari?**). Per tornare alla "questione" delle coperture, per quanto mi riguarda l'approccio ad una tabella che tratta di "Coperture" non dovrebbe ricondurmi a soverchie difficoltà: mi sono laureato in Geologia e fra l'altro, essendomi laureato a Ferrara, so molto bene cosa siano le coperture, le conosco sia in Dolomiti, che nelle Alpi e le ho conosciute bene anche in Appennino. Però pur essendo già vent'anni che lavoro nella Bassa Pianura Padana mi sfugge cosa si debba intendere per "copertura" in tali contesti deposizionali profondissimi. Dovrebbe quindi venirmi in soccorso il Dizionario di Geologia di M. Manzoni edito da Zanichelli, che riporta la seguente definizione: "Gen. Nella Geologia di Campagna: il terreno vegetale, le alluvioni attuali e altri detriti, quando non siano

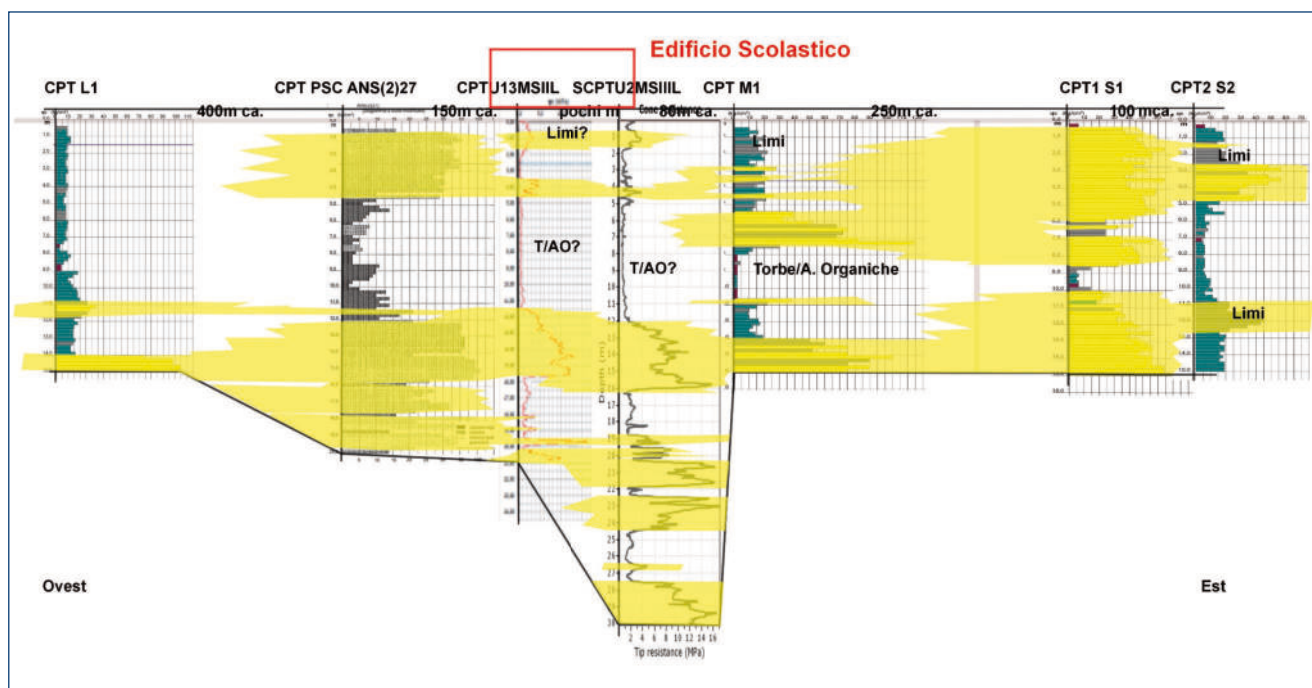


Figura 8.

Sezione stratigrafica locale redatta dallo scrivente (Scala Libera). Si noti come allo scrivente non risulti che l'area d'indagine sia da attribuirsi per metà alle deposizioni granulari ("Sabbie Limose") e per metà alle deposizioni coesive ("Torbe e altre Terre" TERRE?!!!! Anni di studio per usare il termine terra?!) come riportato dagli strumenti di Pianificazione di cui alla Fig. 3..

studiati in particolare ma mascherano l'affioramento delle rocce sono detti Copertura." Direi che le "Coperture" della Legenda non rientrano nella definizione dal Manzoni. Suvvia il dizionario è del 1983, la Geologia ha fatto passi da gigante (la pianificazione poi...), le rocce in Bassa Pianura Padana sono mille metri sotto. E però... la Legenda della Carta delle MOPS parla di Amplificazioni locali, occorrerà quindi riferirsi all'"attualità" delle stesse alluvioni come richiama del resto il Manzoni. Molto bene ma: cosa vuol dire? Quali sono le alluvioni attuali? Il dosso in questione non è più un corso d'acqua attivo da ben più di cent'anni. Ok pare evidente come stia eccessivamente puntualizzando. Infatti uscendo dalla questione terminologica il vero problema è che per l'area in merito alla quale dovrò produrre una Caratterizzazione Geologica Geotecnica e Sismica, lo strumento di pianificazione indica la presenza delle MOPS 2001 e 2005. Il confine fra le due MOPS taglia esattamente a metà l'edificio scolastico in questione! Le stratigrafie di cui io dispongo non sono però riferibili a nessuna delle due MOPS. Anzi in generale non sono riferibili a nessuna delle MOPS della Legenda! Infatti mi chiedo come sia possibile dettagliare in maniera così specifica e puntuale (un primo intervallo di 7 metri...) o in altri casi invece più generica (3-6 metri) un intero territorio comunale (fra l'altro molto esteso). È anche possibile che lo scrivente non sia in grado di inserire la seguente stratigrafia locale nelle sopra riportate definizioni di MOPS, ma ritengo che l'esercizio risulti comunque complesso (oltreché inutile, come ovviamente avrete capito io pensi essere) specie quando le MOPS debbano contemporaneamente contemperare stratigrafie altamente localizzate – ovvero puntuali e stratigrafie mediamente rappresentative di territori molto estesi, la Figura 8 da conto di un esempio di variazione delle varie lenti granulari localmente rilevabili, tale complessità è tipica di molti territori di pianura. Ciò posto sono in definitiva soprattutto a chiedermi quanto possa modificarsi il segnale sismico a seguito del passaggio fra le varie MOPS. Sarebbe altresì interessante capire come si possa ipotizzare la trasformazione del segnale a tavolino, ex-ante l'esecuzione di uno Studio di RSL ad esempio. Questo è il secondo problema a cui

dare una risposta, evidentemente la risposta più importante dal punto di vista della Pianificazione territoriale.

Ricordo ulteriormente che purtroppo il limite fra le due proposte MOPS e che in sostanza dovrebbe evidentemente coincidere con il limite del paleo-alveo (della sua definizione più superficiale?) non concorda con quanto riportato dagli altri strumenti di pianificazione che infatti spostano il paleo-alveo altrove. Fortunatamente poi, in fase di studio geologico locale sarò io stesso a spostare altrove tale limite, ovvero ove esattamente si ubica dal punto di vista della funzionalità stratigrafica, ovvero in relazione alla presenza delle lenti sabbiose che a questo punto di approfondimento- e solo a questo punto- possono essere ritenute significative (dal Professionista, che fra l'altro finalmente si assume la propria responsabilità Civile e Penale. No meglio: finalmente arriva CHI si assume tali oneri). Si osservi che i vari strumenti di pianificazione (soprattutto di MS) hanno consentito l'esecuzione di tantissime indagini (soprattutto CPTU e H/V) nei territori comunali indagati, con immagino che in certi strumenti di pianificazione risiedono in allegati la cui copertina riporta la terrificante dicitura: TROMINI!!!!!! grande soddisfazione per gli esecutori. Di certo tutte queste indagini servono a poco ai tecnici che per lavoro si appoggiano a tali strumenti, si pensi ad esempio che l'usabilità di questi documenti di pianificazione è banalmente e fortemente limitata dal fatto che gli strumenti di MS non riportano sull'apposita tavola di ubicazione delle indagini nessun codice alfanumerico che consenta una agevole individuazione delle varie indagini eseguite. Ciò obbliga quindi il Professionista ad analizzare centinaia di pagine di allegati ove spesso l'individuazione della prova in situ in questione non appare comunque molto più semplice!

2.3 Ulteriori considerazioni: Pericolosità Vs Rischio, corretti messaggi derivanti dalla Pianificazione. Ovvero: a cosa e a chi serve la Pianificazione

A parte ciò, per il caso di interesse dello scrivente vennero realizzate due prove CPTU (una

durante il II Livello e l'altra nel III Livello di Approfondimento degli Studi di MS). Si ricorderà che il confine fra le due MOPS tagliava esattamente in due l'edificio scolastico, siccome la CPTU della MSIIIL venne eseguita a tergo della scuola, si sarebbe dovuto presupporre che la CPTU della MSIIIL venisse eseguita a fronte (anche per eventualmente giustificare o smentire il "confine" che incidentalmente ci si chiede come sia stato possibile definire con tale precisione!), questa cosa non è avvenuta. Anche la CPTU della MSIIIL è stata infatti eseguita a tergo della scuola (a pochi metri da quella di MSIIIL!). Ovviamente lo scrivente ha eseguito indagini anche sul fronte (oltre ad averle ripetute a tergo!). Nel caso in questione posso quindi concludere che i contenuti degli Studi di MS di II e di III Livello siano localmente serviti a nulla allo scrivente per affrontare un tema di non poco conto: la "messa in sicurezza sismica" di una scuola. Per quanto mi riguarda, per il caso in questione gli strumenti di pianificazione locale non hanno passato il test di utilità in merito al DM/NTC. Questi strumenti si sono altresì rilevati di non semplice analisi per un tecnico specializzato e nemmeno si sono dimostrati utili in merito all'individuazione degli elementi di Pericolo sismico locale (derivante da liquefazione delle sabbie). Infatti le risultanze delle verifiche eseguite in fase di MSII e III L sulle due CPTU (fra l'altro inutilmente ridondanti) non sono state utili per lo scrivente. La base di verifica riportava infatti livelli di PGA riferiti alla Classe d'Uso II. Le scuole ricadono in Classe d'Uso III. A cosa serve quindi sapere che l'ILP della CPTU tal de tali è pari a 4,98 o pari a 5,54 (ad esempio e si tralascerà l'utilità della seconda cifra decimale...) quando questi valori sono riferiti ad ulteriori variabili numeriche non preventivabili in fase di pianificazione? Ma se anche fossero corretti i valori di ILP, questi non darebbero alcuna indicazione sul Rischio complessivo che tiene conto di Pericolo, Vulnerabilità ed Esposizione e che quindi può essere affrontato solo analizzando ed eventualmente intervenendo su ogni singola voce in relazione all'importanza o meno dell'intervento che si vuole realizzare. Qui il discorso può diventare più generico, non si tratta infatti di un limite dello strumento di pianifica-

zione locale ma bensì di un limite di tutti gli strumenti di MS. E ciò semplicemente perché tali strumenti non servono a definire il Rischio in quanto non contengono i dati necessari. Sono però convinto che una corretta pianificazione debba mettere a disposizione dei decisori (Politici e Tecnici) soprattutto informazioni che possano consentire una individuazione, magari anche semplicemente di massima non solo dei livelli di Pericolosità, bensì anche di quelli complessivi di Rischio. Evidentemente si tratterebbe di produrre non solamente singole cartografie tematiche ma anche cartografie di sintesi/di analisi. Poiché una volta succedeva così non è pensabile che nell'era dei GIS ciò non avvenga. Io però mi chiedo perché succedesse una volta (anche solo 15 anni fa) e non ora, ora che sarebbe molto più semplice incrociare tali dati (anzi enormi moli di dati, volendo) rispetto ad allora. Ritengo che ciò dipenda dal fatto che gli strumenti di pianificazione non avevano all'epoca la pretesa di infilarsi in definizioni di grandissimo dettaglio (sino alla definizione di numeri con due cifre dopo la virgola!) ma si accontentavano di definire scenari possibili e si limitavano ad indicare aree non perfettamente definite nei dettagli. Ove cioè i confini delle singole campiture indicassero implicitamente la possibilità che il confine stesso non fosse così rigidamente definito come invece la Legenda delle MOPS lascia evidentemente intendere (o può lasciare presupporre). Vorrei brevemente aggiungere che fra gli elaborati degli Studi di MS si possono sempre riscontrare le cartografie del Fattore di Amplificazione della PGA a diversi intervalli di IS, francamente anche di questi dati non vedo grandissimo interesse alla scala della pianificazione.

2.4 ...Anche casi positivi! Utilità proficuamente testata ed importanti questioni ancora aperte

È evidente che tali critiche possano risultare eccessive e/o riferibili al solo caso in questione o al solo strumento di pianificazione in questione. Nella mia esperienza però riscontro molti di questi difetti/ di queste problematiche in quasi tutti gli strumenti di pianificazione con i quali ho il

piacere di avvicinarmi. Ciò anche perché sono tutti figli della stessa metodologia esecutiva. Però non vorrei limitarmi a presentare solamente casi che io ritengo negativi (in senso lato), ho infatti avuto anche la fortuna di poter utilizzare documenti di pianificazione che ritengo corretti (in quanto sono risultati molto utili allo svolgimento della mia Professione). Di questi casi ne conosco per lo meno uno che illustrerò più oltre. Prima però vorrei aggiungere che in caso di potenziale liquefazione conclamato (e più o meno grave) non potrò che affrontare le verifiche numeriche alla liquefazione se non appoggiandomi ad uno Studio di Risposta Sismica Locale. Per eseguire un credibile studio di RSL occorre conoscere la profondità del bed-rock (o bed-rock-like) sismico ed occorre (o meglio occorrerebbe) conoscere con la miglior precisione possibile la stratigrafia presente fra il piano di campagna e detto bed-rock nonché le caratteristiche geotecniche – chiamiamole “sismiche”- dei singoli strati o perlomeno dei possibili macro-strati. Ad oggi ho avuto modo di poter vedere un solo studio di MS dove tali dati vengono messi a disposizione dei tecnici, non potendo fare il nome dell'esempio “negativo” di cui sopra posso però esplicitare l'esempio positivo: trattasi dello Studio di MSIIL (notasi: II Livello) del Comune di San Pietro in Casale, il Collega (o meglio i Colleghi, i quali nominativi sono esplicitati nella documentazione pubblica) hanno eseguito sondaggi stratigrafici di profondità pari a 40 metri (che ovviamente è sempre meglio di niente!) ed hanno quindi messo a disposizione della Comunità Tecnica stratigrafie di riferimento sufficientemente dettagliate nei termini di interesse “sismico” e relative alle profondità di maggior modificazione del segnale sismico (ovvero ove la modificazione del segnale è ponderalmente più importante). Fra i dati a disposizione, sono particolarmente preziosi quelli sulle proprietà dinamiche, di decadimento (attraverso opportune prove di Laboratorio Geotecnico) dei litotipi presenti nella litostratigrafia locale. Ciò consente di appoggiarsi, per la redazione di uno Studio di RSL a dati locali piuttosto che a dati di bibliografia relativi ad ambienti depositivi lontani da quelli dell'area di interesse. Ovviamente i Colleghi non hanno potuto indicare la profondità del bed-rock ed ovvia-

mente le stratigrafie dovranno essere considerate standard per l'intero territorio comunale. Questi sono certamente due limiti non piccoli ma, rispetto all'inutile esecuzione di un numero (spesso legato all'offerta economica maggiormente conveniente, e anche di questo si dovrebbe parlare: conveniente per chi? Per chi fa le indagini o per la qualità del prodotto finale?!) di CPTU a cui legare cifre di scarsa utilità in merito all'ILP, i Colleghi hanno messo a disposizione curve di decadimento locali con le quali entrare nei modelli di RSL e con le quali irrobustire tali modelli. Ed infatti, chissà perché in occasione dell'utilizzo dei dati dello Studio di MSIIL del Comune di San Pietro in Casale ho potuto realizzare uno dei modelli di RSL più robusto che mai nel tempo sia riuscito ad esprimere. Faccio presente che il sopra riportato esempio “negativo” di MS aveva avuto fra le varie proposte metodologiche anche quella poi eseguita nello Studio di MSIIL di San Pietro in Casale peccato solo che la Commissione di valutazione delle proposte tecniche abbia giudicato tale proposta come assolutamente non meritevole di attenzione. Ovviamente la Commissione ha preferito poter coprire la cartografia comunale di numerosi puntini colorati ai quali far corrispondere numeri vari (nei limiti già esposti).

A questo punto sarebbe opportuno avere corrette indicazioni delle varie profondità del bed-rock sismico, non aggiungo altro, chi si è occupato di questo tema nella Bassa Padana potrà capire che non vale la pena aprire qui un fronte polemico che richiederebbe ben più dello spazio concesso al presente scritto e forse anche approfondimenti scientifici maggiori di quelli dell'ubicazione del bed-rock stesso!

Voglio però ritornare sul concetto della Pericolosità di un fenomeno naturale e della sua rappresentazione (non solo grafica) nei documenti di Pianificazione, lo farò riferendomi ancora una volta al tema co-sismico della liquefazione degli orizzonti saturi granulari. Posto che nei limiti territoriali del presente scritto la falda (o meglio la prima frangia capillare) è sempre molto superficiale e posto che le modalità di creazione di una qualsiasi pianura sono (no anzi, dovrebbero!) essere ben chiare a ciascun Geologo, osservo che già nei primi tentativi di riferire in maniera grafica il fenomeno vi fu (I Livello di ap-

profondimento) la redazione della “Carta Semaforica”. In merito alla quale non riesco a trattenere due osservazioni: la prima si sostanzia in un urlo di dolore che non può essere trascritto, la seconda è che ancora non ho capito se nelle intenzioni di chi ha elaborato tale cartografia si volesse trasmettere informazioni circa la Pericolosità o non piuttosto e quindi ritengo, più correttamente o più utilmente circa il Rischio ! Nei casi di pianura che conosco, tale “Carta Semaforica” si trasformò nella proposizione di immagini che potrebbero essere riferite a qualsiasi corrente artistica destrutturistica o astratta e che mettevano insieme più o meno estese campiture gialle a sfilacciamenti rossi con rare zone verdi! A cosa serviva questa carta? Io ritengo non servisse a nulla se non a mettere in particolare risalto l’ultima definizione dei singoli paleo corpi idrici divagativi; a quel punto sarebbe servita la ben più semplice cartografia geomorfologica, la quale fra l’altro ha il pregio di non avvicinarsi ad un’opera d’arte moderna. Peccato che, sempre per le modalità di costruzione delle pianure (di qualsiasi pianura) che ogni Geologo dovrebbe perfettamente conoscere, anche sotto il giallo può annidarsi il rosso e così similmente sotto il rosso potrebbe essere presente il giallo! Quindi invece di una singola “Carta Semaforica” (Fig. 9) si sarebbero dovute avere, chissà cinque di queste. Magari una per ogni cinque metri di profondità dal p.c., proprio come in certi PSC si possono riscontrare cartografie del valore della Resistenza alla Punta nelle indagini penetrometriche. Ponendo infatti che spessori di almeno 5 metri di deposizioni granulari in falda possano originare fenomeni (cedimenti) co-sismici da liquefazione risentibili alla superficie, queste informazioni avrebbero potuto costituire dati di un minimo di interesse interpretativo per qualsiasi Professionista Geologo.

3. CARTA SEMAFORICA, PUNTINISMO E ALTRE STRANE AMENITÀ. ANCORA “DETERMINISMO” E “IPER-DETERMINISMO”

Io ho l’impressione (mia personale) che nell’attuale produzione di elaborati pianificatori sia in

definitiva prevalsa la volontà, la chiamerò iper-deterministica, che voleva arrivare ad iper quantificare (in senso numerico) fenomeni difficilmente riconducibili a numeri precisi quali appunto i fenomeni sismici e, peggio ancora, quelli co-sismici. Mi sono infatti chiesto più volte quando sia nata tale spinta e credo che, in definitiva sia nata proprio con la “Carta Semaforica” Fig. 9, che ritengo essere uno dei ‘peccati originali’ della moderna pianificazione (regionale).

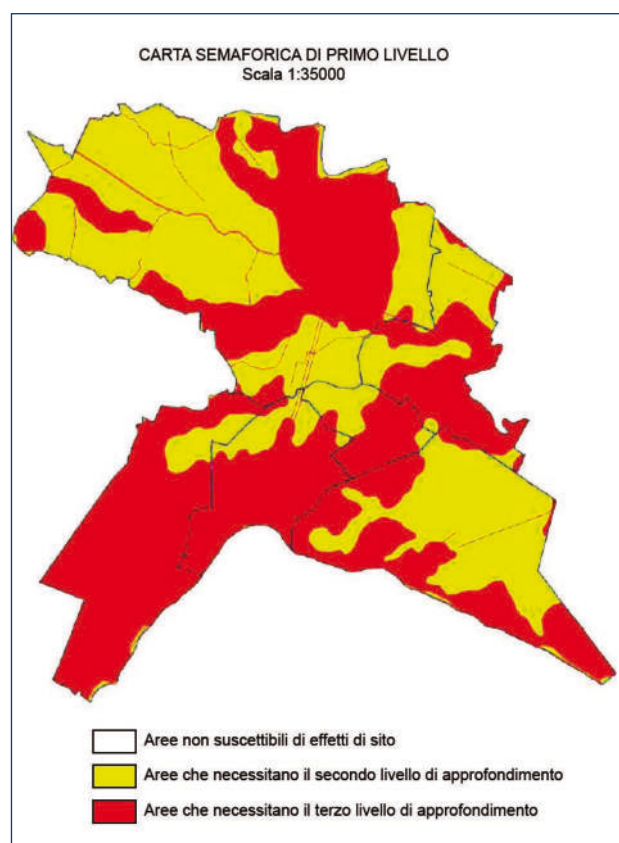


Figura 9.

Carta Semaforica (testuale come si può vedere. Un po' come quando negli elaborati di MS numerosi Colleghi scrivono: Tromini!!!!!! Sugli elaborati di restituzione delle indagini H/V!!) di I Livello di MS. Scala Libera. Ci si dovrebbe interrogare sul termine “Semaforico” sul come possa essere interpretato da figure non tecniche (Politici, Imprenditori) ma anche da Tecnici e sul fatto che il colore rosso escluda VERAMENTE la possibilità di intervenire su tali ampie porzioni di territorio, si osservi come certi comuni si ritrovino con percentuali di aree rosse estesissime. Si osservi anche come manchi il verde (in questi comuni, al semaforo o non si passa o si passa sempre al limite del tempo concesso!!!!) Nel caso in questione però ho riportato la carta “incriminata” di un territorio diverso da quello maggiormente chiamato in causa nel corpo del testo.

Debbo anche aggiungere che ho pure avuto esperienze dirette della redazione di una Carta Semaforica e di aver partecipato sin dall'inizio alla redazione dei vari strumenti di pianificazione, sin da subito però posso dire di averne percepito limiti e "pericoli" e quindi ho cercato (con ben poco successo, evidentemente) di limitare questi aspetti critici. Queste problematiche si sono poi propagate ai vari livelli di pianificazione: dal I Livello di Approfondimento ("Carta Semaforica") dove il territorio era tutto rosso o giallo (i più fortunati si vedevano assegnare anche un po' di verde!) si è infatti passati a rappresentazioni che hanno collegato le risultanze di singoli dati puntiniformi per ottenerne estese campiture ove si pretende che il fenomeno in questione presenti caratteristiche omogenee, peccato però che in tanti casi della Bassa Padana, con pochissimi puntini si pretenda di caratterizzare estensioni molto estese. Più che Geologia appaiono rappresentazioni artistiche: puntinisti e macchiaioli (estesi però!). E devo anche fare osservare che nei casi maggiormente eclatanti, l'estrema estrapolazione di dati geologici puntuali è stata lasciata alle fantasiose mani di NON Geologi (...) evidentemente con la definitiva perdita di qualsiasi informazione geologica intercorrente fra i singoli punti.

4. ALTRI CAMPI

Se ci si pensa bene i fenomeni di "degenerazione" della Pianificazione che sinora ho descritto non si sono verificati ad esempio in applicazione alle tematiche idrauliche. Per esempio il Rischio (che poi è Pericolo) da Alluvioni, per sua natura (e forse anche per la natura umana) non si è prestato a tale manipolazione. Ma del resto, per tornare alla tematica sismica, la stessa natura del fenomeno sismico che fa sì che l'uomo, che non lo capisce, nemmeno se Laureato in Geologia (mi viene da dire), cerchi di imbrigliarlo in numeri difficilmente confutabili ed in cartografie che non potranno che rappresentare in pianta i difetti citati. I fenomeni alluvionali invece, potendo essere ricondotti a semplici quote s.l.m.m. possono essere più facilmente immaginabili e possono anche essere meglio individuati nella definizione storica di campiture da

allagamento che, addirittura possono venire direttamente rilevate durante i singoli eventi che possono così, diversamente dal sisma, rappresentare il futuro nel caso della ripetizione dei valori di accadimento.

Nel complesso ritengo che per tutta una serie di dati geologici, spingendosi sempre più in avanti con la definizione di numeri pretesi sempre più attendibili già in fase di pianificazione si incorra in errori che sono sempre più grossolani e paradossalmente ciò avviene ricercando sempre di più la maggior precisione (un bel paradosso non c'è che dire). Siamo così arrivati a riempire i territori comunali della Regione Emilia-Romagna di numeri, puntini, colori, campiture, aree e MOPS le quali (secondo me, ovviamente) servono a poco ovvero possono anche risultare nocive.

Si è perso completamente di vista, io ritengo, ciò che la pianificazione avrebbe dovuto trasmettere ad un costruttore, ad un cittadino, ad un pianificatore. Ovvero la trasmissione di un messaggio semplice come ad esempio il seguente: stai attento che andando a costruire nella tala area potrai dover mettere in conto di realizzare dei pali; ciò non esclude di realizzare il dato intervento, semplicemente implica maggior attenzione alla Caratterizzazione Geologica, Geotecnica e Sismica e probabilmente implica esborsi economici maggiori che però potrebbero anche essere tranquillamente ritenuti affrontabili in ragione di variabili non tecniche. Abbiamo preteso di trasformare questa informazione semplice ma importantissima in un valore, ad esempio: $ILP = 5,59$. Ma cosa vuol dire questo? Beh intanto vuole immediatamente dire che l'informazione deve ulteriormente passare attraverso il vaglio di un altro tecnico e già qui c'è un evidente fallimento: un tecnico trasmette una informazione (che non potrà essere di dettaglio data la scala di Pianificazione) che deve essere attentamente vagliata da un ulteriore tecnico. Intanto abbiamo aggiunto un livello di indagini di cui forse non si sentiva la necessità. In ispecie perché quando si realizzano indagini queste debbono essere commisurate o meglio correlate alle caratteristiche delle opere da realizzarsi. In fase di PSC, POC e MS si hanno tali informazioni? Mai! Ma anche tralasciando l'evidente difficoltà

di comunicazione fra Pianificazione e DM/NTC, occorrerebbe che l'intera comunità tecnica e scientifica trovasse un accordo sul modo con il quale determinare appunto tale numero ILP (dettaglio di non poco conto). Io ritengo infatti che ad oggi non abbiamo ancora raggiunto la necessaria convinzione (e condivisione) su quale sia il metodo di verifica utilizzabile nei contesti a cui si riferisce il presente scritto. A mio modo di vedere cade definitivamente la fragile costruzione della pianificazione per il "tema" sismico che si è preteso di articolare nelle pianure della Regione Emilia-Romagna.

5. LIQUEFAZIONE, METODI VARI, LORO APPLICABILITÀ

Sul serio vogliamo credere che sia il Metodo di Boulanger & Idriss 2014 quello da applicarsi in Pianificazione (PSG, MS ecc.) su tutta la nostra Regione? Sul serio riteniamo che poiché tale metodo è risultato meglio "fittare" (vogliamo dire descrivere?) gli effetti del Sisma dell'Emilia del 2012 esso sia applicabile anche nei territori esterni alle deposizioni del Reno/Panaro. Sul serio lo riteniamo credibile anche per le deposizioni di derivazione alpina del paleo Po di Primario (ad esempio). Ancora: chi ci dice che il prossimo sisma possa/debba esplicitarsi con le stesse dinamiche di quello del 2012? Nel DM/NTC non ve n'è traccia alcuna che il Metodo di Boulanger & Idriss 2014 sia da ritenersi maggiormente affidabile e anzi i tentativi di applicazione sull'edificazione diretta di tale metodo non hanno portato ai Tecnici (anche allo scrivente) se non grandissimi imbarazzi. Ed infatti, il documento di MS che ho precedentemente criticato riporta come didascalia un testo che lo scrivente ritiene.... peculiare (il testo viene riportato nelle Figure 10-11 rif. figura e grafico illustrativo). Osservo semplicemente che: lo scrivente pur non ritenendosi nemmeno lontanamente in accordo con quanto riportato dal Collega estensore della MSIIL, specie ove riporta che: "i risultati (dei due diversi metodi) non siano correlabili data l'elevata variabilità spaziale delle

caratteristiche litostratigrafiche" (non piuttosto, più correttamente: litostratigrafiche?!) - "Talora, nello spazio di poche decine di metri, la stratigrafia (correttamente questa volta) cambia in maniera sostanziale e imprevedibile" (imprevedibile?!!) od ancora ove il Collega riporta: "Spesso i risultati delle CPTU hanno disatteso quanto previsto sulla base delle MOPS di MSIIL..... - Tale difformità è da imputare proprio alla considerevole variabilità laterale dei depositi, soprattutto per le zone di canale e di argine prossimale e distale", lo scrivente ritiene si diceva tali considerazioni non ricevi-

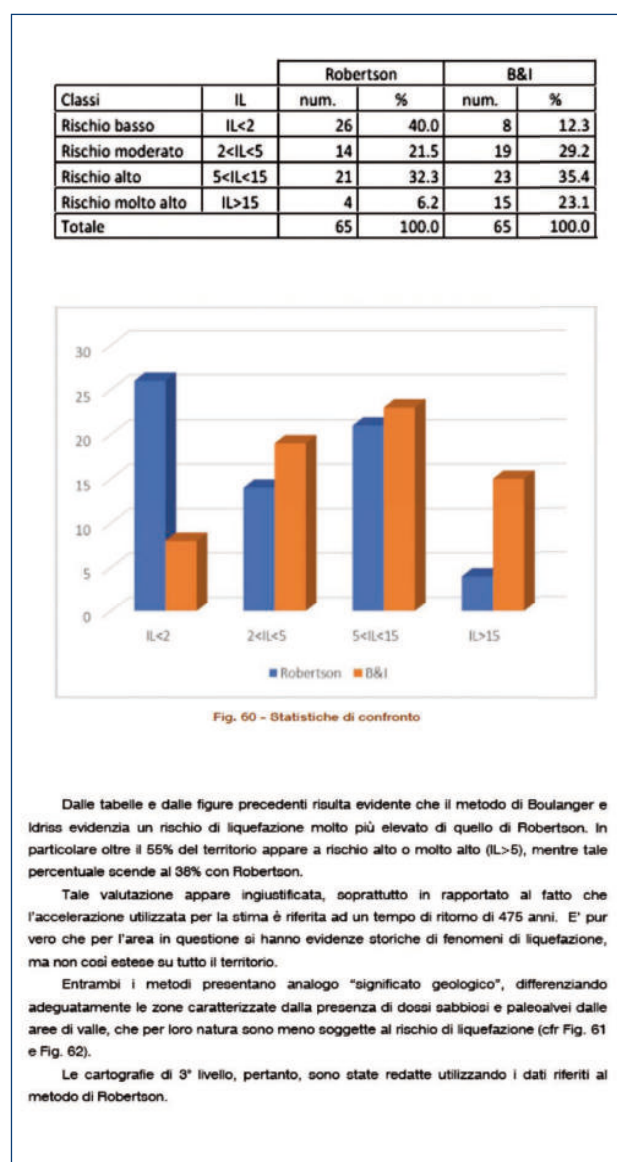


Figura 10.
Stralcio dello studio di MSIIL. citato in relazione.

3.6 Criticità del metodo

Lo studio di 3° livello è stato basato su un numero considerevole di indagini e prove che hanno consentito una buona definizione delle problematiche del territorio.

Va evidenziato, tuttavia, che i risultati, soprattutto in termini di rischio di liquefazione, appaiono talora difficilmente correlabili tra loro vista l'elevata variabilità spaziale delle caratteristiche litostratigrafiche.

Talora, nello spazio di poche decine di metri, la stratigrafia cambia in maniera sostanziale e imprevedibile.

Spesso i risultati delle prove CPTU hanno disatteso quanto previsto sulla base delle MOPS individuate nello studio di microzonazione di secondo livello. Tale difformità è da imputare proprio alla considerevole variabilità laterale dei depositi, soprattutto per le zone di canale e di argine prossimale e distale.

Nella redazione delle cartografie di 3° livello, pertanto, si sono attribuiti valori cautelativi sia dei fattori di amplificazione che del I_L , attribuendo cioè a ciascuna area omogenea i valori più elevati riscontrati all'interno della stessa.

Un'ulteriore, importante, criticità è già stata segnalata nel Cap. 3.3.2.1, relativamente alla difficoltà di individuare con adeguata precisione il bedrock sismico.

Figura 11.
Stralcio dello Studio di MSIII citato in relazione.

bili pur essendo d'accordo che il Metodo di Boulanger & Idriss 2014 non sia correttamente applicabile per le aree dello strumento di pianificazione. Voglio infatti rilevare come la variabilità litostratigrafica rappresenti l'assetto naturalmente caratterizzante le aree della Bassa Padana dove, fra l'altro, quasi tutti i centri abitati sono sorti e si sono sviluppati lungo le deposizioni di canale e di argine prossimale o distale. In tali ambienti il variare della stratigrafia non è mai imprevedibile, è semplicemente la norma ed è pressochè ovunque conosciuta o comunque conoscibile. Lo scrivente ritiene piuttosto che attribuire la non corretta applicabilità di un metodo di verifica sulla base di una non sufficiente o non corretta conoscenza della Geologia (in maiuscolo) di una data area al normale comportamento della natura (in ultima analisi), non corrisponda esattamente a dimostrare che il metodo non funziona. Ritengo cioè che non sia per tali motivi che il metodo non funziona. Non funziona perchè deve essere tarato meglio alle caratteristiche geologiche locali, ritengo cioè che non si conosca a sufficienza nemmeno il metodo che si pretende di portare a riferimento. Non funziona il fatto di pretendere di voler esten-

dere le back-analys molto localizzate di un dato metodo numerico a tutte le aree regionali escludendo completamente le considerazioni relative alle differenti caratteristiche geologiche, petrografiche e geotecniche (ecc.) dei sedimenti dell'intera Regione Emilia-Romagna (che vede notevolissimi ed ampiamente diversificati ambienti depositivi). Le conclusioni a cui arriva il Collega sono le stesse condivise dallo scrivente, ovvero: il metodo non è correttamente applicabile, ma ci si perviene da direzioni diverse ed opposte. Che dire poi del fatto che le MOPS non coincidano con le risultanze delle verifiche?! forse che l'individuazione delle MOPS è sbagliata?! O addirittura che individuare MOPS negli ambienti deposizionali in oggetto sia un esercizio scarsamente utile? Si osservi infine che lo Strumento di Pianificazione di cui si parla è stato sottoposto a validazione da parte dell'apposito organismo regionale. Si potrà quindi concludere che tale organismo accetti che il metodo numerico di verifica utilizzato (Metodo di Boulanger & Idriss, 2014) non sia ovunque correttamente utilizzabile. Ecco infine dimostrato l'ulteriore problema dell'attuale edificio della Pianificazione (in tema sismico ovviamente): non tutta la comunità tecnica e scientifica accetta che il metodo su cui si basa la Pianificazione sia accettabile.

Lo scrivente infine ammette che in altri ambiti territoriali regionali le attuali basi di Pianificazione che si estendono sino ai 3 livelli di MS funzionino in maniera accettabile, ciò avviene soprattutto dove le "Coperture" sono tali e dove la profondità del bed-rock è facilmente individuabile, ovvero negli ambiti montuosi e collinari. In tali ambienti ho potuto svolgere recentemente attività di redazione di uno studio di MS in proficua collaborazione con altri Colleghi molto più esperti dello scrivente. Per tali ambiti ho ben poco da eccepire, e per fortuna direte voi!

La cartografia e i Piani, spunti di riflessione e citati nell'articolo, sono presenti nei Siti istituzionali degli Enti competenti.

INDAGINI SISMICHE RAPIDE PER LA CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DI SOTTOSUOLI ETEROGENEI IN AREE URBANE. L'ESEMPIO DI FERRARA

NASSER ABU ZEID^{1,*}, SAMUEL BIGNARDI⁴, ELENA ORATELLI^{1,3}, LORELLA DALL'OLIO², GIOVANNI SANTARATO¹

¹ Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Università degli Studi di Ferrara

² Geologa, Comune di Ferrara, Servizio Qualità Ambientale Adattamento Climatico

³ SGI Ingegneria, Ferrara

⁴ Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA

* Autore corrispondente

1. INTRODUZIONE

I nuclei urbani, oltre a rappresentare il centro d'importanti attività economiche e relazioni sociali, sono luoghi di grande concentrazione di abitanti, nonché sede del patrimonio storico, artistico ed archeologico, di valore, a volte, inestimabile.

Per la protezione di questi nuclei urbani e dei loro abitanti durante un terremoto, cioè per la riduzione del rischio sismico, è necessario caratterizzare, dal punto di vista dinamico, sia gli edifici che le strutture più vulnerabili, sia i terreni di fondazione. Ovviamente nelle aree urbane e soprattutto nei centri storici l'acquisizione di dati sismici risulta limitata dalle situazioni logistiche, di accessibilità dei siti, nonché dall'elevato livello di rumore sismico ambientale, per cui generalmente i dati disponibili sono pochi e di tipo puntuale.

Questo fatto rende le correlazioni spaziali poco affidabili, con il rischio di non individuare importanti variazioni laterali della velocità delle onde S, V_s , parametro fondamentale da determinare ai fini della valutazione della Risposta Sismica Locale (RSL) di un sito.

La costruzione del modello sismico in termini di V_s ha un ruolo importante nella ricostruzione del

modello geologico-sismico concettuale a livello di un singolo edificio.

L'intento della presente nota è quello di presentare e di discutere le possibilità offerte dalle indagini sismiche (attive) nella caratterizzazione spaziale del sottosuolo di aree urbane con opportune tecniche di acquisizione ed elaborazione dei dati sismici, con particolare enfasi per l'individuazione di possibili eterogeneità laterali: l'esito atteso è una più efficace pianificazione delle indagini geologiche successive al fine di ridurre le incertezze nel modello geologico-sismico concettuale. Infatti, la conoscenza del sottosuolo rappresenta un fattore cruciale per la corretta applicazione degli algoritmi comunemente utilizzati nel calcolo della RSL e nella stima del fattore di amplificazione.

Nella presente nota quindi si descrive il contributo delle tecniche che si basano su profili sismici effettuati in modalità roll-along, nella caratterizzazione geofisica dei parametri dinamici dei terreni nei centri abitati, si discute il problema dell'inversione 1D in presenza di eterogeneità laterali, ed infine si illustrano gli elementi innovativi da noi adottati in questo ambito, accompagnati da un esempio tratto da una specifica campagna d'indagine nella città di Ferrara (Abu Zeid et al., 2019).

1.1 Il problema della determinazione della V_s in un sottosuolo disomogeneo

È noto che le onde di taglio si propagano nella fase solida dei terreni. Note la densità e la velocità delle onde di taglio (V_s) si ricava il modulo di rigidità dinamico o di taglio (μ o G_0), che rappresenta la massima resistenza posseduta dai terreni agli sforzi di taglio a bassi livelli di deformazione ($<10^{-3}$). Il legislatore, sia a livello nazionale (NTC08-NTC18) che a livello europeo (EC08) ed internazionale, utilizza il valore medio ponderato della V_s , nei primi 30 m (" V_{s30} "), per la determinazione della categoria sismica del sottosuolo, così da poter definire, in prima approssimazione, il fattore di amplificazione dell'azione sismica locale atteso in superficie, nota l'accelerazione massima su sottosuolo di tipo A, cioè substrato roccioso o sedimenti caratterizzati da valori di $V_{s30} \geq 800$ m/s.

Nella pratica professionale corrente il valore della " V_{s30} " viene determinato o mediante specifiche prove geotecniche puntuali, utilizzando il 'cono sismico' (SCPTu), o mediante indagini geofisiche in foro (Down-hole e Cross-hole) o in superficie. Tra queste ultime, le più utilizzate sono quelle basate sull'analisi spettrale delle onde superficiali di Rayleigh (R) e di Love (L), acquisite lungo dei

profili lineari (MASW: Park et al., 1999 e Re.Mi: Louie, 2001) o non-lineari (SPAC 'Spatial Auto-correlation': Aki, 1957, ESAC 'Enhanced Spatial Autocorrelation' e MSPAC: 'Modified Spatial Auto-correlation' Bettig et al., 2001, Ling and Okada, 1993), noti come 'antenne sismiche', che non sono trattati in questa nota. I dati sismici acquisiti vengono processati seguendo una procedura di analisi standard, denominata inversione 1D, per ricavare il profilo verticale di V_s . Il modello sismico ricavato è composto da un certo numero di strati piano-paralleli ed omogenei caratterizzati da valori diversi di V_s . Sia che i sismogrammi acquisiti vengano prodotti ad hoc (sorgente artificiale-sismica attiva) o mediante registrazione di rumore sismico ambientale (sorgenti naturali-sismica passiva), il principio di base consiste nel ricavare la curva sperimentale di dispersione in frequenza della fase delle onde superficiali. La curva si ottiene mediante l'applicazione di opportuni algoritmi, che trasformano il campo d'onda registrato dal dominio (T-X) (Fig. 1) a quello della frequenza (f,V) (Fig. 2b). I passaggi intermedi richiedono l'applicazione delle trasformate, f-k (frequenza-numero d'onda: Gabriels e Nolet, 1987) e p-tau (lentezza-tempo intercetto: McMechan e Yedlin, 1981), che permettono di separare l'energia elastica associata al campo

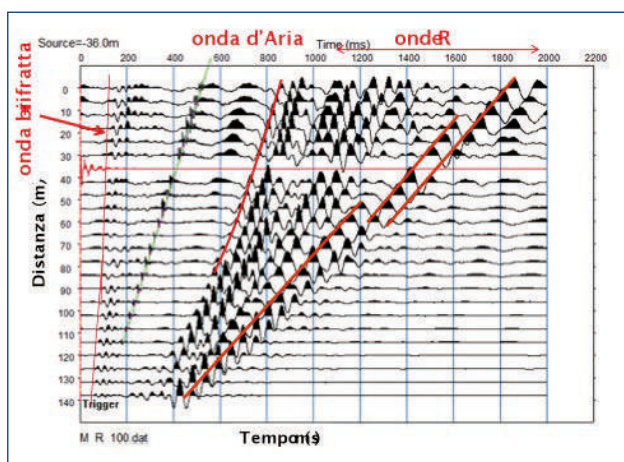


Figura 1. Esempio di sismogramma di un profilo sismico, ambiente alluvionale di pianura, dove sono indicate i diversi tipi di onde che si possono riconoscere. Sono indicati con linee rosse spesse le diversi fasi sismiche delle onde Rayleigh. Sorgente: cannoncino industriale, Geofoni: verticali (4.5 Hz), offset: 36 m, distanza inter-geofonica: 6 m.

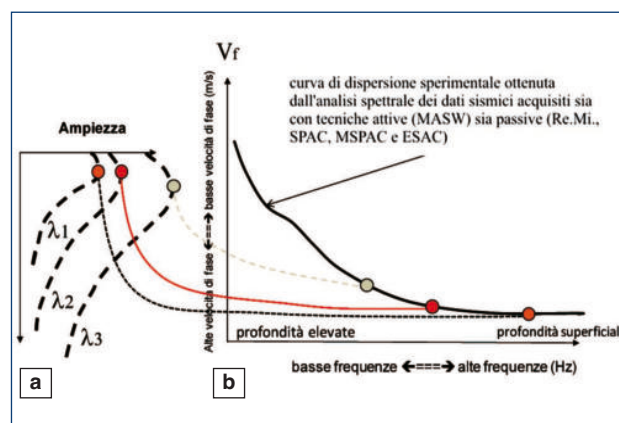


Figura 2. (a) variazione dell'ampiezza delle onde superficiali in funzione della lunghezza d'onda delle fasi sismiche dispersive in un mezzo eterogeneo; (b) tipico esempio di curva di dispersione di onde superficiali. La figura evidenzia il significato della curva di dispersione in relazione alle ampiezze di ciascuna lunghezza d'onda, ricavata dall'analisi spettrale. V_f : velocità di fase onde R.

d'onda nelle diverse onde componenti, in base alla loro velocità di propagazione. Successivamente, si applica la trasformata di Fourier per ottenere lo spettro di dispersione da cui si ricava la curva di dispersione. Lo spettro di dispersione $f-V$ così ottenuto mette in relazione la variazione della velocità di fase dell'onda superficiale (R/L) con la frequenza; occorre tuttavia tenere in considerazione che il fenomeno fisico della dispersione esiste anche in un mezzo omogeneo per quanto riguarda le onde Rayleigh ma non per quelle di Love. Infatti, per la formazione di queste ultime, è necessaria la presenza di una stratificazione della V_S o di un gradiente verticale di V_S con la profondità, cioè di eterogeneità verticale. In mezzi verticalmente omogenei, le onde Rayleigh si propagano a velocità V_R costante, mentre le onde di Love non esistono. Occorre inoltre ricordare che le onde superficiali, essendo frutto di interferenza costruttiva di onde P e S , sono anche multi-modali, cioè può non esistere una corrispondenza biunivoca tra frequenza e velocità di fase, in quanto possono coesistere diverse velocità di fase per una stessa frequenza. La velocità di fase più bassa costituisce il modo fondamentale, che è quello che viene correntemente utilizzato per dedurre il modello 1D di velocità V_S . La curva di dispersione, illustrata in Figura 2a, mostra gli andamenti di variazione dell'ampiezza di tre fasi sismiche di onde R , di lunghezza

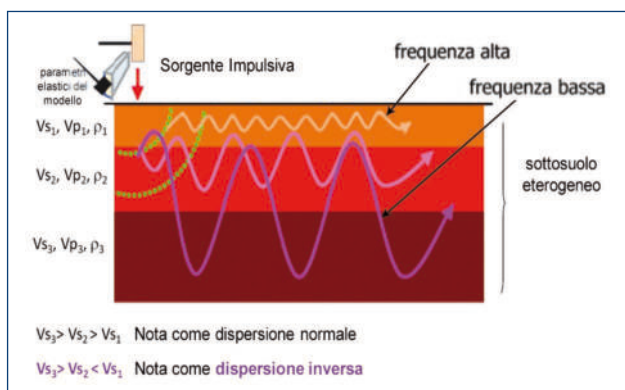


Figura 3. Significato della dispersione di onde superficiali in un sottosuolo eterogeneo. Ondine di R/L raggiungono profondità diverse in funzione della propria frequenza portando informazioni sulle caratteristiche dinamiche dei terreni. V_S, V_P, ρ : proprietà elastiche del modello.

d'onda crescente, con la profondità in un mezzo elastico ed eterogeneo, mentre in Figura 2b, si riporta l'andamento tipico del modo fondamentale di una curva di dispersione, espressa in termini di variazione di velocità di fase (V_R) con la frequenza. Si noti che ogni punto sulla curva di dispersione corrisponde alla massima ampiezza (energia) di una determinata fase sismica (R), caratterizzata da una specifica lunghezza d'onda. Si ricordi che la lunghezza d'onda (λ), definita dall'eq. 1, note la frequenza, f , e la V_R , fornisce una buona stima della profondità interessata dalla propagazione della specifica fase sismica (vede eq. 3 e 4 per la stima della profondità di esplorazione).

$$\lambda = \frac{V_R}{f} \quad (\text{eq. 1})$$

Il fattore chiave che consente l'impiego delle onde superficiali a fini della ricostruzione del sottosuolo, è che sono dispersive (Figure 2a,b), cioè, la velocità di propagazione delle diverse fasi sismiche è funzione della frequenza delle stesse. Questo fenomeno fa sì che la profondità di penetrazione di ciascuna fase di onda Rayleigh o Love è proporzionale alla sua lunghezza d'onda. Onde Rayleigh/Love, a corta lunghezza d'onda portano dunque informazione geofisica legata ad una porzione di terreno più superficiale rispetto alle lunghezze d'onda maggiori, e di conseguenza viaggiano di norma a velocità V_R più basse (Fig. 4). In un mezzo omogeneo la V_R è espressa dall'eq. 2 (Stokoe e Santamarina, 2000).

$$V_R = \left(\frac{0.862 + 1.14\nu}{1 + \nu} \right) \times V_S \quad (\text{eq. 2a})$$

$$0.87 < \frac{V_R}{V_S} < 0.96 \quad (\text{eq. 2b})$$

dove,
 V_R : velocità di fase delle onde Rayleigh,
 V_S : velocità di propagazione dell'onda di taglio,
 ν : rapporto di Poisson (valore medio di 0.25 per rocce cristalline; $>>$ 0.25 per sedimenti incoerenti; valore massimo: 0.5 per i fluidi).

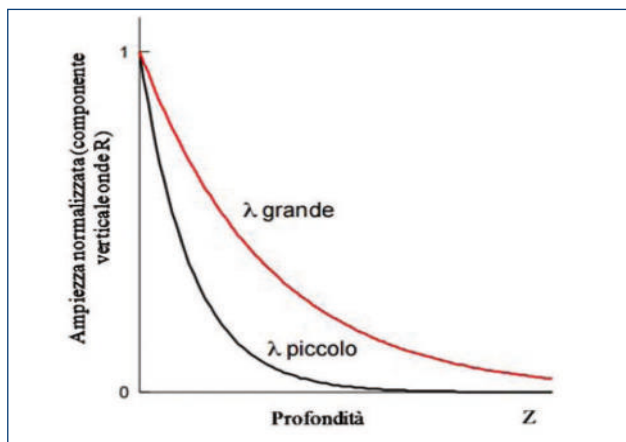


Figura 4.
Variazione dell'ampiezza normalizzata della componente verticale delle diverse lunghezze d'onda di onde di Rayleigh con la profondità.

Pertanto, la V_R dipende essenzialmente dalla V_s , la quale a sua volta in genere dipende dal tipo e grado di compattazione del terreno che, tipicamente, cresce con la profondità. I massimi valori di ampiezza (o massimi spettrali) corrispondono ad una profondità compresa tra $1/3-1/5 * \lambda$.

I limiti minimi e massimi di frequenza della curva di dispersione e dei medesimi valori di V_R indicano di fatto la profondità minima e massima dei sismo-strati interessati dalla propagazione di onde dispersive (R/L). Queste profondità possono essere calcolate, in maniera approssimativa, dalle eq. 3 e 4:

$$h_{minima} = \frac{V_{R_minima}}{f_{massima}} \quad (eq. 3)$$

$$h_{massima} = \frac{V_{R_massima}}{f_{minima}} \quad (eq. 4)$$

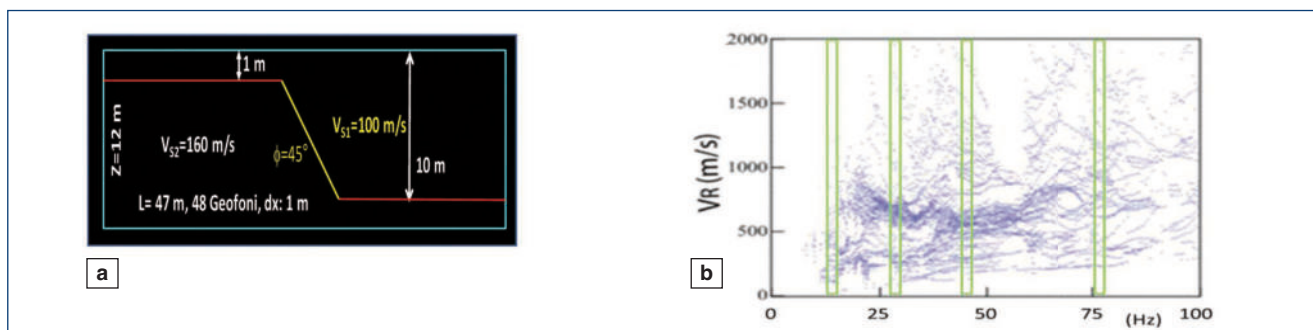


Figura 5.
(a) modello sintetico di sottosuolo eterogeneo; e (b) spettro dei punti di dispersione (blu) ottenuti. Linee verticali (colore verde): punti di dispersione caratterizzati da frequenza simile e valori diversi di V_R .

Se un sottosuolo presenta eterogeneità laterali caratterizzate da contrasti di impedenza elastica (prodotto della velocità V_s per la densità), la propagazione del treno di onde elastiche (P, S e superficiali) subisce delle modifiche.

Studi teorici condotti su modelli sintetici di sottosuolo con forte eterogeneità laterale, come la presenza di una rampa (Figura 5: Bignardi et al., 2014), che potrebbe rappresentare un limite di paleoalveo o bordo di scavo artificiale, hanno portato alla conclusione che le modifiche al campo d'onda delle onde R saranno massime se lo stendimento sismico è centrato sull'eterogeneità, viceversa, l'influenza sarà minima se lo stendimento la sfiora (Shtivelman, 2002). Questa conclusione supporta l'idea proposta in questo lavoro ovvero di acquisire i dati lungo profili continui, proprio per mappare le attese variazioni laterali della V_s .

Osservando, in Figura 5b, lo spettro di dispersione $f-V_R$ ottenuto da un modello a rampa tramite un ipotetico profilo sismico di tipo MASW, si evidenzia quanto segue:

- (1) addensamento dei punti di dispersione in una fascia intorno al modo fondamentale,
- (2) presenza di ulteriori punti di dispersione di frequenza simile e velocità di fase (V_R) differente.

Essi identificano, in generale, porzioni dei modi superiori di propagazione. La possibilità di utilizzare questi punti, opportunamente filtrati, in base alla quantità di energia posseduta rispetto a quella massima, che di norma è associata al modo fondamentale, permette la ricostruzione di una pseudo-sezione 2D della variazione della

velocità V_R nel volume investigato, per tutte le copie di geofoni, dal profilo sismico di tipo MASW.

In questa nota è stata utilizzata la tecnica (MASW), che consiste nell'utilizzare una sorgente impulsiva artificiale e Re.Mi. 'Refraction Micro-tremors' che sfrutta il rumore sismico ambientale. I segnali sismici vengono acquisiti, in entrambi i casi, per mezzo di uno stendimento lineare di geofoni, la cui lunghezza corrisponde a circa il doppio della profondità di indagine richiesta. Il risultato finale consiste nella distribuzione verticale della V_S , sotto lo stendimento, in termini di strati piano-paralleli, dalla quale è poi facile calcolare la V_{S30} (o V_{S_eq}) come media pe-

sata. Questo modello può però risultare troppo semplificato qualora siano presenti nel sottosuolo anche variazioni laterali della V_S , peraltro comunissime in aree alluvionali, dove il cambio di litologie a diversa risposta elastica può talvolta avvenire su distanze inferiori alla lunghezza dello stendimento. Diviene dunque di cruciale importanza la valutazione della sua variabilità laterale locale, oltre che verticale, in particolare in quei centri abitati in cui, per la limitata accessibilità alle indagini, sia dirette che indirette, tale informazione risulta assente. Come è stato detto in precedenza, il problema della presenza di eterogeneità laterali modifica le caratteristiche di propagazione del campo d'onda, che si traducono in salti di energia elastica verso i cosiddetti, modi superiori. Questi salti, riducono l'energia del modo fondamentale rendendo

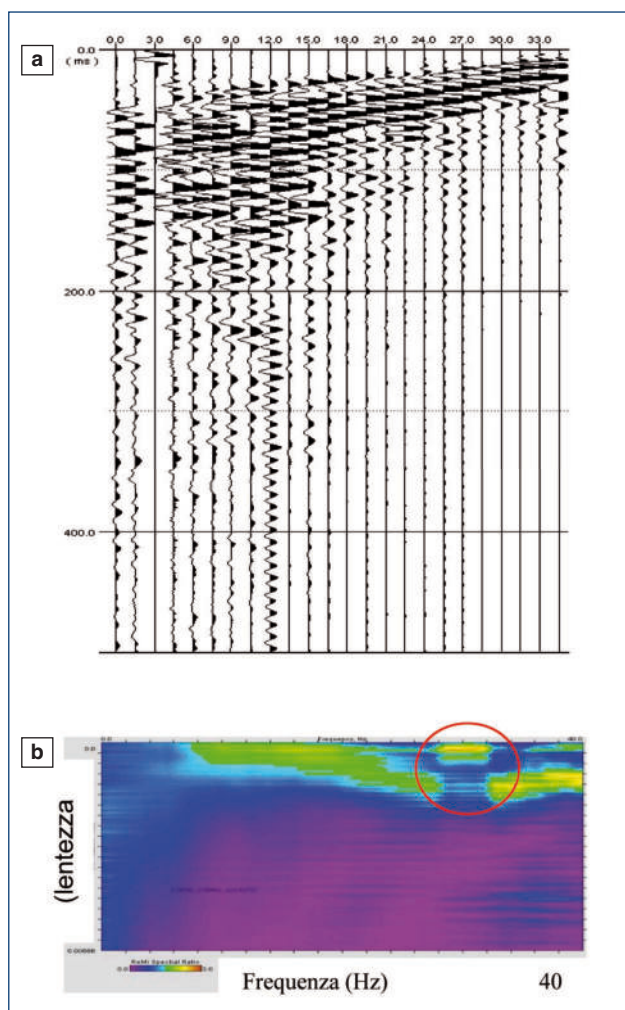


Figura 6. (a) sismogramma prova MASW, (b) spettro di dispersione di onde Rayleigh di un profilo sismico tipo MASW acquisito su un terreno che presenta forti variazioni laterali. Si noti il salto di energia dal modo fondamentale al primo superiore (cerchio).

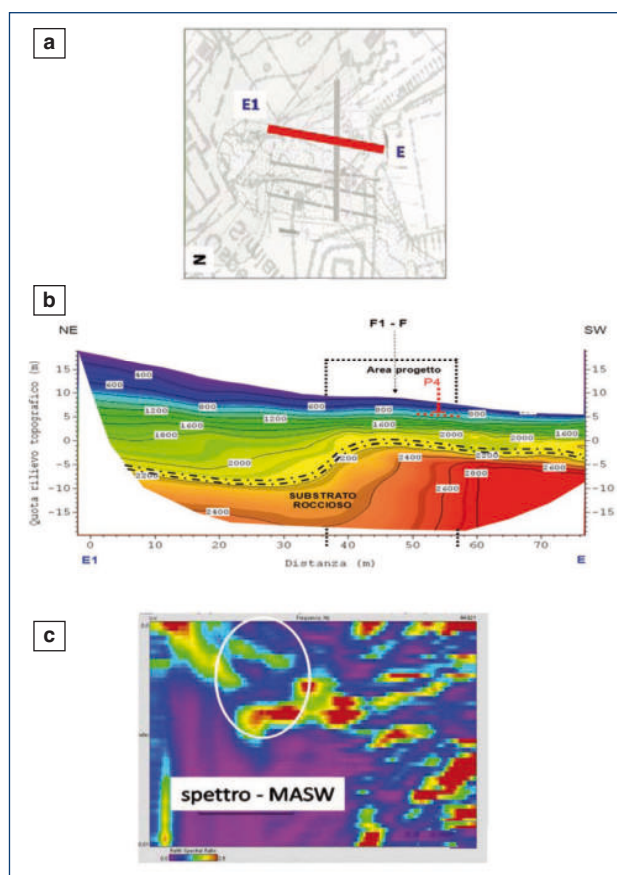


Figura 7. (a) ubicazione del profilo sismico (rifrazione onde P e Onde R), (b) sezione 2D di velocità onde P del sottosuolo investigato, (c) spettro di dispersione di onde di Rayleigh. Si noti il salto di energia dal modo fondamentale al primo superiore (cerchio).

difficoltosa, se non impossibile, la sua identificazione sullo spettro di dispersione. Un esempio di questo comportamento è riportato in Figura 6a,b, dove a causa della presenza di forte variazione laterale nel sottosuolo, dovuta alla presenza di cavità sotterranea a profondità sub-superficiale, la continuità del modo fondamentale della curva di dispersione è interrotta e l'energia elastica si è trasferita al primo modo superiore. In questo specifico caso la procedura standard di inversione della curva è evidentemente fuori luogo, in quanto il modo fondamentale si interrompe.

Un'altra tipologia di sottosuolo lateralmente eterogeneo è quella dovuta a terreni interessati da dissesti idrogeologici (frane: Figura 7a,b,c). In Figura 7a, è riportata l'ubicazione del profilo sismico E1-E (onde 'P'), effettuato lungo il versante dove è stata identificata una paleo-frana ubicata nell'Appennino bolognese. Il modello sismico ottenuto (Fig. 7b) mostra in modo chiaro la presenza di forte eterogeneità laterale, tra le progressive 34-40 m, rappresentata dalla varia-

zione della profondità del sismo-strato 'bedrock' ad alta velocità (V_p). La curva di dispersione di onde R, ottenuta per lo stesso profilo, è riportata in figura 7c, dove è evidente la presenza di salti di modi. Ciò viola il vincolo imposto dall'utilizzo di algoritmi 1D. Una soluzione al problema può avvenire mediante il ricorso a molte prove sismiche in foro, a profili di sismica a riflessione basate sulle onde SH o all'utilizzo di algoritmi di inversione basati su modelli bi-dimensionali. Purtroppo questo ultimo tipo di algoritmi è ancora a livello di ricerca scientifica, quindi non è di uso comune a livello professionale.

Una terza tipologia di esempio di sottosuolo eterogeneo si presenta in ambiente di pianura alluvionale. Consideriamo per esempio la sezione litostratigrafica ricavata da informazioni dirette (sondaggi meccanici e penetrometrie) nella parte meridionale del centro storico della città di Ferrara, lungo il Fiume Volano (Fig. 8a,b). Nella sezione litostratigrafica (fig. 8b, Stefani et al., 2019) sono presenti forti eterogeneità locali dovute a variazioni litologiche nei primi 30 metri.

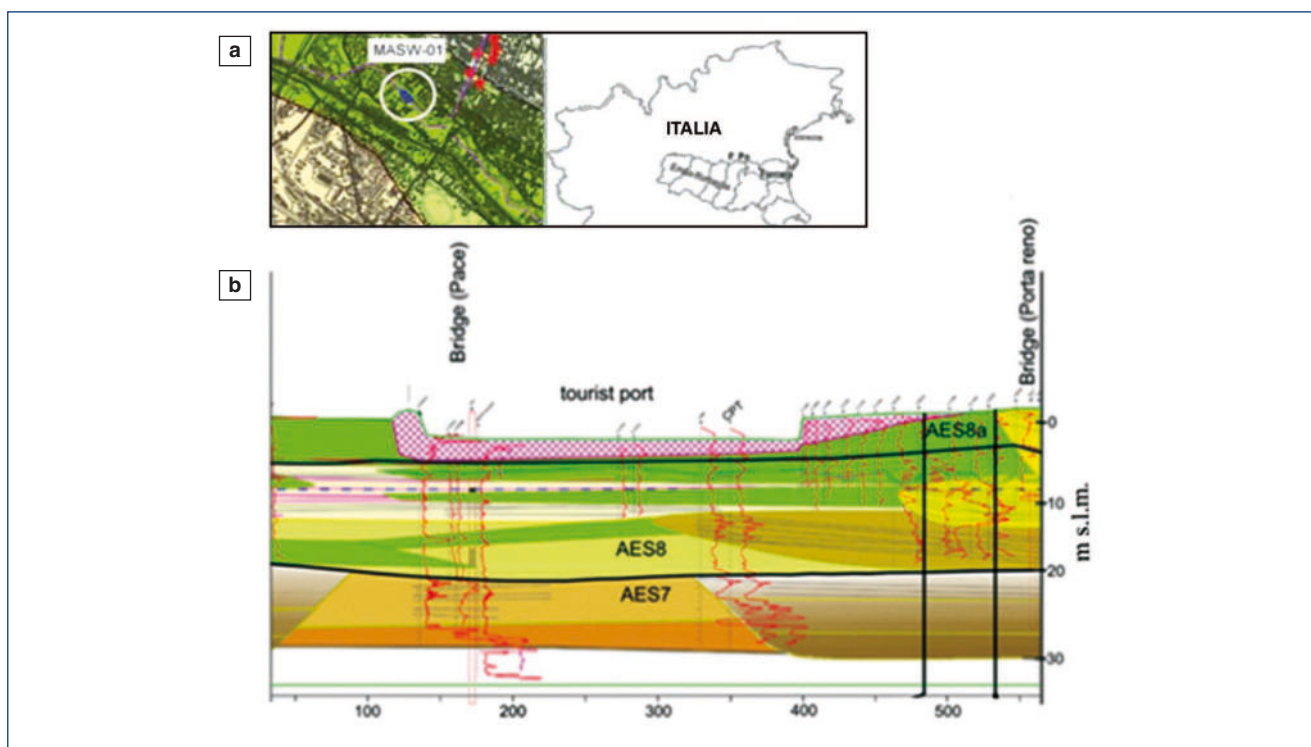


Figura 8.

(a) ubicazione della sezione litostratigrafica nella parte meridionale del centro storico di Ferrara, lungo il F. Volano (modificato da Stefani et al., 2019) ed illustrata in (b). Le linee nere spesse verticali delimitano l'area investigata con un profilo sismico (onde R). AES8a: Unità di Modena, AES8: Subsistema Ravenna, AES7: Subsistema di Villa Verrucchio.

I primi 20 metri sono costituiti prevalentemente da sedimenti coesivi lateralmente passanti a limi e sabbie ed appartengono al Subsistema di Ravenna, AES8. Nella parte superficiale si trovano i sedimenti recenti appartenenti all'Unità di Modena AES8a. La base del Subsistema di Ravenna, AES8, presenta una netta discontinuità stratigrafica, estesa a livello regionale, corrispondente al tetto delle sabbie fluviali singlaciali di tessitura medio-grossolana (Subsistema di Villa Verucchio, AES7). Essi sono composti da depositi sabbiosi di riempimento di canale fluviale che

formano corpi composti a geometria nastri-forme, spessi fino a 13 metri. Lateralmente i depositi grossolani passano a depositi fini di trascinamento fluviale e presentano evidenti variazioni litologiche che violano il concetto 1D, su cui si basano tutti gli algoritmi utilizzati per l'inversione 1D delle curve di dispersione. Peraltro la condizione di sottosuolo eterogeneo, illustrata nel dettaglio della Figura 8b, è certamente comunissima nella pianura alluvionale padana, in particolare di quella emiliano-romagnola, soggetta ad un significativo rischio sismico.

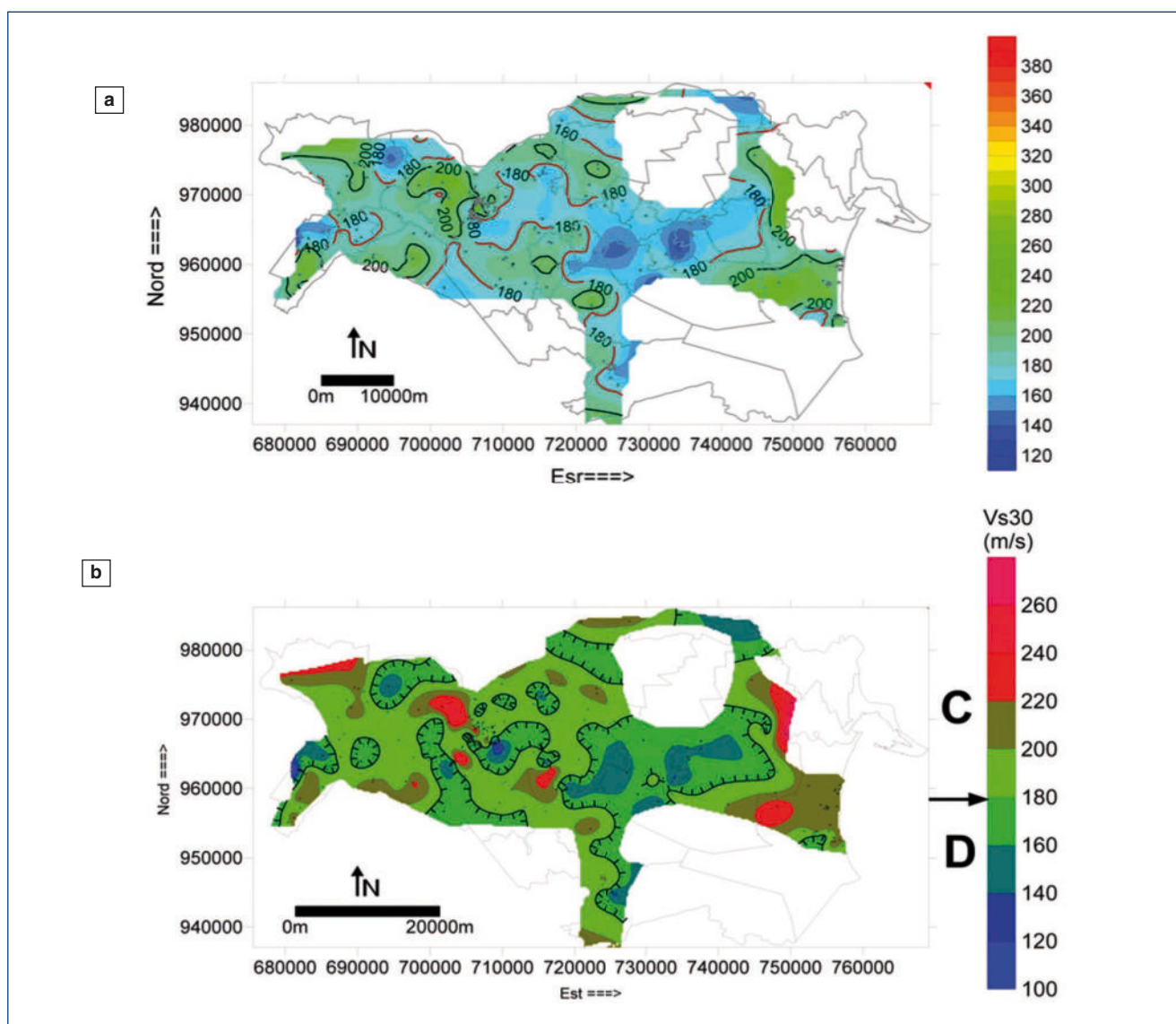


Figura 9.
a) mappa della distribuzione del parametro V_{s30} , nel territorio della Provincia di Ferrara. La mappa è stata compilata utilizzando tutti i dati di prove sismiche sperimentali già disponibili e specificatamente acquisiti dagli autori fino all'anno 2012;
b) mappa della distribuzione delle categorie sismiche di sottosuolo nel territorio della Provincia di Ferrara in base ai valori della V_{s30} .

Vediamo infatti come si presenta la carta della distribuzione della V_{S30} , compilata dagli autori utilizzando sia i dati disponibili che raccolti fino al 2012 (Figura 9a). L'analisi della carta conferma che le variazioni laterali osservati in Figura 8b, sono diffuse in tutto il territorio della Provincia di Ferrara. "Last but not least", come evidenziato in Figura 9b, la V_{S30} oscilla intorno a 180 m/s, valore che la normativa italiana ha fissato come limite tra terreni di categoria sismica "C" e "D", caratterizzati da differenti penalità. Tutte queste considerazioni portano dunque a dover considerare il problema della corretta determinazione della V_{S30} in presenza di sottosuolo non 1D anche in aree di pianura alluvionale.

2. MATERIALI E METODI

2.1 MASW: modalità roll-along finalizzata alla ricostruzione di strutta di sottosuolo non 1D

Normalmente, la tecnica MASW richiede l'installazione di un certo numero di geofoni verticali/orizzontali (onde R/L), con frequenza propria $f = 4.5$ Hz, lungo uno stendimento lineare, la cui lunghezza è funzione della massima profondità d'indagine da raggiungere, (eq. 3, 4).

Come accennato sopra, l'informazione contenuta nelle onde di Rayleigh è strettamente locale. Tenendo conto di questo fatto, è stato sviluppato dagli autori uno specifico algoritmo, denominato DIPL (Direct Interpretation of Phase Lags – DIPL (Bignardi et al., 2016; Abu Zeid et al., 2019), per caratterizzare le variazioni laterali della V_R . Questo algoritmo è in grado di analizzare in tempi rapidi l'insieme di tutte le acquisizioni MASW lungo un profilo a più basi, consentendo di ricostruire, immediatamente dopo l'acquisizione, la distribuzione laterale e verticale della V_R , fino ad una profondità almeno pari alla metà della lunghezza della singola base di acquisizione. Il risultato che si ottiene è una pseudo-sezione, in quanto l'ordinata non è la profondità, ma un'opportuna frazione della lunghezza d'onda (eq. 1, Figura 2a); in questo modo si ottiene una rapida e realistica valutazione dell'eventuale presenza di variabilità laterale, nonché della sua posizione lungo il profilo investigato, e quindi di scegliere quali basi sismiche singole insistono su un sottosuolo almeno approssimativamente 1D, da utilizzare appropriatamente per la stima del modello 1D della V_S e di conseguenza del calcolo della V_{S30} .

Ovviamente la pseudo-sezione fornisce anche indicazioni utili per indirizzare le indagini/verifiche geotecniche puntuali.

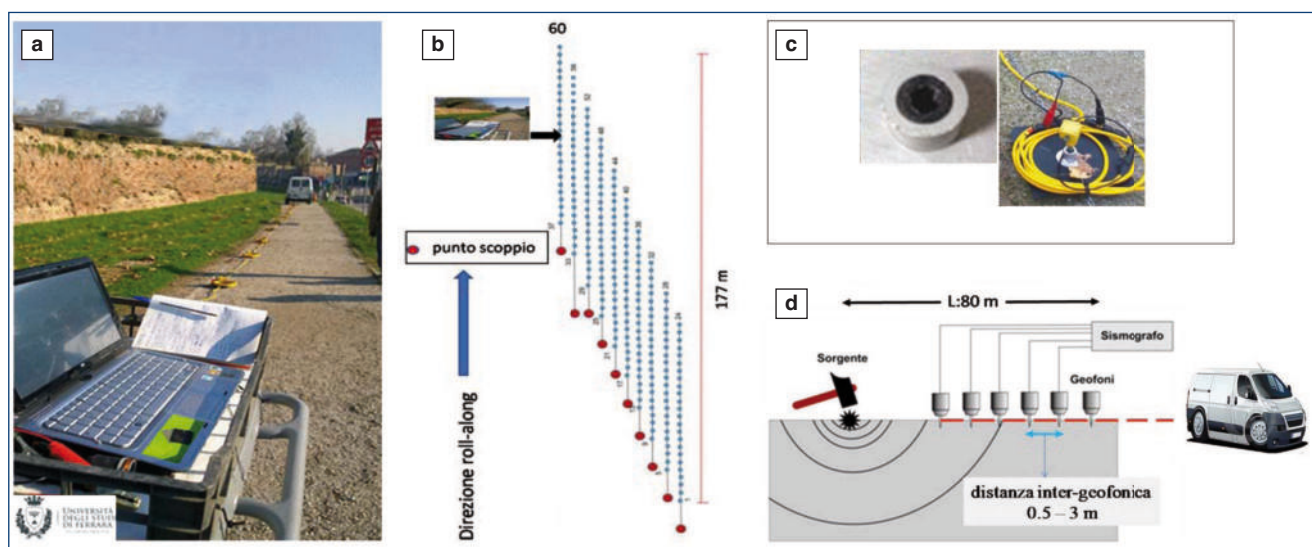


Figura 10.

a) particolare del sistema land-streamer, durante la fase di acquisizione dati, b) dettagli dello schema di acquisizione dati in modalità roll-along, c) particolare della piastra utilizzata per ospitare il geofono di tipo verticale o orizzontale, d) il sistema land-streamer di una singola acquisizione. Numeri da 1-60: posizioni geofoniche.

3. RISULTATI

3.1 Caso di studio: profilo sismico "Fiera di Ferrara"

Come caso di studio presentiamo qui, a titolo di esempio, i risultati ottenuti dall'elaborazione del profilo sismico denominato "Fiera di Ferrara" (figura 11). È stato acquisito un profilo composto da 10 basi sismiche da 24 geofoni ciascuna, con passo di 3 m, per una lunghezza della singola base di 69 m, con avanzamento di 12 m ed offset della sorgente sismica (mazza su piastra metallica) di 10 m, per una lunghezza totale di $69+(12 \times 9)=177$ m.

Il primo passo dell'elaborazione è stato l'applicazione dell'algoritmo DIPL all'intero profilo. La relativa pseudo-sezione della V_R è riportata nella Figura 12b. Si noti la presenza di eterogeneità laterale, marcata da distinti gradienti di variazione verticale della V_R , più intensi e disomogenei

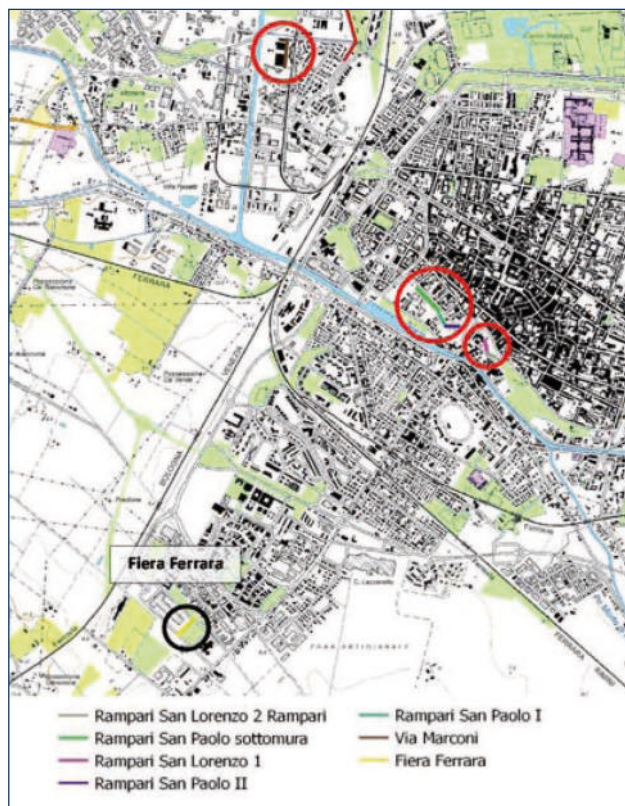


Figura 11. Ubicazione dei siti test dove sono stati acquisiti i profili MASW con modalità roll-along utilizzando il land-streamer. Cerchio nero: profilo eseguito nell'area della Fiera di Ferrara; cerchi rossi: altri profili.

verso entrambi gli estremi, meno intenso verso il centro. Sulla base di questo risultato, sono state invertite con la procedura 1D le basi di acquisizione al di sotto delle quali il sottosuolo si presenta, almeno approssimativamente, 1D. Sono state scelte le basi iniziale, finale e quella che inizia alla progressiva 76.5 m (figura 12a). In Figura 12c, in linea rossa tratteggiata, è riportato il modello 1D, ottenuto con inversione 1D tramite il software SeisOpt ReMi™ (<http://www.optimsoft-ware.com/>), della base sismica iniziale. Si notino le inversioni di velocità, in particolare quella tra 5 e 13 m di profondità.

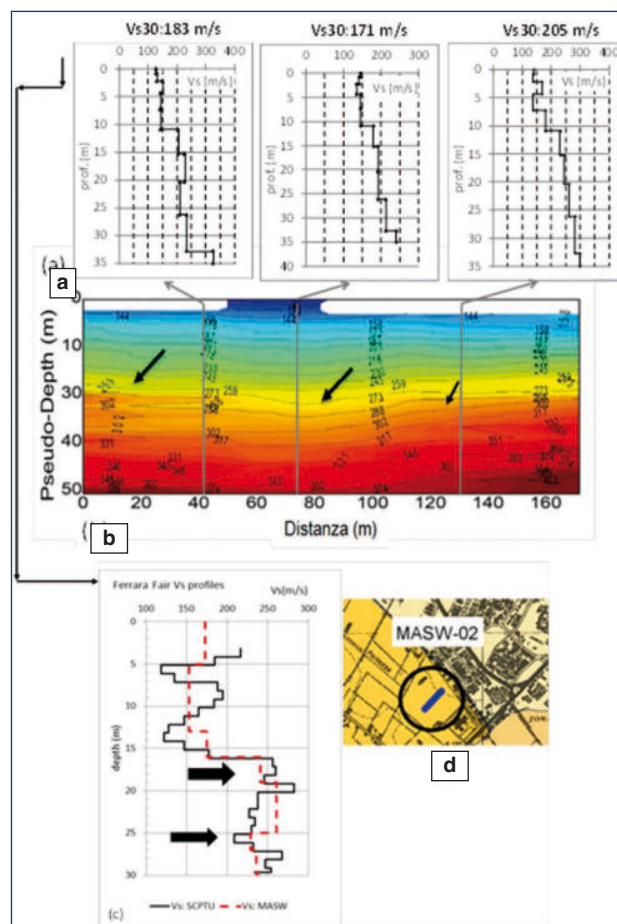


Figura 12. (a) modelli di velocità delle onde S ottenuti dall'inversione delle singole curve di dispersione e posizionati alla progressiva corrispondente al centro del singolo stendimento, relativi alle basi di acquisizione iniziale, tra le progressive 40.5, 82.5 e 130.5m (b) pseudo-sezione 2D della velocità delle onde di Rayleigh, (c) confronto profili Vs ottenuti da prova sismica MASW (linea tratteggiata di colore rosso) e da prova SCPTu, (d) ubicazione profilo MASW-02. Freccie: sismo-strati caratterizzati da bassi valori di Vs (inversione di velocità).

Queste inversioni di velocità sono riscontrate da analogo risultato di una prova SCPTu eseguita nelle immediate vicinanze, riportato in linea continua nella stessa Figura 12c. Il modello di questa base di acquisizione è riportato, in forma di colonna stratigrafica, in Figura 12a, insieme con quelli delle altre due basi di acquisizione selezionate. Sopra ciascun modello è riportato il rispettivo valore della V_{S30} . Si noti che la base posta a circa metà del profilo fornisce una V_{S30} al di sotto di 180 m/s, valore che, lo ripetiamo, costituisce il limite tra i terreni di categorie sismiche C e D. Dunque, in poche decine di m si succedono terreni di categorie sia C che D. Nella pseudo-sezione di V_R (figura 12b) le inversioni di velocità non vengono viste, in considerazione del fatto che tale inversione non è necessariamente evidente in termini di V_R .

4. CONCLUSIONI

Il lavoro presentato in questa nota ci sembra fornire dunque un concreto contributo per una corretta ed approfondita microzonazione sismica anche in centri abitati, in quanto consente l'individuazione di variazioni laterali, oltre che verticali di V_S , a livello di singolo edificio. Le possibilità offerte dall'impiego della modalità *land-streamer* di poter acquisire dati MASW in aree urbane, permettono di ridurre il tempo di occupazione, minimizzando il disagio per la cittadinanza, e di ricavare informazioni sulle caratteristiche dinami-

che del sottosuolo in maniera del tutto non-invasiva e rapida. Probabilmente una delle limitazioni d'uso del *land-streamer* è la necessità di avere dei tratti rettilinei liberi lunghi almeno 80 m, necessari a mantenere una profondità d'indagine consistente con una adeguata valutazione della V_{S30} . Tuttavia, la possibilità di poter ottenere una pseudo-sezione 2D di V_R , direttamente in situ, consente sia di pianificare ulteriori indagini sismiche e/o di localizzare al meglio i punti di indagini dirette, che di interpolare spazialmente le informazioni già disponibili sul sottosuolo. Infine, la metodologia di lavoro qui presentata si presta bene per indagini in aree urbane anche pavimentate e la sua velocità d'esecuzione assieme alla totale non-invasività, alla loro possibile ripetizione nel tempo, a scopo di monitoraggio delle caratteristiche meccaniche del sottosuolo.

5. RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è stato cofinanziato dal MIUR, nell'ambito dei progetti SMART Cities and communities, CLARA n. SCN00451: *Cloud platform and smart underground imaging for natural Risk Assessment*, dalle Amministrazioni della Provincia di Ferrara e Comunali di Ferrara, Bondeno, Argenta e Comacchio delle quali si vuole ringraziare il personale del servizio di protezione civile. Infine, un particolare ringraziamento ai laureandi del Dipartimento di Fisica e Scienze della terra, Università di Ferrara, che hanno collaborato nella fase di acquisizione dati.

BIBLIOGRAFIA

- ABU ZEID N., BIGNARDI S., SANTARATO G., (2019). Metodi sismici speditivi per la diagnostica non-invasiva delle caratteristiche dinamiche del sottosuolo nei centri urbani utilizzando onde di Rayleigh: il caso della città di Ferrara. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* Vol. 60 (Suppl. 2):s61-s67.
- AKI K. (1957). Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors. *Bull. Earthquake Res. Inst.* 35, 415-457.
- BIGNARDI S., SANTARATO G., ABU ZEID N. (2014). Thickness Variations in Layered Subsurface Models - Effects on Simulated MASW. Extended abstract WS6-P04, 76th EAGE Conference & Exhibition 2014 Amsterdam RAI, The Netherlands, 16-19 June 2014, DOI: 10.3997/2214-4609.20140540.
- BIGNARDI S., ABU ZEID N., SANTARATO G. (2016). Direct Interpretation of Phase Lags (DIPL) of MASW data. An example for evaluation of (Jet grouting) for soil stiffening enhancement against soil liquefaction. Society of Exploration Geophysicists, International Exposition and 85th Annual Meeting, New Orleans (USA), 18-23/10-2015, 2218-2223 (6 pages), <http://dx.doi.org/10.1190/segam2015-5925998.1>.
- GABRIELS P., SNIEDER R., NOLET G. (1987). In situ measurements of shear-wave velocity in sediments with higher-mode Rayleigh waves, *Geophys. Prospect.*, vol. 35, pp. 187-196.
- LING, S., OKADA H. (1993). An extended use of the spatial autocorrelation method for the estimation of structure using microtremors, in Proc. of the 89th SEGJ Conference, Nagoya, Japan, 12-14 October 1993, Society of Exploration Geophysicists of Japan, 44-48 (in Japanese).
- LOUIE. N. (2001). Faster, Better: Shear-Wave Velocity to 100 Meters Depth from Refraction Microtremor Arrays. *Bulletin of the Seismological Society of America* 91 (2): 347-364.
- PARK C.B., MILLER R.D., XIA J. (1999). Multichannel analysis of surface waves (MASW). *Geophysics*, 64:800-808.
- Progetto CLARA (2019). *Cloud platform and smart Underground imaging for natural Risk Assessment*. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, Vol. 60, Suppl. 2, pp. s1-s260 (Eds. F. Castelli and R. Caputo).
- McMECHAN G.A., AND YEDLIN M.J. (1981). Analysis of dispersive waves by wave field Transformation. *Geophysics*, 46:869-874.
- STEFANI, M., MINARELLI L., PAVANATI A., (2019). Il Quaternario superiore nel sottosuolo di Ferrara: penetrofacies ed architettura deposizionale. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* Vol. 60 (Suppl. 2):s81-s88.
- SHTIVELMAN V., (2002). Surface wave sections as a tool for imaging subsurface inhomogeneities. *European Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, 7, 121-138.
- STOKOE K.K.H., SANTAMARINA J.C., (2000). Seismic-wave based testing in geotechnical engineering. *Geotech. Eng.* 2000, 1490-1536.

IL RUOLO DELLA PROSPEZIONE GEORADAR NEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEL MURO DEL 3° PIAZZALE DELLA FORTEZZA DI SAN LEO (RN)

A.E. BRACCI¹, C. LUCENTE², G. MAINARDI³,
D. PERACCINI⁴, S. SAMMARINI⁵

¹ *Fisico, libero professionista*

² *Geologo, funzionario del Servizio Area Romagna – Rimini Agenzia regionale per la sicurezza del territorio e la protezione civile*

³ *Ingegnere, libero professionista*

⁴ *Geologo, libero professionista*

⁵ *Ingegnere, funzionario del Servizio Area Romagna – Rimini Agenzia regionale per la sicurezza del territorio e la protezione civile*

1. INTRODUZIONE

La monumentale fortezza di San Leo è situata sulla sommità di una placca rocciosa rigida, a forma rettangolare, “galleggiante” su un mare di argille. Per questa sua particolare conformazione geomorfologica, la rupe è stata da secoli oggetto di continui crolli che ne hanno ridotto le dimensioni come testimoniato in diversi documenti storici.

Naturalmente, i vari dissesti che si sono succeduti nel tempo hanno messo a dura prova la presenza dell’uomo. La stessa fortezza ha subito nei secoli importanti ferite; citando solo gli eventi più recenti tra il 1930 e il 1962 la fortezza ha perso pezzi importanti della sua originaria struttura in corrispondenza dello spigolo sud-est della rupe. Ancora più recentemente si sono manifestati due importanti crolli sul versante nord della rupe: un primo episodio nel 2006 che ha coinvolto circa 50.000 m³ di roccia e un secondo evento nel 2014 con il crollo di circa 330.000 m³.

Dopo il passaggio di San Leo dalla Regione Marche alla Regione Emilia-Romagna, assieme agli altri sei comuni dell’Alta Valmarecchia, e la presa in carico dell’ex Servizio tecnico di bacino Romagna (oggi Servizio Area Romagna dell’Agenzia regionale per la sicurezza del territorio e la protezione civile), sono state avviate le prime verifiche sulla fortezza e sulla rupe in generale per individuare le criticità più urgenti in termini di vulnerabilità e rischio idrogeologico e questo già prima del noto crollo del febbraio del 2014.

Tra le varie criticità è risultato il muro di contenimento del 3° piazzale della fortezza che si affaccia sul versante est della rupe e la porzione di parete rocciosa sottostante su cui è fondato il muro stesso. È stato pertanto stanziato un finanziamento dalla Regione Emilia-Romagna finalizzato al consolidamento del muro e della parete e, prima dell’intervento, è stata avviata una campagna geognostica consistita nell’esecuzione di indagini dirette mediante sondaggi a carotaggio continuo e di indagini geofisiche con tomografia geoelettrica e prospezione georadar. Obiettivo di questa pubblicazione è quello di illustrare i risultati delle indagini con particolare riguardo verso la prospezione georadar. Tale metodologia investigativa si è rivelata altamente strategica nella progettazione dell’intervento di consolidamento del muro di contenimento della fortezza e nell’esecuzione dei lavori.

2. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DELLA RUPE

L’abitato di San Leo e la storica fortezza sorgono su una rupe situata nella valle del fiume Marec-



Figura 1.
Localizzazione dell'area di indagine all'interno del territorio provinciale di Rimini lungo la valle del fiume Marecchia. Vista aerea della rupe di San Leo con in evidenza la parete est, oggetto dell'intervento di mitigazione del rischio idrogeologico.

chia, all'estremità meridionale della Regione Emilia-Romagna (Figura 1).

La Rupe di San Leo costituisce un minuscolo lembo di successione epiligure della Coltre della Val Marecchia che si è depositata nel corso del Miocene sulle unità geologiche più antiche, le unità liguri della Coltre stessa, durante la sua migrazione da ovest verso est (unità alloctone) sormontando la Successione Umbro-marchigiana-romagnola in posizione autoctona (Ruggeri, 1958; Ricci Lucchi & Ori, 1985; De Feyter, 1991; Conti, 1994; Roveri et al., 1999; Lucente et al., 2002).

La placca rocciosa di San Leo, che si eleva ad una quota di 590 m s.l.m., assume una forma rettangolare lunga 600 m, in direzione ovest-est e larga 500 metri, in direzione nord-sud (Figura 2). Le pareti rocciose ai margini della rupe si presentano subverticali e in alcuni casi aggettanti, con altezze che raggiungono i 100 metri, mentre le aree circostanti caratterizzate da terreni argillosi profondamente incise da piccoli corsi d'acqua: il fosso Campone e il fosso Seripa, che confluiscono nel torrente Rio Maggio, affluente di destra del fiume Marecchia.

La geologia locale è condizionata dalla presenza della rupe rocciosa, costituita dalla F.ne di San Marino, prevalentemente calcarea, e dalla F.ne di Monte Fumaiolo, prevalentemente arenacea (rispettivamente SMN e MFU in Figura 3). Tali for-

mazioni sono parte della successione epiligure. La F.ne di San Marino affiora nella porzione nord-orientale della placca caratterizzando la parete est e nord della rupe. La F.ne di Monte Fumaiolo occupa, invece, la porzione sud-occidentale della placca, caratterizzando per gran parte la parete ovest e sud della rupe. Il substrato argilloso su cui poggia la rupe appartiene invece alle Argille Varicolori (Figura 3) formazione basale delle unità Liguri in Alta Val Marecchia, intensamente deformata e caotica e dalla tipica struttura "scagliosa". Nelle pareti rocciose perfettamente esposte si apprezza la complessità geologica della rupe dove le



Figura 2.
La placca rocciosa quadrangolare di San Leo vista da satellite (Google Earth) "galleggiante" sui terreni argillosi circostanti. Nello spigolo nord-est sono visibili i segni del crollo del 2014.

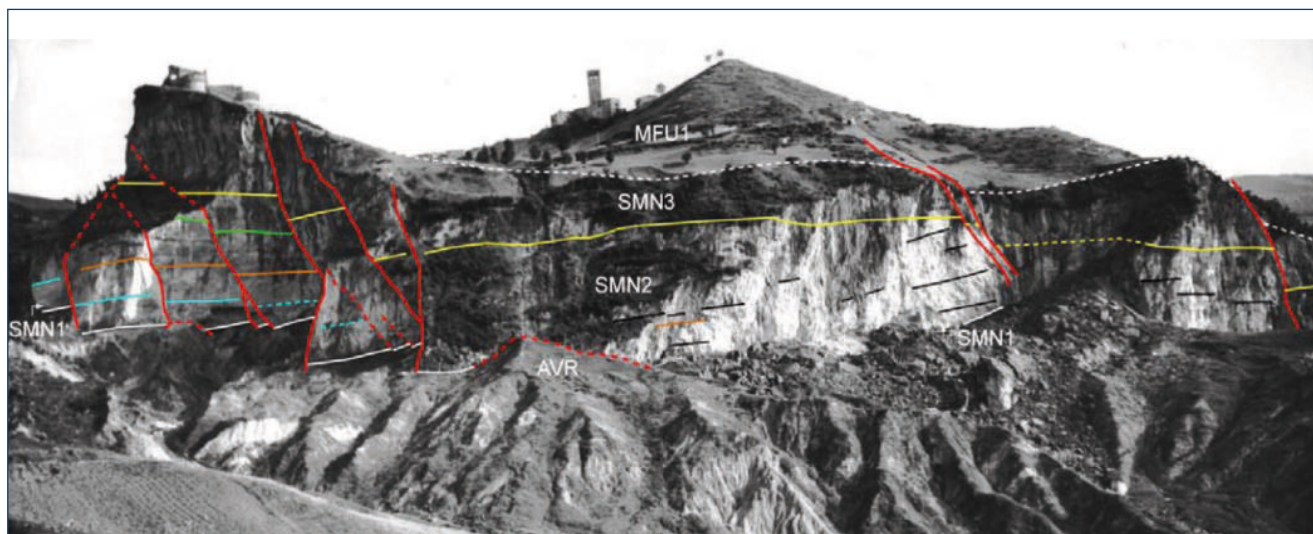


Figura 3.

Panoramica della Rupe di San Leo da NNW (foto Belli 1920-1930). La foto, precedente ai crolli del 2006 e del 2014, mostra l'intera successione epiligure affiorante a San Leo rappresentata dai tre membri della F.ne di San Marino (SMN1, SMN2 e SMN3) e da un solo membro della F.ne del Monte Fumaiolo (MFU1)). Nella fascia calanchiva sottostante la rupe affiorano le Argille Varicolori (da Landuzzi et al., 2018). La suddivisione in membri fa riferimento alla stratigrafia riportata nella cartografia geologica regionale - progetto C.A.R.G.

unità litostratigrafiche affioranti (membri della F.ne di San Marino e della F.ne del Monte Fumaiolo) sono caratterizzate da geometrie lenticolari e contatti stratigrafici discontinui e discordanti. Tale complessità è determinata dalla presenza di strutture tettoniche (faglie) sin e post-sedimentarie (Landuzzi et al., 2018) che dislocano l'ammasso roccioso caratterizzato, fra l'altro, da diversi sistemi di discontinuità strutturale (Lucente, 2015; Borgatti & Lucente, 2018).

A causa del contesto geologico e geomorfologico in cui si colloca, la Rupe di San Leo presenta una marcata predisposizione al dissesto idrogeologico. Su tutto il perimetro della rupe sono presenti segni di testimonianze di frane che vanno dal semplice distacco di piccole porzioni di roccia al crollo di imponenti masse rocciose. Il contrasto di rigidità tra la placca rocciosa calcarea e calcarenitica e il substrato argilloso porta a un complesso stato di sforzo nella rupe e ad una progressiva apertura di quelle fratture disposte all'incirca parallelamente alle pareti ai margini della placca. Scivolamenti e colate nel substrato argilloso e nei depositi che lo ricoprono, determinati dall'azione erosiva dei fossi Campone e Seripa su materiali disgregati e alterati, producono ampie cavità al contatto tra la placca rocciosa e le argilliti. Viene così a mancare una base

di appoggio a porzioni importanti dell'ammasso roccioso con conseguenti crolli per scalzamento al piede. Ciò è quanto avvenuto con il recente crollo del 2014 lungo il versante nord della rupe di San Leo che ha coinvolto un volume di roccia pari a 330.000 m³ e ha generato un arretramento del ciglio della parete di circa 30 metri (Figura 4; Lucente, 2015).



Figura 4.

Panoramica della frana del 2014 che ha coinvolto lo spigolo nord-est della Rupe di San Leo (foto di C.C. Lucente, foto di copertina Dissesto Idrogeologico in Italia: pericolosità ed indicatori di rischio, Edizione 2018, ISPRA, Rapporti 287/2018).

3. IL DISSESTO DEL MURO DEL 3° PIAZZALE DELLA FORTEZZA E DELLA SOTTOSTANTE PARETE ROCCIOSA

Nelle prime ricognizioni eseguite sul muro del 3° piazzale della fortezza di San Leo che si affaccia direttamente sul versante est della rupe e la sottostante parete rocciosa, da cui si eleva il muro stesso, erano emersi chiari elementi di criticità per ragioni di sicurezza.

I rilievi eseguiti sull'opera muraria di contenimento del piazzale superiore del forte avevano evidenziato uno stato di degrado per la completa alterazione della malta cementizia che predisponneva i conci lapidei del paramento esterno a cedimenti e crolli (Figure 5 e 6). Erano state individuate diverse zone del fronte murario soggette a crolli, dove le zone ammalorate erano

state indicate con la sigla M. Complessivamente si contavano 11 punti (nicchie) soggetti a crollo. Nel caso delle lesioni M9 e M10 è stata interessata la roccia di fondazione dell'opera muraria determinando lo scalzamento basale del muro. Le lesioni relative al punto M10 erano apparse piuttosto gravi anche in relazione alla disposizione a franapoggio delle discontinuità (fratture) che ha determinata una conformazione morfologica a "sbalzo" delle strutture murarie soprastanti. Al contatto tra l'ammasso roccioso e l'opera muraria sono stati rilevati aloni di umidità e talora modesti stillicidi (vedi aree M3, M6 e M7). Comunque, a parte le zone di ammaloramento individuate, non erano state rilevate evidenti segni di "spanciamento" della struttura muraria.

Accanto ad una dettagliata analisi delle condizioni del muro, anche la parete rocciosa sottostante il muro della fortezza è stata sottoposta ad accurate valutazioni (Figura 5). Sulla scorta di un'approfondita analisi geo-strutturale dell'ammasso roccioso erano state individuate 7 porzioni discrete della parete rocciosa valutate come suscettibili di crolli e che direttamente o indirettamente potevano interferire con la stabilità dell'opera muraria di contenimento del 3° piazzale della fortezza. La geometria di tali volumi è governata dall'andamento dei principali sistemi di frattura individuati dall'indagine geo-strutturale. In generale, il sistema parietale K1 isola a tergo i cunei rocciosi, mentre il sistema K2 generalmente delimita i blocchi rocciosi ai lati (preferibilmente sul lato sud); infine, il sistema K3 delimita al tetto e alla base i blocchi rocciosi, promovendo la marcata disarticolazione della roccia.

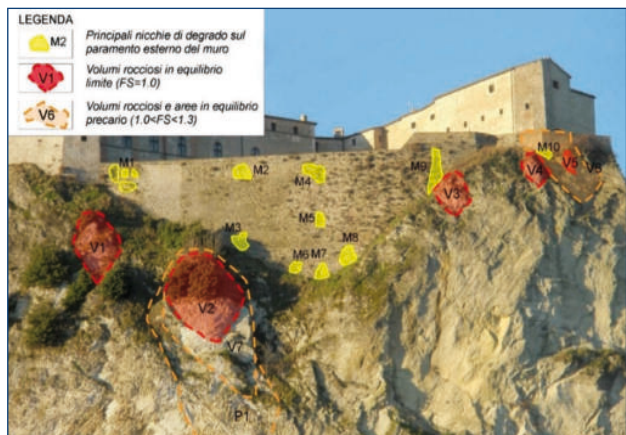


Figura 5. Le criticità individuate nel paramento del muro del 3° piazzale della fortezza (sigla M) e nella sottostante parete rocciosa (sigla V). Da rilievo in parete del geologo rocciatore M. Di Giusto (2010).



Figura 6. Danni al paramento del muro del 3° piazzale della fortezza.

4. LAVORI DI CONSOLIDAMENTO E INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per evitare la progressione del dissesto con conseguente pericolo di stabilità globale dell'opera di contenimento del piazzale superiore della fortezza, si è provveduto alla redazione di specifico progetto per il consolidamento del muro di contenimento e di alcune porzioni della parete a rischio di crollo.

Per l'esecuzione dell'intervento si è ricorso all'ausilio di un ponteggio sospeso (Figura 7). Per il consolidamento del muro di contenimento e la messa in sicurezza del piazzale soprastante, oltre a lavori di sistemazione del paramento murario (pulizia, scarnitura, stuccatura e ripresa in breccia della muratura) e alla posa di dreni suborizzontali alla base del muro per la raccolta e l'allontanamento dell'acqua, sono stati messi in opera complessivamente n. 40 tiranti di stabilizzazione attivi (a 5 trefoli) e passivi (barre in acciaio, Figura 7c) ancorati alla roccia retrostante e la cui testata è stata realizzata a scomparsa con ripristino della tessitura muraria esistente. L'intervento di mitigazione del rischio è stato completato con il consolidamento di alcune porzioni di parete

rocciosa partendo dalle indicazioni fornite dallo studio geo-strutturale. Per il rafforzamento corticale della parete sono stati impiegati pannelli di rete in funi di acciaio e ancoraggi profondi in acciaio, al fine di prevenire e limitare il distacco e il cedimento di elementi lapidei alterati e in precarie condizioni di stabilità. Dovendo rinforzare il muro mediante tiranti ed ancoraggi ed essendo nota l'esistenza di alcune cisterne dietro il paramento murario e al di sotto del piazzale superiore della fortezza, è stato avviato uno specifico rilievo di dettaglio dei vani ipogei ricorrendo ad un'accurata indagine geofisica (georadar e misure geoelettriche con elaborazione tomografica) per: 1. evitare di intercettare i suddetti manufatti nel corso delle perforazioni e, ovviamente, 2. verificare lo stato della roccia

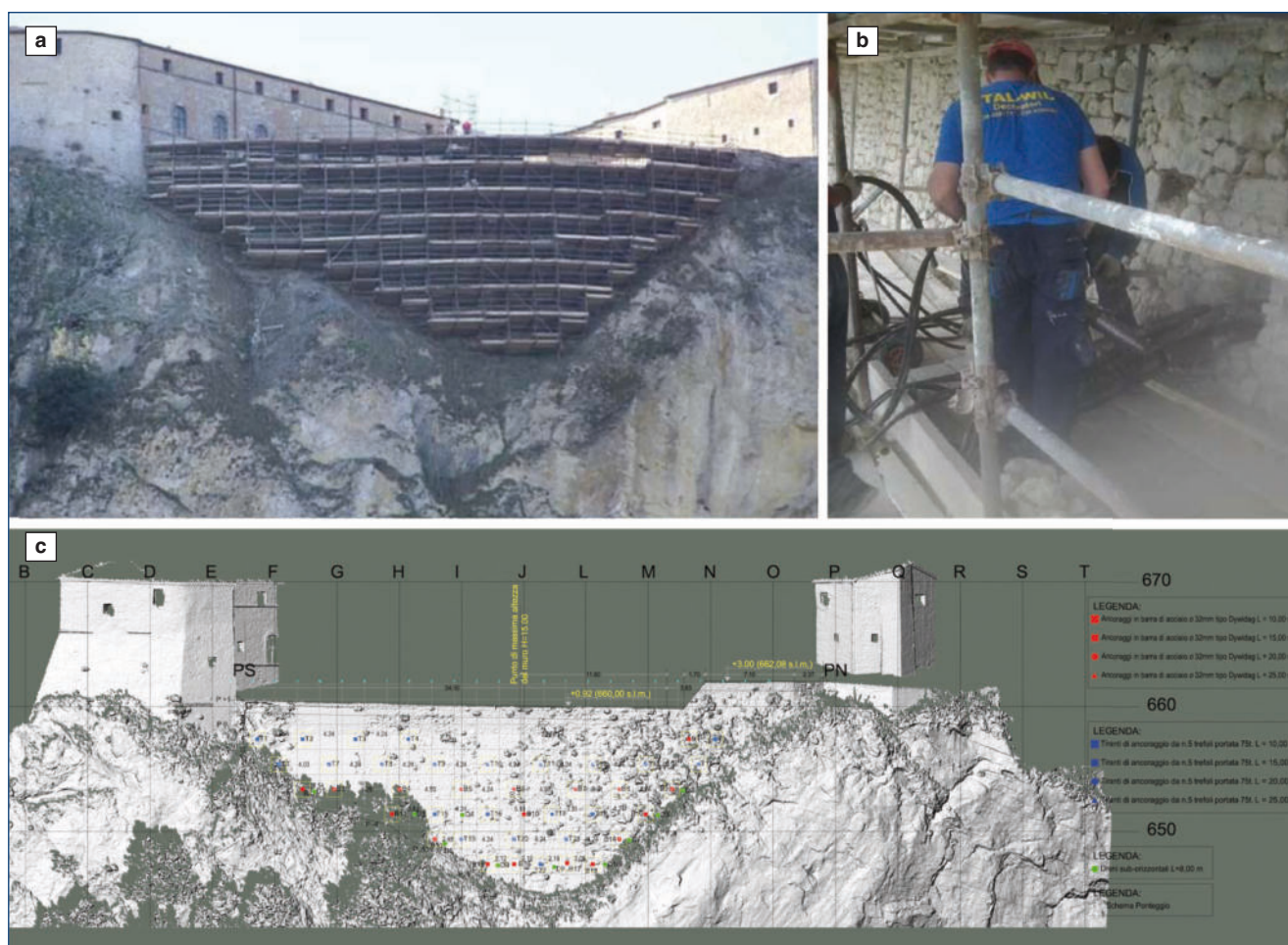


Figura 7.

a) Panoramica del ponteggio sospeso realizzato per l'esecuzione dell'intervento di consolidamento del muro del 3° piazzale; b) operazioni di posa di tiranti attivo; c) schema posizione dei tiranti attivi e passivi (ancoraggi) realizzati per il consolidamento del muro.

per l'ancoraggio dei tiranti. Accanto alla prospezione geofisica con georadar sono stati eseguiti n. 3 sondaggi a carotaggio continuo per verificare la presenza e la profondità del substrato roccioso integro in cui ancorare i tiranti. Gli stessi sondaggi sono serviti come elemento di taratura del rilievo georadar.

5. PROSPEZIONE GEORADAR

5.1 Metodologia

Il metodo, introdotto in Italia nel 1983 da uno degli autori (Antonio E. Bracci), è basato sul principio della propagazione di impulsi elettromagnetici nei materiali e sulla loro riflessione in corrispondenza delle superfici di discontinuità dovute a variazioni di permittività dielettrica che generalmente, in questo contesto, è rappresentata dalla costante dielettrica dei materiali investigati.

Il principio di funzionamento delle strumentazioni georadar utilizzate (SIR-3000 e SIR-2 prodotte dalla GSSI, USA) può essere sinteticamente descritto nel modo seguente (Figura 8): l'acquisizione dei dati avviene facendo scorrere un'antenna ricetrasmittente sulla superficie del terreno da investigare; nell'unità centrale sono generati dei segnali ad intervalli regolari che servono a sollecitare i circuiti elettronici dell'antenna trasmittente; da questa sono irradiati degli impulsi elettromagnetici che, propagandosi at-

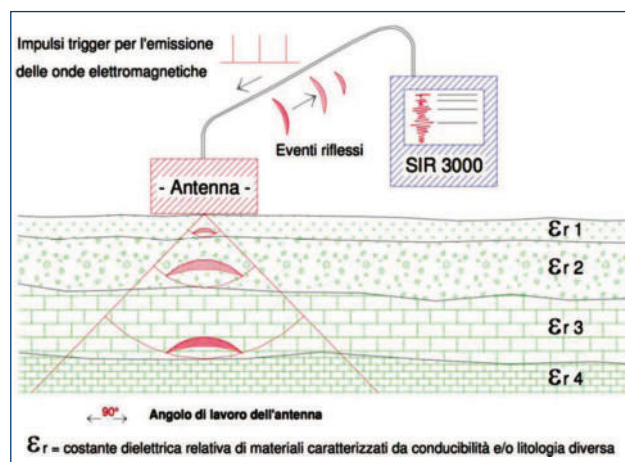


Figura 8.
Principio di funzionamento del metodo georadar.

traverso i materiali, vengono riflessi in corrispondenza delle interfacce di entità dielettriche diverse. Gli eventi riflessi sono captati dall'elemento ricevente e inviati nell'unità centrale.

Lo strumento consente di visualizzare su display il radargramma registrato in tempo reale e simultaneamente memorizza i dati su disco rigido per la successiva elaborazione al computer con opportuno software. Lo scopo fondamentale del trattamento digitale dei dati al computer è quello di migliorarne l'aspetto tramite operazioni di filtraggio, normalizzazione, amplificazione, ecc. al fine di semplificare la lettura e quindi l'interpretazione delle eventuali anomalie.

Sull'asse orizzontale dei radargrammi sono visualizzate le progressive metriche della linea registrata mentre su quello verticale si trovano i tempi di percorso in andata e ritorno dei tragitti riflessi (Figura 9).

La risoluzione orizzontale dei segnali è inversamente proporzionale alla velocità di spostamento dell'antenna e la risoluzione verticale è direttamente proporzionale alla frequenza centrale degli impulsi emessi.

L'intensità degli eventi riflessi è tanto più forte quanto il contrasto fra le variazioni dielettriche è maggiore.

La profondità d'indagine non può essere stabilita a priori ma dipende dall'assorbimento dell'energia elettromagnetica da parte dei materiali in cui essa si propaga e quindi dalla natura dei mezzi attraversati, dallo stato fisico degli elementi che li compongono e da fattori ambientali e/o locali quali la temperatura, l'umidità, la presenza di cavità, ecc.

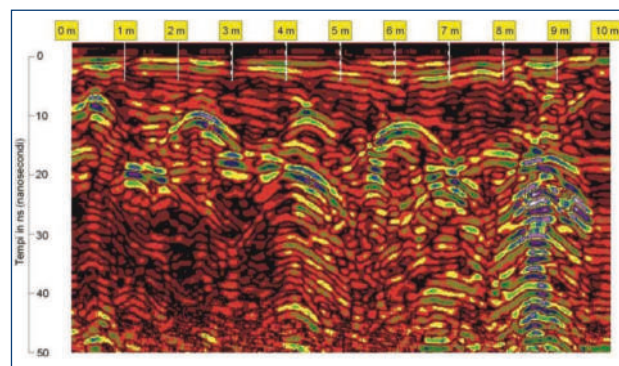


Figura 9.
Esempio di radargramma.

Inoltre, l'obiettivo della prospezione e la profondità di penetrazione sono vincolati alla lunghezza d'onda degli impulsi: se una struttura sepolta ha dimensioni molto piccole, essa viene rilevata soltanto con segnali di brevissima durata la cui elevata attenuazione a livello energetico ne limita però la penetrazione.

In sintesi, antenne con frequenze alte consentono una buona risoluzione fino a modeste profondità mentre antenne con frequenze basse offrono un dettaglio relativamente inferiore, ma permettono una maggior estensione di misura dal piano campagna.

Le antenne maggiormente utilizzate per indagini georadar sono elencate in Tabella 1.

La ricostruzione della sezione radarstratigrafica (conversione tempi-profondità) viene effettuata applicando ai tempi di riflessione i valori delle velocità di propagazione relativi alle costanti dielettriche, dei materiali investigati, con l'eventuale supporto di tarature dirette.

La velocità media di propagazione delle onde elettromagnetiche è legata alla costante dielettrica dalla seguente relazione:

$$v_m = C / \sqrt{\epsilon_r}$$

dove $C = 0.300$ m/nsec (velocità della luce nel vuoto) ed ϵ_r è la costante dielettrica relativa del materiale normalizzata a quella dell'aria.

Frequenza delle Antenne (MHz)	Penetrazione in un suolo medio (V = 0,09 m/ns)	Risoluzione Verticale (metri)	Campi d'impiego
1500	30 cm	0,01	Rilievi su strutture in cls, murature, manti stradali
900	1 metro	0,05	Come sopra
400-500	3 metri	0,1	Ricerca archeologica e di sottoservizi, indagini su strade e rivestimenti di gallerie
200-300	5 metri	0,2	Ricerca archeologica e di cavità su terreni e manufatti
100	8 metri	0,5	Ricerca archeologica, di grossi bersagli profondi e di cavità, indagini stratigrafiche

Tabella 1.
Caratteristiche Antenne GPR.

La presenza di acqua o umidità nei materiali in esame comporta un aumento della costante dielettrica relativa (vedi incremento della conduttività) e quindi una diminuzione della velocità degli impulsi elettromagnetici.

La conoscenza della costante dielettrica relativa è utile per determinare il tipo di materiale investigato e del suo grado di saturazione (vedi tabella alla pagina seguente).

Si fa presente che i radargrammi rendono evidenti i livelli riflettenti ed eventuali anomalie elettromagnetiche, dandone indicazioni quantitative e non qualitative.

La definizione di tali anomalie viene fornita nella fase d'interpretazione dei dati, in base alla tipologia (es. forma dell'oggetto che ha provocato la riflessione) e alla continuità planimetrica di echi identici o assimilabili.

MATERIALE	σ mho/m	ϵ_r
Aria	da 10^{-4} a $3 \cdot 10^{-2}$	1
Acqua dolce	da 10^{-4} a $3 \cdot 10^{-2}$	81
Acqua marina	4	81
Ghiaccio di acqua dolce	10^{-3}	4
Granito (asciutto)	10^{-8}	5
Calcere (asciutto)	10^{-9}	7
Argilla (satura)	da 10^{-1} a 1	da 8 a 12
Neve farinosa	da 10^{-6} a 10^{-5}	1.4
Sabbia (asciutta)	da 10^{-6} a 10^{-3}	da 4 a 6
Sabbia (satura)	da 10^{-4} a 10^{-2}	30
Silt (saturo)	da 10^{-3} a 10^{-2}	10
Ghiaccio di acqua marina	da 10^{-2} a 10^{-1}	da 4 a 8
Basalto (bagnato)	10^{-2}	8
Granito (bagnato)	10^{-3}	7
Argiloscisto (bagnato)	10^{-1}	7
Arenaria (bagnata)	$4 \cdot 10^{-2}$	6
Calcere (bagnato)	$2.5 \cdot 10^{-2}$	8
Suolo sabbioso (asciutto)	$1.4 \cdot 10^{-4}$	2.6
Suolo sabbioso (bagnato)	$6.9 \cdot 10^{-3}$	25
Suolo siltoso (asciutto)	$1.1 \cdot 10^{-4}$	2.5
Suolo siltoso (bagnato)	$2.1 \cdot 10^{-2}$	19
Suolo argilloso (asciutto)	$2.7 \cdot 10^{-4}$	2.4
Suolo argilloso (bagnato)	$5 \cdot 10^{-2}$	15

Tabella 2.
Materiali, resistività e costante dielettrica.

5.2 Modalità esecutive della prospezione georadar

La prospezione è stata articolata come segue:

1. Acquisizione dati con parametri definiti nel corso di prove preliminari in sito, utilizzando apparecchiature georadar GSSI SIR-3000 e SIR-2 munite di antenne monostatiche con frequenza centrale degli impulsi elettromagnetici da 500, 270 e 100 MHz (Figura 10).

Le linee georadar sono state acquisite due volte nei due versi di percorrenza in andata e ritorno per registrare al meglio gli eventi riflessi compresi nell'angolo dei 90° di azione delle antenne.

Le progressive di avanzamento sono state ri-

portate sui radargrammi tramite dispositivo manuale ogni due metri di percorso. Lo spostamento delle antenne è stato effettuato manualmente.

Le linee georadar sono state numerate da 1 a 58, corrispondenti ai numeri di *files* d'identificazione incisi sul disco rigido dell'apparecchiatura. N. 26 linee (402 m di rilievo) sono state registrate con l'antenna avente frequenza di 500 MHz, n. 12 linee (254 m) con l'antenna da 100 MHz e n. 20 linee (280 m) con l'antenna da 270 MHz per complessivi 864 m lineari di rilievo georadar.

L'ubicazione delle linee registrate è stata rilevata con GPS differenziale collegata alla rete Italpos.



Figura 10.

Foto acquisizione dati. a) Apparecchiatura Georadar SIR-2 con Antenne da 270 MHz e 100 MHz, b) Acquisizione dati con antenna da 270 MHz lungo una linea longitudinale al piazzale, c) Acquisizione dati con antenna da 500 MHz lungo una linea trasversale al piazzale, d) Rilievo topografico degli allineamenti geofisici con GPS differenziale collegato alla rete Italpos.

I radargrammi sono stati parzialmente trattati con software installato sull'apparecchiatura di registrazione e analizzati in tempo reale sul monitor dello strumento per un controllo di qualità speditivo. Successivamente i dati sono stati sottoposti al processing di routine descritto di seguito.

2. Elaborazione dei radargrammi tramite PC con software RADAN 7 mediante i seguenti passaggi:
 - *horizontal scaling* - normalizzazione delle distanze percorse con 100 scansioni/metro e 512 campionamenti per scansione;
 - *reverse file* - inversione del verso di registrazione durante il ritorno per rendere il radargramma confrontabile con quello registrato in andata;
 - *background removal* - attenuazione del rumore coerente;
 - *filtering* - filtraggio degli eventi di disturbo.
3. Analisi dei segnali georadar con individuazione e annotazione della tipologia degli eventi anomali.
4. Interpretazione dei risultati ottenuti e attribuzione delle tipologie dei segnali anomali

alle presunte cause che li possono aver generati e rappresentazione delle stesse con apposita simbologia.

5.3 Risultati e discussione

Il rilievo georadar ha permesso d'individuare lungo le linee registrate, diverse anomalie imputabili a differenti cause: vuoti locali, materiali di sottofondo rimaneggiati, solette armate e travetti di rinforzo, sottoservizi e cisterne in terrate. Le anomalie riscontrate ed interpretate sono riportate in dettaglio in Figura 11 con relativa legenda.

La presenza delle cisterne ha complicato notevolmente il rilievo perché non ha consentito di ottenere una continuità di propagazione degli impulsi radar. Per tali motivi, tenuto conto dell'importanza dello studio, è stata necessaria l'esecuzione di n.3 sondaggi a carotaggio continuo per tarare i dati ottenuti dall'indagine georadar.

Con l'antenna da 500 MHz, in diversi casi, è stata riscontrata la presenza di una maglia elettrosaldata di sezione ridotta che non ha alterato il buon esito del rilievo.

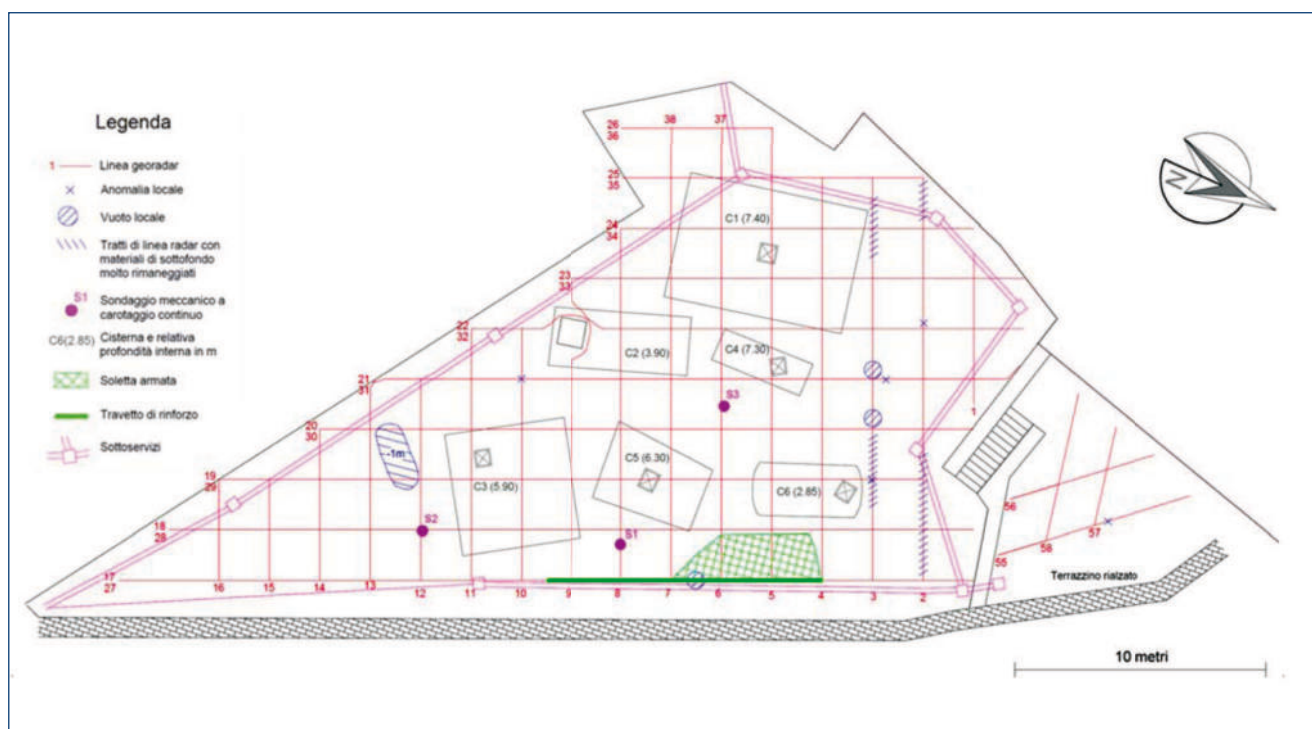


Figura 11.
Ubicazione delle linee e anomalie georadar con relativa legenda.

Questo trasduttore è servito per conseguire un rilievo molto dettagliato superficialmente ed in particolare per l'ubicazione delle cisterne, dei sottoservizi, delle anomalie locali e per rilevare il contatto tra materiale detritico di sottofondo del piazzale e la roccia sottostante fino a circa 2 metri di profondità da piano campagna. L'antenna con frequenza da 270 MHz ha permesso di estendere la penetrazione del rilievo fino a circa 4 m dal p.c. e l'antenna da 100 MHz ha consentito di raggiungere la profondità di circa 8 m

sempre dal p.c., trascurando però il dettaglio poiché la maggiore lunghezza d'onda rispetto alle frequenze più alte, comporta una risoluzione inferiore.

Alcuni radargrammi esemplificativi, con relativa interpretazione, sono riportati in Figura 12. In Figura 13 è rappresentata la ricostruzione delle isopache del contatto originario tra i materiali di riporto costituenti il sottofondo del piazzale e il tetto del substrato roccioso. La ricostruzione deve intendersi verosimile e ottenuta

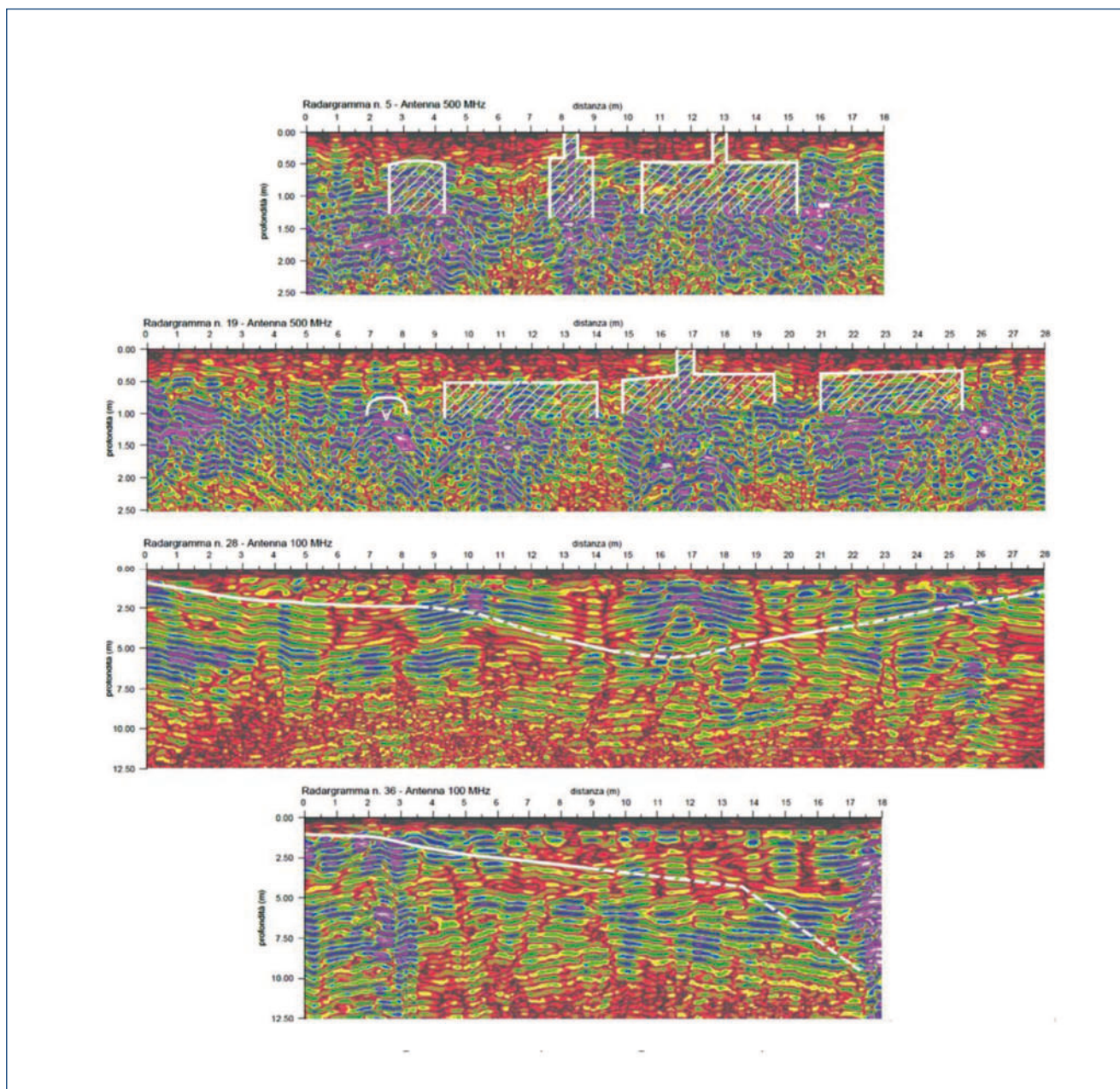


Figura 12.
Esempi di radargrammi interpretati.

estrapolando l'andamento del suddetto contatto laddove è stato individuato sui radargrammi, simulando l'assenza delle cisterne. Il valore della profondità fornita è soggetto ad una tolleranza di misura del +/- 15%, attribuibile alla varia-

zione della velocità degli impulsi georadar nei materiali eterogenei ed eterometrici di riporto molto rimaneggiati presenti nell'area di studio. In Figura 14 è riportata l'ubicazione delle sezioni radarstratigrafiche che vengono successivamente

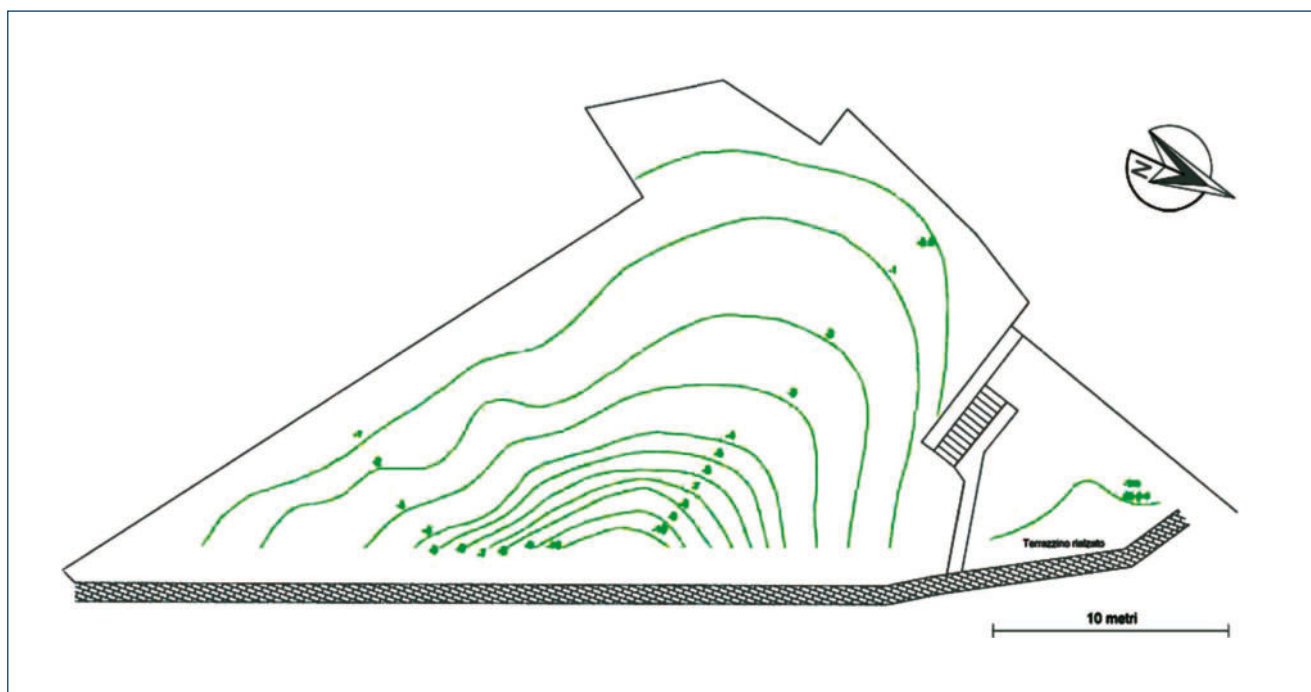


Figura 13.
Isopache del contatto originario tra i materiali di riporto e il tetto del substrato roccioso.

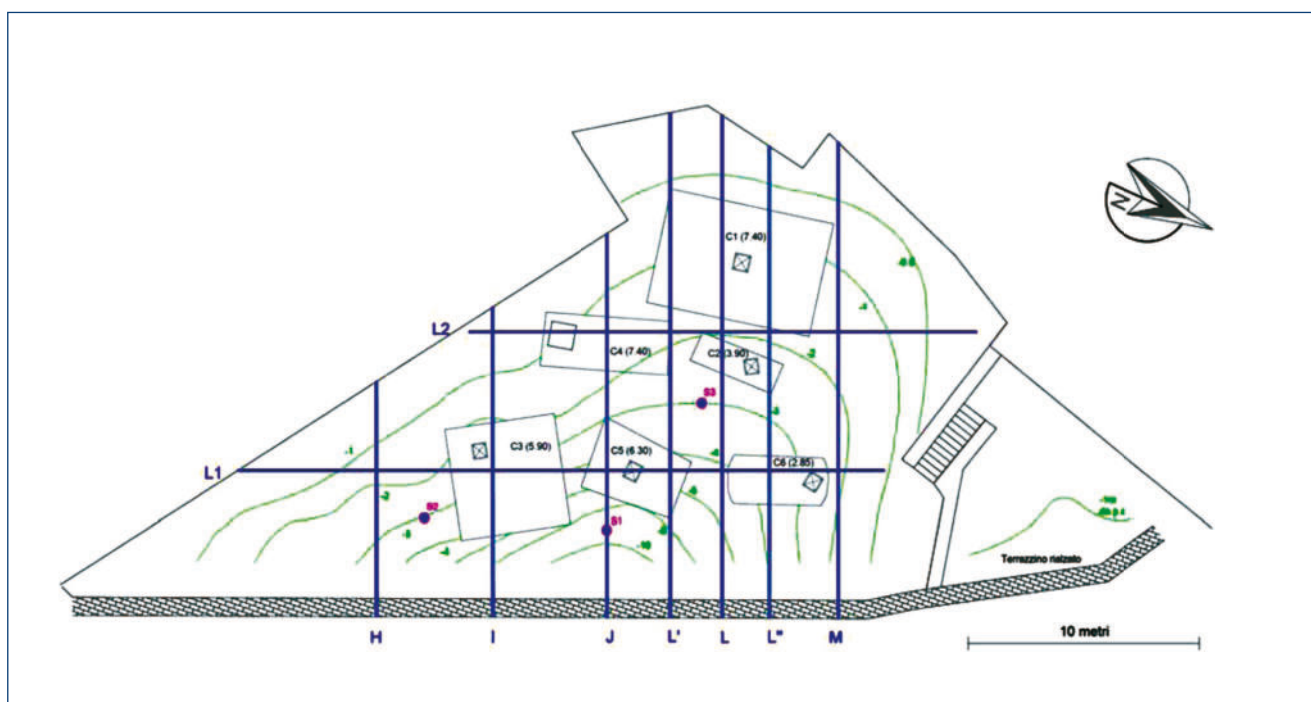


Figura 14.
Ubicazione sezioni radarstratigrafiche.

rappresentate tramite:

- n. 7 sezioni radarstratigrafiche trasversali al piazzale (Figura 15) denominate con le lettere H, I, J, L', L, L'' ed M

- n. 2 sezioni radarstratigrafiche longitudinali al piazzale (Figura 16) ottenute dai radargrammi delle linee 19-29 e 22-32 registrati con le antenne da 500 e 100 MHz.

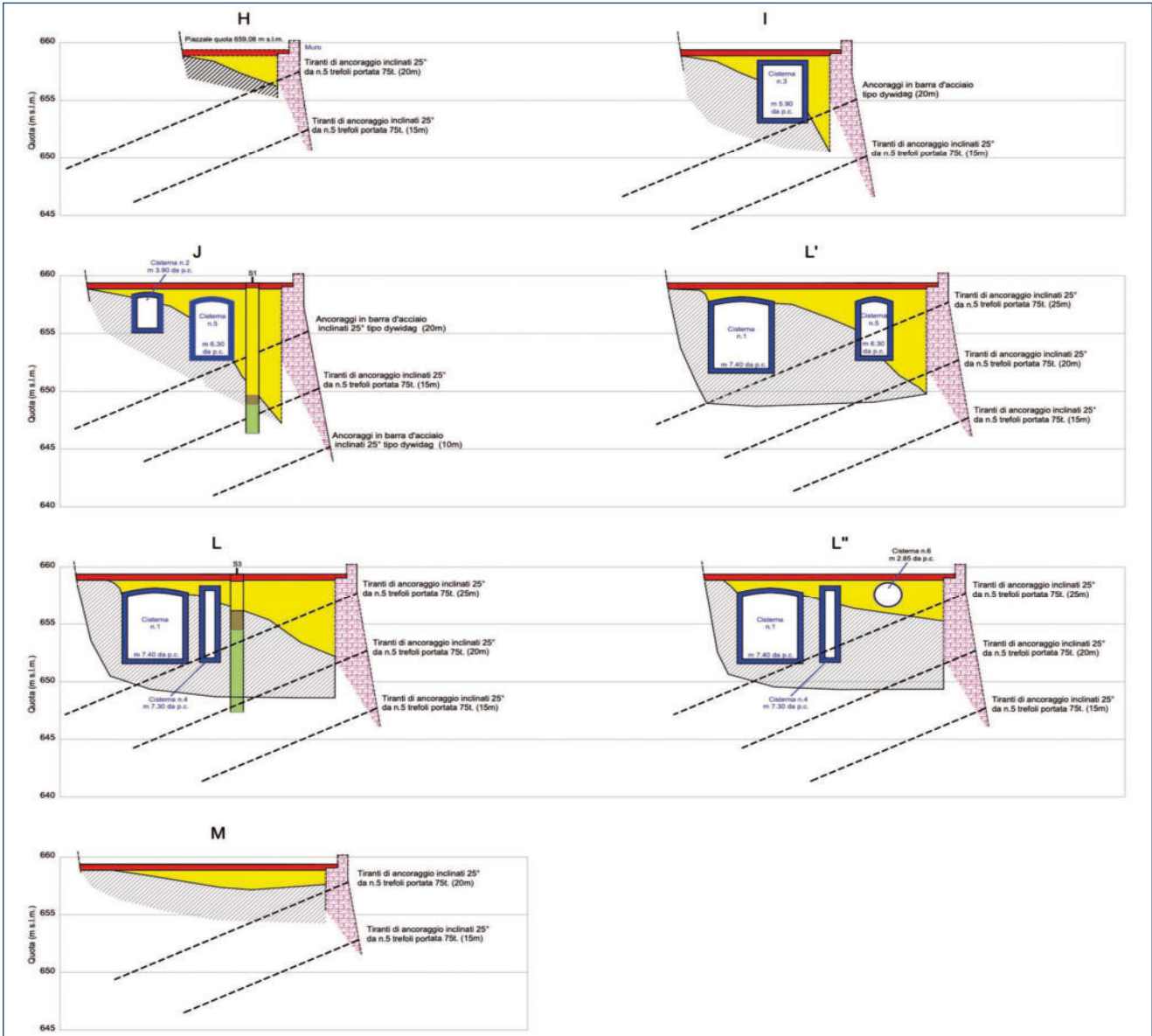


Figura 15.
Sezioni trasversali al piazzale.

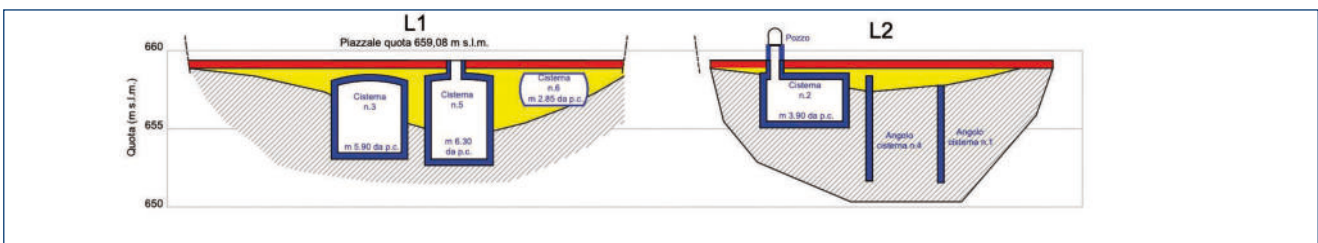


Figura 16.
Sezioni radarstratigrafiche longitudinali al piazzale.

Nelle sezioni sono riportati gli ingombri delle cisterne (le profondità interne sono state misurate con una cordella metrica dal p. c.) con pareti di spessore presunto di 40-50 cm e l'andamento del limite del substrato roccioso integro; nelle sezioni sono rappresentate anche le colonne stratigrafiche dei sondaggi meccanici eseguiti con sonda a rotazione a carotaggio continuo dopo un'elaborazione provvisoria dei radargrammi ed utilizzati per la taratura e la verifica dei dati georadar ed in particolare per la descrizione e lo spessore dei materiali attraversati.

Le informazioni derivate dalle sezioni sono risultati fondamentali per la progettazione dei tiranti avendo precise indicazioni sulla direzione, inclinazione e profondità di perforazione.

6. CONCLUSIONI

Nell'ambito della progettazione dell'intervento di consolidamento del muro di contenimento del 3° piazzale della fortezza è stata effettuata una campagna geognostica che ha previsto l'esecuzione di indagini geofisiche mediante prospezione georadar.

La metodologia georadar, considerate le forti li-

mitazioni logistiche nell'operare in tale contesto con indagini geognostiche tradizionali, si è rivelata altamente strategica in quanto assolutamente non invasiva, di breve durata e dal costo contenuto.

Mediante la lettura e l'interpretazione dei radargrammi acquisiti ed elaborati si sono ottenuti importanti informazioni sull'ubicazione di cisterne interrato e sull'assetto stratigrafico del sito in esame, avendo come elemento di taratura le risultanze di tre sondaggi a carotaggio continuo.

In particolare, oltre all'ubicazione delle cisterne, con il rilievo georadar si è cercato di ricostruire, nel limite possibile della profondità d'indagine raggiungibile, la successione dielettrostratigrafica dei materiali di riporto costituenti il sottofondo del piazzale fino al contatto col substrato roccioso; contatto disposto presumibilmente con una inclinazione variabile tra i 30° e 45° verso il muro di contenimento.

Grazie ai risultati ottenuti e alla successione stratigrafica ipotizzata nelle sezioni è stato possibile valutare l'ubicazione, la lunghezza, la direzione e l'inclinazione di posa dei tiranti previsti dal progetto per il consolidamento del muro.

BIBLIOGRAFIA

- ANNAN, A.P. AND COSWAY, S.W., (1994) - GPR Frequency Selection: Proceedings of the Fifth International Conference on Ground-Penetrating Radar, Kitchener, Ontario, Canada, June 12-16, 1994, pp. 747-760.
- BAKER, G.S., JOL, H.M. (2007) - Stratigraphic Analyses Using GPR. Geological Society of America, Special Paper 432, pp. 181.
- BENEDETTI G., BERNARDI M., BORGATTI L., CONTINELLI F., GHIROTTI M., GUERRA C., LANDUZZI A., LUCENTE C.C., MARCHI G. (2011). San Leo: centuries of coexistence with landslides. In: Margottini C, Canuti P, Sassa K (eds) Landslide science and practice. Springer, Berlin, 6, pp 529-537
- BORGATTI L., GUERRA C., NESCI O., ROMEO R. W., VENERI F., BENEDETTI G., LANDUZZI A., MARCHI G. LUCENTE C.C. (2014). The 27th February 2014 San Leo rock fall (northern Italy). Landslides,
- BORGATTI L., LUCENTE C.C. (2018). Monografia Caso SAN LEO (RN): Il Monitoraggio geotecnico della Rupe di San Leo. La conoscenza e il monitoraggio come strumenti indispensabili di prevenzione e mitigazione del rischio. Il Geologo dell'Emilia-Romagna, Nuova serie - numero 5-6/2018
- BRACCI A.E., (1996). Stabilimento Enichem di Brindisi - Prospezione georadar per individuazione di serbatoi e sottoservizi interrati
- BRACCI A.E., PERACCINI D., (2007) Consorzio CNA Bolzano, Caserma ex Bosin di Merano - Indagini georadar per ubicazione di cisterne di carburante ed acqua e bulbi pilastri sepolti
- CANCELLI A., PELLEGRINI M. (1987). Deep seated gravitational deformations in the Northern Apennines, Italy. 5th Int. Conf. and Field Workshop of Landslides, Australia e New Zealand
- CATURANI A., RIBACCHI R., TOMMASI P. (1991). The San Leo Cliff (Italy): stability conditions and remedial measures. VII ISRM Int. Congr. on Rock Mechanics, Aachen, 2, pp 853-858.
- CONTI S. (1994). La geologia dell'alta Val Marecchia (Appennino toscomarchigiano). Note illustrative alla carta geologica 1:50.000. Atti Tic. Sc. Terra, 37, 51-98.
- DAVIS, J. L., ANNAN, A. P., (1989) - Ground Penetrating Radar for High Resolution Mapping of Soil and Rock Stratigraphy, Geophysical Prospecting 37, pp. 531 - 551.
- DE FEYTER A.J. (1991). Gravity tectonics and sedimentation of the Montefeltro, Italy. Geol. Ultraiect., 35, 1-168.
- LANDUZZI A., LUCENTE C. C., BORGATTI L., PINI G. A., (2018). La Geologia della Rupe di San Leo. Monografia - San Leo: la conoscenza e il monitoraggio come strumenti indispensabili di prevenzione e mitigazione del rischio (a cura di C. C. Lucente). Il Geologo dell'Emilia-Romagna, Nuova serie, 5-6.
- LUCENTE C.C., MANZI V., RICCI LUCCHI F., ROVERI M. (2002). Did the Ligurian sheet cover the whole Romagna Apennines? Boll. Soc. Geol. It., Volume speciale 1, 385-392.
- LUCENTE C. C. (2015). Il crollo del versante nord della rupe di San Leo del 27 Febbraio 2014: studio e monitoraggio a un anno di distanza. Il Geologo dell'Emilia-Romagna, 52, 6-22.
- GUERRA C., NESCI O. (2013). L'analisi del paesaggio storico come strumento per la comprensione dell'evoluzione morfologica e ambientale del territorio. Alcuni casi studio nel Montefeltro. Il Geologo dell'Emilia-Romagna, Anno XIV/2013, n. 48 - 49 - Nuova Serie, 7-15.
- RICCI LUCCHI F. (1986). The Oligocene to Recent foreland basins of the northern Apennines. International Association of Sedimentologists Special Publication, 8, 105-139.
- RICCI LUCCHI F., ORI G.G. (1985). Field excursion D: syn-orogenic deposits of a migrating basin system in the NW Adriatic foreland. In Allen P.H., Hornewood P. & Williams G. Eds., Excursion Guidebook, Foreland Basin Symp., Fribourg, 137-176.
- ROVERI M., ARGNANI A., LUCENTE C.C., MANZI V., RICCI LUCCHI F. (1999). Guida all'escursione nelle Valli del Marecchia e del Savio. Riunione Autunnale del Gruppo Informale di Sedimentologia.
- RUGGERI G. (1958). Gli esotici neogenici della colata gravitativa della Val Marecchia (Appennino Romagnolo). Atti Acc. Sc. Lett. e Arti Palermo, 17, 7-169
- SPREAFICO M.C., FRANCONI M., CERVI F., STEAD D., BITELLI G., GHIROTTI M., GIRELLI V.A. LUCENTE C.C., TINI M.A., BORGATTI L. (2015). Back analysis of the 2014 San Leo landslide using combined terrestrial laser scanning 3D distinct element modelling. Rock Mechanics and Rock Engineering.

CONGRESSO REGIONALE DEI GEOLOGI DELL'EMILIA ROMAGNA

"IL GEOLOGO DELL'EMILIA-ROMAGNA: UNA RISORSA NECESSARIA"

BOLOGNA, SETTEMBRE 2020

Prossimamente, a settembre 2020, è previsto il primo Congresso dei Geologi dell'Emilia-Romagna, che coinvolgerà Professionisti, Enti pubblici e privati, Università, sia a livello regionale che nazionale.

CONGRESSO REGIONALE
IL GEOLOGO NELL'EMILIA-ROMAGNA: UNA RISORSA NECESSARIA
BOLOGNA, SETTEMBRE 2020
ORGANIZZATO dall'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna



CON IL PATROCINIO DI


UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA


UNIVERSITÀ
DI PARMA


Università
degli Studi
di Ferrara


ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA




EMILIA
ROMAGNA
anci


AB
EMILIA ROMAGNA


CPT
Comitato Regionale
dei Professionisti
della Regione EMILIA-ROMAGNA


Consiglio
Regionale
dell'Emilia-Romagna

TEMI DEL PROGRAMMA

- UNIVERSITA'
- PROFESSIONE
- SISMICA
- DISSESTO
- PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
- PROTEZIONE CIVILE E PIANI DI EMERGENZA
- FIUMI
- INFRASTRUTTURE
- BONIFICHE E RIFIUTI
- ACQUA
- CARTOGRAFIE GEOLOGICHE E GEOTEMATICHE
- COSTA
- CAMBIAMENTI CLIMATICI

Comitato organizzatore: Geol. Paride Antolini, Geol. Fabio Parmeggiani, Geol. Livia Soliani, Geol. Alberto Guiducci, Geol. Giovanni Truffelli, Geol. Massimiliano Crini, Geol. Raffaele Brunaldi, Geol. Eraldo Amadesi.

Segreteria organizzativa: Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna
Via Guerrazzi 6 – 40125 Bologna
Tel. e Fax 051-2750142
e-mail info@geologiemiariomagna.it



L'evento avrà un contenuto ampio e attuale finalizzato al confronto e dialogo. Sarà suddiviso principalmente in Sezioni e dedicato spazio al mondo del Lavoro, Territorio, Ambiente, Innovazione tecnologica, con al centro il Ruolo prezioso e necessario del Geologo che opera nel territorio dell'Emilia-Romagna.

ATTIVITÀ DEL CONSIGLIO OGER

Note significative e corrispondenza su anomalie e osservazioni ai bandi/incarichi/avvisi pubblici, grazie alla collaborazione degli Iscritti professionisti. L'Ordine rimane soddisfatto, nella maggior parte dei casi, dell'esito positivo di revisioni e modifiche apportate dagli Enti.



Bologna, 22 gennaio 2019
Prot. n. 30/2019

Trasmissione via PEC

Spett.le Comune [redacted]
c.a. Sindaco [redacted]
c.a. [redacted], Responsabile dei Procedimenti
Pareri Tecnici e Concessione Contributi
Servizio Assetto e Utilizzo del Territorio
p.c. Spettabile Regione [redacted]
p.c. c.a. [redacted], Assessorato Attività Produttive,
Piano Energetico, Economia Verde,
ricostruzione Post-Sisma
pc. c.a. [redacted], Responsabile dell'Agenzia regionale
per la Ricostruzione – Sisma 2012
p.c. c.a. [redacted], Responsabile del Servizio per la Gestione Tecnica
degli Interventi di Ricostruzione e per la Gestione dei
Contratti e del Contenzioso
p.c. c.a. [redacted], Assessorato Difesa del Suolo e della Costa,
Protezione civile, Politiche Ambientali e della Montagna
p.c. c.a. [redacted], Responsabile del Servizio
Geologico, Sismico e dei Suoli
p.c. Spettabili Comuni dell'area Sisma
p.c. c.a. dei Sindaci e Uffici tecnici
p.c. ANCI [redacted]

Oggetto: Compensi per la relazione geologica a seguito del Protocollo Regione Ordini professionali per la ricostruzione e miglioramento sismico a seguito del sisma del 20 e 29 maggio 2012. Errata applicazione del Comune di [redacted]

Continuano ad arrivare allo scrivente Ordine segnalazioni di nostri Iscritti che lamentano l'unilaterale riduzione dei compensi per la redazione della relazione geologica di cui all'Allegato A del Decreto n. 53 del 17 gennaio 2014, avente ad oggetto: "Protocollo fra il Commissario delegato per la ricostruzione della Regione Emilia-Romagna e gli ordini professionali in materia di prestazioni tecniche aggiuntive per le opere di riparazione, ripristino con rafforzamento locale e ricostruzione con miglioramento sismico nelle aree colpite dal sisma del 20 e 29 maggio 2012". Queste determinazioni sono ancora più illegittime perché dimezzano i parametri previsti da detto Protocollo. Non solo.

La riduzione lamentata interviene a pagamento avvenuto, a seguito di espressa autorizzazione con Ordinanza Sindacale.

L'ultima segnalazione, in ordine di tempo, è quella di un geologo libero professionista le cui prestazioni erano state quantificate, sulla base dei predetti parametri, con Ordinanza del Sindaco n. 6 del 20 gennaio 2016. A distanza di due anni, a prestazione già eseguita ed a pagamento già avvenuto, al Professionista in data 13/12/2018 è stato comunicato che, con l'"Allegato unico" alla "ordinanza di rideterminazione" n° 709 del 14/01/2019, il suo compenso per la redazione della relazione geologica era stato ridotto di circa la metà, con un saldo, quindi, negativo. Sottolineiamo come la comunicazione al Professionista sia avvenuta un mese prima della pubblicazione dell'ordinanza. Ci auguriamo che, comunque, la decurtazione non venga autorizzata. Auspichiamo, ancora, che vengano annullati, in autotutela provvedimenti precedenti che abbiano inciso negativamente sul diritto al compenso di tutti i Geologi nel settore di cui trattasi.

Il comportamento del Comune è vieppiù illegittimo, poiché persevera in un comportamento più volte denunciato. Ed invero, già in passato, dietro contestazione del nostro Ordine, la Regione Emilia-Romagna ha censurato il Vostro operare, precisando che l'esigenza di assicurare i criteri di economicità e trasparenza nell'utilizzo delle risorse pubbliche non possa essere perseguita attraverso pretese e non motivate "indagini di mercato" non contemplate dalle disposizioni speciali dettate per gli eventi sismici del 2012. La Regione ha, infatti, espresso la necessità che l'Ente si interfacci con gli Ordini e Collegi professionali: "a seguito dell'attività dell'Ordine professionale sulla congruità del compenso, l'ammissibilità degli importi massimi concedibili sulla singola RCR" dovrà essere erogato.

Per quanto sopra, si diffida l'Ente in indirizzo a continuare nei comportamenti lesivi della professionalità e del decoro del nostro Ordine.

Preannunciamo che lo scrivente porrà in essere ogni opportuna iniziativa a tutela dei propri Iscritti.

Cordiali saluti



Il Presidente
Geol. Paride Antolini

Bologna, 18 aprile 2018
Prot. n. 179/2018

Trasmissione via PEC

Spett.le Comune di [redacted]
c.a. Sindaco [redacted]

C.a. [redacted] Responsabile dei Procedimenti
Pareri Tecnici e Concessione Contributi
Servizio Assetto e Utilizzo del Territorio

p.c. Spettabile Regione [redacted]

p.c. c.a. [redacted] Assessorato Attività Produttive,
Piano Energetico, Economia Verde,
ricostruzione Post-Sisma

pc. c.a. [redacted] Responsabile dell'Agenda regionale
per la Ricostruzione - Sisma 2012

p.c. c.a. [redacted] Responsabile del Servizio per la Gestione Tecnica
degli interventi di Ricostruzione e per la Gestione dei
Contratti e del Contenzioso

p.c. c.a. [redacted] Assessorato Difesa del Suolo e della Costa,
Protezione civile, Politiche Ambientali e della Montagna

p.c. c.a. [redacted] Responsabile del Servizio
Geologico, Sismico e dei Suoli

p.c. Spettabili Comuni dell'area Sisma
p.c. c.a. dei Sindaci e Uffici tecnici

p.c. ANCI [redacted]

Oggetto: Assegnazione di contributi a beneficio di edifici e unità immobiliari ad uso abitativo danneggiati dagli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, immobile ubicato in [redacted]

Lo scrivente Ordine è venuto a conoscenza che alcuni Comuni, disattendendo i principi enunciati dal decreto 17 gennaio 2014, n. 53, con il quale è stato approvato il "protocollo fra il Commissario per la ricostruzione della Regione Emilia-Romagna e gli Ordini professionali in materia di prestazioni tecniche aggiuntive per le opere di riparazione, ripristino con rafforzamento locale e ricostruzione con miglioramento sismico delle aree colpite dal sisma del 20 e 29 maggio 2012", decurtano sostanzialmente (in alcuni casi fino al 90%) i compensi per le attività svolte dal Geo-

logo, sulla base di "indagini di mercato" prive, fra l'altro, di qualsiasi concreto riscontro. Questo modo di agire viola quanto disciplinato nell'Allegato A di detto decreto, il quale al punto 5) espressamente stabilisce che "le prestazioni professionali per la redazione della relazione geologica a supporto" degli interventi soggetti a contributo "sono riconosciute nei seguenti limiti massimi percentuali:

1,50 del costo dell'intervento, qualora tale costo sia di importo inferiore o uguale a 100.000 €; 1,2% del costo dell'intervento, qualora tale costo sia di importo inferiore o uguale a 100.000 € e fino a 500.000 €; 1% del costo dell'intervento, qualora tale costo sia di importo inferiore o uguale a 500.000 € e fino a 1.000.000 €; 0,60% del costo dell'intervento sull'importo eccedente 1.000.000 €".

Non sono, quindi, previste "indagini di mercato".

Il comportamento che, con questa missiva si denuncia, è stato peraltro, censurato dall'Agenda Regionale per la Ricostruzione Sisma 2012, la quale, con nota del 3 novembre 2017, indirizzata al Comune di [redacted], ha segnalato "la necessità che (nella determinazione dei compensi per la relazione geologica) l'Ente stesso si interfacci con gli Ordini e Collegi Professionali affinché siano seguiti gli iter (che non contemplano per il caso di specie indagini di mercato).

A seguito dell'attività dell'Ordine professionale sulla congruità del compenso, l'ammissibilità degli importi massimi concedibili sulla singola RCR potrà seguire i principi sopra richiamati (rectius: i principi del decreto n. 53/2014)".

Si invitano, pertanto, le Amministrazioni in indirizzo, nel determinare i compensi per le attività di Geologo da ammettere a contributo, ad attenersi a quanto disciplinato e specificato nel citato decreto n. 53 del 17 gennaio 2014. Lo scrivente Ordine, infatti, non potrà accettare comportamenti, determinazioni, atti posti in essere in violazione a detto provvedimento. Ciò soprattutto al fine di tutelare il decoro della professione del Geologo e la dignità dei nostri Professionisti iscritti.

Cordiali saluti



Il Presidente
Geol. Paride Antolini

Bologna, 29 gennaio 2019
Prot. n. 40/2019

Trasmissione via PEC

Spett.le Comune [redacted]
Area Pianificazione, Gestione e Controllo del Territorio,
Servizio Lavori Pubblici
c.a. Responsabile Unico del Procedimento [redacted]
Spett.le Unione dei Comuni [redacted]
- Stazione unica appaltante - Servizio
Associato Gare - Centrale di Committenza
c.a. Presidente [redacted]

Spett.le Ordine dei Ingegneri [redacted]
c.a. Presidente [redacted]

Progettista e Direttore dei Lavori e Collaboratori
c.a. Ing. [redacted]
c.a. Ing. [redacted]
Ing. [redacted]
Geom. [redacted]

Oggetto: Procedura negoziata per l'affidamento dei lavori di localizzazione e realizzazione di rotonda stradale posta alla confluenza di [redacted]. Illegittimità della firma della Relazione Geologica

Questo Ordine, a seguito di una segnalazione in merito al bando in oggetto, rileva che è illegittimo che nel progetto ese-

cutivo sia presente l'elaborato "Relazione Geologica" a firma di un Ingegnere. Si precisa che le Norme Tecniche sulle Costruzioni impongono la definizione di un chiaro modello geologico propedeutico al modello geotecnico e sismico.

E' assolutamente opportuno ed auspicabile che sia presente un Geologo Tecnico abilitato alle fasi diagnostiche, ossia di elaborazione, lettura del territorio e del contesto, di interpretazione proprie della formazione e legate all'abilitazione all'esercizio della professione del Geologo.

Ciò premesso, il documento indicato, presenta la firma del Dr. Ing. [redacted] e facendo riferimento al DPR 328/2001, capo VIII, si ravvisa una grave violazione delle competenze professionali e il non rispetto della normativa vigente.

Si invita dunque l'Unione dei Comuni e il Comune di [redacted] ad una revisione del documento "Elaborato Relazione Geologica", incaricandone, per la redazione, un Geologo Libero Professionista. Qualora tale operazione non venga effettuata, ci vediamo costretti ad agire per vie legali, al fine di garantire la dignità professionale degli Iscritti a questo Ordine professionale e l'ottemperanza della normativa in materia.

Cordiali saluti



Il Presidente
Geol. Paride Antolini



Bologna, 6 marzo 2019
Prot. n. 104/2019

Trasmissione via PEC

Spett.le Unione dei Comuni [redacted]
c.a. Responsabile del Servizio Vincolo Idrogeologico –
Servizio di Progettazione e RUP
Ing. [redacted]

p.c. Spett.le Collegio dei Geometri e Geometri Laureati
della [redacted]
c.a. Presidente

Oggetto: Specifiche sulla documentazione progettuale da allegare ad una richiesta di Autorizzazione in Sanatoria o Parere in Sanatoria ai sensi del Vincolo Idrogeologico

Questo Ordine, a seguito di una segnalazione in merito alle

Note tecniche in oggetto, rileva che non sia corretto che nelle Note sulle “Specifiche documentazione Vincolo Idrogeologico” sia presente come firmatario della “relazione Geotecnica” il professionista Geometra insieme all’Ingegnere, come riportato a pag. 6 del documento di riferimento link [redacted].

Nel rispetto della normativa vigente si invita l’Unione dei Comuni a sostituire la parola “Geometra” con la parola “Geologo” quest’ultimo tecnico abilitato insieme all’Ingegnere alla firma della relazione Geotecnica.

Grazie per apportare quanto prima la correzione e in attesa di riscontro,

Cordiali saluti



Il Presidente
Geol. Paride Antolini



Bologna, 19 dicembre 2019
Prot. n. 0484/2019

Trasmissione via PEC

Spett.le Fondazione
del Comune di [redacted]

c.a. Direttore [redacted]

c.a. Responsabile del Procedimento
[redacted]

c.a. [redacted]

Oggetto: Procedura aperta per l’affidamento di servizi tecnici per la verifica di praticabilità di strutture adibite a tribune esistenti presso n. [redacted] impianti sportivi, secondo il dettaglio di cui alla deliberazione del Consiglio di Gestione della Fondazione [redacted]

Spettabile Fondazione,

è pervenuta a questo Ordine segnalazione relativa al bando in oggetto, al fine di chiarire in merito all’inserimento della figura professionale del Geologo e al divieto del subappalto della Relazione Geologica.

Questo Ordine, esaminata la documentazione, ritiene la possibilità di modificare il bando seguendo le indicazioni esposte di seguito:

- Le Linee Guida n. 1, di attuazione del D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 (in allegato) e Circolare del CNG 438/2019 (in allegato), recanti “Indirizzi generali sull’affidamento dei servizi attinenti all’architettura e all’ingegneria” Delibera ANAC n. 973 del 14 settembre 2016, indicano che non è consentito, dall’art. 31, co. 8 del Codice, il subappalto della relazione geo-

logica, che non comprende, va precisato, le prestazioni d’opera riguardanti le indagini geognostiche e prove geotecniche e le altre prestazioni specificamente indicate nella norma, pertanto si chiede che venga inserita la figura del Geologo tramite:

- Studi geologici e geotecnici
- Indagini geologiche e geotecniche
- Si chiede inoltre di inserire tra le varie tipologie di prestazione, l’ulteriore articolazione in riferimento alle seguenti classi e categorie dei lavori secondo l’allegato del Decreto ministeriale 31 ottobre 2013, n. 143 “Regolamento recante determinazione dei corrispettivi da porre a base di gara nelle procedure di affidamento di contratti pubblici dei servizi relativi all’architettura ed all’ingegneria”.
- Tra i soggetti e le lauree da considerare inserire il Geologo professionista che redige in modo esclusivo la Relazione Geologica con incarico diretto dal Committente.

Obbligatorio per la normativa vigente distinguere la parte professionale da quella di impresa ed utilizzare il decreto parametri n. 143/2013 per definire la parcella della parte professionale sulla base dell’importo totale dei valori e per le indagini utilizzare il prezzario regionale del 2019.

Si invita la Fondazione a tenere conto delle osservazioni fornite per l’attribuzione dell’incarico, al fine della applicazione corretta delle norme e tariffe vigenti, nel rispetto dei ruoli e della tutela dei propri iscritti e per la sicurezza delle opere pubbliche. Ciò premesso, si chiede di provvedere alla modifica del bando e alla rettifica dei requisiti di partecipazione.

Cordiali saluti



Il Presidente
Geol. Paride Antolini

Bologna, 23 dicembre 2019
Prot. n. 0487/2019

Spett.le Consorzio di Bonifica

Direttore Generale

Trasmissione via PEC

e. p.c. Assessorato all'Agricoltura, caccia e pesca della
Regione
alla c.a. del RUP Dott.

Oggetto: PSR Bando unico regionale di attuazione del tipo di operazione "Investimenti in azioni di prevenzione volte a ridurre le conseguenze delle calamità naturali, avversità climatiche, prevenzione danni da fenomeni franosi al potenziale produttivo agricolo"

Spettabile Consorzio di Bonifica, sono pervenute a questo Ordine diverse segnalazioni relative a numerosi bandi relativi agli incarichi collegati alla progettazione di interventi finanziati con il PSR in oggetto.

Questo Ordine, esaminata la documentazione, ritiene necessario segnalare che si ravvisano diverse criticità sulle modalità di conferimento degli incarichi per la redazione delle relazioni geologiche e le caratterizzazioni dei terreni. In particolare:

- Gli importi previsti per gli incarichi devono essere conformi a quanto previsto dal Decreto ministeriale 31 ottobre 2013,

n. 143 "Regolamento recante determinazione dei corrispettivi da porre a base di gara nelle procedure di affidamento di contratti pubblici dei servizi relativi all'architettura ed all'ingegneria".

- È obbligatorio, per la normativa vigente, distinguere la parte professionale da quella di impresa. Per la parte professionale si deve fare riferimento al già citato decreto parametri n. 143/2013, mentre per le indagini si deve fare riferimento al prezzario regionale del 2019.
- Relativamente alla caratterizzazione dei terreni segnaliamo che il prezzario regionale di cui alla deliberazione della Giunta Regionale 24 giugno 2019, n. 1055 prevede solo il costo delle analisi. La progettazione delle indagini e l'elaborazione critica dei risultati delle analisi stesse deve essere considerata nella quantificazione della parte professionale.

Si invita il Consorzio a tenere conto delle osservazioni fornite per l'attribuzione degli incarichi, al fine della applicazione corretta delle norme e tariffe vigenti, nel rispetto dei ruoli e della tutela dei propri iscritti e per la sicurezza delle opere pubbliche. Ciò premesso, si chiede di provvedere alla modifica di tutte le richieste di preventivo per la relazione geologica e la caratterizzazione chimica dei terreni oggetto di scavo.

Cordiali saluti



IL Presidente
Geol. Paride Antolini

Bologna, 16 gennaio 2020
Prot. n. 019/2020

Spett.le Comune
c.a. Sindaco
c.a. Responsabile Servizio Lavori Pubblici

Trasmissione via PEC

p.c. Ditta

p.c. Ordine degli Ingegneri
Presidente

Oggetto: Determinazione n. 559 del 11/09/2019. Affidamento incarico per relazione geologica e geotecnica relativamente alle opere del restauro del cimitero comunale monumentale di . Ordinanza regionale 11/2018 n. ordine 9726. Impegno di spesa.

Spettabile Comune, è pervenuta a questo Ordine segnalazione relativa alla determina in oggetto, al fine di chiarire e modificare l'incarico della redazione della Relazione Geologica da attribuire correttamente alla figura professionale del Geologo e al divieto di subappalto della Relazione Geologica.

Questo Ordine, esaminata la documentazione, ritiene la possibilità di modificare l'affidamento dell'incarico per i seguenti motivi:

- Le Linee Guida n. 1, di attuazione del D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 (in allegato) e Circolare del CNG 438/2019 (in alle-

gato), recanti "Indirizzi generali sull'affidamento dei servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria" Delibera ANAC n. 973 del 14 settembre 2016, indicano che non è consentito, dall'art. 31, co. 8 del Codice, il subappalto della relazione geologica, che non comprende, va precisato, le prestazioni d'opera riguardanti le indagini geognostiche e prove geotecniche e le altre prestazioni specificamente indicate nella norma, pertanto si chiede che venga inserita la figura del Geologo tramite:

- Studi geologici e geotecnici
- Indagini geologiche e geotecniche
- E' obbligatorio per la normativa vigente, considerare direttamente tra i soggetti e le lauree il Geologo professionista che redige in modo esclusivo la Relazione Geologica con incarico diretto dal Committente.
- Qualora all'interno dell'organico della Ditta dell'incarico " " risultasse la presenza di un geologo regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi, possono venire meno le analisi esposte.

Per i motivi sopra indicati e in linea con la normativa vigente si invita l'Amministrazione di provvedere quanto prima ad annullare in autotutela la determinazione n. 559 dell'11 settembre 2019 e di affidare l'incarico della Relazione Geologica a un Geologo professionista, secondo la normativa cogente sopra citata. Contestualmente, si segnala alla Ditta e all'Ordine degli Ingegneri l'appropriazione illecita della redazione della Relazione Geologica.

Certi di un riscontro quanto prima per evitare, sempre a tutela della professione del geologo, ulteriori segnalazioni dell'illecito all'organo competente ANAC e alla Procura della Repubblica.

Cordiali saluti



IL Presidente
Geol. Paride Antolini

Bologna, 16 gennaio 2020
Prot. n. 020/2020

Spett.le [redacted]
c.a. [redacted]
c.a. Responsabile Settore Lavori Pubblici [redacted]
p.c. Studio Tecnico [redacted]
p.c. Ordine degli Ingegneri [redacted]

Trasmissione via PEC

Oggetto: Documento Relazione Geologica R02 – Ristrutturazione attraverso consolidamento del ponte di [redacted]

Spettabile Comune,
è pervenuta a questo Ordine segnalazione relativa al documento in oggetto, al fine di chiarire e modificare l'incarico della redazione della Relazione Geologica da attribuire correttamente alla figura professionale del Geologo e al divieto di subappalto della Relazione Geologica.

Questo Ordine, esaminata la documentazione, ritiene la possibilità di modificare l'affidamento dell'incarico per i seguenti motivi:

- Richiamata la normativa i contenuti della prestazione profes-

sionale del Geologo sono disciplinati dalla normativa del 1963, 1971 e dal D.P.R. 328 del 5 giugno 2001. E' materia esclusiva del Geologo professionista la redazione e la firma della Relazione Geologica, per cui è obbligatorio per la normativa vigente, considerare direttamente tra i soggetti e le lauree il Geologo professionista che redige in modo esclusivo la Relazione Geologica con incarico diretto dal Committente.

- Le Linee Guida n. 1, di attuazione del D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 (in allegato) e Circolare del CNG 438/2019 (in allegato), recanti "Indirizzi generali sull'affidamento dei servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria" Delibera ANAC n. 973 del 14 settembre 2016, indicano che non è consentito, dall'art. 31, co. 8 del Codice, il subappalto della relazione geologica.

Per i motivi sopra indicati e in linea con la normativa vigente si invita l'Amministrazione di provvedere quanto prima ad annullare in autotutela e di affidare l'incarico della Relazione Geologica a un Geologo professionista secondo la normativa cogente sopra citata. Contestualmente si segnala allo Studio Tecnico e all'Ordine degli Ingegneri l'appropriazione illecita della redazione della Relazione Geologica.

Certi di un riscontro quanto prima per evitare, sempre a tutela della professione del geologo, ulteriori segnalazioni dell'illecito all'organo competente ANAC e alla Procura della Repubblica.

Cordiali saluti



Il Presidente
Geol. Paride Antolini

Bologna, 3 febbraio 2020
Prot. n. 48/2020
Trasmissione via PEC

Spett.le Unione [redacted]
Servizio Struttura Tecnica Sismica [redacted]
c.a. Ing. [redacted]

Oggetto: Richiesta integrazione di documentazione Prot. Strutt. N. [redacted] / 2019 in merito a pratiche sismiche (pratica [redacted])

In riferimento a richieste di chiarimenti ed integrazioni a Relazioni Geologiche e Sismiche allegate a progetti depositati presso l'Ufficio di Struttura Tecnica Sismica "Unione [redacted]" con sede [redacted], il Presente dell'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna precisa quanto segue:

- Rif. punto 1. La DGR regionale inerente alla microzonazione sismica, cioè la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni in caso di terremoto, permette fino dalle prime fasi della pianificazione urbanistica di valutare la pericolosità sismica nelle aree urbane e urbanizzabili, e indirizzare i nuovi interventi verso zone a minore pericolosità oltre a programmare interventi di mitigazione del rischio nelle zone in cui sono presenti particolari criticità; pertanto la microzonazione sismica indirizza le scelte urbanistiche e fornisce un quadro di riferimento della pericolosità sismica locale;
- La microzonazione sismica fornisce ai geologi e ai progettisti un quadro di riferimento della pericolosità sismica locale che consenta di indirizzare programmi di indagini geologiche e geotecniche e analisi della risposta sismica locale a scala di

manufatto più mirati ed economicamente più adeguati al tipo di effetti attesi nell'area di interesse.

Ben diverso è il piano delle NTC2018 che forniscono indicazioni/prescrizioni su come costruire, sulla definizione dei parametri geotecnici e geofisici e sulla stima della RSL, permettendo il calcolo strutturale e il corretto dimensionamento dell'opera affinché resista alle sollecitazioni sismiche attese, estendendo tale concetto alla stabilità dei versanti, ai fronti di scavo, agli argini, ai rilevati, etc..

Premesso quanto sopra riportato, vanno tenuti in debita considerazione i seguenti aspetti nel rapporto Microzonazione Sismica – NTC2018:

- 1) La microzonazione sismica opera in ambiti territoriali e sub-territoriali mentre le NTC2018 riguardano la progettazione di opere a scala di manufatto; la progettazione richiede informazioni molto più puntuali di quelle richieste da uno studio di microzonazione sismica.
- 2) Gli studi di microzonazione sismica RICONOSCIUTI dalle Regioni e dalle Amministrazioni Locali, sono direttamente utilizzabili per la programmazione territoriale e urbanistica. Per quanto riguarda la progettazione strutturale gli studi di microzonazione sono un importante riferimento che offre elementi di conoscenza sulla natura dei rischi del sito in cui il manufatto ricade, ma salvo eccezioni, non sono direttamente utilizzabili per la progettazione.

In attesa di un confronto con il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli dell'Emilia-Romagna, l'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna raccomanda gli indirizzi e i concetti sopra esposti.

Cordiali saluti



Il Presidente
Geol. Paride Antolini

RECENSIONI

TITOLO: **Linee Guida per la Manutenzione delle Infrastrutture nel Territorio**

AUTORI: A.S. Misiti, P. Cannavò, A. Prestininzi
(a cura del Comitato Nazionale per la Manutenzione)

EDITORE: DEI Tipografia del Genio Civile

PAGINE: 355, pubblicazione anno 2019

PREZZO: prezzo di copertina 34 EU e a 17 EU in sconto rif. marzo 2020

Il volume edizione speciale rappresenta un manuale culturale tecnico riguardante la Scienza e l'Ingegneria della Manutenzione nel campo delle Infrastrutture. Gli autori sottolineano l'importanza della manutenzione in una visione unitaria dei vari settori, che derivano sì da specializzazioni universitarie ma che devono essere affrontate con la più vasta, completa e unitaria Formazione Tecnica, nel panorama del Territorio, indispensabile negli studi e progettazione attuali e futuri. Anche il Consiglio Nazionale dei Geologi, promotore del testo, supporta e condivide la gestione unitaria del Territorio come unica Infrastruttura: la Geologia, la Geologia applicata e ambientale sono componenti fondamentali di una unica metodologia per la Manutenzione del territorio a varie scale per affrontare e gestire l'aumento dei rischi naturali tra cui il rischio sismico e idrogeologico. Ad evidenziare ciò è la scrittura multidisciplinare del testo che vede la presenza del Geologo prof.

A. Prestininzi uno dei tre autori del testo. Il volume è redatto in modo ordinato e sequenziale. Nella presentazione si dà spazio ai vari punti di vista multidisciplinari dei Rappresentanti degli organismi che hanno contribuito a realizzare le Linee Guida, e degli Esperti coinvolti, descritto il quadro di riferimento e aspetti giuridici della manutenzione, e lasciato spazio a proposte generali. La parte prima contiene i principi dove presente la classificazione della manutenzione, analisi, criticità, risorse, controllo tecnico-economico dei risultati, economia della manutenzione, completano esempi applicativi. Segue la parte seconda che riguarda la manutenzione delle infrastrutture stradali e ferroviarie, la descrizione del sistema strade autostrade e opere connesse, quindi l'analisi del processo di gestione, pianificazione sul ciclo di vita con esempi e casi di modelli di gestione. La parte terza riguarda la manutenzione dei sistemi idraulici, infrastrutture idrauliche e territorio,



con aspetti della manutenzione dei corpi idrici naturali come lagune, fiumi e laghi dove per ciascuno vengono descritti i processi e fenomeni rilevanti. Ampio spazio alla manutenzione di porti e coste, dighe, irrigazione, canali a pelo libero, manutenzione della distribuzione idrica. Conclude il volume la parte dedicata alla normativa e buone prassi. Tutto ciò rende il testo interessante e attuale!!

**A. Parisi
L. Soliani**

TITOLO: **Da grandi faremo i Geologi – manuale dei giovani esploratori e delle Scienze della Terra**

AUTORI: Stefano Margiotta, illustrazioni di Lorenzo Leccese

EDITORE: Primiceri Editore

COLLANA: PE Ragazzi

PAGINE: 240, pubblicazione anno 2019

PREZZO: Prezzo di copertina 19 EU e a 16 EU
in sconto su internet rif. marzo 2020

Il volume è un pratico manuale per i 'giovani' esploratori delle scienze della Terra. Riportiamo di seguito la descrizione presente nel libro che rende l'idea del contenuto e della struttura. Attraverso le fantastiche storie di quattro vivacissimi bambini, Elenina, Chiaretta, Alessandro e Gabrielino, e dei loro due birbantissimi cagnolini, Simar e Luna, i quali, un giorno, acquisirono SuperGeologici poteri e divennero i SuperGeoKids, i giovani lettori potranno approfondire gli aspetti più importanti del meraviglioso mondo della geologia: dai minerali, ai fossili, dalle rocce e loro disposizione alla composizione interna della Terra, dai terremoti agli tsunami, dalle frane alle alluvioni, dalle acque sotterranee a quelle superficiali, dalle cave e i siti contaminati alle energie fos-

sili e alternative, ogni aspetto è raccontato attraverso le avventure degli eroi, i SuperGeokids! Un approfondimento a conclusione di ogni storia permette di avere un quadro completo dei vari argomenti. Età di lettura: dai 7 anni in su. Interessante notare come il testo in maniera semplice e immediata affronti tutte le branche della geologia, dalla paleontologia alla geomorfologia, dalla geofisica alla geologia regionale, e lo fa in maniera particolare e accattivante, per renderla alla portata dei più giovani e non solo! I più piccoli, in tal modo, vengono a conoscenza dei rischi vulcanico, sismico, idrogeologico, geomorfologico, ambientale in modo da conoscerli sempre meglio e aiutarli a sensibilizzarli concetto molto importante per il futuro. Le sequen-



ze descrittive dei racconti scientifici e le bellissime illustrazioni e disegni ben fatti e colorati rendono il tutto leggero e piacevole, per cui accattivante agli occhi dei ragazzi per sensibilizzarli alle scienze e alla prevenzione. E' un testo assolutamente didattico utile anche agli insegnanti.

**A. Parisi
L. Soliani**

il GEOLOGO

DELL'EMILIA-ROMAGNA

Bollettino Ufficiale d'Informazione dell'Ordine dei Geologi
della Regione Emilia-Romagna
2020 n. 9/10

Registrato al Tribunale di Bologna
con il n. 6496 dal 7/11/1995

Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna

Via Guerrazzi, 6, 40125 Bologna
Tel. e Fax 051 2750142
info@geologiemiariomagna.it

www.geologiemiariomagna.it

Per la Pubblicità sulla rivista

AGICOM srl

Viale Caduti in Guerra 28, Castelnuovo di Porto - Roma
Tel: +39 06 9078285 - Fax: +39 06 9079256
agicom@agicom.it

www.agicom.it