

sial.tec ENGINEERING S.R.L.

via Pastrengo 9
I 24068 SERIATE BG
tel. 0039 035 29 00 46
fax 0039 035 29 22 331

p. IVA, C.F. e reg. C.C. di BG:
03012750166
capitale sociale 18 000.00 €
e-mail: info@sialtec.it
web: sialtec.it



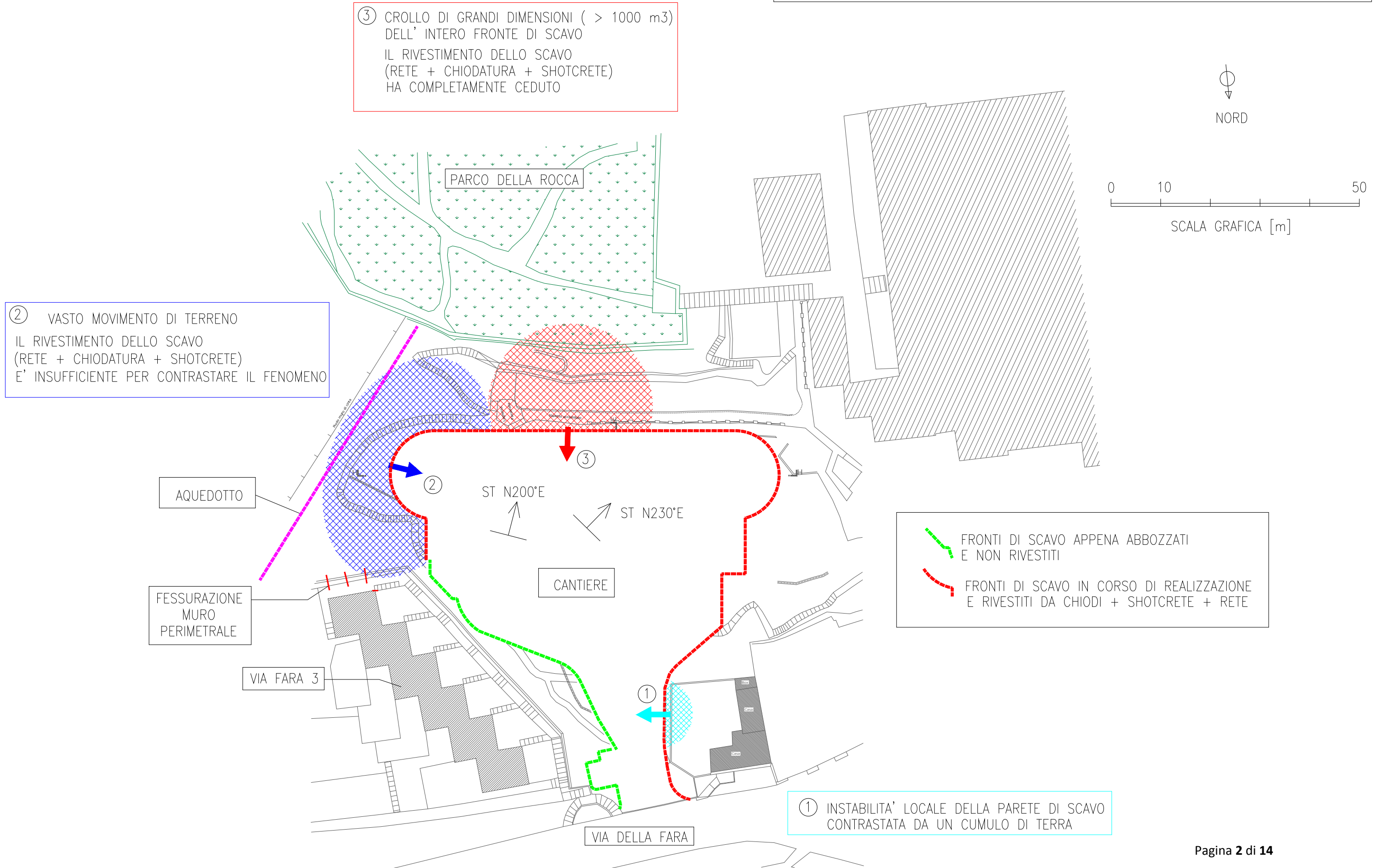
Bergamo, 12 gennaio 2009

Realizzazione degli scavo per nuovo parcheggio interrato in Via della Fara (BG)
Nota tecnica sulla frana del fronte di scavo avvenuta tra il 30 dicembre 2008 e il 2
gennaio 2009 - Nota tecnica redatta su incarico dei condomini di Via Fara n.3/a -
Bergamo

Ing. Stefano Guido
(Direttore tecnico)



FIGURA 1 – PLANIMETRIA SCHEMATICA RICAVATA DA SCANSIONE DELLE TAVOLE PROGETTUALI



1. PREMESSA E CRONOLOGIA SOMMARIA

Dopo alcuni contatti preliminari, parte dei condomini residenti in via Fara 3/a, a Bergamo, hanno incaricato la società di ingegneria Sial.tec s.r.l., nella persona dell'ing. Stefano Guido, di rappresentarli in un "tavolo di confronto tecnico" che avrebbe dovuto essere avviato insieme alla Bergamo Parcheggio S.p.a. concessionaria dell'opera.

Il 20 dicembre 2008 è stato eseguito un primo sopralluogo in prossimità dello scavo; non avendo alcuna possibilità di accesso al cantiere, si è reso necessario verificare lo stato di fatto dall'interno della proprietà dei residenti e dal parco delle Rimembranze all'interno della Rocca di Bergamo posta sul colle di S. Eufemia (Foto 1-1).



Foto 1-1: ripresa dal parco delle Rimembranze della Rocca

In Foto 1-2, è ben rappresentata la situazione del fronte di scavo principale, posto sotto la rocca, al momento del primo sopralluogo. Si nota come lo scavo sia quasi completamente rivestito, salvo che per una sottile fascia al piede dove si nota una porzione di roccia stratificata.



Foto 1-2: fronte di scavo principale

Nella mattinata del 31 dicembre 2008 effettuando un secondo sopralluogo è stato notato un recentissimo e vistoso crollo del fronte dello scavo principale (Foto 1-3, Foto 1-4).



Foto 1-3: 31/12/2008 9.58



Foto 1-4: 31/12/2008 10.51

In tale occasione, nella preoccupazione di capire se vi fossero pericoli per i residenti di Via Fara 3/a, effettuando un sopralluogo più accurato, si osservava anche l'esistenza di vistosi cedimenti del terreno, distribuiti lungo tutto il margine sinistro dello scavo in prossimità dell'acquedotto adiacente alle proprietà. I cedimenti si manifestavano attraverso fessure di recente formazione, ben visibili ad occhio nudo nel manto erboso (Foto 1-5, Foto 1-6, Foto 1-7, Foto 1-8, Foto 1-9, Foto 1-10). La situazione riscontrata è indicata schematicamente con la numerazione 2 nella planimetria allegata.



Foto 1-5: 31/12/2008 10.03



Foto 1-6: 31/12/2008 10.03



Foto 1-7: 31/12/2008 10.05



Foto 1-8: 31/12/2008 10.06



Foto 1-9: 31/12/2008 10.07



Foto 1-10: 31/12/2008 10.07

Verso le ore 11:00 del 31 dicembre 2008 l'ing. Stefano Guido, con alcuni dei residenti, dava comunicazione dell'avvenuto crollo alla polizia locale, la quale non era a conoscenza del fatto. Verso le ore 11:30 la polizia locale ha effettuato i primi sopralluoghi.

Nelle ore successive la concessionaria Bergamo Parcheggi S.p.a. e l'amministrazione comunale iniziavano le prime procedure per affrontare l'emergenza cercando di arginare il problema con massiccio versamento di calcestruzzo sulla frana. L'operazione è durata per circa 10 giorni, depositando migliaia di m³ di calcestruzzo sul corpo di frana ed al piede del fronte instabile (Foto 1-11, Foto 1-12, Foto 1-14 e Foto 1-13).



Foto 1-11: 31/12/2008 16.35



Foto 1-12: 03/01/2009 9.19



Foto 1-13: 04/01/2009 18.21



Foto 1-14: 06/01/2009 12.52

Il fenomeno di franamento è continuato per altri due giorni in maniera piuttosto eclatante, con altri due episodi acuti (crolli), l'ultimo dei quali si è verificato il 2 gennaio circa alle ore 10 di mattina. Il fenomeno di instabilità si è così esteso verso l'alto fino a lambire le mura del Parco delle Rimembranze, ed è progredito anche lateralmente allargandosi sul fronte verso est e verso ovest (foto 1-15 e 1-16).

La frana del fronte principale è indicata schematicamente con la numerazione 3 nella planimetria allegata.



Foto 1-15: 02/01/2009 9.37



Foto 1-16: 03/01/2009 16.24

In occasione di questi eventi, si è notato anche che, poco oltre l'ingresso del cantiere, sul lato destro dello scavo, in prossimità dell'immobile di proprietà del comune, esiste un cumulo di terra messo a sostegno della parete chiodata che sembra instabile (per esempio è ben visibile, innevato, in Foto 1-7). La situazione riscontrata è raffigurata schematicamente con la numerazione 1 nella planimetria allegata.

Foto 1-17: 02/01/2009 10.28



La Elmarx s.r.l., azienda incaricata del monitoraggio dello scavo da Bergamo Parcheggi S.p.a., solo il giorno 03/01/2009 dopo richiesta verbale avanzata dal sottoscritto e dai residenti di via Fara 3/a ha reso disponibili i dati di controllo dello scavo, registrati a partire dal 14 ottobre 2008.

Dall'analisi dei dati si deduce che sin dal giorno 06/12/2008 i sensori avevano rilevato valori anomali e in continuo aumento rispetto al normale andamento che avevano nei giorni di scavo antecedenti al 06/12/2008. A partire del 6 dicembre, gli spostamenti registrati sono poi progrediti accelerando sempre più fino al collasso, avvenuto il 30 dicembre alle 10 di mattina momento del crollo (Grafico 1-1).

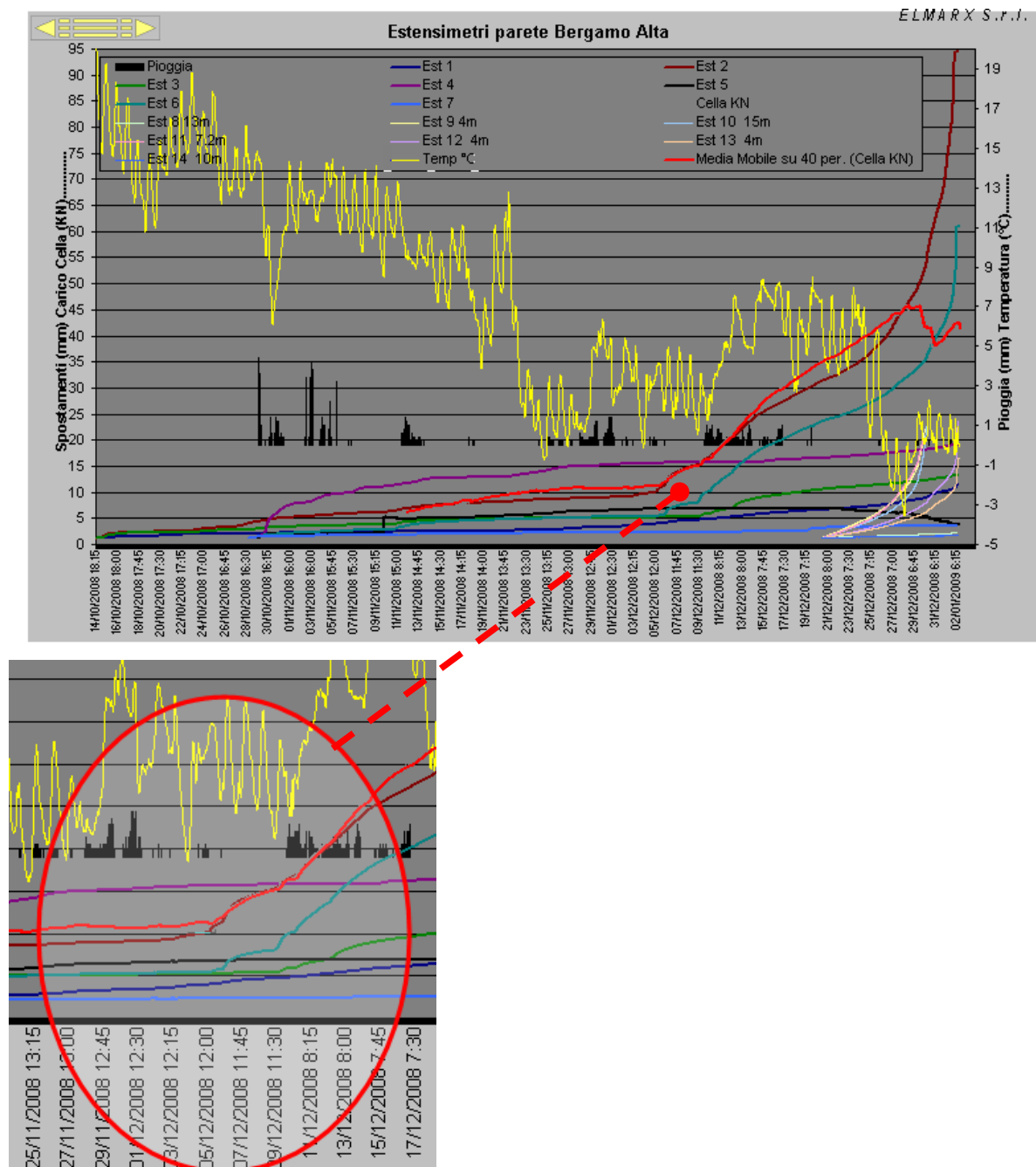


Grafico 1-1: andamento dei sensori

I dati di monitoraggio evidenziano l'esatta successione cronologica dei principali eventi di instabilità causati dagli scavi (indicati con n.2 e n. 3 nella planimetria allegata).

Non vi si trova alcun riscontro del fenomeno minore indicato con n. 1 nella planimetria allegata, non essendo stata installata alcuna strumentazione di monitoraggio in corrispondenza di tale settore del cantiere.

2. CROLLO DEL 30 DICEMBRE

Inizialmente il franamento è partito da un grosso blocco di roccia (flysh di bergamo) posto in corrispondenza del piede del fronte, che ha demolito il rivestimento fatto di chiodature + shotcrete + rete elettrosaldata. Il fronte era quasi completamente rivestito. Il rivestimento è stato letteralmente sfondato dal blocco (foto 1-3 e 1-4).

Successivamente la frana si è estesa verso l'alto e lateralmente da est ad ovest, interessando anche i sovrastanti materiali sciolti (foto 1-15) e raggiungendo il piede del muraglione della Rocca che incombe sopra lo scavo (foto 1-16).

L'ingresso alla galleria posta ai piedi della Rocca presenta vistose fessurazioni (Foto 2-1).



Foto 2-1: ingresso galleria

3. SMOTTAMENTO LATO ACQUEDOTTO

Le estese fessure riscontrate in data 31 dicembre 2008 a fianco dell'acquedotto indicano un significativo smottamento di terreno verso ovest in direzione dello scavo.

Il monitoraggio (vedi grafico 1-1 - estensimetro n.4) dimostra che questo fenomeno è iniziato subito all'apertura degli scavi (ottobre 2008).

Alla luce dei dati resi disponibili da Elmarx s.r.l., il crollo del fronte principale ha determinato solamente una piccola accelerazione delle deformazioni lato acquedotto. Questo fatto è un forte indizio a favore dell'ipotesi che lo smottamento lato acquedotto ed il crollo sotto la rocca siano due fenomeni distinti ed indipendente, che si sovrappongono solo in minima parte.

I movimenti lato acquedotto sembrano diminuire stando ai primi dati di monitoraggio prodotti dopo il getto del calcestruzzo al piede dello scavo. Ma non sembra si vogliano arrestare del tutto, proseguendo al ritmo lento come evidenziato all'inizio di dicembre 2008.

4. SITUAZIONE DEL FRONTE DI SCAVO ADIACENTE AL CONDOMINIO DI VIA FARA 3/a

Il lato est del cantiere, confinate con il condominio di via Fara 3/a, è l'unico fronte di scavo lasciato abbozzato dall'impresa, non essendole stato possibile affrontarlo, mancando il permesso del condominio di eseguire le chiodature interferenti con la loro proprietà.

Attualmente esiste un piccolo scavo in terra, non rivestito e non protetto in alcuna maniera, che raggiunge altezza massima di circa 2,5 m (Foto 1-1).

Proprio per quanto riguarda il fronte di scavo adiacente il condominio di Fara 3/a, è stato riferito al sottoscritto che la concessionaria Bergamo Parcheggio presenterà a breve una variante al progetto, e che lo studio di tale soluzione da parte dei progettisti risale a prima dei crolli. La soluzione che sarà presentata è quindi basata sulle stesse ipotesi progettuali utilizzate per dimensionare i rivestimenti degli scavi risultati poi insufficienti alla luce dei fatti verificatisi. E' preoccupante che si voglia portare avanti, anche solo formalmente, un progetto basato su tali presupposti.

5. SITUAZIONE STATICA DEL CONDOMINIO DI VIA FARA 3

Presso il condominio di via Fara 3/a è stata riscontrata la presenza di alcune grosse lesioni di recentissima formazione (Foto 5-1, Foto 5-2, Foto 5-3, Foto 5-4, Foto 5-5, Foto 5-6, Foto 5-7 e Foto 5-8) nel muro di cinta lato sud. Per sicurezza si è avviato un monitoraggio micrometrico dell'apertura di n. 4 fessure. Le fessure del muro perimetrale sono verticali e interessano tutta l'altezza del muro. La loro forma e le modalità di apertura dimostrano un cinematismo di trazione longitudinale del muro di pietra. Per questi motivi la fessurazione riscontrata può essere considerata un fenomeno collaterale del movimento lato acquedotto. Il terreno, scivolando verso ovest in direzione dello scavo, trascina il muro perimetrale ad esso addossato provocandone la fessurazione.



Foto 5-1



Foto 5-2

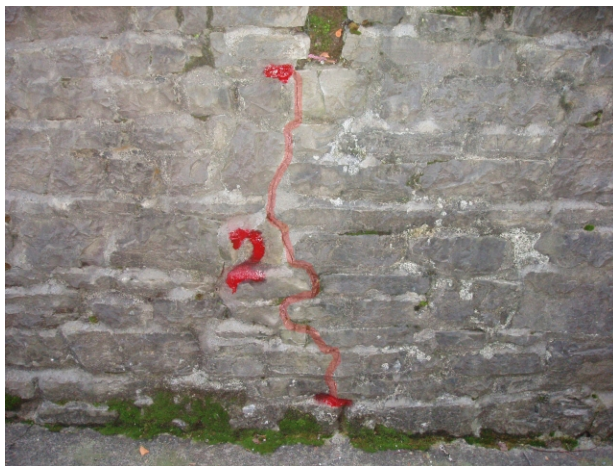


Foto 5-3

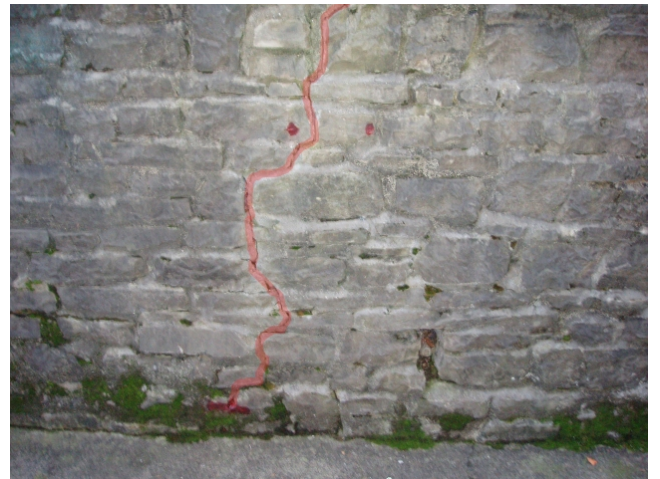


Foto 5-4



Foto 5-5



Foto 5-6



Foto 5-7



Foto 5-8

6. QUESITO

Domanda: "Cosa sarebbe successo se fosse stato consentito alla concessionaria di mettere le chiodature e quindi di scavare anche sul lato degli edifici di Via Fara 3/a?".

Risposta: "Il fronte di scavo adiacente alle proprietà private di via Fara 3/a (fronte est) è da ritenersi il più critico, ancora più critico del fronte franato (fronte sud). Sul fronte est infatti, la stratificazione della roccia su cui poggia il complesso residenziale avrebbe l'orientazione più sfavorevole. Sarebbe orientata a "frana-poggio" rispetto al fronte. L'orientazione degli strati favorirebbe quindi lo scivolamento di grossi volumi di roccia verso lo scavo e produrrebbe le spinte maggiori sui rivestimenti. Pertanto, se si fosse scavato anche sul lato degli edifici di Via Fara 3/a con le stesse modalità previste dal progetto e con l'atteggiamento tenuto nell'occasione del franamento del fronte nord, non si può affatto escludere che si sarebbe potuto verificare qualcosa di altrettanto disastroso con probabilità di danno molto elevata".

7. ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE DELL'OPERA

Da un esame preliminare della documentazione progettuale in possesso si evincono carenze per alcuni importanti elementi:

1. Calcolo previsionale dei cedimenti e degli spostamenti indotti dallo scavo: le relazioni di calcolo verificano la stabilità dei fronti di scavo senza però affrontare il problema dei cedimenti indotti, in particolare per quanto riguarda gli edifici di via Fara 3/a. Questa analisi è essenziale, tra l'altro, per interpretare i futuri dati di monitoraggio.
2. Verifiche di stabilità dei fronti in roccia (quelle prodotte nel progetto riguardano la sola coltre in materiali sciolti), in particolar modo per quanto riguarda il fronte di scavo che da verso le

abitazioni dia via Fara 3/a, dove la roccia emergerebbe a frana-poggio nella parte inferiore del fronte.

3. Progetto esecutivo del sistema di monitoraggio con ubicazione strumentazione, tipo strumentazione, modalità acquisizione dati. Il progetto del sistema di monitoraggio dovrebbe indicare le soglie di attenzione per le grandezze monitorate, da definire anche sulla base dei calcoli di cui al punto 1.

Bergamo, 12 gennaio 2009

A handwritten signature in black ink, reading "Stefano Guido".

Ing. Stefano Guido

(Direttore tecnico)