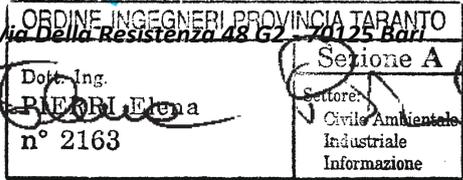


Regione: PUGLIA		Provincia: TARANTO		Comune: GINOSA	
---------------------------	---	------------------------------	---	--------------------------	---

**Fondi decreto n°1 del 19 dicembre 2014 del Commissario
Delegato ex O.C.D.P.C. n°173/2014**



Titolo: RELAZIONE GEOTECNICA		Progettisti:  GEO TECNOLOGIE S.R.L.	
Elaborato: B.1	Scala: -		
Data: NOVEMBRE 2019	Codice:	Revisione: 	



Indice

1.	Premessa	2
2.	Normativa di riferimento.....	2
3.	Inquadramento dell'area oggetto di mitigazione.....	3
4.	Descrizione degli interventi.....	4
5.	Caratteri geologici generali	6
5.1.1.	Aspetti generali.....	6
6.	Indagini eseguite	8
6.1.1.	Campagna indagini 2016	9
6.1.2.	Campagna indagini 2018	10
6.1.3.	Campagna indagine 2019	10
7.	Risultati ottenuti dalle indagini 2019	11
7.1.1.	Sondaggi meccanici	11
7.1.2.	Prove geotecniche di laboratorio	11
7.1.3.	Prospezioni cross-hole elettrici	12
8.1.1.1	Tomografia geoelettrica	13
9	Stima dei parametri geotecnici e modello geotecnico.....	13
10	Categoria di sottosuolo	14
11	Verifiche.....	15



1. Premessa

La presente relazione viene redatta a supporto della progettazione delle opere, meglio descritte nei paragrafi seguenti, nell'ambito del progetto di ulteriori interventi di messa in sicurezza sul costone di Via Matrice in Ginosa (TA).

2. Normativa di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971: Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996: Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.: Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.: Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009: Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 – C.S.LL.PP.)



3. Inquadramento dell'area oggetto di mitigazione

L'area oggetto d'intervento è localizzata a nord del centro abitato del comune di Ginosa (TA), nel nucleo storico; nello specifico saranno interessate le seguenti vie:

- Via Matrice
- Via Burrone.



Fig. 1 – Localizzazione dell'area oggetto di interventi



4. Descrizione degli interventi

Gli interventi in progetto si distinguono essenzialmente in tre tipologie:

- Demolizione parziale edificio E12: il fabbricato E12 sarà parzialmente demolito, con risagomatura delle murature portanti; queste ultime pertanto fungeranno da contrafforti alla viabilità superiore (Vico Storto);
- Consolidamento locale edificio E1: sulla parete d'ingresso alla cavità O, interessata da cedimenti localizzati, sarà realizzata una puntellatura locale ed un consolidamento strutturale delle pareti murarie mediante chiodature ed iniezioni;
- Stabilizzazione dei massi ciclopici pericolanti: sul fronte prospiciente Via Burrone, per una lunghezza complessiva di 26 m circa, saranno disposti una serie di puntoni in acciaio con funzione di placcaggio delle strutture lapidee naturali ed antropiche instabili. Tali strutture saranno realizzate in profilati di acciaio montati ad hoc ed opportunamente ancorati in fondazione in una soletta in calcestruzzo armato;
- Muretti di contenimento: ai piedi del fronte prospiciente Via Burrone, in seguito alla messa in sicurezza dei massi ciclopici mediante puntellatura, verrà realizzato un muretto a secco realizzato in mattoni di tufo, il quale percorrerà il bordo strada.
- Intasamento parziale Cavità P (sottostante Via Matrice): l'ipogeo in questione, con ingresso su Via Burrone, è sostanzialmente composto da due cavità, una principale che si sviluppa in direzione OE ed una secondaria a sviluppo in direzione NS; il crollo ha compromesso la fruibilità di via Matrice e del sottostante ipogeo in questione. Pertanto in ottica di ripristino della suddetta fruibilità, seppur esclusivamente pedonale, si interverrà con il riempimento della sola cavità secondaria dell'ipogeo. In verità, la cavità in questione è stata già oggetto di riempimento (verificato in sede di sopralluogo), eseguito con mattoni in tufo; il progetto invece prevede l'intasamento con adeguate malte di tutti gli interstizi presenti tra i mattoni, per rendere monolitico l'intervento già attuato, previa perforazione e iniezione a pressione.
- Consolidamento strutturale Cavità P: nella porzione di cavità ancora fruibile, si provvederà al rinforzo della volta attraverso l'installazione di una struttura in acciaio intelaiata, realizzata mediante profilati in acciaio, allo scopo di trasferire al meglio i carichi allo strato di ammasso roccioso intatto sottostante;
- Consolidamento della calotta delle Cavità P e Z: la realizzazione degli interventi sarà eseguita da piano campagna, ossia dall'estradosso della calotta interessata, per una profondità variabile ed una distribuzione a maglia regolare con passo 1,5 m. il rinforzo sarà eseguito a mezzo di barre



autoperforanti con realizzazione del bulbo in calcestruzzo. Per i dettagli vedi relazione tecnica generale;

- Ripristino della viabilità pedonale su Via Matrice: la stessa sarà realizzata utilizzando la pista di cantiere già in opera, formata sostanzialmente dai detriti esistenti. I detriti verranno, dove possibile, asportati in parte, allo scopo di alleggerire i carichi e ridurre le pendenze, che allo stato attuale dei luoghi risultano eccessive; i rimanenti detriti verranno adeguatamente stabilizzati mediante compattazione. Successivamente verrà realizzato un primo strato in misto stabilizzato, sul quale verrà posato un geotessuto di separazione e successivamente una geogriglia strutturale di rinforzo; un secondo strato in misto stabilizzato sarà posato prima della posa del rivestimento, quest'ultimo realizzato in calcestruzzo ad effetto sasso lavato. A completamento, a bordo strada, sarà posato in opera un muro parapetto realizzato in mattoni di tufo, di spessore pari a 30 cm ed altezza 1,10 m a partire dalla pavimentazione stradale, per una lunghezza complessiva di circa 75 m circa.
- Opere complementari per la regimazione delle acque: su Via Matrice è stato previsto un sistema di raccolta acque attraverso una tubazione in PP del DN 400 che per mezzo di alcune griglie eviterà che l'acqua piovana defluisca in maniera non controllata. Una volta raccolta l'acqua a mezzo di una canalizzazione del DN 500 sarà trasferita direttamente in gravina.

5. Caratteri geologici generali

5.1.1. Aspetti generali

Il territorio di Ginosa si colloca lungo il margine sud – orientale di quella struttura tettonica nota nella letteratura geologica come «Fossa Bradanica», un’ampia depressione allungata da NO a SE originatasi nel Plio-Quaternario fra la catena appenninica e la piattaforma carbonatica dell’avampaese murgiano.

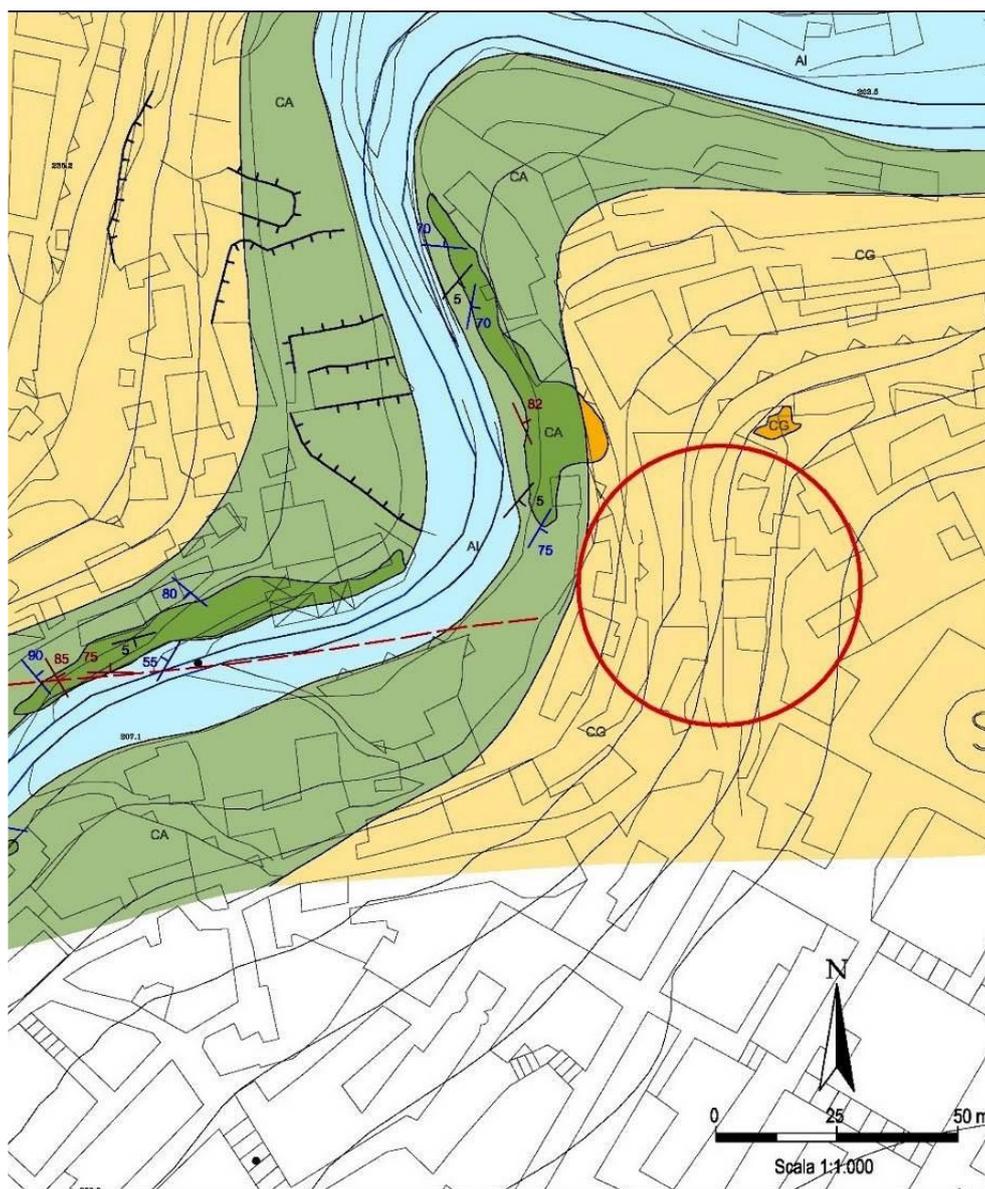


Fig. 2 – Estrapolato della carta geologica

L’area in oggetto è caratterizzata in affioramento dai sedimenti calcarenitici delle Calcareniti di Gravina. Questo deposito di origine marina è costituito da componenti di tipo calcareo, organici e inorganici, più o meno cementati, di ambiente costiero, aventi la granulometria di una sabbia e colore da bianco giallastro a



paglierino o giallo rossastro. I clasti derivano sia dal disfacimento dei calcari murgiani, sia dai resti di organismi marini aventi guscio calcareo quali molluschi, lamellibranchi, foraminiferi ed echini.

La calcarenite poggia in trasgressione sul basamento calcareo ed il contatto stratigrafico fra le due formazioni, di tipo trasgressivo con netta discordanza angolare, è marcato da un livello di conglomerato monogenico, prodotto dal disfacimento dei calcari al tetto.

Per specificità in merito geologico, si faccia riferimento alla *Relazione Geologica*.



6. Indagini eseguite

In seguito ai fenomeni di crollo verificatisi, sono state avviate una serie di attività di rilievo e di studio, al fine di acquisire conoscenza adeguata degli eventi stessi e delle cause che li avevano provocati.

Tra le prime attività svolte, il censimento ed il rilievo tecnico delle cavità antropiche presenti al di sotto del centro storico. Da tale censimento è risultato un sistema di ben n. 92 cavità antropiche.

Nel 2016, all'interno della "zona rossa", direttamente interessata dal crollo del 2014, è stata eseguita una nuova campagna d'indagine conoscitiva, nella quale è stato accertato il crollo di n. 13 complessi edilizi fra abitazioni ed ipogei; in tali fasi inoltre sono state individuate n. 32 cavità antropiche, disposte su 6 differenti livelli sovrapposti.

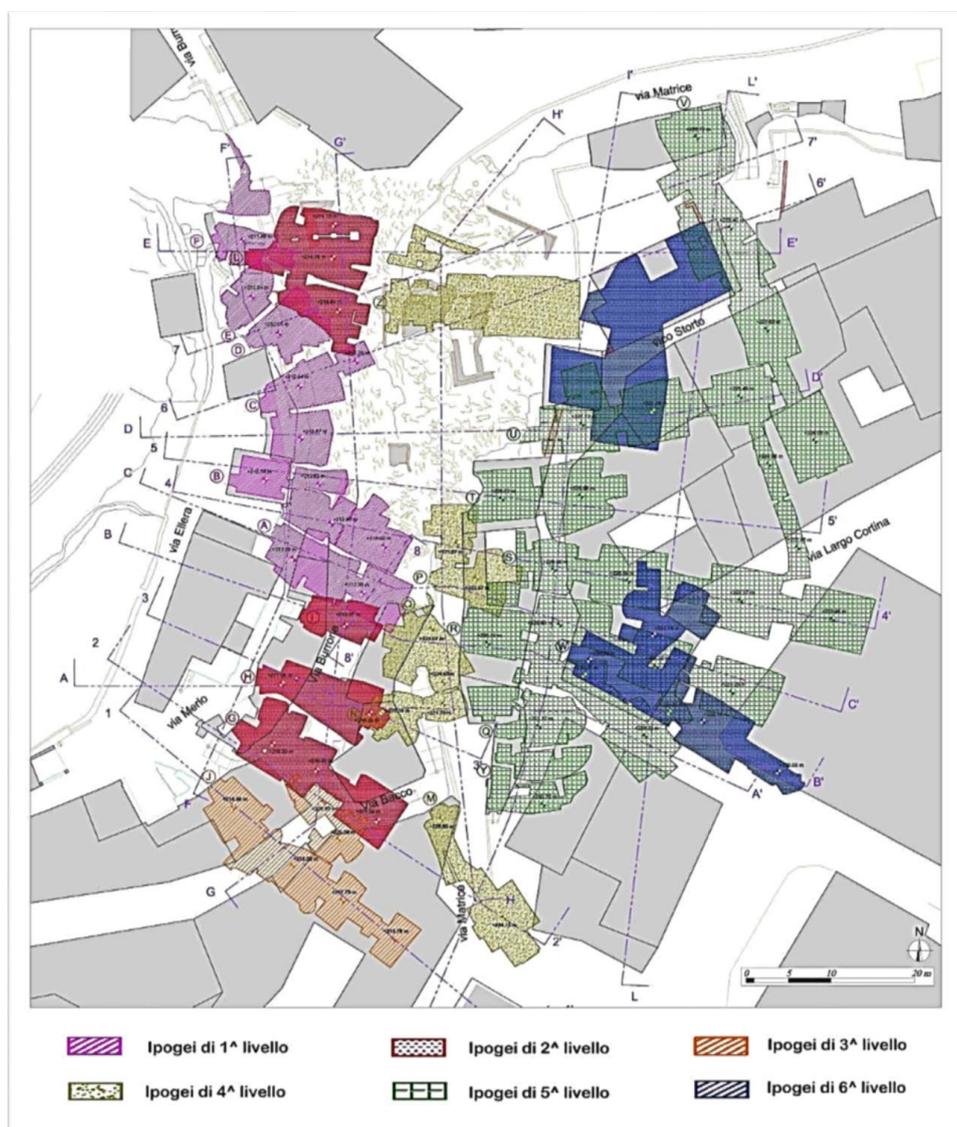


Fig. 3 – Ubicazione degli ipogei in zona rossa sui differenti livelli



La campagna d'indagine 2016 inoltre, ha compreso l'esecuzione di una serie di prospezioni geognostiche, tra le quali rilievi georadar, sondaggi a rotazione a distruzione di nucleo, video ispezioni nei fori di sondaggio, ecc.

Nel 2018, sono state realizzate nuove indagini, tra le quali saggi geognostici a distruzione di nucleo con relative video ispezioni, indagini geoelettriche, indagini sismiche con tecnica MASW ed indagini sismiche con tecnica HVSR.

Un'ulteriore campagna d'indagine è stata commissionata nel 2019, nella quale sono stati eseguiti una serie di sondaggi, video ispezioni in foro, prelievo di campioni di roccia a varie profondità, prospezioni geofisiche ecc.

6.1.1. Campagna indagini 2016

La campagna è consistita nella realizzazione di n. 5 sondaggi a distruzione di nucleo, spinti a profondità variabili; sono state eseguite inoltre:

- Indagini georadar;
- Video ispezioni in foro;
- Indagine sismiche HVSR;
- Indagine sismiche MASW;
- Indagini geoelettriche.

Dei sondaggi effettuati e delle relative video ispezioni, solo 3 rientrano nella zona crollo, nello specifico S01, S02 e S03. Dalle risultanze delle video ispezioni effettuate negli stessi perfori, si nota una continuità stratigrafica nel sondaggio S02, più interno verso lato monte, con presenza di calcarenite mediamente cementata, priva di cavità di alcun genere. Nei sondaggi più a valle invece, S01 e S03, è visibile una stratigrafia discontinua, attraversata da vuoti afferenti in parte a cavità antropiche ed in parte a materiale a blocchi rinveniente dai crolli.



Fig. 4 – Video ispezione nei sondaggi S02, S01 e S03



6.1.2.Campagna indagini 2018

La campagna è consistita nella realizzazione di n. 10 saggi geognostici a distruzione di nucleo, spinti a profondità variabili; sono state eseguite inoltre:

- Video ispezioni in foro;
- Indagine sismiche HVSr;
- Indagine sismiche MASW;
- Indagini geoelettriche.

Di particolare importanza per il presente progetto, le indagini sismiche MASW eseguite; nei capitoli successivi verranno interpretate per la determinazione della categoria di sottosuolo secondo le NTC 2018.

6.1.3.Campagna indagine 2019

La campagna è consistita nella realizzazione di n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, spinti a profondità pari a 20,00 m da p.c.; inoltre sono state effettuate le seguenti indagini:

- video ispezione con telecamera da foro, con registrazione multimediale delle riprese video su supporto informatico;
- prelievo di campioni di roccia (ove disponibili), a varie profondità nell'ambito dei sondaggi effettuati;
- posa in opera in ogni perforazione di tubazione in PVC diam 3", calata congiuntamente ai cavi per il rilievo cross-hole;
- posa in opera nell'ambito di ciascuna perforazione, sino alla massima profondità raggiunta (20.0m), dei cavi per la realizzazione dei rilievi cross-hole elettrici da n. 24 takeout e passo 0.8m;
- esecuzione di prove cross-hole elettriche tomografiche tra le coppie di fori di sondaggio 1-2, 2-3, 3-4 (rif. sigla: CH 1-2, CH 2-3 e CH 3-4);
- esecuzione di n.1 tomografia elettrica convenzionale con array dipolo-dipolo (TE1) per la definizione della resistività dei terreni presenti nell'area di rilievo, per una lunghezza pari a 47.0m;
- esecuzione di prove di laboratorio geotecnico (ditta Brainstormers srl - Barile PZ – aut. Min. Infrastr. e Trasporti), su n. 9 provini di roccia prelevati nel corso delle perforazioni;
- esecuzione di rilievo topografico di ciascun boccaforo e dell'area circostante le verticali piezometriche realizzate, tramite strumentazione GPS differenziale in modalita RTK.

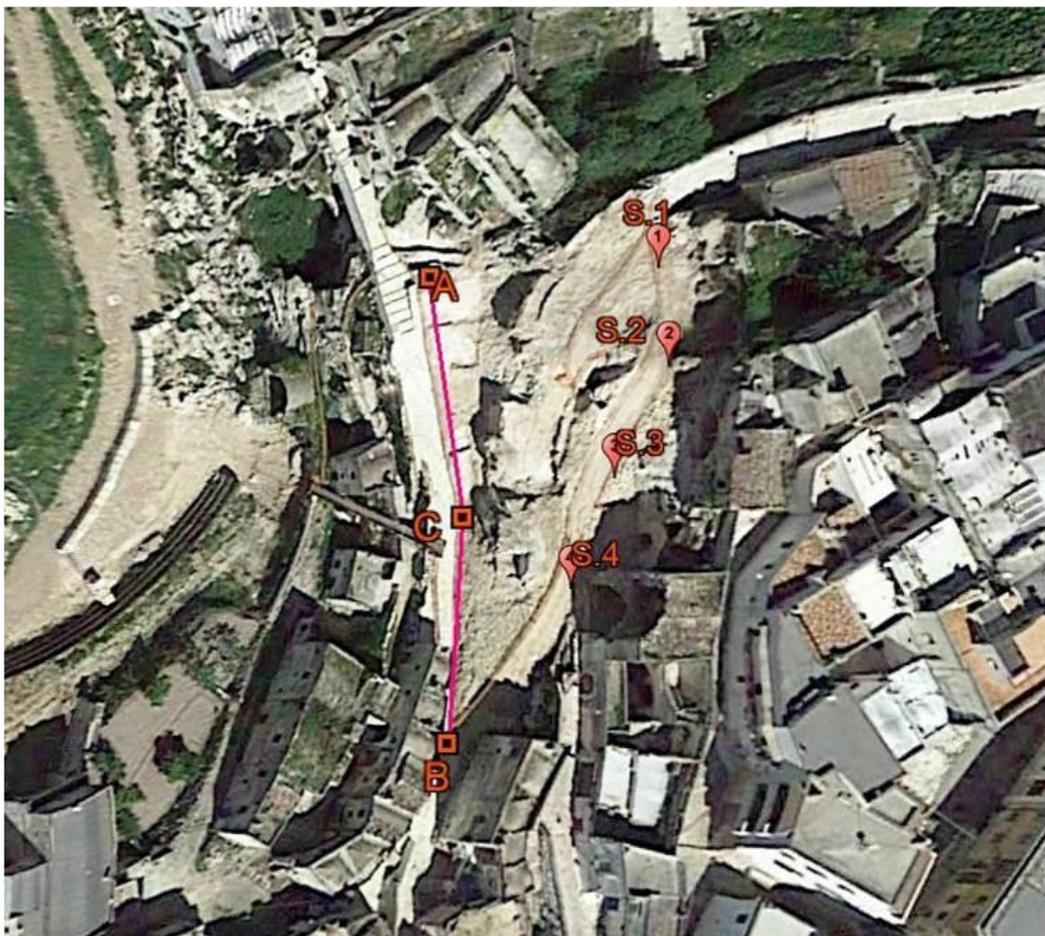


Fig. 5 – Ubicazione delle indagini

7. Risultati ottenuti dalle indagini 2019

7.1.1. Sondaggi meccanici

Dai sondaggi eseguiti e dalle video ispezioni nel seguito effettuate, risulta che nei sondaggi S.1, S.3 e S.4, la calcarenite risulta abbastanza continua in profondità, a meno di piccole cavità dello spessore decimetrico. La calcarenite si presenta di colore avana nei metri più alti per poi tendere al biancastro. Si riscontra presenza di umidità nonostante la perforazione sia avvenuta a secco.

All'interno del sondaggio S.2 invece, si riscontra la presenza di cavità antropica di notevole ampiezza, da 6,50 a 9,00 m da piano campagna, con presenza di puntello realizzato con tubo innocente.

7.1.2. Prove geotecniche di laboratorio

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati n. 9 campioni di roccia, in seguito sottoposti a prove di compressione uniaassiale semplice non confinata e Point Load Test.

Sond	Campione	Profondità (m)	γ_n (kN/m ³)	σ (kN/m ²)	Cu (kN/m ²)	Prova
1	1	4.0-4.4	15.30	1543.3	771.6	ELL
1	2	6.0-6.2	15.60	4784.0	2392.0	ELL
1	3	10.1-10.3	14.30	2852.6	1426.3	ELL
1	4	12.8-13	13.60	294.7	147.4	ELL
2	1	3.5-3.7	13.90	1814.7	907.3	ELL
2	2	11.2-11.3	16.40	6205.5	3102.8	ELL
3	2	18.9-19.0	13.60	287.4	143.7	ELL
2	3	19.0-19.3	16.60	6400.0	3200.0	Point Load
3	3	19.9-20.0	17.70	1200.0	600.0	Point Load

Fig. 6 – Tabella riepilogativa delle prove geotecniche di laboratorio

7.1.3. Prospezioni cross-hole elettrici

Le prospezioni geoelettriche in foro sono state eseguite a coppie, con metodologia cross-hole. Nella fig. 7, è rappresentato la sezione tomografica risultante dalle prospezioni.

Le risultanze del rilievo sono rappresentate nella seguente sezione tomografica in cui le zone periferiche con resistività medio-elevata ($\rho=500-1500 \text{ ohm}\cdot\text{m}$) sono attribuibili all'ammasso calcarenitico mediamente cementato non fratturato; le zone circoscritte altoresistive ($\rho >2000 \text{ ohm}\cdot\text{m}$) sono attribuibili a parti fratturate con pareti asciutte, presumibilmente non interessate dal fluido bentonitico iniettato. Infine la parte centrale diffusa, a quote da 225 a 215 circa, caratterizzata da valori di bassa resistività ($\rho <70-100 \text{ ohm}\cdot\text{m}$) è attribuibile a porzioni cave e/o fratturate dell'ammasso calcarenitico, rese conduttive dalla presenza di umidità.

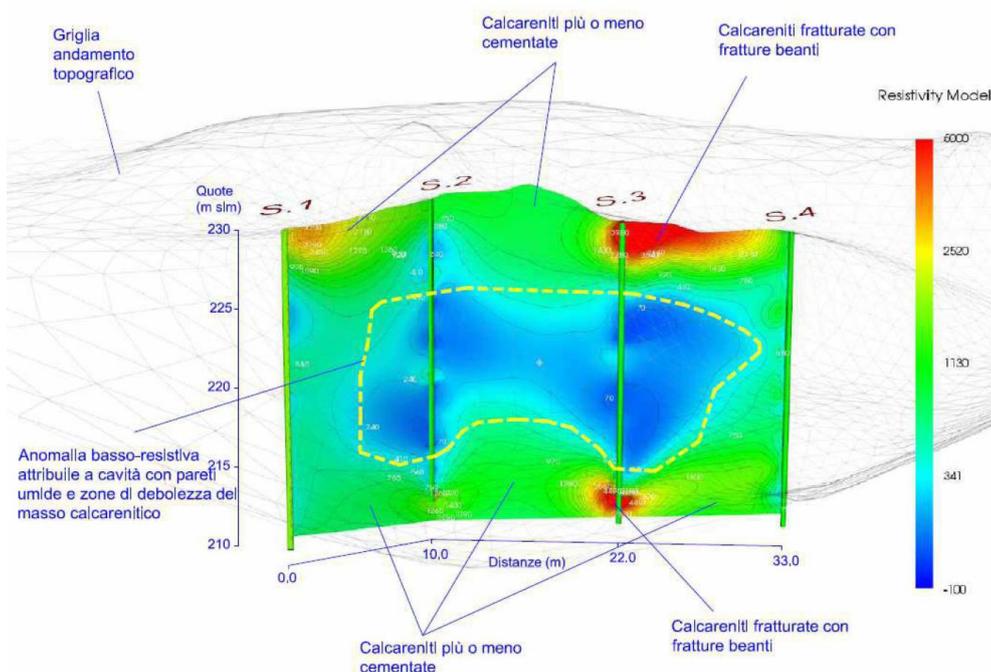


Fig. 7 – Sezione geoelettrica tomografica cross-hole

L'indagine pertanto esclude la presenza di cavità antropiche nella porzione di sottosuolo compresa fra le verticali S2, S3 e S4.

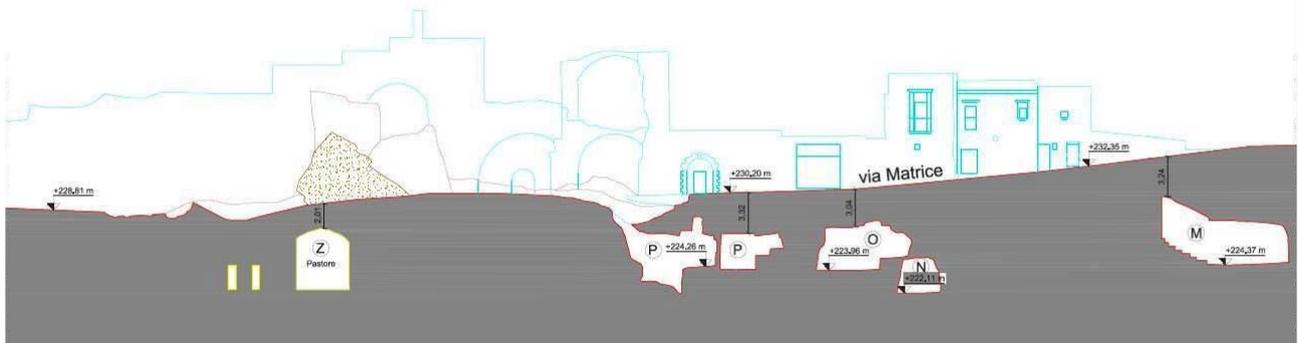


Fig. 8 – Sezione del sottosuolo; le verticali di sondaggio S2, S3 e S4 sono presenti fra la cavità Z e quella P

8.1.1.1 Tomografia geoelettrica

In fig. 9 è riportata la sezione tomografica risultante dall'indagine; si possono osservare zone alto resistive in superficie, afferenti ai riporti antropici (coperture granulari, solette, pavimentazioni) ed in profondità, queste ultime sicuramente afferenti a cavità antropiche, dato le dimensioni, in quanto essendo attraversate da aria (che ha resistività infinita).

Si osservano inoltre zone a bassa resistività (conduttive), localizzate nella porzione più alta dell'ammasso (a circa 2-3m da piano campagna, quasi certamente dovute alla presenza di umidità in seguito agli apporti pluviometrici verificatisi nei giorni precedenti le indagini).

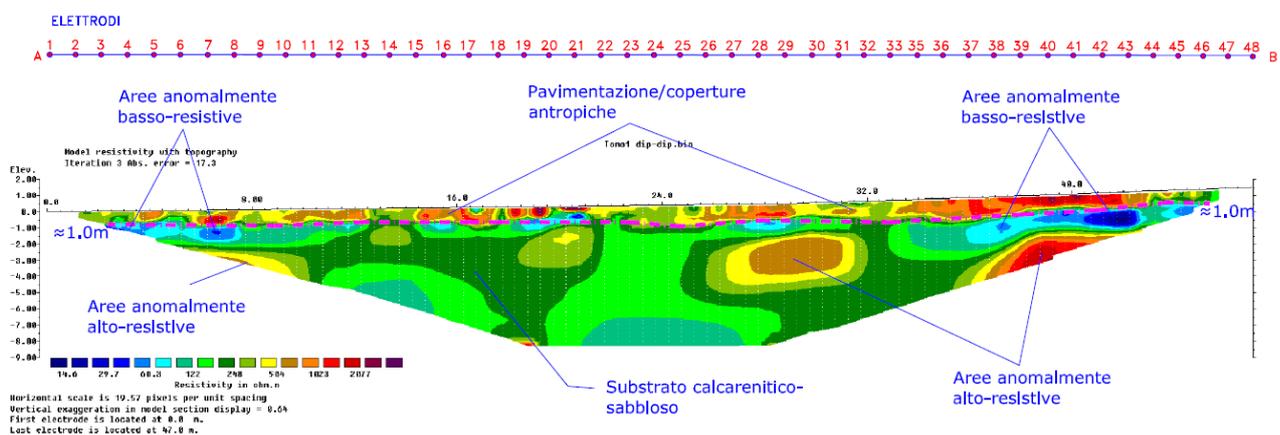


Fig. 9 – Sezione tomografica risultante dall'indagine

9 Stima dei parametri geotecnici e modello geotecnico

Il modello di calcolo utilizzato per le calcolazioni delle opere in progetto è assunto, in funzione delle indagini eseguite e delle prove di laboratorio effettuate, come segue:

- Strato di riporto: dello spessore di 1,5 m circa da piano campagna:



- $\gamma = 16,00 \text{ kN/m}^3$ (peso dell'unità di volume naturale);
 - $\gamma_{\text{sat}} = 17,00 \text{ kN/m}^3$ (peso dell'unità di volume saturo);
 - $c' = 0,00 \text{ kPa}$; (coesione efficace);
 - $c_u = 0,00 \text{ kPa}$; (coesione non drenata);
 - $\phi' = 45^\circ$ (angolo di attrito efficace);
- Calcarenite: dello spessore variabile, sotto lo strato di riporto o in affioramento a seconda dei casi:
- $\gamma = 15,30 \text{ kN/m}^3$ (peso dell'unità di volume naturale);
 - $\gamma_{\text{sat}} = 16,00 \text{ kN/m}^3$ (peso dell'unità di volume saturo);
 - $c' = 76 \text{ kPa}$; (coesione efficace);
 - $c_u = 760 \text{ kPa}$; (coesione non drenata);
 - $\phi' = 35^\circ$ (angolo di attrito efficace);

10 Categoria di sottosuolo

Per quanto concerne la categoria di sottosuolo, caratterizzata secondo la normativa vigente (al paragrafo 3.2.2, NTC 2018), la stessa risulta essere di tipo **B** o **C**, a seconda dei casi, ossia "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

Indagine MASW 2D	Calcolo del $V_{s,eq}$	Categoria di suolo
SCOPPIO 1	$V_{s,eq} = 305 \text{ m/s}$	C
SCOPPIO 2	$V_{s,eq} = 273 \text{ m/s}$	C
SCOPPIO 3	$V_{s,eq} = 280 \text{ m/s}$	C
SCOPPIO 4	$V_{s,eq} = 361 \text{ m/s}$	B
SCOPPIO 5	$V_{s,eq} = 490 \text{ m/s}$	B
SCOPPIO 6	$V_{s,eq} = 299 \text{ m/s}$	C
SCOPPIO 7	$V_{s,eq} = 377 \text{ m/s}$	B
SCOPPIO 8	$V_{s,eq} = 434 \text{ m/s}$	B
SCOPPIO 9	$V_{s,eq} = 497 \text{ m/s}$	B
SCOPPIO 10	$V_{s,eq} = 448 \text{ m/s}$	B
SCOPPIO 11	$V_{s,eq} = 529 \text{ m/s}$	B
SCOPPIO 12	$V_{s,eq} = 521 \text{ m/s}$	B

Fig. 10 – Tabella riassuntiva delle indagini sismiche MASW



11 Verifiche

Per quanto concerne le verifiche geotecniche del caso si rimanda alle relazioni specialistiche, nello specifico le seguenti:

- Rel. D.1 - Relazione di calcolo archi strutturali – Cavità P
- Rel. D.1.1 – Tabulati di calcolo archi strutturali – Cavità P
- Rel. D.2 - Relazione di calcolo puntoni
- Rel. D.2.1 - Tabulati di calcolo puntoni
- Rel. B.2 - Relazione sulle verifiche di stabilità.