

RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA

COMMITTENTE:
AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BROLO

DATA

OGGETTO:

*“PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO IN
VARIANTE AL VIGENTE PRG DEL CIMITERO COMUNALE ”*

IL GEOLOGO:

DOTT. GEOL. IGNAZIO SIDOTI



COMUNE: BROLO
LOCALITA': VIA FOSCOLO



“Lo sviluppo sostenibile è quello sviluppo che consente alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i loro propri bisogni” (Brundtland 1987).

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

INDICE

1 - Premessa	pag. 1
<i>1.1 Descrizione dell'intervento</i>	pag. 1
<i>1.2 Normativa di riferimento</i>	pag. 1
<i>1.3 Caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica</i>	pag. 3
2 –Quadro di analisi	pag. 5
<i>2.1 Quadro geologico, geomorfologico ed idrogeologico</i>	pag. 5
<i>2.1.1 Condizioni geologiche</i>	pag. 5
<i>2.2 Caratteristiche geomorfologiche</i>	pag. 8
<i>2.3 Lineamenti idrogeologici</i>	pag. 11
<i>2.4 – Caratterizzazione e modellazione geologico-tecnica</i>	pag. 11
<i>2.4.1 Indagini precedenti</i>	pag. 11
<i>2.4.2 Modello geologico-tecnico del sottosuolo</i>	pag. 16
<i>2.5 Valori caratteristici dei parametri geotecnici</i>	pag. 20
<i>2.6 – Stabilità dei terreni di fondazione</i>	pag. 22
3 – Quadro sismico	pag. 27
4 – Quadro climatico e calamità	pag. 33
<i>4.1 Caratteristiche climatiche</i>	pag. 33
<i>4.2 Calamità idrauliche, geologiche e notizie storiche</i>	pag. 34
5 – Quadro di sintesi	pag. 36
<i>5.1 Pericolosità geologica</i>	pag. 36
<i>5.2 Comportamento sismico</i>	pag. 37
<i>5.3 Prescrizioni ed indicazioni esecutive</i>	pag. 39
6 – Considerazioni conclusive	pag. 40
Allegati	pag. 42

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

1 - PREMESSA

1.1 Descrizione dell'intervento

In seguito all'incarico conferitomi dal dall'**AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BROLO** giusta Determina n.168 del 09.07.2020, viene redatta la presente relazione per lo studio geologico-tecnico sui terreni interessati al: “**Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale**”.

L'area di progetto ricade nella CTR 599030, all'interno del Foglio n.252, Quadrante II, Orientamento N.E. “S. Angelo di Brolo”, ed è individuata nel Foglio di mappa n.3 partt. nn.97, 445, 1062, 1071 e 1073, (fig.1).

Il programma d'intervento prevede lavori per la realizzazione di nuovi loculi nel cimitero comunale di via Foscolo e delle infrastrutture connesse (vialetti, percorsi, pavimentazioni, fontane/rubinetti di approvvigionamento per l'acqua).

1.2 Normativa di riferimento

Le seguenti indagini tengono presenti le indicazioni contenute:

- nel **D.M. 11/3/88** “Norme tecniche riguardanti le indagini;

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.
---	--

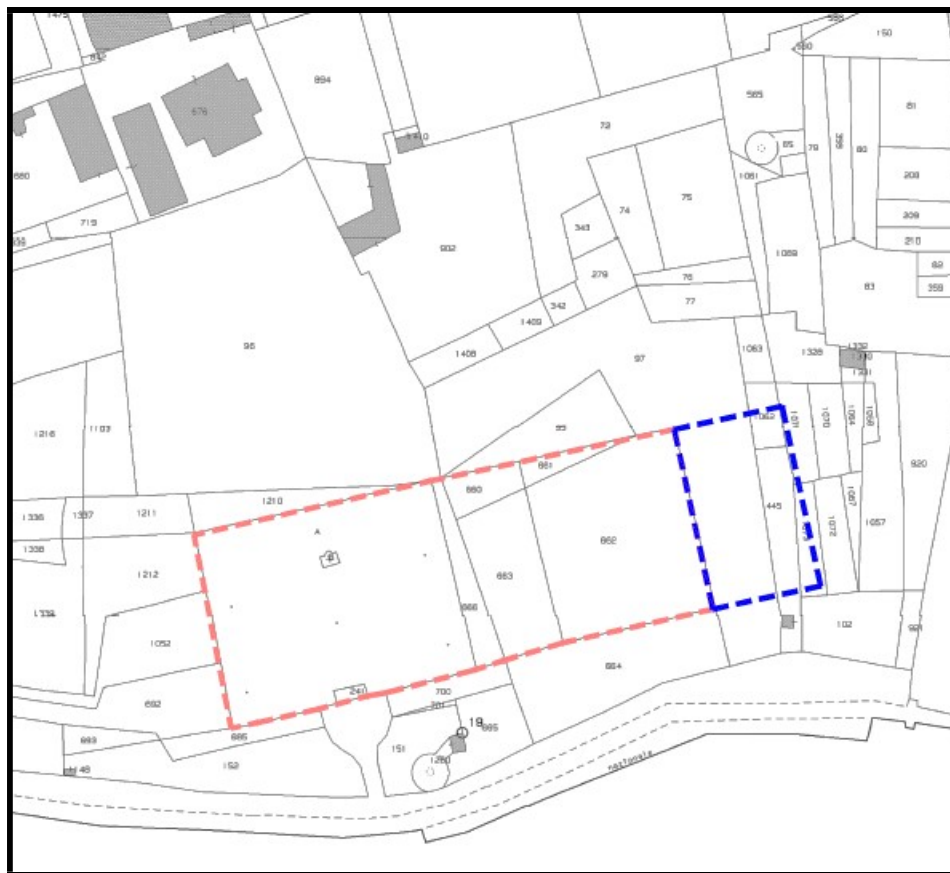


Fig.1 Localizzazione dell'area di progetto sullo stralcio del Foglio di mappa n.3, fuori scala

- nella **Legge n.64/1974** “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- nella **Circolare A.R.T.A. n.3/DRA/ del 20 giugno 2014 n.28807** “Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici”;
- nel **Decreto Ministeriale 17.01.2018** Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (di seguito NTC2018), § 6.2.1 e § 6.2.2;

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

- nella ***Circolare 21 gennaio 2019 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*** - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018 (di seguito Circolare).

1.3 Caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica

Il presente studio geologico, come previsto dalla suddetta Circolare al punto 2.1) è *finalizzato a:*

a) fornire un quadro conoscitivo sufficiente per illustrare le caratteristiche geologiche del territorio in esame e identificare le situazioni locali che presentino livelli di pericolosità geologica tali da poter influenzare, in modo significativo, le scelte degli strumenti urbanistici;

b) indicare le prescrizioni e gli accorgimenti tecnici affinché tali condizioni di pericolosità non si aggravino o si manifestino nelle zone di nuova urbanizzazione

e ad effettuare la caratterizzazione e modellazione geologica (§ 6.2.1 NTC2018) del sito per la verifica della compatibilità delle rispettive previsioni con le condizioni geomorfologiche del territorio.

Dopo una ricerca bibliografica sullo stato delle conoscenze dell'area esaminata, sono stati individuati i caratteri di pericolosità geologico-geomorfologica, geotecnica e geofisica.

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

In particolare, sono stati analizzati:

- configurazione geologica e morfologica del sito;
- caratteristiche idrogeologiche e di permeabilità dei terreni;
- caratteristiche litotecniche dei litotipi individuati;
- condizioni sismo-tettoniche dell'area in esame.

In seguito alla definizione del modello geologico e dei risultati delle indagini, si è proceduto alla caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno di cui al § 6.2.2 NTC218.

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e la definizione del modello geotecnico del sottosuolo, sono stati utilizzati dati noti sui terreni di sottosuolo, come previsto dalle NTC2018 al § 6.2.

La suddetta analisi ha consentito di elaborare le seguenti carte allegate al presente studio:

- Carta geologica geomorfologica ed idrogeologica - Scala 1:2.000;
- Carta litotecnica - Scala 1:2.000;
- Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive - Scala 1:2.000.

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

2 - QUADRO DI ANALISI

2.1 Quadro geologico, geomorfologico ed idrogeologico

2.1.1 Condizioni geologiche

Assetto tettonico

Il comune di Brolo ricade nel settore geologico che rappresenta l'elemento tettonico geometricamente il più elevato dell'edificio strutturale siciliano.

La catena Kabilo-Calabride è costituita da una serie di unità tettoniche messe in posto a partire dall'Oligocene superiore con vergenza meridionale, caratterizzata nel settore in esame dall'unità tettonica più alta e cioè Unità dell'Aspromonte.

A saldatura delle prime fasi tettoniche si è deposita nell'Oligocene superiore - Miocene inferiore la formazione terrigena del Fysch di Capo D'Orlando.

L'assetto del territorio è condizionato dagli effetti della tettonica compressiva (che ha portato alla formazione dell'Arco Calabro-Peloritano) da quella verticale quaternaria, il cui vigore ha condizionato il continuo modellamento dei versanti.

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Per grandi linee si rilevano tre fasi tettoniche, come di seguito esplicitate.

Il sovrascorrimento delle unità peloritane inizia nell'Oligocene superiore e si protrae fino al Miocene con diversi sistemi di sovrascorrimenti che hanno impilato le unità tettoniche. Successivamente con gli effetti dell'evoluzione del Bacino Tirreno meridionale, si sono attivate faglie estensionali a basso angolo che hanno portato ad un assottigliamento della catena.

Nel Pliocene-Pleistocene si sono attivate faglie trascorrenti distinti in due sistemi antitetici. Infine le deformazioni legate alla neotettonica sono ancora attive e sono causa degli eventi sismici presenti nell'area.

Caratteri stratigrafici

L'assetto geologico del territorio nella zona in studio è caratterizzato dalle unità metamorfiche del Complesso Calabride, da lembi di coperture carbonatiche mesozoiche, che seguono in discordanza, i depositi della Formazione di Stilo-Capo D'Orlando ricoperti tettonicamente dalle Argille Scagliose Antisicilidi.

Quanto sopra si rileva anche dallo stralcio geologico del Foglio 599 Patti, ove ricade l'area di progetto e (Fig.2) ove con b_b si intendono i depositi alluvionali recenti e di piana litorale costituiti da ghiaie e sabbie grossolane a matrice limoso argillosa che ricoprono la facies

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.
---	--

prevalentemente arenacea del Flysch di Capo d'Orlando (COD_b) discordante sui gneiss occhiadini (PMA_b) dell'unità Aspromonte.

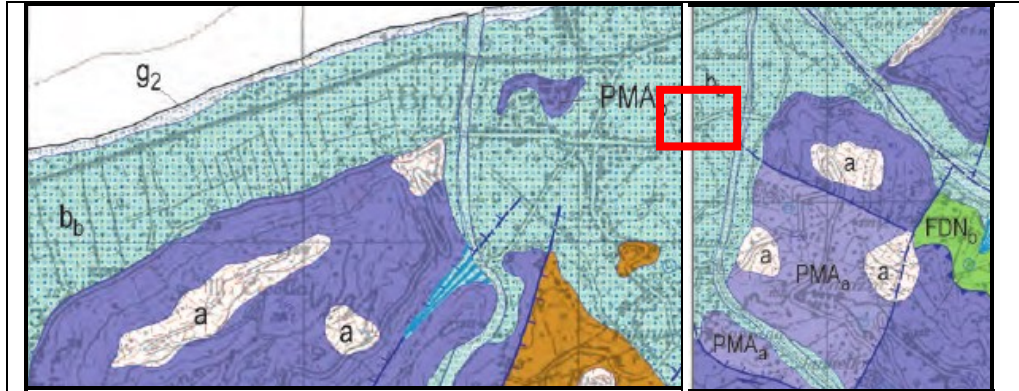


Fig.2 Stralcio del Foglio geologico 599 "Patti" – fuori scala

Di seguito si riporta uno stralcio della carta geologica redatta a cura di LENTINI et al. (2000) ove si ritrovano i depositi alluvionali (ar) sul metamorfico di medio-alto grado dell'U. Aspromonte (UA) a luoghi sormontato dai depositi del Flysch di Capo d'Orlando (OMc), Fig.3.

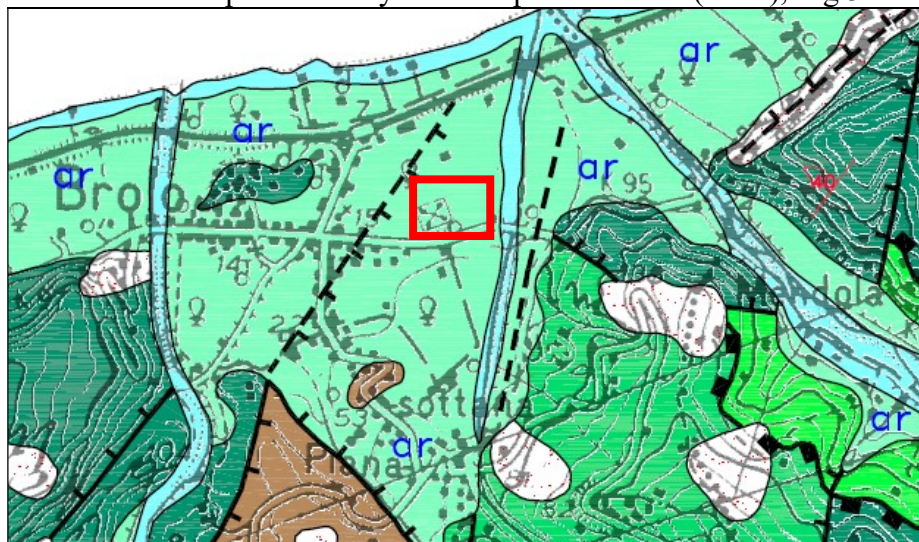


Fig.3 Carta geologica da Lentini, 2000 – in stampa Scala 1:25.000

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

La descrizione geolitologica della zona in esame viene schematizzata come di seguito:

Alluvioni recenti

I depositi alluvionali che si rilevano nella zona in esame sono costituiti prevalentemente, da sabbie ghiaiose e sabbie limose mediamente addensate. OLOCENE.

Unità Aspromonte

Calcarei cristallini, dolomie biancastre e brecce calcaree, intensamente tettonizzati e fratturati che affiorano anche come olistoliti isolati. GIURASSICO sup. – CRETACEO sup.

2.2 Caratteristiche geomorfologiche

Il territorio di Brolo è compreso nel bacino idrografico dei Torrente Brolo e della Fiumara S. Angelo di Brolo, in un contesto di costiero, caratterizzato da una pianura con pendenze modeste, e collinare con versanti caratterizzati da pendenze prevalentemente medie.

L'area oggetto dello studio si trova nel centro abitato ad una quota di circa 16 m s.l.m..

Nell'area in esame gli elementi geomorfologici sono stati condizionati, in parte, dagli interventi antropici che hanno modificato

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

l'originario assetto morfologico ed, in alcuni casi anche l'andamento dei corsi d'acqua.

Rispetto alle condizioni di stabilità più precarie, l'area in esame si definisce per le seguenti caratteristiche:

- le opere di urbanizzazione presenti nell'area oggetto dell'intervento non fanno rilevare segni riconducibili ad instabilità e/o cedimenti;
- gli elementi geomorfologici di superficie escludono la presenza di fenomeni d'instabilità gravitativi e/o di dinamica delle acque superficiali;
- il versante in esame presenta una pendenza modesta, gradonato ed una copertura vegetale abbastanza omogenea.
- nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), il sito in esame rientra nell'area tra il T. Timeto e la F.ra di Naso (013) e non risulta cartografato nella carta (n.3) delle pericolosità e del rischio geomorfologico e della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione (Fig.4).

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.
---	--

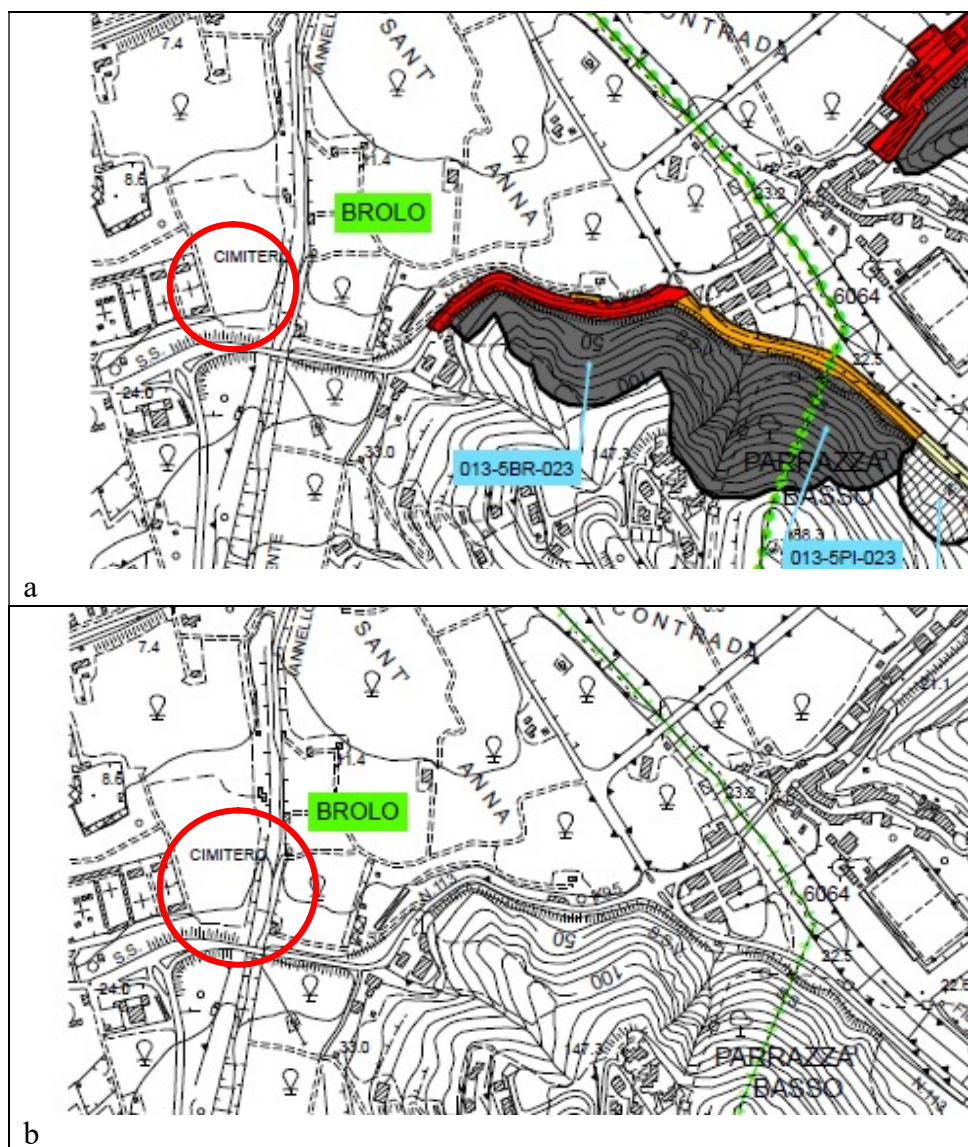


Fig.4 Stralcio delle carte (n.2) della pericolosità e del rischio geomorfologico (a) e della pericolosità idraulica (b).

Per quanto rilevato il sito risulta stabile dal punto di vista geomorfologico ed idoneo alla realizzazione delle opere in progetto.

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

2.3 Lineamenti idrogeologici

I “complessi idrogeologici” definiti nell’area in esame e correlati con i principali litotipi affioranti, risultano:

- Complesso a permeabilità elevata: si tratta dei depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati, a prevalente componente granulare, permeabili per porosità, anche se con presenza di orizzonti a granulometria fine, discontinue verticalmente e lateralmente, si determinano variazioni della permeabilità orizzontale e verticale e della potenzialità dell’acquifero.

La variabilità granulometrica di questi terreni, che nell’area in studio si può considerare non elevata, determina una circolazione idrica con una distribuzione uniforme della falda sotterranea.;

- Complesso a permeabilità da media a bassa: si tratta dei depositi torbiditici con alternanze di litotipi diversi (Flysch di Capo d’Orlando), a permeabilità mista per porosità e fessurazione e delle metamorfiti di alto grado con una porosità per fratturazione.

Nell’area di progetto, dai dati di pozzo esistenti, la falda si rinviene ad una profondità di circa 5-8 m dal p.c..

2.4 – Caratterizzazione e modellazione geologico-tecnica

2.4.1 Indagini precedenti

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Nell'intorno dell'area in esame sono state effettuati studi geologici con indagini geognostiche localizzate nella fig.5 che completano la conoscenza delle caratteristiche geolitologiche dei terreni in esame.

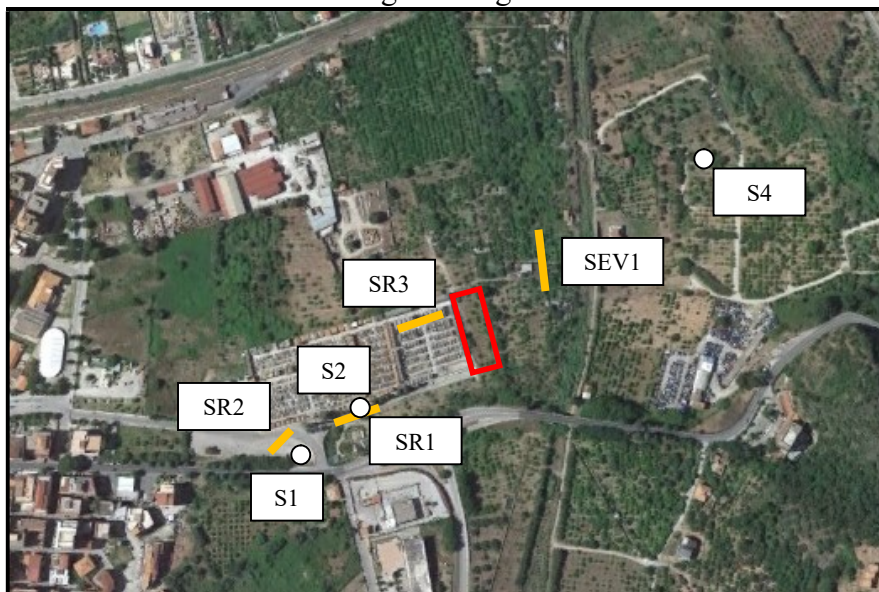


Fig.5 Localizzazione delle indagini effettuate in prossimità dell'area d'indagine in rosso.

Di seguito si riporta una sintesi delle suddette indagini:

- Nella zona ad est per il progetto di *Completamento fognatura centro e frazioni* nel 1991 è stato effettuato un sondaggio elettrico verticale (SEV n.1) con i seguenti risultati

Profondità in m	Elettrostratografia
0,00 – 1.50	$\rho = 50 \text{ ohm.m}$ – riferibile al terreno vegetale
1.50 – 2.00	$80 < \rho < 100 \text{ ohm.m}$ – riferibile ai depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

- Nella zona dell'ingresso principale per i *Lavori inerenti l'allargamento innesto S.S.113 - strada cimitero* nel 2005 sono state effettuate le seguenti indagini geognostiche:

Sondaggio geomeccanico S1 (Falda a -6 m dal p.c.)				
0 – 0.30	Materiale da costruzione sede stradale			
0.30 – 12.50	Sabbie prevalentemente limose con livelli misti a ghiaia tra 0.30 -5.0 m e 7.40-9.20			
Sondaggio geomeccanico S2 (Falda a -5 m dal p.c.)				
0 – 0.80	Materiale da costruzione sede stradale			
0.80 – 12.0	Sabbie prevalentemente limose con livelli misti a ghiaia tra 0.80 -4.30 m e 7.70-10.0			
Nspt – prof.	1.5-1.95	3.0-3.45	6.0-6.45	9.0-9.45
n.colpi	5-4-11	22-27-23	5-19-24	3-4-12
Sondaggio sismico a rifrazione SR1				
circa 1 m	Vp di poco superiori a 200 m/s			
da 1 a 3-4 m	420 < Vp < 480			
oltre	550 < Vp < 600			
Sondaggio sismico a rifrazione SR2				
circa 1 m	Vp di poco superiori a 200 m/s			
da 1 a 5-7 m	420 < Vp < 480			
oltre	620 < Vp < 750			

- Nella zona est, in destra orografica del T. Jannello, per il *Progetto di un acquapark* nel 2003 sono stati effettuati n.4 sondaggi geognostici di cui si riporta quello più vicino all'area in esame:

Sondaggio geomeccanico S4 (Falda a -4.5 m dal p.c.)					
0 – 0.30 m	Terreno vegetale				
0.30 – 5.50 m	sabbie prevalentemente ghiaiosa				
5.50 – 10.0 m	Sabbia limosa e/o limo sabbioso				
Nspt – prof.	1.5-1.95	3.0-3.45	4.5-4.95	6.0-6.45	7.5-7.95
n.colpi	13-10-10	10-12-12	7-10-9	6-7-7	10-11-12

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

- Nella adiacente sempre in ambito cimiteriale per il *Realizzazione di loculi nel cimitero comunale di Brolo* nel 2011 è stato effettuato n.1 sondaggi sismico a rifrazione con i seguenti risultati:

Sondaggio sismico a rifrazione SR3	
1.40-2.10 m	Vp media = 314 m/s - Depositi alluvionali scarsamente addensati parzialmente trasformati in terreno vegetale
5.30-6.20 m	Vp media = 404 m/s - Depositi alluvionali mediamente addensati
oltre	Vp media = 825 m/s - Depositi alluvionali addensati.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei dati geosismici:

Orizzonte	Velocità media (m/s) <i>Onde longitudinali (P)</i>	Velocità media (m/s) <i>Onde trasversali (S)[*]</i>	Spessore medio (metri)
1 (A)	314	146 (valore stimato)	1.75
2 (B)	404	194 (valore stimato)	4.00
3 (C)	825	406 (valore stimato)	Indefinito (> 30 metri)

[*] La velocità delle onde trasversali è determinata in base alla formula:
 $V_s = V_p \sqrt{(1-2G)/(2-2G)}$; che è in funzione della costante **G** (rapporto di Poisson); per i terreni in esame il valore medio di **G(1) = 0.36**, **G(2) = 0.35** e **G(3) = 0.34**

La prospezione sismica non ha individuato un secondo rifrattore, per cui, per il calcolo di Vs30 si può ipotizzare, per l'orizzonte 3 uno spessore di circa 24 metri, al fine di raggiungere la profondità di calcolo stabilità dalla normativa.

La formula da utilizzare per la caratterizzazione del terreno di fondazione è:

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo
 V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima
 N = Numero di strati

Utilizzando i dati ottenuti dall'indagine sismica si ottiene, per l'area in esame:

<i>Spessore suolo (medio)</i>	<i>Vs (m/s)</i>	<i>h/Vs</i>	<i>Vs30 (m/s)</i>	<i>Categoria suolo</i>
1.75	147	0.012	325	C
4.00	194	0.021		
24.25	406	0.060		

2.4.2 Modello geologico-tecnico del sottosuolo

Dal modello geologico e dalle indagini condotte in sito oltre che da quelle effettuate su terreni simili, è stato ricostruito il modello geotecnico del sottosuolo, caratterizzato dai depositi alluvionali, oltrepassati i terreni di riporto superficiali, rappresentati da sabbie e ghiaie ben addensate e limitatamente da livelli limosi che si intercalano;

I fattori che esercitano un'influenza sul comportamento della sabbia sotto i carichi, sono la densità relativa che influenza l'angolo di resistenza al taglio e le curve carico-cedimento e la posizione del livello di falda che fa decrescere la pressione laterale effettiva, provocando un aumento del cedimento.

Parametri fisici - Parametri di resistenza al taglio

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

I fattori che esercitano un'influenza sul comportamento della sabbia sotto i carichi, sono la densità relativa che influenza l'angolo di resistenza al taglio e le curve carico-cedimento e la posizione del livello di falda che fa decrescere la pressione laterale effettiva, provocando un aumento del cedimento.

Il livello di falda, secondo le misure effettuate, non interferisce con le fondazioni delle opere in progetto.

Le principali proprietà di questi materiali compattati, come ripreso da Wagner 1957, sono:

Simbolo gruppo	Permeabilità	Resistenza al taglio del mat. saturo	Compressibilità del mat. saturo	Lavorabilità mat. costruz.
SM-SC	Discret. perm. – imperm	Buona - Discreta	Bassa	Buona-discreta

I parametri che influenzano la risposta geomeccanica di questi terreni sono:

- la posizione del livello di falda che fa decrescere la pressione laterale effettiva, provocando un aumento del cedimento.

- la densità relativa che influenza l'angolo di resistenza al taglio.

Da quanto riportato nelle caratteristiche idrogeologiche, la falda non interferisce con le opere in progetto e non influenza il cedimento relativo.

La valutazione dello stato di addensamento dei terreni in esame è stata effettuata tramite i risultati di prove penetrometriche su terreni simili e dalle comparazioni con le prove SPT.

- *Interpretazione delle prove penetrometriche*

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

I valori della resistenza penetrometrica, risultanti dalle prove SPT (Standard Penetration Test), sono riportati in termini di $N_{1,60}$ valore normalizzato con la pressione geostatica efficace verticale ed i valori correttivi tramite la formula proposta in letteratura $N_{1,60} = C_N * N_{60}$ con

$N_{1,60}$ = valore corretto per le tensioni litostatiche e per le procedure esecutive;

N_{60} = valore corretto per le procedure esecutive;

C_N = fattore di correzione per la tensione litostatica. Il valore del fattore C_N proposto da Liao e Whitman è $C_N = 1/\sqrt{\sigma_{vo}}$ in cui σ_{vo} = tensione verticale efficace in Kg/cm^2 .

Sondaggio	Prof	SPT	N_{SPT}	$N_{1,60}$
S2	1.50 - 1.95	5 - 4 - 11	15	25.3
S2	3.00 - 3.45	22 - 27 - 23	50	63.4
S2	6.00 - 6.45	5 - 19 - 24	43	39.9
S2	9.00 - 9.45	3 - 4 - 12	16	12.2
S4	1.50 - 1.95	13-10-10	20	33.7
S4	3.00 - 3.45	10-12-12	24	30.4
S4	4.50 - 4.95	7 - 10 - 9	19	20.1
S4	6.00 - 6.45	6 - 7 - 7	14	12.9
S4	7.50 - 7.95	10 - 11 - 12	23	19.2

La valutazione dello stato di addensamento dei terreni in esame, è stato effettuata tramite i risultati della prova penetrometrica e delle comparazioni con le prove SPT, secondo la relazione riportata di seguito:

N_{SPT} (Colpi/30 cm)	Densità relativa	
	<i>Terzaghi-Peck</i> (1948)	<i>Gibbs-Holtz</i> (1957)
0-4	molto sciolta	0-15%
4-10	sciolta	15-35%
10-30	media	35-65%
30-50	densa	65-85%
oltre 50	molto densa	85-100%

Correlazione N_{spt} - stato di addensamento

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Considerando i valori caratteristici dei livelli riscontrati, escludendo quelli non rappresentativi, si ottengono i seguenti valori:

Orizzonte litologico	NSPT	Dr valutazione / Dr %
Sabbie limose e/o limi sabbiosi	12.2-12.9	Media / 38.3-39.3
Sabbie e sabbie ghiaiose	19.2 -20.1 – 25.3	Media / 48.8-50.1-57.9

- Angolo di resistenza al taglio

Le correlazioni che legano il numero di colpi N_{spt} all'angolo di resistenza al taglio sono state oggetto di studio di diversi autori.

I valori riscontrati con alcune correlazioni, per i valori di N_{spt} rilevati sugli stessi terreni in aree limitrofe, validi per i livelli meno addensati, è di N_{SPT} medi 10/15 e valutandoli congruenti con i depositi riscontrati nell'area in esame, considerando il limite inferiore, si ottiene:

Autore	Relazione	Φ (°)					
		$N_{SPT} 12.2-12.9$		$N_{SPT} 19.2-20.1-25.3$			
Pack-Hanson & Thornburn	$\phi = 27.2 + 0.28 N_{spt}$	30.6	30.8	32.5	32.8	34.2	
Meyerhof (< 5% limo)	$\phi = 29.47 + 0.46 N_{spt} - 0.004 N_{spt}^2$	34.4	34.7	36.8	37.0	38.5	
Meyerhof (> 5% limo)	$\phi = 23.7 + 0.57 N_{spt} - 0.006 N_{spt}^2$	29.7	30.0	32.4	32.7	34.2	
Owasaki & Iwasaki	$\phi = \sqrt{(20N_{spt})} + 15$	30.6	31.0	34.5	35.0	37.4	
Sowres	$\phi = 28 + 0.28 N_{spt}$	31.4	31.6	33.3	33.6	35.0	

- Coesione

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Nei terreni in esame spesso viene trascurata la coesione in condizione di cautela, ma considerando la stabilità di fronti di scavo non compatibili con la sola presenza dell'angolo di attrito e quanto riportato da Soranzo,1997 che valuta una coesione di 7.5 – 17.5 kPa, a prescindere dalla stabilità delle scarpate, per i terreni in esame si valuta un valore di coesione drenata di picco $c'_p = 10 \text{ kPa}$

- Peso di volume

Il peso di volume, in funzione delle caratteristiche rilevate e dei valori ottenuti da prove in terreni simili, è valutato:

$$\gamma = 1.8 \text{ t/mc}$$

2.5 Valori caratteristici dei parametri geotecnici

Una volta definito il modello geotecnico, con l'ausilio delle indagini visive effettuate in situ di quelle geognostiche effettuate sugli stessi terreni ed anche in aree limitrofe e con le correlazioni sopra riportate, si individuano i valori caratteristici dei parametri geotecnici (§ 6.2.2 NTC2018 e Circolare).

Per la scelta dei valori dei parametri caratteristici si è tenuto conto di quanto riportato in normativa:

- Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato (NTC2018, § 6.2.2);

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

- Il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite (Definizione EC7 2.4.5.2 2 - P);

- Le Istruzioni” del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sulle NTC-2008 riportano: *“per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (n.d.r.: in fondazioni superficiali o in una frana il volume interessato dalla superficie di rottura è elevato), con possibile compensazione delle eterogeneità o Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno (n.d.r.: terreno di base di un palo o nel caso di verifica allo scorrimento di un muro),”*.

La scelta dei valori caratteristici prossimi ai valori medi, nel caso in esame, è giustificata per i volumi di terreno coinvolti (§ 6.2.2 NTC2018 e Circolare).

Di seguito si riportano i valori caratteristici del livello sabbioso-limoso e/o limo-sabbioso in quanto preponderante rispetto al livello più ghiaioso e quindi più rappresentativo:

<i>Parametro</i>		<i>Strato 1</i>
Peso di volume caratteristico	γ_k (t/m ³)	1.8
Angolo attrito caratteristico	Φ_k (gradi)	32
Angolo attrito a volume costante caratteristico	$\Phi_{cv,k}$ (gradi)	30

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Coesione drenata	C' _k (kPa)	10
------------------	-----------------------	----

Il valore $\Phi_{cv,k}$, valore allo stato critico dell'angolo di resistenza al taglio, corrispondente allo stato di minore addensamento ed è il parametro da utilizzare nella verifica allo scorrimento della fondazione (§ 6.2.2. Circolare).

2.6 – Stabilità dei terreni di fondazione

Dalle considerazioni effettuate, per il tipo di terreno interessato dalle fondazioni, si esegue una verifica di stabilità dei terreni di fondazione in merito al carico ammissibile ed al relativo cedimento.

Influenza della falda

La falda, se influenza la pressione laterale effettiva ed il cedimento, si dovrà considerare nel calcolo della pressione ammissibile la profondità della falda (D_w) ed il rapporto profondità / larghezza della fondazione (D_f / B).

Questo rapporto fa ridurre la pressione ammissibile da 1/2 ad 1/3 per valori da molto inferiori all'unità fino all'unità (Terzaghi, 1967).

Secondo gli studi di Pech-Hanson-Thornburn l'effetto della falda sulla pressione ammissibile non si ha quando la profondità del livello di falda (D_w) è maggiore della somma $D_f + B$ (profondità e larghezza della fondazione).

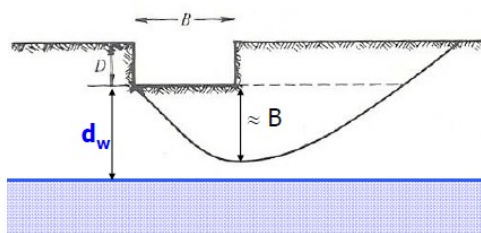
STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

In caso contrario la pressione ammissibile va moltiplicata per un fattore correttivo $C_w = 0,5 + 0,5 (D_w / D_f + B) (I)$

Da cui si evince che con una falda a livello del piano di posa delle fondazioni ($D_w = 0$) si ha una riduzione del 50%.

Secondo Lambe–Whitman (1997) il carico limite per fondazioni dirette, si ridurrà secondo il rapporto tra il peso dell'unità di volume immerso in acqua ed il peso dell'unità di volume che varia generalmente tra 0,5 e 0,7; il carico limite di una fondazione diretta su un terreno saturo si riduce perciò al 50 – 70%.

Nel caso in esame la falda si trova ad una profondità di circa 5-8 m dal p.c., ed ipotizzando che il piano di posa delle fondazioni si trova a circa 1 m dal p.c. affinché ci sia interferenza con la falda per la relazione (I) la larghezza delle fondazioni B dovrà essere di 4-7 m come è visibile dalla figura seguente.



Valutazione sui cedimenti

Per una valutazione sui cedimenti si rimanda ad una fase progettuale esecutiva in cui è possibile considerare il carico ammissibile rispetto a quello di progetto.

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Valutazione del potenziale di liquefazione

Il fenomeno della liquefazione interessa generalmente i sedimenti incoerenti sabbiosi saturi a seguito di sollecitazioni sismiche con fenomeni di assestamento per riduzione della resistenza al taglio.

Il metodo utilizzato in questo studio rientra tra quelli semplificati ove la resistenza del deposito alla liquefazione viene valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione ($F = \tau_{lim} / \tau_{max}$), tra depositi liquefacibili e non liquefacibili.

Rispetto al diagramma di flusso riportato nella Fig.6 seguente si rileva che il sito in esame:

- 1) si trova in una zona con eventi sismici attesi con $M > 5$;
- 2) profondità media stagionale della falda a -5/8 m dal p.c.;
- 3) una distribuzione granulometrica dei terreni sotto falda, potenzialmente liquefacibili, con spessori superiori a 3 m;
- 4) nel caso in esame si è deciso di verificare il potenziale di liquefazioni tramite i valori di V_s per cui un deposito si classifica non liquefacibile con valori > 210 m/s (grafico di Fig.7).

La velocità delle onde S normalizzata V_{s1} (m/s) viene effettuata con la correlazione $V_{s1} = C_v * V_s$ in cui $C_v = (P_a / \sigma'_v)^{0.25}$ dove P_a = pressione atmosferica di riferimento = 100 kPa e σ'_v sono espresse nella stessa unità di misura.

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.
---	--

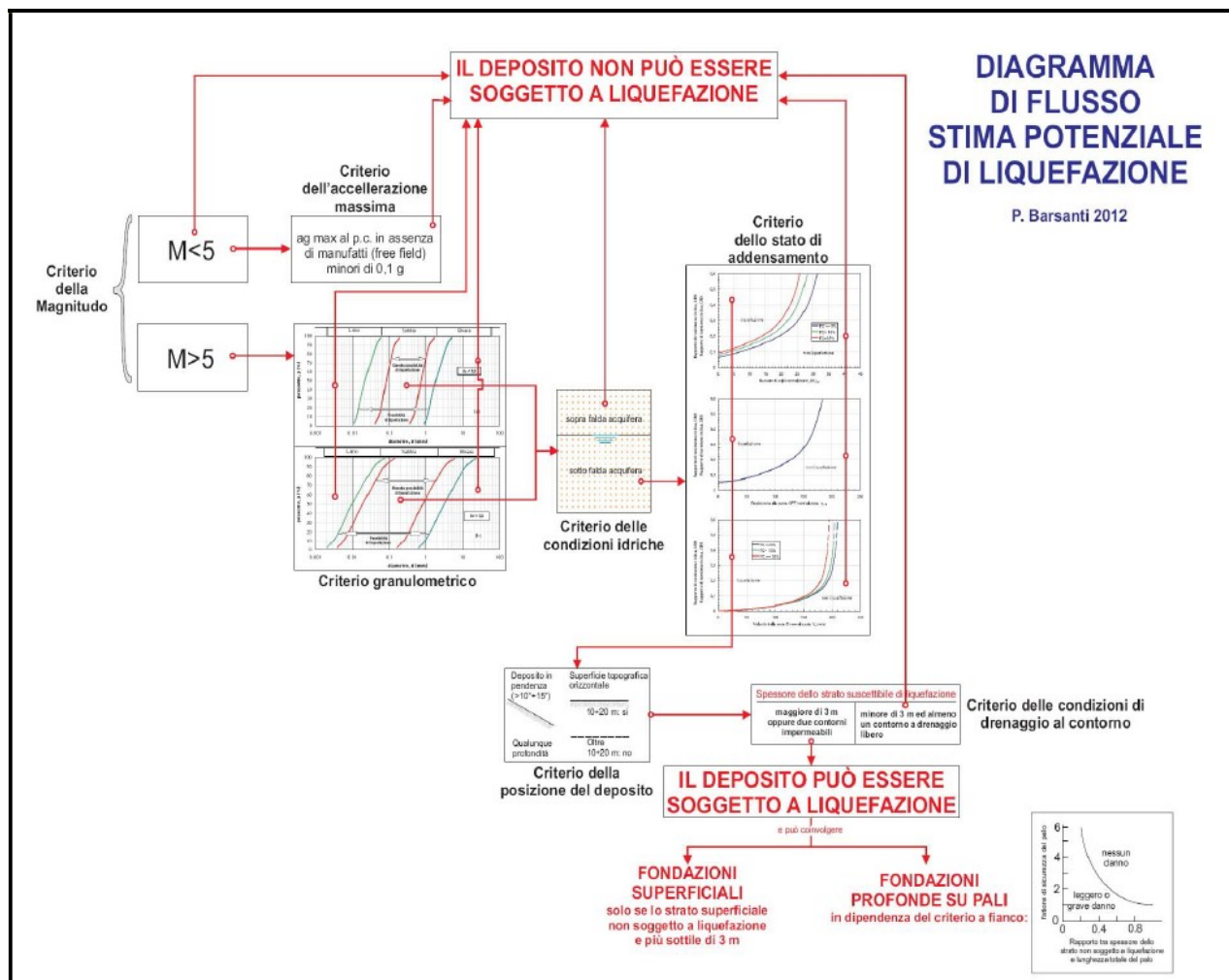


Fig.6 Stima del potenziale di liquefazione da Barsanti, 2012 da “Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione” in I Quaderni dell’Ordine dei geologi

La velocità delle onde Vs, dall’indagine effettuata, sotto falda e cioè sotto i 5/8 m dal p.c., risulta Vs = 194 m/s da cui deriva:

Vs (m/s)	Prof. (m)	$V_{sl} = V_s (100/\sigma'_v)^{0,25}$
194	5	354
194	15	269

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.
---	--

Come si evince dalla suddetta tabella il valore V_{s1} risulta sempre e comunque superiore al limite di $V_{s1} = 221$ per cui il deposito in esame si ritiene non liquefacibile.

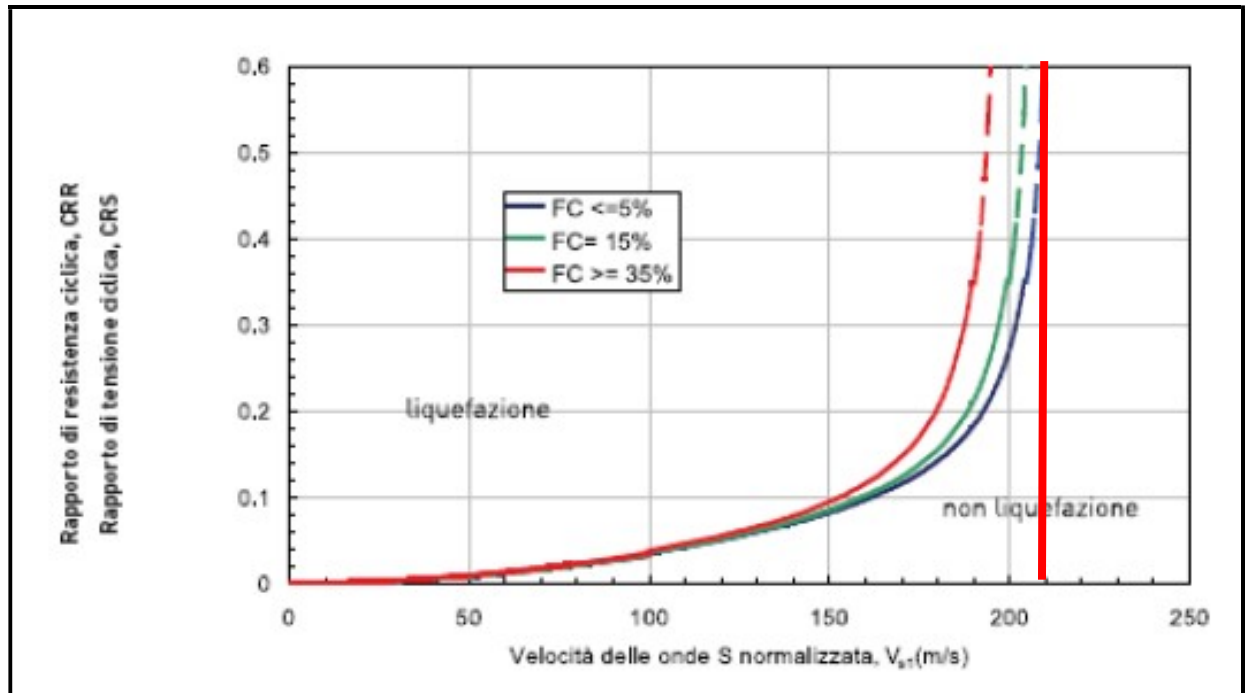


Fig.7 Stima della resistenza normalizzata alla liquefazione CRR in funzione della percentuale di fino FC e sulla base dei valori di V_s

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

3 – QUADRO SISMICO

Nella zona di progetto sono attivi i processi cinematici connessi alla divergenza tra Europa ed Adria con subduzione del margine interno dell'Adria e sviluppo di bacini di retroarco nel Tirreno.

La zonizzazione sismogenetica ZS4 (Meletti ed al., 2000a) per la zona in esame prevede un comportamento cinematico delle strutture sismogenetiche di strike-slip destro lungo faglie NW-SE.

Nella zonizzazione ZS9, l'area ricade al limite occidentale della zona 932 con strutture legate allo svincolo che consente l'arretramento dell'Arco calabro e le strutture che segmentano il Golfo di Patti.

La storia sismica dell'area in esame è ricostruita nella seguente tabella, ripresa da *Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.* (<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>).

Stazione sismica di Brolo [38.157, 14.829]					
Numero di eventi: 19					
Effetti	In occasione del terremoto del:				
Int	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6.95
5	1908 12 28 04 20 2	Stretto di Messina	772	11	7.10
4	1939 01 27 20 10 1	Isole Eolie	33	7	5.10
7-8	1978 04 15 23 33 4	Golfo di Patti	330	8	6.03

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

3-4	1978 08 26 18 43 3	Tirreno meridionale	17	4-5	4.35
5	1979 01 16 19 27 1	Golfo di Patti	11	5	4.35
5	1990 03 28 05 47 3	Golfo di Patti	38	5	4.39
4-5	1990 12 13 00 24 2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
3-4	1993 03 01 12 43 1	Tirreno meridionale	27		4.09
3-4	1995 07 23 18 44 2	Isole Eolie	58	6	4.63
3-4	1995 08 27 19 42 1	Golfo di Patti	55	4-5	4.11
5	1999 02 14 11 45 5	Golfo di Patti	101	6	4.66
4	2001 05 08 03 52 5	Monti Nebrodi	21	4-5	3.60
3	2004 05 05 13 39 4	Isole Eolie	641		5.42
5	2006 02 27 04 34 0	Monti Peloritani	55	5	4.38
4-5	2010 08 16 12 54 4	Isole Eolie	29	5-6	4.68
4	2011 06 23 22 02 4	Monti Nebrodi	54	5-6	4.70
3	2013 01 04 07 50 0	Monti Nebrodi	38	5	4.37
5	2013 08 15 23 06 5	Monti Peloritani	49	5-6	4.38

* NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; Io = intensità al sito (MCS); Mw = Magnitudo momento.

Secondo la recente classificazione sismica (DPCM n.3274/2003) il comune di Brolo è stato classificato con i valori di accelerazione:

Decreti fino al 1984	Proposta del GdL 1998	Ord. PCM 2003
2	2	2
Accelerazioni orizzontali con superamento pari al 10% in 50 anni		0,15 – 0,25 [a_g/g]
Accelerazioni orizzontali spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)		0,25 [a_g/g]

Ai fini della caratterizzazione delle azioni sismiche (§ 3.2 NTC2018), le coordinate del comune dell'area in esame, in riferimento al sistema ED50, sono:

Latitudine	Φ 38.1582	Longitudine	λ 14.8351
-------------------	----------------------------------	--------------------	-------------------------------------

Il profilo stratigrafico del suolo in esame (Tab. 3.2.II NTC2018), dalle indagini effettuate in situ con le correlazioni di indagini geognostiche effettuate sugli stessi terreni, rientra nella seguente categoria:

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiore a 30 metri, 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</i>
----------	---

Dalla classificazione delle condizioni topografiche (Tab. 3.2.IV NTC), il sito in esame rientra nella categoria:

T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>
-----------	--

La “pericolosità sismica di base”, l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche, è definita:

- in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A);
- dalle ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR (probabilità di superamento nel periodo di riferimento), nel periodo di riferimento VR;
- con l’uso di accelerogrammi.

Le forme spettrali necessarie per la determinazione delle azioni sismiche sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g	accelerazione orizzontale massima al sito
F_o	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
T_C^*	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Utilizzando il programma Spettri- NTC ver 1.0.3 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è possibile ricavare gli spettri di risposta delle componenti (orizzontali e verticali) della azioni sismiche di progetto.

Il programma si sviluppa in tre fasi e, nel caso in esame i dati di ingresso sono i seguenti:

FASE 1 – Individuazione della pericolosità del sito					
<i>Regione</i>	Sicilia	<i>Provincia</i>	Messina	<i>Comune</i>	Brolo
<i>Long.</i>	14.8351	<i>Lat.</i>	38.1582		
FASE 2 – Scelta della strategia di progettazione					
Vita nominale della costruzione (in anni) V_N (2.4.1 NTC-08)					50
Coefficiente d'uso della costruzione C_u (2.4.3 NTC-08)					1
FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto					
Stato limite considerato V_N (3.2.3 NTC-08)					SLD-SLV
Risposta sismica locale (3.2.3.2.1 NTC-08)	Categoria di suolo				C
	Categoria topografica				T1
	h/H (quota/altezza)				0,00
Componente orizz.- spettro di progetto (3.2.3 NTC-08)	Smorzamento				5
	Fattore q_0				3
Componente verticale- spettro di progetto (7.3.1 NTC-08)	Fattore di struttura q				1.5

In uscita dalla fase 2 si riportano i parametri di azione sismica:

Stato Limite	T_R (anni)	a_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.057	2.402	0.266
SLD	50	0.073	2.394	0.281
SLV	475	0.177	2.444	0.329
SLC	975	0.223	2.527	0.339

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

In uscita dalla fase 3 si riportano solo i parametri ed i punti spettri di risposta:

Risposta orizzontale				Risposta verticale			
Parametri indipendenti				Parametri indipendenti			
Stato Limite	SLD	SLV		Stato Limite	SLD	SLV	
a_g	0.073	0.177		a_{gV}	0.027	0.101	
F_0	2.394	2.444		S_s	1.000	1.000	
T_C^*	0.281	0.329		S_T	1.000	1.000	
S_s	1.500	1.440		q	1.500	1.500	
C_c	1.596	1.515		T_B	0.050	0.050	
S_T	1.000	1.000		T_C	0.150	0.150	
q	1.000	2.400		T_D	1.000	1.000	
Parametri dipendenti				Parametri dipendenti			
S	1.500	1.440		F_V	0.875	1.390	
η	1.000	0.417		S	1.000	1.000	
T_B	0.150	0.166		η	0.667	0.667	
T_C	0.449	0.499					
T_D	1.893	2.310					
Punti spettro di risposta				Punti spettro di risposta			
	T [s]	Se [g]	T [s]	Se [g]		T [s]	Se [g]
T_B	0,150	0,263	0,166	0,260	T_B	0,050	0,043
T_C	0,449	0,263	0,499	0,260	T_C	0,150	0,043
T_D	1.893	0.062	2.310	0.056	T_D	1.000	0.006

Quanto sopra è utile come riscontro e verifica dei valori rilevabili con il programma di calcolo delle strutture.

L'accelerazione sismica al suolo:

$$a_{\max}/g = a_g/g * S_T * S_s$$

$$\text{con } a_g/g = 0.177$$

$S_T = 1$ per le condizioni morfologiche favorevoli

$$S_s \text{ (per un suolo tipo C)} = 1.70 - 0.60 * F_0 * a_g = 1.440$$

$$\text{risulta: } a_{\max}/g = 0.254$$

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.
---	--

Dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale redatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo e dello spettro di risposta elastico in funzione del periodo T, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, l'area in esame rientra nel seguente campo $a_g = 0.150 - 0.175$ ed $S_e = 0.275 - 0.300$ con un periodo spettrale di 0.50 sec. (fig.8).

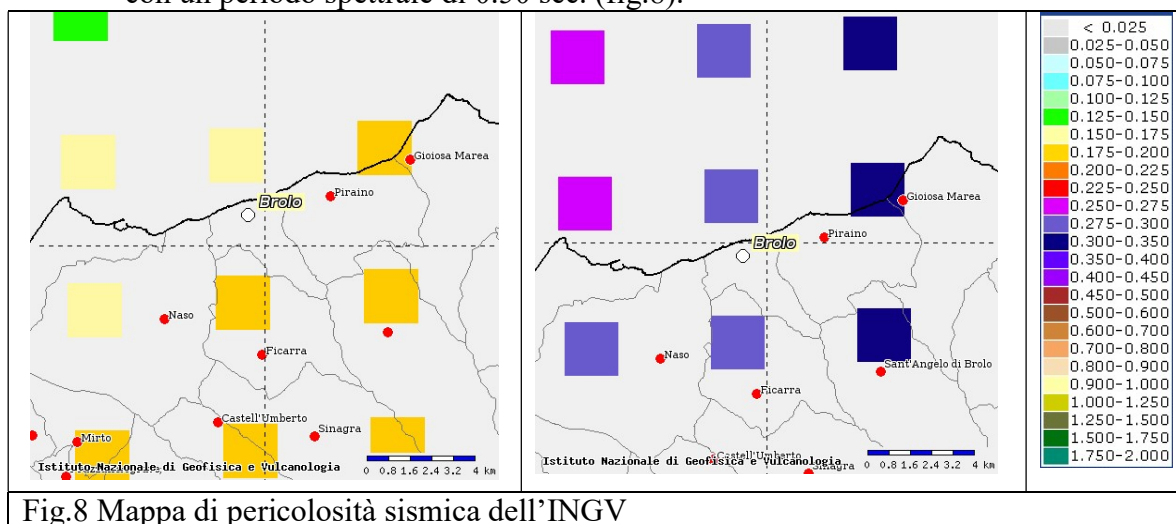


Fig.8 Mappa di pericolosità sismica dell'INGV

Rispetto al pericolo derivante dalla presenza di faglie attive e capaci per quanto rilevato dal progetto ITHACA (Italy Hazard from Capable faults) del Servizio Geologico d'Italia – ISPRA che ha sviluppato un database che raccoglie tutte le informazioni sulle strutture tettoniche attive, l'area in studio risulta esclusa.

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

4 – QUADRO CLIMATICO E CALAMITÀ

Di seguito si riportano le caratteristiche climatiche con un'analisi delle condizioni pluviometriche e le calamità idrauliche e geologiche storiche.

4.1 Caratteristiche climatiche

Per fare una valutazione delle risorse idriche, considerando i dati delle stazioni pluviometriche più vicine (Capo D'Orlando a quota 100 m s.m. e Militello R. a quota 422 m s.m.) si rileva un campo di variabilità, valido per il bacino in esame, di precipitazioni medie annue di 600-800 mm.

Per la temperatura media annua, considerando gli anni 1975 – 1984, dalla stazione di Tindari (280 m s.m.) si rileva $T = 17^{\circ}$ mentre dalla stazione di S. Fratello (690 m s.m.) si ha $T = 16^{\circ}$.

Considerate la quota dell'area di progetto si valuta $T = 17^{\circ}$.

Da questi dati risulta che il mese più piovoso è dicembre e quello più arido luglio con temperature medie annue prossime a 17°C e mensili minime in gennaio e massime in agosto, mentre le precipitazioni annue ammontano a 674 mm (41 % nella stagione invernale e per il 76 % nel semestre autunnale - invernale).

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

L'indice xerotermico consente di definire 4 “mesi secchi” e di classificare il clima “meso-mediterraneo”; mentre, secondo DE MARTONNE (1955), risulta un indice di aridità:

$$I_a = 25,1$$

cui corrisponde un clima da “temperato caldo secco” a “temperato caldo umido”, tipico della fascia costiera e dei versanti litoranei.

4.2 Calamità idrauliche, geologiche e notizie storiche

Per calamità idrauliche s'intendono i fenomeni di esondazione dall'usuale letto di deflusso dei corsi d'acqua con danno per persone e/o beni.

Per calamità geologiche s'intendono i fenomeni di franamento e/o colate che hanno prodotto danni a persone e/o beni.

Dal censimento delle Aree Italiane Vulnerate da calamità idrogeologiche (Progetto AVI) come nel censimento dei dissesti presenti al dicembre 1997 nella provincia di Messina “*Monitoraggio geofisico dei movimenti franosi in Sicilia*”, non si rilevano aree interessate nella zona in esame.

Dalla rassegna degli eventi alluvionali di particolare gravità verificatesi in Sicilia riportata nella “Valutazione delle Piene in Sicilia” del G.N.D.C.I. nell'ambito del progetto VAPI, nel messinese sono stati rilevati i seguenti eventi alluvionali:

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

- il 17.11.1908 (Località più colpita Giardini) con 464 mm di pioggia solo giorno 17;

- il 21.2.1931 (Località più colpite S.Piero Patti e Librizzi) con una durata delle piogge tra 40 e 60 ore, a Capo D'orlando si ebbero violente mareggiate ed una frana interruppe la S.S.113;

- il 14.9.1948 un violento nubifragio si abbattè sulla Sicilia centro-orientale;

- il 15.10.1951 si ebbero precipitazioni complessivamente superiori ai 200 mm. Crollarono diverse civili abitazioni, la linea ferroviaria ME-PA fu interrotta in più punti e le campagne furono allagate, con complessivamente otto morti.

Anche dagli ultimi dati riportati nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrologico, l'area in esame non risulta censita tra quelle a rischio geomorfologico o idraulico.

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

5 – QUADRO DI SINTESI

Le indagini geomorfologiche, geologiche, litotecniche ed ambientali effettuate nell'area di progetto, unitamente alle notizie storiche, ci forniscono le informazioni necessarie per qualificare la zona urbanizzabile rispetto al livello di pericolosità geologica e definire le prescrizioni ed indicazioni esecutive in funzione dei dati rilevati.

5.1 Pericolosità geologica

La pericolosità geologica di un'area è il risultato delle evidenze geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e litotecniche dei terreni affioranti, oltre che dalle condizioni idrauliche dei corsi d'acqua.

Le litologia è costituita dai terreni sabbioso-limosi mediamente addensati.

Dal punto di vista geomorfologico si escludono fenomeni d'instabilità gravitativi e/o di dinamica delle acque superficiali e non si rilevano evidenze di superficie.

Le caratteristiche idrologiche sono caratterizzate da un ruscellamento diffuso e non si evidenziano dissesti legati allo scorrimento delle acque superficiali.

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

L'area non rientra nelle zone individuate a rischio idraulico per fenomeni di esondazioni nel Piano per l'Assetto Idrogeologico (*Fig.4*).

Le proprietà idrogeologiche dell'unità litologica costituente l'area in esame sono caratterizzate da:

- Terreni a permeabilità primaria (per porosità) elevata, costituiti da alluvioni attuali, recenti e terrazzati, affioranti estesamente lungo la fascia costiera che contengono una falda libera senza protezione al tetto a grado di vulnerabilità generalmente elevato.

Il livello della falda si trova stabilmente a profondità di circa -5 / 8 m dal p.c.

Dal punto di vista litotecnico, secondo l'Allegato D “*Guida schematica alla definizione delle unità litotecniche*” alla Circolare A.R.T.A. n.3/DRA/ del 20 giugno 2014 n.28807, i depositi alluvionali in esame rientrano nella classe G2 e G2c - sabbie limose e limi sabbiosi – con frammenti spigolosi o arrotondati.

Dall'analisi ed interpretazione delle suddette indagini, ne deriva che nella zona dove ricade l'area di progetto, le pericolosità geologiche sono basse.

5.2 Comportamento sismico

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

La pericolosità sismica locale dipende da diversi fattori che vanno dalle caratteristiche sismo-tettoniche alla propagazione delle onde sismiche al sito in funzione degli aspetti geologici-geomorfologici locali.

In merito alle caratteristiche sismotettoniche si rimanda a quanto riportato nel quadro sismico.

Di seguito viene effettuata un'analisi della risposta sismica locale e dei fenomeni che avvengono durante la scossa individuando, nel sito di progetto, le aree a comportamento omogeneo.

Dall'analisi di questi studi, di microzonazione sismica che si rifanno agli studi I livello come riportato negli *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica* e successivi aggiornamenti del Dipartimento della Protezione Civile ed approvato dalla Conferenza Stato-Regioni nel 2008, si rileva una carta omogenea in prospettiva sismica (Mops).

Gli obiettivi dello studio sono quelli di definire la morfologia superficiale e sepolta con l'individuazione del bedrock sismico nei primi 30 m, il regime delle acque sotterranee, la stratigrafia approssimata e schematica del sottosuolo relativo, le proprietà litotecniche dei terreni e delle rocce e lo stato deformativo a piccole deformazioni.

Per ottenere quanto sopra sono stati effettuati dei rilievi di superficie, analisi geo-morfologiche, prove geofisiche di superficie (sismica a rifrazione) e misure di Vs (Masw).

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Tutta la zona in esame, costituita da depositi sabbioso-limosi e sabbie con ghiaia mediamente addensati e di spessore variabile oltre i 30 m, con la presenza della falda idrica a profondità < -15 m dal p.c., è classificata instabile soggetta a fenomeni di liquefazione ma dalle analisi effettuate i depositi risultano non liquefacibili.

5.3 Prescrizioni ed indicazioni esecutive

Sulla scorta delle informazioni acquisite con le precedenti analisi (pericolosità geologiche e comportamento sismico) in considerazione di quanto segue:

- nelle zone in studio non si rilevano particolari problematiche geologiche;
- la tipologia costruttiva è costituita da loculi ed interventi di urbanizzazione su un versante con pendenza $p < 10\%$;
- l'area in esame si classifica come zona stabile e si esclude la presenza di zone suscettibili d'instabilità o la presenza di faglie attive e capaci;
- le prescrizioni esecutive per la realizzazione della pianificazione in oggetto sono le seguenti:

1) Il volume di terra rimosso può essere riutilizzato nello stesso cantiere, previa analisi di compatibilità, come riempimento a tergo dei muri, considerando quanto previsto dalla norma vigente (§ 6.5.1

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

NTC2018) che *deve essere posto in opera con opportuna tecnica di costipamento ed avere granulometria tale da consentire un drenaggio efficace nel tempo;*

2) È necessario effettuare una adeguata raccolta ed allontanamento delle acque superficiali;

3) In fase di calcolo è necessario verificare gli aspetti relativi al modello geologico-tecnico in funzione delle strutture da realizzare.

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

6 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le considerazioni conclusive a cui si perviene con il presente lavoro sono sintetizzate nella seguente scheda:

SCHEDA RIEPILOGATIVA		
<i>Elementi di analisi</i>	<i>Risultati</i>	
Pericolosità geologica	Non si evidenziano elementi di pericolosità in atto o potenziali indotti dalla realizzanda opera	
✓ Litologici	Depositi alluvionali mediamente addensati	
✓ Strutturali	Zona priva di lineamenti strutturali	
✓ Idrogeologici	Grado di permeabilità medio senza rischio di aumento delle pressione interstiziali; Falda > -5/8 circa m dal p.c.	
✓ Geomorfologici	Zona non classificata nel P.A.I.	
✓ Litotecnici	Sedimenti medio-fini - classe G2 e G2c - sabbie limose e limi sabbiosi – con frammenti spigolosi o arrotondati	
Risposta sismica locale	Approccio semplificato	
✓ Coordinate	Latitudine Φ 38.1582	Longitudine λ 14.8351
✓ Categoria suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, o terreni a grana fine mediamente consistenti,	
✓ Categ. topografica	T1- Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
✓ a_g (475) g	0.177	
✓ S_T	1	
✓ S_S	1.440	
✓ a_{max} g	0.254	
Caratteristiche fisico-meccaniche	Strato 1	
Peso di volume caratteristico γ_k (t/m ³)	1.8	
Angolo attrito caratteristico Φ_k (gradi)	32	
Angolo attrito a volume costante caratteristico $\Phi_{cv,k}$ (gradi)	30	
Coesione drenata c'_k (kPa)	10	
<i>Elementi di sintesi</i>	<i>Risultati</i>	

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Pericolosità geologica	Bassa con $p < 10\%$ ed in presenza di depositi prevalentemente sabbiosi e/o sabbioso limosi
Pericolosità sismica	Allo stato non si evincono criticità legati alla pericolosità sismica del sito. Deposit non liquefacibili.
Prescrizioni ed indicazioni esecutive	1) Il terreno rimosso può essere riutilizzato nello stesso cantiere, considerato che, se utilizzato come riempimento, deve essere posto in opera con opportuna tecnica di costipamento ed avere granulometria tale da consentire un drenaggio efficace nel tempo (§ 6.5.1 NTC2018); 2) È necessario effettuare una adeguata raccolta ed allontanamento delle acque superficiali; 3) In fase di calcolo è necessario approfondire gli aspetti relativi al modello geologico-tecnico.
OSSERVAZIONI	
Fondazioni	Il valore $\Phi_{cv,k}$, valore allo stato critico dell'angolo di resistenza al taglio, corrispondente allo stato di minore addensamento è il parametro da utilizzare nella verifica allo scorrimento della fondazione (§ 6.2.2. Circolare). Il litotipo interessato è quello più superficiale, anche se il piano di posa delle fondazioni dovrà in ogni caso oltrepassare il suolo agrario. Una verifica dei terreni di fondazione con quanto riportato nel presente studio va effettuata in fase di esecuzione dei lavori.
Compatibilità	Dagli studi effettuati sull'area in oggetto per l'ampliamento del cimitero non sono emerse problematiche connesse con la pericolosità sismica locale e/o geologica. Per quanto rilevato si può concludere che è stata verificata la compatibilità delle previsioni progettuali con il grado di suscettività del territorio.

Piraino,

Dott. Geol. Ignazio Sidoti



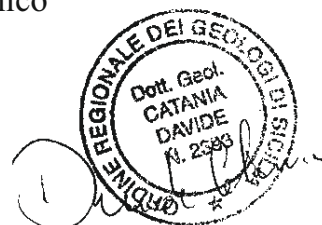
STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Allegati

- Indagini geognostiche utili alla definizione del quadro geologico-tecnico;
- Carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica (*Scala 1:2.000*);
- Carta litotecnica (*Scala 1:2.000*);
- Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive (*Scala 1:2.000*).

COLONNA LITOSTRATIGRAFICA - SCALA 1: 100								
Data: 20-01-2004			Committente: Amm.ne Comunale di Brolo.					
Sondaggio n° 1		Quota : 10 m c.a		Ditta esecutrice : Geoservice picc.soc. Coop. A.r.l.				
Cantiere: Allargamento innesto S.S.113 strada cimitero				Metodo : Rotazione a c.c.ϕ 101 mm				
	Profondità(m)	Spessore (m)	Descrizione dei terreni attraversati	Litologia	% carotaggio	Campioni	Rivestimento	Falda idrica
p.c.	0,30	0,30	Materiale da costruzione della sede stradale					
2		4,70	Sabbia debolmente limosa con ghiaia costituita da elementi detritici grossolani del diametro di qualche centimetro. Gli elementi costituenti di prevalente natura metamorfica, si presentano con spigoli vivi e poco arrotondati.				7.50 m ϕ 127 mm	
4	5,00							
6		2,40	Sabbia con poca frazione limosa mentre la porzione ghiaiosa è quasi nulla. Lo strato è molto umido.Da 6,20 m. a 6,80 m. è presente un livello più ricco nella porzione limosa.Lo strato è bagnato					
8	7,40							
		1,80	Sabbia deb. limosa con ghiaia.Da 7,40 m. a 7,80 m. presenza di una lente ghiaiosa con ciottoli sub-angolosi di dimensioni fino a 2-3 cm. .Lo strato è bagnato.					
10	9,20							
		3,20	Sabbia con deb.frazione limosa e presenza di rari ciottoli metamorfici poco arrotondati.Da10,00 m. a 10,15 m. blocco di natura gneissica Da 11,50 m. a 12,10 m. è presente un livello più ricco nella porzione limosa.Lo strato è bagnato					
12	12,50							
			Fine sondaggio					
14								
15								

S1 - Indagini geognostiche utili alla definizione del quadro geologico-tecnico



COLONNA LITOSTRATIGRAFICA - SCALA 1: 100

Data: 27-01-2004

Committente: Amm.ne Comunale di Brolo.

Sondaggio n° 2

Quota : 10 m c.a

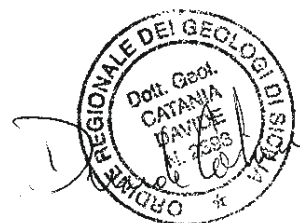
Ditta esecutrice : Geoservice picc.soc. Coop. A.r.l.

Cantiere: Allargamento innesto S.S.113 strada cimitero

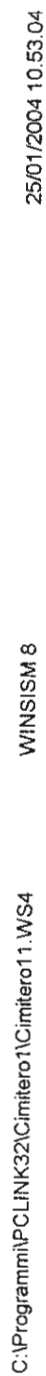
Metodo : Rotazione a c.c.φ 101 mm

Profondità(m)	Spessore (m)	Descrizione dei terreni attraversati	Litologia	% carotaggio	Campioni	Rivestimento	Falda idrica
p.c.							
0,80	0,80	Materiale da costruzione della sede stradale .Da 0.30m a 0.80m. materiale di riporto.					
2	3,50	Sabbia debolmente limosa con ghiaia costituita da elementi grossolani di prevalente natura metamorfica con spigoli vivi e poco arrotondati. Da 3 .30m. a 4.00 m. livello prettamente ghiaioso. La frazione limosa è stata dilavata dall'acqua di circolazione				9.00 m φ 127 mm	
4	4,30						
6	3,40	Sabbia con frazione limosa quasi nulla perche dilavata dall' acqua di circolazione mentre la poca porzione ghiaiosa è costituita da ciottoli metamorfici subangolosi. Lo strato è bagnato					
8	7,70						
10	2,30	Sabbia debolmente limosa con ghiaia.Da 7,70 m. a 8,00 m. presenza di una lente ghiaiosa con ciottoli sub-angolosi di dimensioni fino 5-6 cm.e qualche blocco di natura filladica .Da 8,30 m a 8,45 m. Livello con porzione limosa in percentuale superiore . Lo strato è bagnato.					
12	2,00	Sabbia media con deb.frazione limosa con pochissimi ciottoli metamorfici poco arrotondati...Lo strato è bagnato.					
12,00		Fine sondaggio					
14							
15							

S2 - Indagini geognostiche utili alla definizione del quadro geologico-tecnico



ORDINE REGIONALE DEL
DOSSIER
FAM
CUSTODIA
N. 27



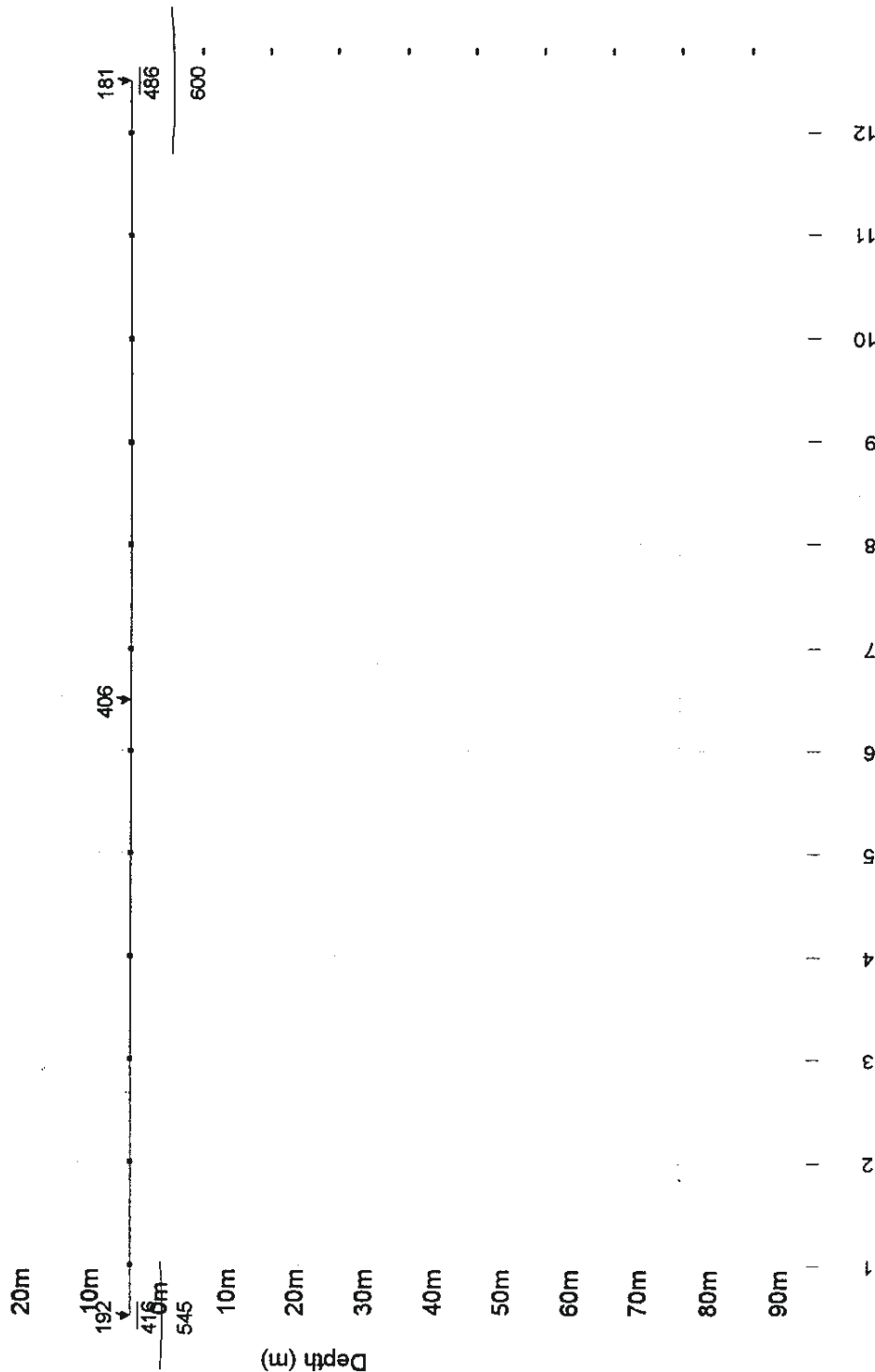
Comune di Brolo (ME) Prot. N.0008336 del 15-06-2022 partenza Cat 6 Cl. 5

Section CIMITERO11

Shot 2

Shot 3

Shot 4

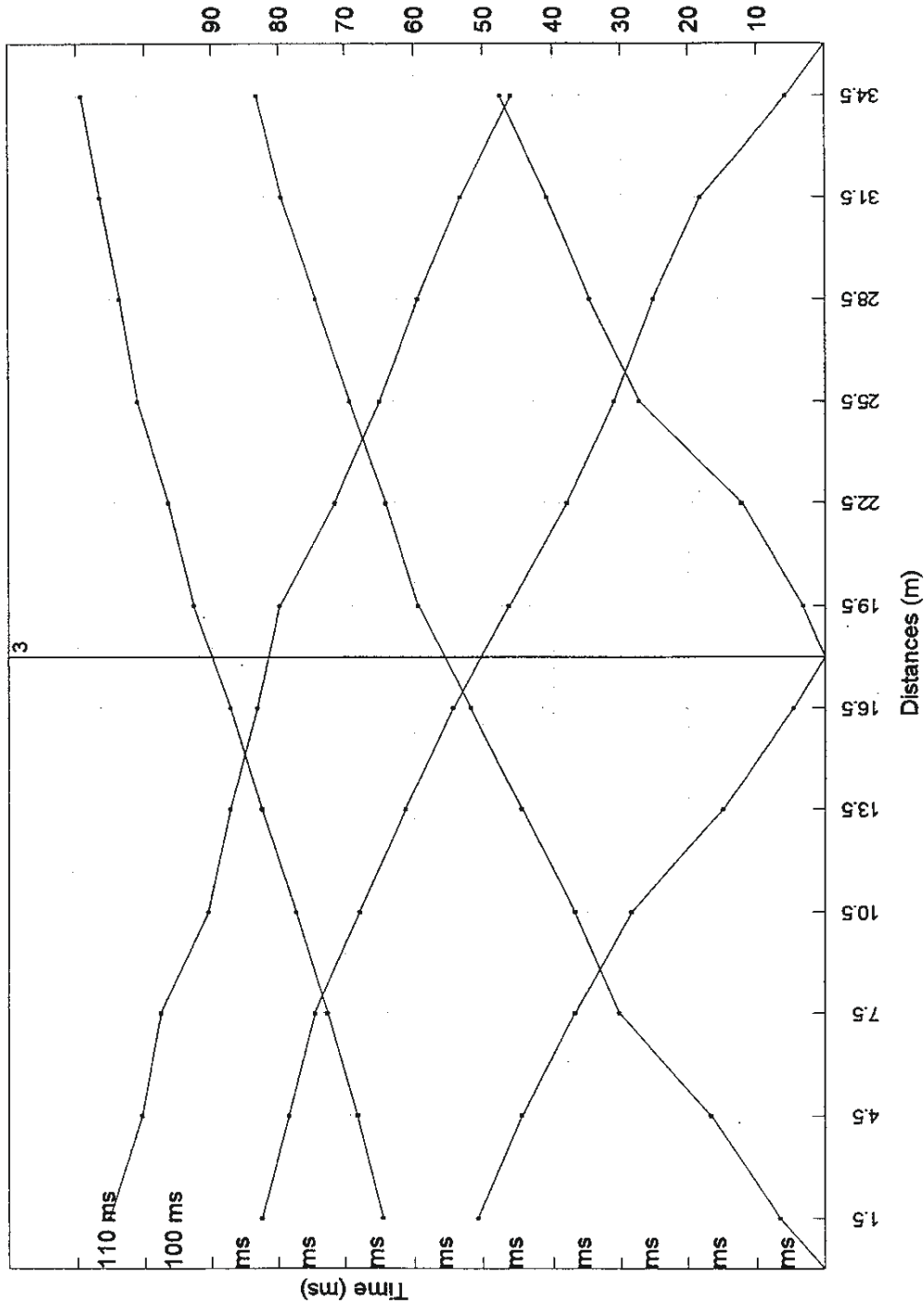


GRM Computation C:\Programmi\PCLINK32\Cimitero1\Cimitero11.W8A\SISM 8

25/01/2004 10.53.04

SR1/b - Indagini geognostiche utili alla definizione del quadro geologico-tecnico

Section CIMITERO2



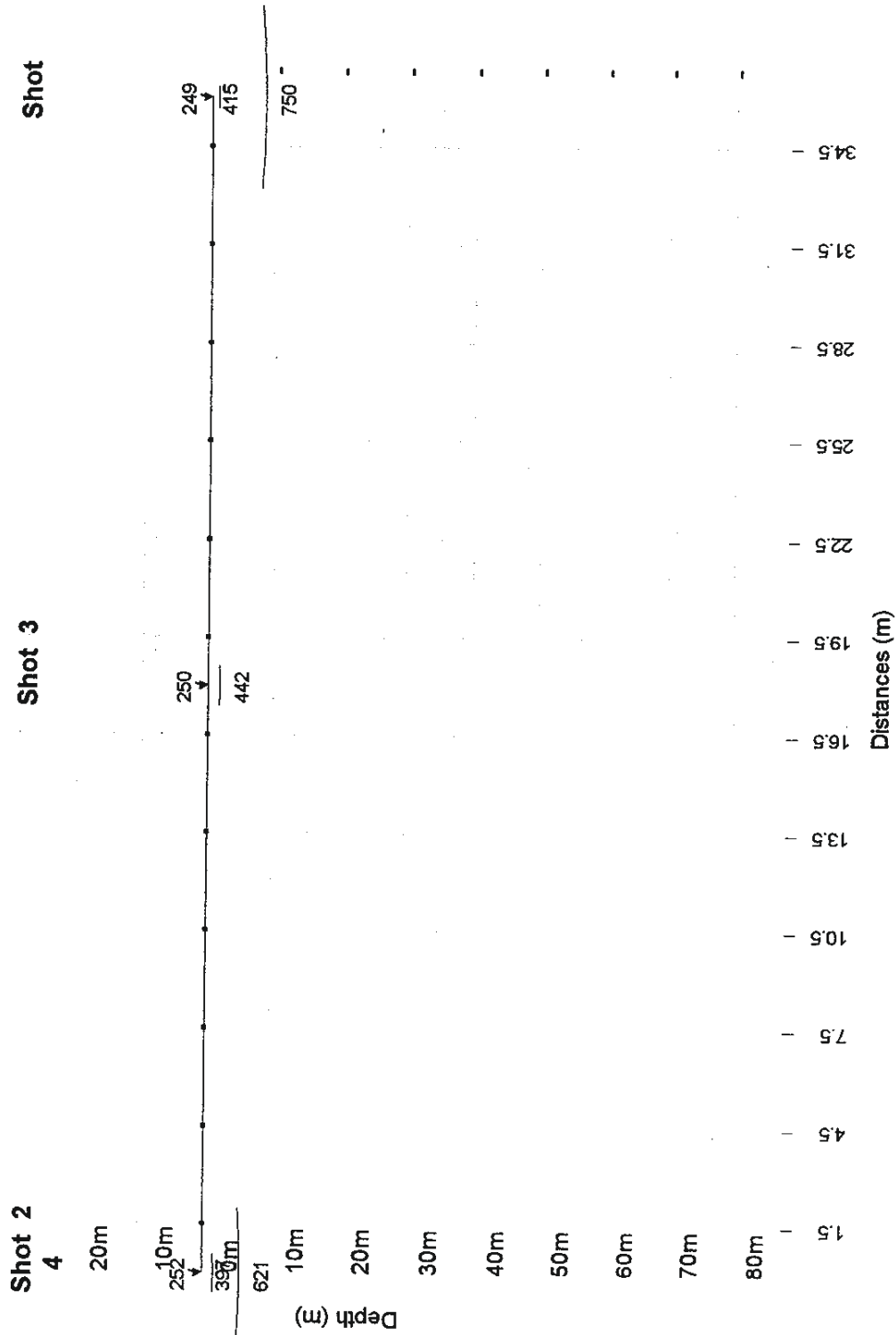
24/01/2004 17.47.12

WINSISM 8

C:\Programmi\PCLINK32\Cimitero2\Cimitero2.WS4

SR2/a - Indagini geognostiche utili alla definizione del quadro geologico-tecnico

Section CIMITERO2



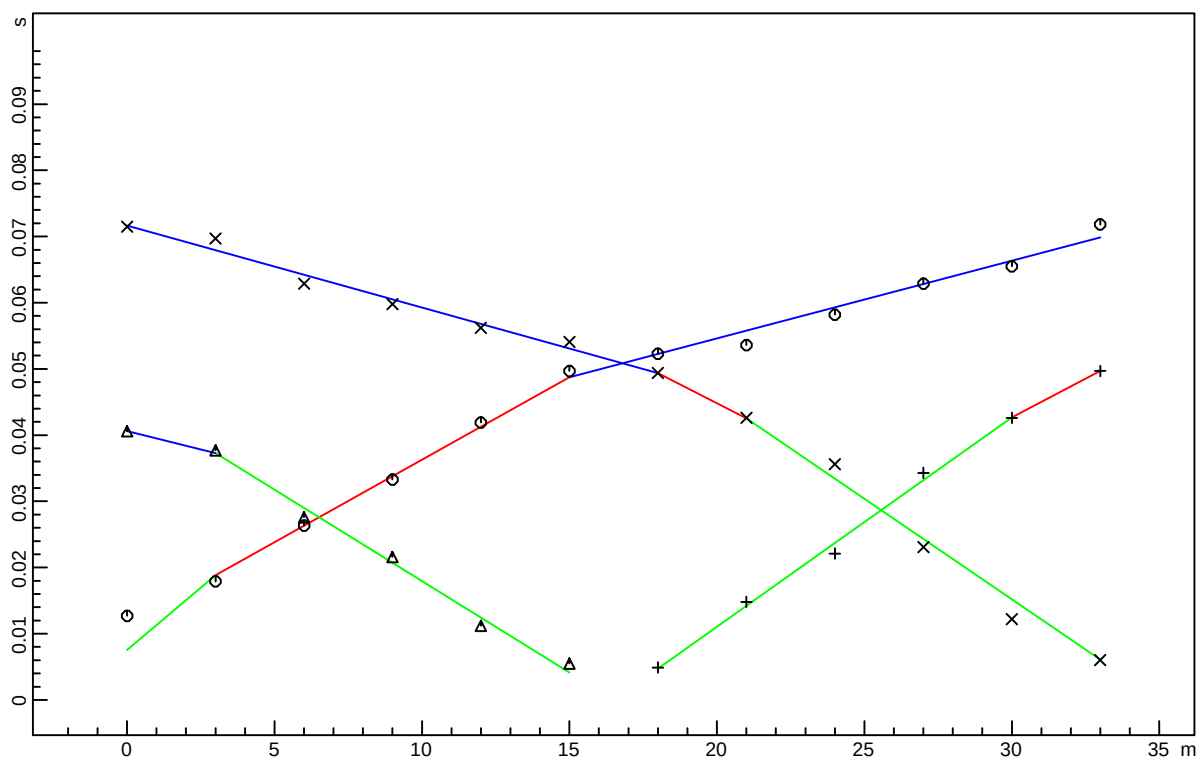
GRM Computation C:\Programmi\PCLINK32\Cimitero2\Cimitero2.W34ANSISM 8

24/01/2004 17.47.12

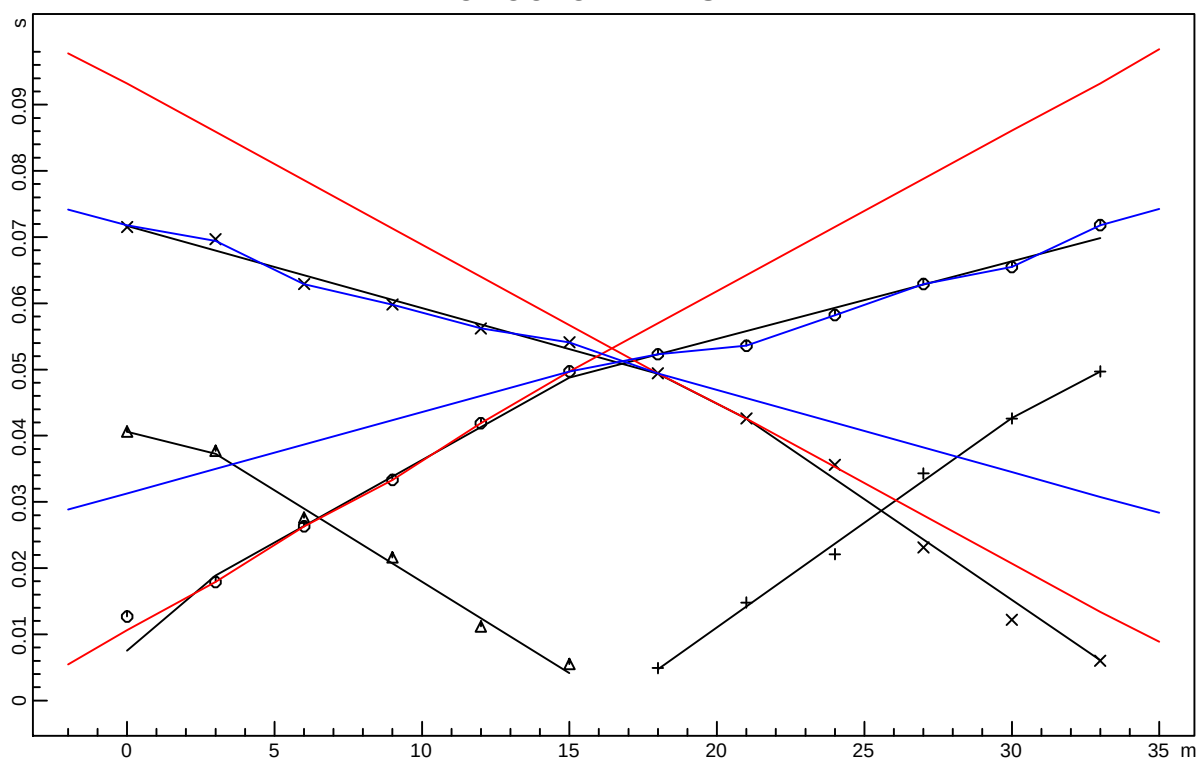
SR2/b - Indagini geognostiche utili alla definizione del quadro geologico-tecnico

Progetto per l'ampliamento del cimitero di Brolo
Località: Cimitero comunale di Brolo - Comune di Brolo (ME)
Profilo sismico a rifrazione n° 01 (ml 33) - [novembre 2011]

DROMOCRONE ORIGINALI

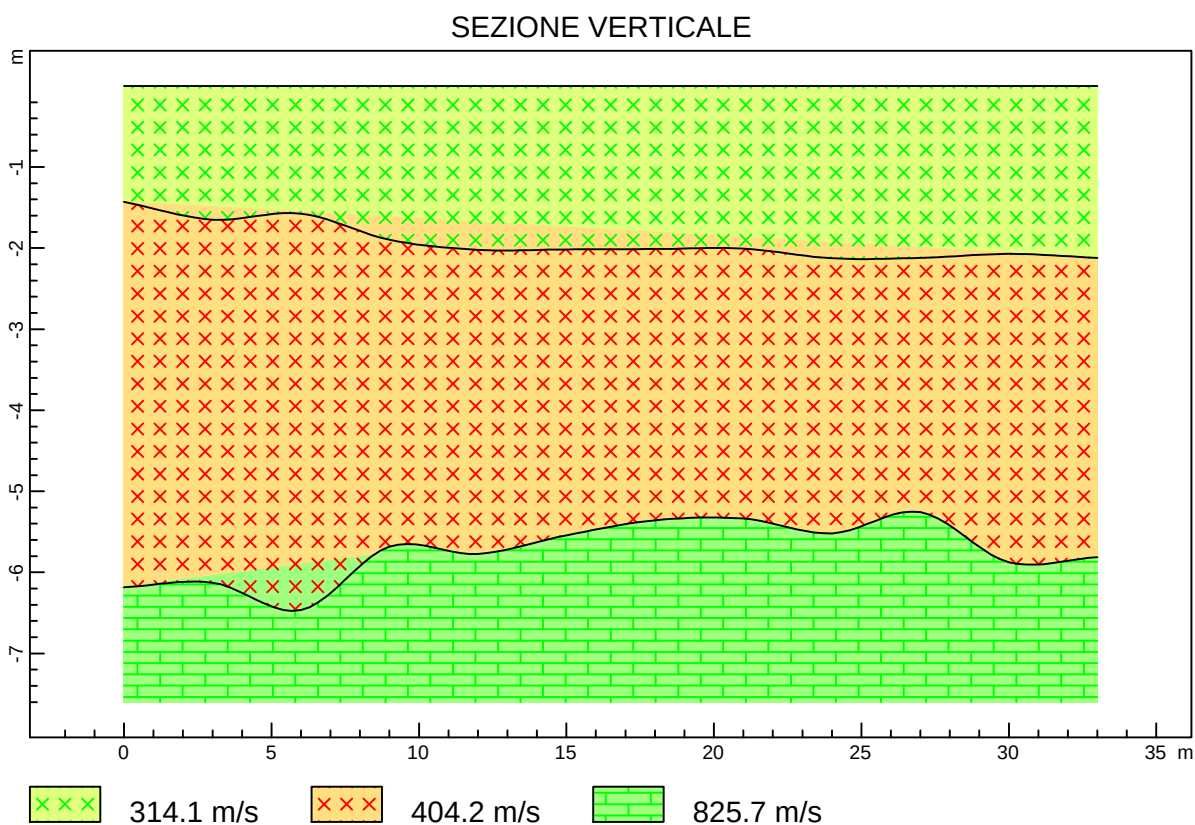
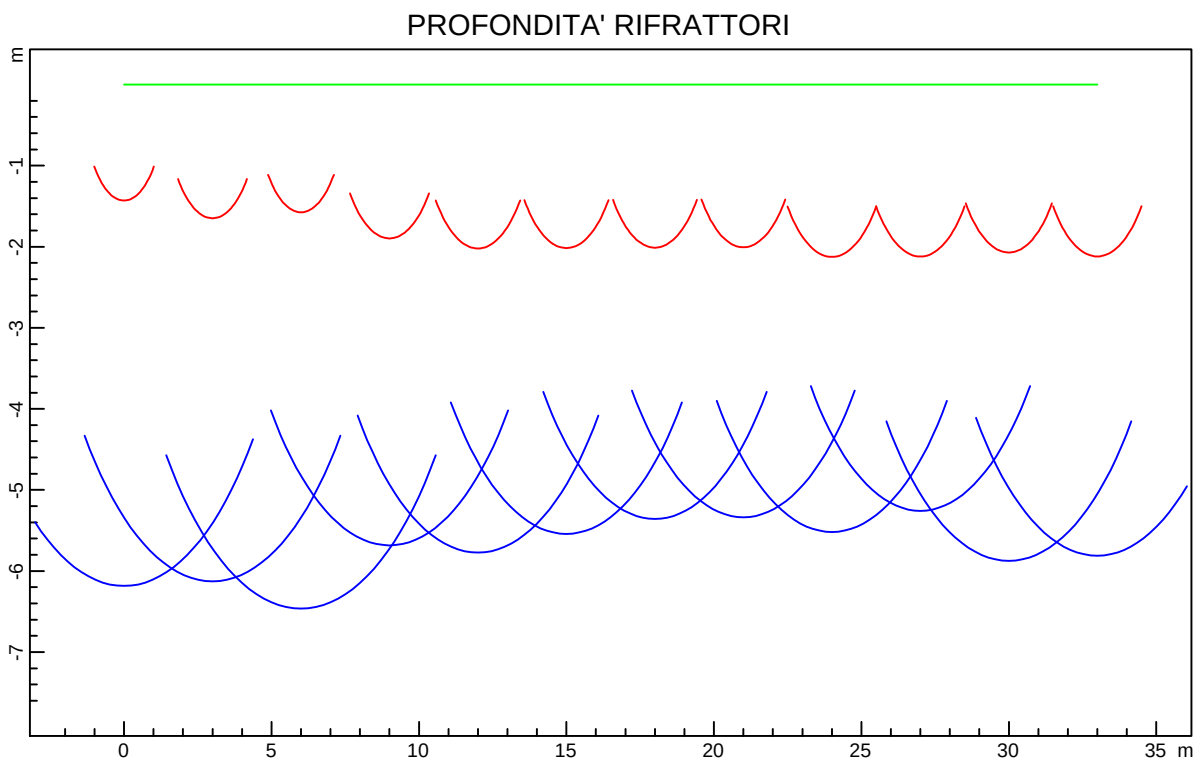


DROMOCRONE TRASLATE



www.geoandsoft.com

Progetto per l'ampliamento del cimitero di Brolo
 Località: Cimitero comunale di Brolo - Comune di Brolo (ME)
 Profilo sismico a rifrazione n° 01 (ml 33) - [novembre 2011]



LAVORO		Progetto per la realizzazione di un acquapark nel Comune di Brolo		UBICAZIONE			
COMMITTENTE		Comune di Brolo					
SONDAGGIO N.		4					
UBICAZIONE		C.da Due Fiumare					
COMUNE		Brolo					
QUOTA (m s.l.m.)		210					
PROFONDITA'		10 ml					
DITTA ESECUTRICE		TRIGEO s.n.c.					
GEOLOGO		Dr. Andrea LIPARI					
STRATIGRAFIA							
descrizione	colonna	Z (m)	profondità dal p.c. (m)	spessore (m)	note	SPT N ₁₅ 5 10 15	
terreno vegetale		0	0.3	0.3			
sabbia ghiaiosa con sparsi ciottoli		1		3.8			
		2				13 10 10	
		3				10 12 12	
		4	4.1				
ghiaia con ciottoli			4.5	0.4	H ₂ O ▽ 4.5	7 10 9	
sabbia ghiaiosa con sparsi ciottoli		5		1.1			
			5.5				
limo sabbioso		6		1.2		6 7 7	
			6.7				
sabbia ghiaiosa debolmente limosa		7		0.4			
			7.1				
limo sabbioso		8		1.1		10 11 12	
			8.2				
sabbia limosa debolmente ghiaiosa		9		1.1			
			9.3				
limo sabbioso		10		0.7			
			10.0				

S4 - Indagini geognostiche utili alla definizione del quadro geologico-tecnico

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

INTEGRAZIONE STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

In seguito all'incarico conferitomi dal dall'**AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BROLO** giusta Determina n.168 del 09.07.2020, viene redatta la presente integrazione alla relazione per lo studio geologico-tecnico sui terreni interessati al: ***“Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale”***, al fine di definire e puntualizzare quanto riportato nelle Linee guida per la costruzione dei nuovi cimiteri, ristrutturazione, ampliamento di quelli già esistenti, e riduzione della zona di rispetto come previsto dall'art.28 comma 1 della legge n.166/2002.

Confermando in questa sede quanto già riportato nello studio geologico-tecnico si precisa quanto segue:

1) L'area di progetto ricade nella CTR 599030, all'interno del Foglio n.252, Quadrante II, Orientamento N.E. “S. Angelo di Brolo”, ed è individuata nel Foglio di mappa n.3 partt. nn.97, 445, 1062, 1071 e 1073;

2) Gli elementi geomorfologici della zona i esame non fanno rilevare segni riconducibili ad instabilità e/o cedimenti ne si rilevano fenomeni collegati alla dinamica delle acque superficiali. L'area presenta una pendenza modesta, gradonato ed una copertura vegetale abbastanza omogenea.

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), il sito in esame rientra nell'area tra il T. Timeto e la F.ra di Naso (013) e non risulta cartografato nella carta (n.3) delle pericolosità e del rischio geomorfologico e della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione.

3) L'area di progetto interessa i depositi alluvionali costituiti prevalentemente, da sabbie ghiaiose e sabbie limose mediamente addensate (Olocene) che ricoprono le metamorfiti di medio-alto grado dell'Unità Aspromonte (Paleozoico).

4) Il complesso idrogeologico rilevato risulta a permeabilità elevata, condizionato dai depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati, a prevalente componente granulare, permeabili per porosità, anche se con presenza di orizzonti a granulometria fine, discontinue verticalmente e lateralmente, si determinano variazioni della permeabilità orizzontale e verticale e della potenzialità dell'acquifero.

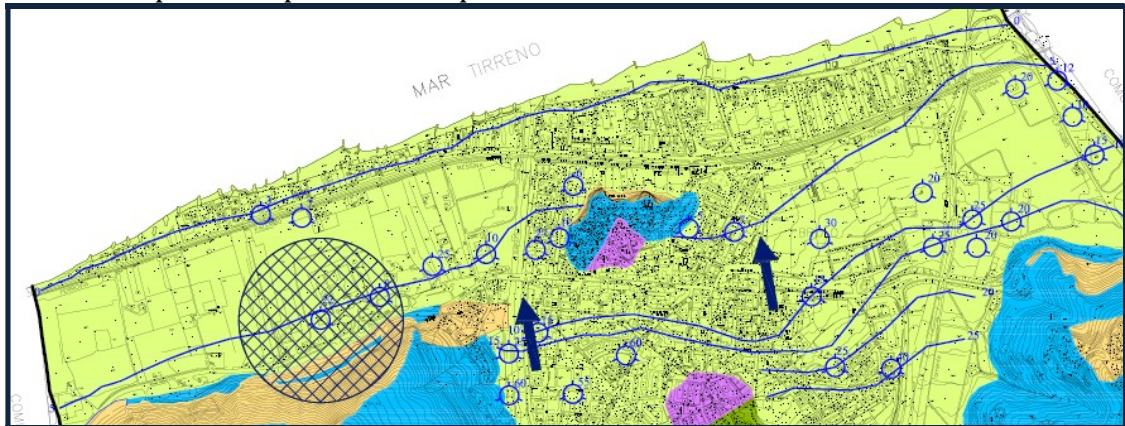
La variabilità granulometrica di questi terreni, che nell'area in studio si può considerare non elevata, determina una circolazione idrica con una distribuzione uniforme della falda sotterranea.

Nell'area di progetto, dai dati di pozzo esistenti, la falda si rinviene ad una profondità di circa 5-8 m dal p.c..

5) In merito alla zona di rispetto per la captazione di risorsa idrica a seguire si riporta uno stralcio della carta idrogeologica della zona

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.
---	--

costiera, con l'ubicazione dei pozzi rilevati, una ricostruzione dell'andamento della falda freatica e l'ubicazione della zona di rispetto dei pozzi ad uso pubblico.



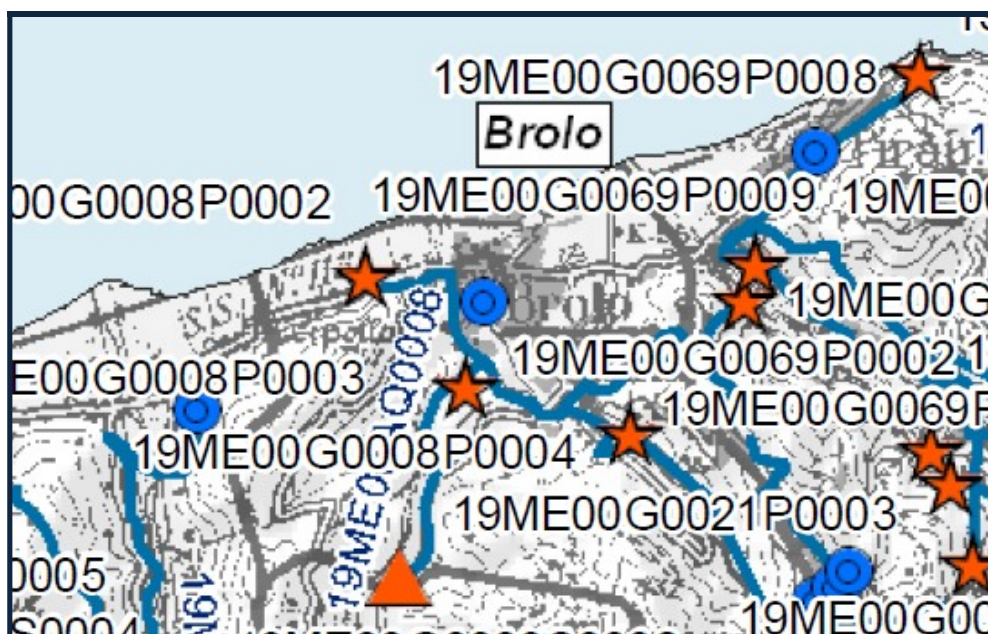
Nella Regione Siciliana, con il D.A. n. 130/GAB del 23/05/2006 e con il D.P. n. 167 del 20/04/2012, sono stati approvati rispettivamente i vincoli totali e parziali delle risorse idriche e il nuovo Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (PRGA), anche allo scopo di salvaguardare l'integrità del patrimonio idrico.

Nelle more della individuazione definitiva delle aree di salvaguardia (zona di tutela assoluta e zona di rispetto) e delle zone di protezione delle risorse idriche vincolate per il consumo umano, si procede con un criterio geometrico, adottando per le aree di salvaguardia le dimensioni già riportate all'art. 94 del D. Lgs. n. 152/2006, mentre la zona di protezione si estende in un'area di raggio 1 Km dal punto di captazione, coincide con la zona di riserva e contiene l'area di ricarica della falda (la superficie dalla quale proviene alimentazione al corpo idrico sotterraneo considerato,

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

costituita dall'area nella quale avviene l'infiltrazione diretta alle acque sotterranee delle acque meteoriche o dall'area di contatto con i corpi idrici superficiali - laghi, corsi d'acqua naturali o artificiali - dai quali le acque sotterranee traggono alimentazione) .

Nel PRGA sono individuate e caratterizzate le risorse idriche vincolate al consumo umano, di cui in questa sede si riporta la carta dei pozzi e delle sorgenti nel Comune di Brolo, la relativa denominazione e la portata media emunta.



Stralcio PRGA nel comune di Brolo

I pozzi che servono il comune di Brolo riportati nel PRGA sono di seguito riportati a cui è stata aggiunta l'ultima colonna sullo stato attuale dell'uso della risorsa:

STUDIO DI GEOLOGIA	STUDIO GEOLOGICO-TECNICO
Dott. Geol. IGNAZIO SIDOTI Via Nazionale, 180 - Gliaca di Piraino – ME Info 339.7008336	COMMITTENTE: COMUNE DI BROLO Oggetto: Progetto per l'ampliamento in variante al vigente PRG del cimitero comunale.

Codice	Località	Portata media (l/s) e volume annuo (mc/a)	Stato attuale
19ME00G0008P0001	Scinà (Comune Piraino)	33 - 1.019.007	In uso
19ME00G0008P0002	Malpertuso	17 - 524.943	In uso
19ME00G0008P0003	Ferrara	n.d.	Non utilizzabile
19ME00G0008P0004	Mersa	n.d	Non utilizzabile

Per quanto riportato nella zona di ampliamento del cimitero non si rileva nessuna zona di rispetto per captazione di risorsa idrica.

Con la presente integrazione allo studio geologico-tecnico si precisa che le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e dei relativi vincoli di natura geologica, dell'area in ampliamento del cimitero comunale di Brolo sono compatibili con quanto riportato nelle linee guida vigenti (art.28 comma 1 della legge n.166/2002).

Brolo, lì 17/11/2021

Geol. Ignazio Sidoti

