



Provincia Regionale di Caltanissetta

ora

Libero Consorzio Comunale di Caltanissetta (l.r. 8/2014)

7° Settore Viabilità e Trasporti

LAVORI URGENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLE OPERE ESEGUITE NELL'AMBITO DEI "LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL PONTE AL KM 1+200 DELLA SP 248" (PRIORITÀ N.9 DEL PIANO VIARIO). LATO CALTANISSETTA. IMPORTO COMPLESSIVO € 92.800,00

ALLEGATI:

- RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA
- COROGRAFIA
- PLANIMETRIA
- DISEGNI ESECUTIVI
- RELAZIONE GEOLOGICA
- RELAZIONE SUI MATERIALI
- RELAZIONE DI CALCOLO PARATIA
- VERIFICA DI STABILITÀ DEL PENDIO
- PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA
- ANALISI PREZZI
- ELENCO PREZZI
- COMPUTO METRICO ESTIMATIVO E COSTO DELLA SICUREZZA
- QUADRO INCIDENZA MANODOPERA
- SCHEMA DI CONTRATTO E CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
- CRONOPROGRAMMA
- PIANO DI SICUREZZA

Caltanissetta, 06.05.2015

I COLLABORATORI TECNICI

F.to: *Geom. Rocco Fama*

F.to: *Geom. Dario Galiano*

IL PROGETTISTA

F.to: *Ing. Salvatore Notarstefano*

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

F.to: *Ing. Giuseppe Tomasella*

PARERE TECNICO

ai sensi dell'art.5 della
Legge Regionale n.12/2011.

n. 4 del 15.06.2015

Favorevole

Il RUP

F.to: *Ing. Giuseppe Tomasella*

VERIFICA

ai sensi dell'art.93
comma 6 D.Lgs 163/2006 e
dell'art.45 del D.P.R. n.207/2010
recepiti dalla L.R. n.12/2011
del 15.06.2015

Favorevole

Il Verificatore/Il RUP

F.to: *Ing. Giuseppe Tomasella*

VALIDAZIONE

ai sensi dell'art.55 del D.P.R.
n.207/2010
recepito dalla L.R. n.12/2011

del 15.06.2015

Favorevole

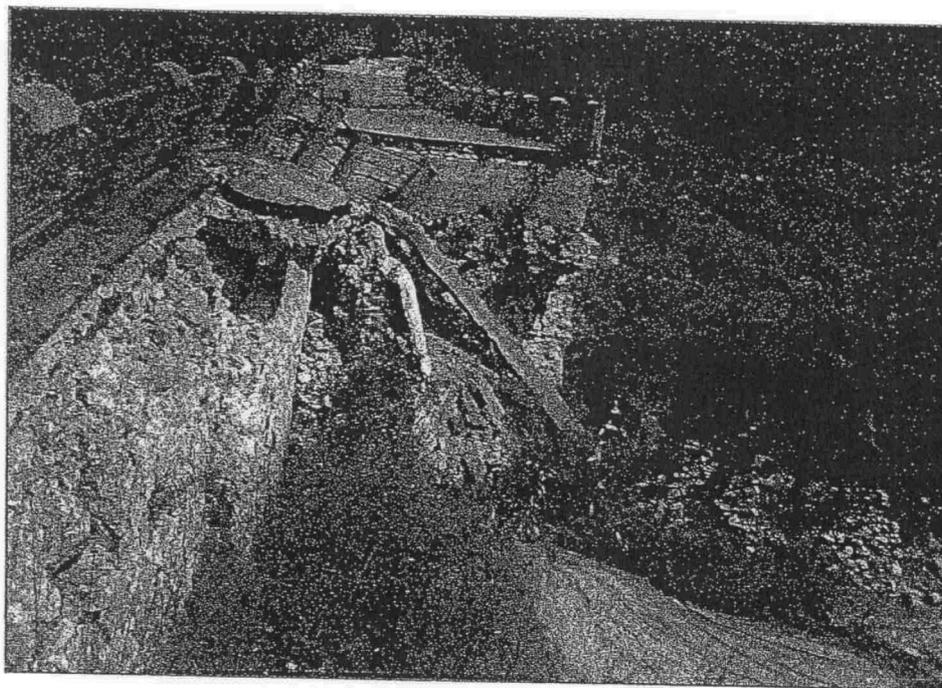
Il RUP

F.to: *Ing. Giuseppe Tomasella*

Provincia Regionale di Caltanissetta

RELAZIONE GEOLOGICA

OGGETTO: Relazione specialistica geologica e di indagini geotecnica e sismica in collaborazione al progettista dei lavori di realizzazione del ponte al Km. 1+200 della S.P. n. 248.



DITTA: Provincia Regionale di Caltanissetta

Maggio 2010

Il Geologo
Dott. Salvatore Romano



Geol. Dott. Salvatore Romano Cell. 349 8182087 – email: totorom@alice.it

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Caratteri geografici e geomorfologici	3
3.	Lineamenti idrografici ed idrogeologici.....	4
4.	Lineamenti meteoroclimatici.....	5
5.	Lineamenti geologici	6
6.	Litologia	7
	6.1 Serie gessoso-solfifera	7
	6.2 Terreni pre-solfiferi	8
7.	Sondaggi geognostici e prove di laboratorio.....	9
	7.1 Prima campagna di sondaggi (S1 ed S2 strada).....	10
	7.2 Seconda campagna di sondaggi (S1, S2 ed S3 terreno) .	12
8.	Caratterizzazione sismica	15
9.	Conclusioni.....	17

Allegati:

- ✿ **Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) 1:10.000**
- ✿ **Carta dei dissesti 1:10.000**
- ✿ **Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico 1:10.000**
- ✿ **Carta Geologica 1:10.000**
- ✿ **Sezioni geolitologiche**
- ✿ **Dossier fotografico**
 - ✿ **Indagini geognostiche**
 - ✿ **Indagini geofisiche (MASW)**
 - ✿ **Analisi di laboratorio geotecnico**

1. Premessa

Con incarico ricevuto dalla Provincia Regionale di Caltanissetta, Prot. N. 10852 del 26.04.2010, lo scrivente Dott. Geologo Salvatore Romano ha redatto la presente relazione geologica, geotecnica e sismica, per i lavori di realizzazione del ponte al Km. 1+200 della S.P. N. 248 nel territorio di Caltanissetta – Progetto preliminare del 01/10/2008.

A tal proposito è stato effettuato uno studio della geomorfologia, della geologia e dell'idrologia dell'area di interesse.

Per redigere la presente relazione ci si è avvalsi di:

- *"sopralluogo in sito e nell'area significativa adiacente"* con raccolta dati, per un inquadramento generale della morfologia, della geologia e dell'idrografia dell'area;
- *"risultati delle indagini geotecniche in situ e delle prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati nelle due campagne di indagini eseguite precedentemente"* su incarico della stessa Provincia Regionale di Caltanissetta a supporto del presente studio. I risultati di tali indagini hanno permesso la definizione dei litotipi presenti nell'area e le loro caratteristiche geotecniche.
- *"risultati delle indagini geofisiche effettuate tramite prospezioni sismiche MASW"*, anch'esse realizzate su incarico della Provincia Regionale di Caltanissetta a supporto del presente studio, le quali hanno permesso la definizione, secondo la nuova normativa tecnica (D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"), del profilo sismostratigrafico dell'area.
- *"Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)"* della Regione Siciliana, assessorato Territorio e Ambiente, riguardante il bacino idrografico del Fiume Imera meridionale.

2. Caratteri geografici e geomorfologici

L'area in esame rientra nella tavoletta "Caltanissetta" Foglio 268 III N.O. (scala 1:25.000) e nella sezione n. 631130 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

E' situata nella Sicilia Centro-orientale e ricade nel territorio del Comune di Caltanissetta, dal cui centro abitato dista pochi chilometri ed al quale è collegata tramite la S.P. 248.

La morfologia dell'area è caratterizzata da rilievi collinari piuttosto regolari di tipo argilloso, profondamente incisi dai torrenti presenti.

In corrispondenza dei terreni più argillosi (praticamente in buona parte della zona presa in esame) si vengono a creare, soprattutto nei versanti esposti a Sud dove il sole batte più forte, i cosiddetti "calanchi", generati per prosciugamento del terreno e successivo dilavamento ad opera delle piogge che, incanalandosi in brevi scanalature, incidono il versante disegnando caratteristiche sculture.

Il ruolo dell'erosione sul territorio in esame risulta connesso con le caratteristiche geologiche ed è causato principalmente dall'acqua e dalle sue dinamiche di ruscellamento. Lungo i rami principali della rete idrografica si riscontrano tipiche forme erosive che interessano il fondo dei valloni e le loro sponde laterali. Tali processi erosivi risultano più evidenti e dannosi nei fossi ubicati lungo i versanti argillosi.

L'azione erosiva dei torrenti si traduce in un aumento dell'erosione sull'intero versante attraverso l'approfondimento ed il successivo allargamento della sezione dell'alveo, con conseguente allargamento dell'area coinvolta. Le caratteristiche climatiche dell'area, la prevalenza di terreni argillosi, il ruolo delle pendenze e la copertura vegetale insufficiente sono di fatto gli elementi naturali che influenzano il sistema di modificazione della morfologia, a cui si aggiunge uno sfruttamento antropico spesso poco accorto o in eccesso rispetto alle potenzialità d'uso.

In particolare nell'area oggetto di studio, il *Torrente Niscima*, oltre agli apporti idrici derivanti dalle abbondanti precipitazioni degli ultimi anni, riceve anche le acque del depuratore consortile di Caltanissetta e del depuratore della zona Industriale.

Questo ha portato ad una maggiore portata del torrente con conseguente aumento dei fenomeni erosivi, in particolare dello scalzamento al piede dei versanti argillosi.

Le quote vanno dai 300 m in corrispondenza del Torrente Niscima ai 400 m circa dei rilievi collinari situati in Contrada Torretta, ad ovest del sito in esame.

L'area in esame fa parte di un sito segnalato come sito d'attenzione, con la sigla 072-2CL-115, nella *Carta dei dissesti* e nella *Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico* in allegato al presente lavoro.

3. Lineamenti idrografici ed idrogeologici

Per quanto riguarda il sistema idrografico dell'area in oggetto, è presente un corso d'acqua, il Torrente Niscima, che attraversa l'area da sud-est a nord-ovest e sfocia nel Salso a circa 220 metri di quota .

Il suddetto Torrente rientra nel bacino idrografico del Fiume Imera meridionale (o Salso).

Il Fiume Imera Meridionale, lungo circa 132 Km, nasce a Portella Mandarinini (1500 m) sul versante meridionale delle Madonie e, dopo aver attraversato la Sicilia centromeridionale, sfocia nel Canale di Sicilia in corrispondenza dell'abitato di Licata, in provincia di Agrigento.

L'asta principale, che presenta nella parte mediana un andamento generalmente sinuoso con locali meandri, scorre in senso N-S sebbene siano presenti due variazioni di direzione: la prima verso Ovest alla confluenza del Fiume Torcicoda e la seconda, più a valle, verso Sud in corrispondenza della confluenza del Vallone Buriana (a sud dell'area in esame).

La maggior parte dei terreni presenti nell'area sono di tipo argilloso ed hanno una bassa permeabilità. Su questi terreni, come detto precedentemente, si vengono a creare, delle caratteristiche forme di erosione chiamati "calanchi", generati per prosciugamento del terreno e successivo dilavamento ad opera delle piogge che, incanalandosi in brevi scanalature, incidono il versante disegnando caratteristiche sculture.

Tra i terreni a componente non argillosa, ritroviamo i calcari, terreni permeabili solo per fessurazione ed i gessi, con permeabilità medio-bassa.

4. Lineamenti meteoroclimatici

Il regime pluviometrico di Caltanissetta è caratterizzato da valori di precipitazione totale media annua pari a circa 537 mm concentrati, prevalentemente, nel periodo autunno-vernino con il 67,6% circa delle precipitazioni. La rimanente quota è concentrata, in massima parte (26,6%), in primavera. Le precipitazioni estive rappresentano, invece, una frazione assai ridotta pari a circa il 5,7% delle precipitazioni totali annue. Tale andamento del regime pluviometrico, che presenta aspetti tipici delle zone mediterranee a clima temperato, caratterizza fortemente l'area in esame.

Analizzando più nel dettaglio i valori delle precipitazioni totali medie mensili è possibile notare che i mesi più piovosi risultano essere dicembre e gennaio, rispettivamente con circa 76,8 e 76,5 mm di pioggia. A questi seguono novembre (68 mm), ottobre (64,4 mm), febbraio (53,3 mm), marzo (51,9 mm), settembre (44,1 mm) e maggio (42,7 mm), mentre giugno, luglio ed agosto sono i mesi più asciutti rispettivamente con 9,2, 12,1 e 12,9 mm di pioggia.

Il numero di giorni piovosi, cioè dei giorni in cui si verificano eventi meteorici superiori ad 1 mm di pioggia, risulta anch'esso, al pari del regime annuo delle precipitazioni, assai variabile. Infatti ad un minimo storico pari a 42 gg. verificatosi nel 1970, fa riscontro un valore massimo di 92 gg. rilevato nel 1976, in corrispondenza dei valori minimi e massimi delle precipitazioni totali annue precedentemente descritte. I valori medi del periodo si attestano, comunque, su valori prossimi a 68 gg. piovosi annui, distribuiti prevalentemente nella stagione autunno-vernina.

I dati osservati hanno consentito di potere determinare che la temperatura media annua del periodo considerato è pari a 16,3 °C, con il mese più freddo in gennaio (8,4 °C) e quello più caldo ad agosto (25,9 °C).

Il tracciamento di una ipotetica retta di regressione farebbe notare come l'andamento dei valori di temperatura media annua nel periodo considerato ha avuto una notevole tendenza all'aumento che si contrappone alla tendenza opposta mostrata dal regime pluviometrico. Il quadro globale che ne emerge lascia supporre un ampliamento del periodo di deficit idrico negli ultimi anni di osservazione rispetto ad i valori medi della serie storica.

Facendo riferimento ai valori medi di temperatura minima mensile, è possibile notare come i valori più bassi si registrano a gennaio (4,9 °C) e febbraio (5,0 °C), mentre i mesi di agosto e luglio raggiungono valori medi di temperatura massima mensile pari, rispettivamente, a 32,3 °C e 32,0 °C.

5. Lineamenti geologici

Tutti i terreni affioranti nell'area sono di origine sedimentaria di età Terziaria.

I terreni più antichi sono rappresentati da una potente formazione argillosa (Argille Scagliose, Argille Marnose e Sabbiose, Argille Brecciate) messasi in posto durante l'orogenesi del *Tortoniano*.

Su questi terreni, in apparente continuità, giacciono i terreni evaporitici della serie gessoso-solfifera comprendente Tripoli, Calcari e Gessi. Segue la sedimentazione dei Trubi che segna il ritorno a condizioni di mare aperto. Al tetto dei trubi o intercalati ad essi si rinvengono depositi di Argille Brecciate IV inglobanti frammenti litoidi prevalentemente evaporitici. Seguono i depositi regressivi di età supra-medio pliocenica costituiti da Marne ed Argille grigio azzurre, Calcareniti e Sabbie.

Il sollevamento della Sicilia centrale avviene nel *Miocene medio*, tra il *Langhiano* e l'*Elveziano* con il conseguente arresto dell'accumulo delle falde di trasporto, mentre riprendono a depositarsi i sedimenti marini normali, che continuano, con qualche interruzione, sino alla fine del *Tortoniano*.

Nel *Messiniano* si ha la deposizione dei sedimenti di origine chimica della serie solfifera e nel Pliocene basale, a seguito della trasgressione marina, riprendono a depositarsi i sedimenti di tipo normale (Trubi). I terreni presolfiferi, a carattere esclusivamente terrigeno sono dati dalle argille di base (*Tortoniano*), dalle Argille Brecciate I ad esse intercalate e dalle Argille Brecciate II ad esse sovrapposte.

La serie solfifera e soprattutto i Calcari e Gessi, ossia i piani erodibili della serie, presentano carattere discontinuo perché depositati in masse lenticolari in bacini lagunari; più continui si presentano i due piani di accumulo biogeno, il Tripoli alla base ed i Trubi alla sommità. La regolarità della serie è visibile dall'andamento dei Trubi che collegano e completano i discontinui affioramenti dei terreni sottostanti. Detti collegamenti sono spesso difficili a vedersi sia perché mascherati da coperture eluviali, sia per la intensa e non sempre regolare dislocazione dei calcari e dei gessi soggetti a imponenti deformazioni tettoniche verificatesi nel *Miocene medio* e successivamente nel pliocene medio che ha provocato il piegamento ed il sollevamento della serie evaporitica. Il conseguente smembramento della suddetta serie è da mettere in relazione con la diversa rigidità delle evaporiti rispetto alle rocce plastiche incassanti.

6. Litologia

In riferimento al comprensorio d'interesse è possibile evidenziare una sequenza stratigrafica di litotipi in affioramento, rappresentati, dall'alto verso il basso, da:

Serie gessoso-solfifera

- Marne a globigerine "Trubi" (Pliocene Inferiore)
- Argille Brecciate "A.B. IV" (Pliocene Inferiore)
- Gessi (Miocene superiore – *Messiniano*)
- Argille gessose e Argille brecciate AB III (Miocene superiore – *Messiniano*)
- Calcare di base (Miocene superiore – *Messiniano*)

Terreni pre-solfiferi

- Marne – Argille marnose – Argille brecciate AB II (Miocene superiore – *Tortoniano*)
- Argille scagliose (Miocene medio-inferiore)

6.1 Serie gessoso-solfifera

Marne a globigerine "Trubi" (Pliocene Inferiore)

Si tratta di marne calcaree a globigerine, di colore bianco-crema, ben stratificate. Sono presenti in affioramento a sud ed ad ovest del sito d'interesse, rispettivamente in C.da Sparagio ed in C.da Torretta .

Argille Brecciate "A.B. IV" (Pliocene Inferiore medio)

Argille a struttura brecciata, affiorano estesamente nella parte nord-ovest dell'area. Risultano contemporanee alla messa in posto dei Trubi.

Gessi (Miocene superiore - *Messiniano*)

I gessi si presentano a stratificazione millimetrica ritmica e, meno frequentemente, in grossi cristalli, in banchi di qualche metro di spessore. Affiorano con limitata estensione a nord-est del sito in esame, ed in C.da Torretta.

Argille gessose e Argille brecciate AB III (Miocene superiore - *Messiniano*)

Si tratta di breccie ad elementi argillosi in matrice argillosa, che costituiscono un livello intercalato tra i gessi ed il calcare di base, ed affiorano prevalentemente nella parte sud dell'area.

Calcare di base (Miocene superiore - *Messiniano*)

Costituisce il termine più basso della serie gessoso-solfifera ed è costituito da calcari massivi vacuolari o stratificati in banconi, di spessore decimetrico, separati da livelli pelitici di alcuni decimetri di spessore. Affiorano in banchi di modesta estensione in tutta l'area.

6.2 Terreni pre-solfiferi

Marne – Argille marnose – Argille brecciate AB II (Miocene superiore – *Tortoniano*)

Affiorano estesamente in tutta l'area con la loro componente argillo-marnosa e marnosa, comprendendo nella massa terreni messi in posto a causa di smottamenti avvenuti in ambiente subacqueo.

Argille scagliose (Miocene medio-inferiore)

Rappresentano localmente il termine basale della sequenza stratigrafica. Si tratta di argille scagliettate e caotiche, di colore variabile dal grigio al verde al rosso al bruno, con inglobati inclusi litoidi di varia natura e dimensione.

Affiorano ai lati del Torrente Niscima che con la propria azione erosiva li ha portati in affioramento.

7. Sondaggi geognostici e prove di laboratorio

In corrispondenza dell'area oggetto di studio, sono stati realizzati n. 5 sondaggi in totale, n. 2 (denominati di seguito S1 strada ed S2 strada) in una prima campagna, e n. 3 (denominati di seguito S1 terreno, S2 terreno ed S3 terreno), spinti a profondità comprese tra i 20m e 30m dal piano campagna. Per la redazione dei profili geologici si è tenuto conto dei 3 sondaggi denominati in questo lavoro con le sigle S1, S2 ed S3 terreno.

Sono stati prelevati n. 6 campioni indisturbati di terreno nella prima campagna d'indagine (S1 ed S2 strada), che sono stati tutti analizzati in laboratorio geotecnico, a seguito di precise indicazioni della D.L. (numero e profondità dei campioni da analizzare).

Nella seconda campagna di sondaggi (S1, S2 ed S3 terreno) sono stati prelevati n. 10 campioni indisturbati di terreno, di cui n. 5 sono stati analizzati in laboratorio geotecnico. I sondaggi sono stati realizzati dalla ditta di perforazione Geo Group s.r.l. di Favara (AG) ed il laboratorio che ha eseguito le analisi e le prove geotecniche dei campioni è stato il "Laboratorio Geotecnica Vivirito, sito in via Edison, nella città di Campobello di Licata (AG).

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una macchina di perforazione idraulica a rotazione tipo "MK 600 D", che ha eseguito perforazioni a carotaggio continuo a secco, utilizzando tubi di rivestimento del diametro $\varnothing=127$ mm ed un carotiere del diametro $\varnothing=101$ mm. I campioni indisturbati di terreno sono stati prelevati facendo uso di campionatori a pareti sottili del tipo "shelby", e successivamente sono stati opportunamente paraffinati ed etichettati.

Le carote derivanti dai sondaggi sono state estratte dal carotiere e collocate nelle apposite cassette catalogatrici, descritte e fotografate.

7.1 Prima campagna di sondaggi (S1 ed S2 strada)

Viene illustrata di seguito una tabella riassuntiva dei campioni prelevati ed analizzati nella prima campagna di sondaggi:

Tab. 7.1.1 – Profondità campioni prelevati nella prima campagna di sondaggi (S1 ed S2 strada)

Sondaggio n.	Prof. m	Diam. mm	Metodo	Campioni prelevati				
				Dist.	Ind.	Prof. di prelievo campione		
1	30,00	101	Carotaggio	/	3	7,00	10,50	20,00
2	20,00	101	Carotaggio	/	3	4,50	7,50	16,30

Le prove di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni prelevati nella prima campagna di sondaggi, dietro precise indicazioni della D.L., sono state le seguenti:

Sondaggi: (S1 – C1) (S2 – C1) strada

- determinazione del contenuto naturale d'acqua all'apertura del campione;
- determinazione del peso dell'unità di volume;
- determinazione del peso specifico dei granuli;
- analisi granulometrica per sedimentazione e stacciatura;
- determinazione dei limiti di consistenza;

Sondaggi: (S1 – C2) (S1 – C3) (S2 – C2) (S2 – C3) strada

- determinazione del contenuto naturale d'acqua all'apertura del campione;
- determinazione del peso dell'unità di volume ;
- determinazione del peso specifico dei granuli;
- analisi granulometrica per sedimentazione e stacciatura;
- determinazione dei limiti di consistenza;
- prova di consolidazione edometrica "IL";
- prove di taglio diretto;
- prova di compressione "E.L.L."

Nelle tabelle sottostanti vengono riportate le principali caratteristiche fisico-meccaniche ricavate dall'analisi dei campioni indisturbati prelevati.

Tab. 7.1.2 Caratteristiche fisiche dei campioni prelevati nella prima campagna di sondaggi (S1 ed S2 strada):

Sondaggio n.	Campione n.	Descrizione litologica del campione	Contenuto in acqua W_n (%)	Peso di Volume γ (kN/mc)	Peso spec. granuli γ_s (g/cm ³)	Densità secca γ_d (kN/mc)	Porosità (%)
S1	C1	Argille con limo, di colore grigiastro, umide, omogenee, dure, con cementazione debole, con inclusi gessosi millimetrici	22.7	18.67	2.77	15.22	0.440
S1	C2	Argille con limo, di colore grigio scuro, umide con struttura brecciata, dure, con cementazione debole.	21.7	18.22	2.77	14.45	0.468
S1	C3	Argille con limo, di colore grigio scuro, dure, con cementazione debole.	21.4	18.57	2.77	15.29	0.437
S2	C1	Argille con limo, di colore grigiastro, con lenti brune, umide, omogenee, molto consistenti, con cementazione debole.	30.3	19.00	2.77	14.58	0.463
S2	C2	Argille limose, di colore grigio scuro, omogenee, da molto consistenti a dure, con cementazione debole.	28.5	/	2.77	15.06	0.445
S2	C3	Argille limose, di colore grigio scuro, omogenee, da molto consistenti a dure, con cementazione debole.	23.0	19.71	2.76	16.03	0.408

Tab. 7.1.3 Caratteristiche meccaniche dei campioni prelevati nella prima campagna di sondaggi (S1 ed S2 strada):

Sondaggio n.	Campione n.	Prof. prelievo campione	Taglio diretto consolidata-drenata		Prova edometrica			
			Angolo d'attrito Φ (°)	Coesione C' (kPa)	Pressione di preconsolidazione P_c (kPa)	Pressione di preconsolidazione minima $P_{c\ min}$ kPa	Indice di compressibilità C_c (7)	Indice di rigonfiamento C_s (8)
S1	C1	7,00	/	/	/	/	/	/
S1	C2	10,50	19.10	47.78	319	186	0,18	0,06
S1	C3	20,00	20.43	33.58	207	138	0,20	0,08
S2	C1	4,50	/	/	/	/	/	/
S2	C2	7,50	11.84	51.67	660	474	0,28	0,11
S2	C3	16,30	13.11	35.83	302	234	0,21	0,08

7.2 Seconda campagna di sondaggi (S1, S2 ed S3 terreno)

Viene illustrata di seguito una tabella riassuntiva dei campioni prelevati ed analizzati nella seconda campagna di sondaggi:

Tab. 7.2.1 - Seconda campagna di sondaggi (S1, S2 ed S3 terreno)

Sondaggio n.	Prof. m	Diam. mm	Metodo	Campioni prelevati					
				Dist.	Ind.	Prof. di prelievo campione			
1	15,00	101	Carotaggio	/	2	2,20	9,20	/	/
2	20,00	101	Carotaggio	/	4	2,50	7,00	14,00	18,40
3	20,00	101	Carotaggio	/	4	2,40	7,90	12,80	18,00

Le prove di laboratorio geotecnico eseguite, dietro precise indicazioni della D.L., sono state le seguenti:

Sondaggi: (S1 - C1) (S2 - C2) (S2 - C4) (S3 - C1) (S3 - C2) terreno

Campioni non utilizzati

Sondaggi: (S1 - C2) (S2 - C3) (S3 - C2) terreno

- determinazione del contenuto naturale d'acqua all'apertura del campione;
- determinazione del peso dell'unità di volume;
- determinazione del peso specifico dei granuli;
- analisi granulometrica per sedimentazione e stacciatura;
- determinazione dei limiti di consistenza;
- prova di consolidazione edometrica "IL";
- prove di taglio diretto;

Sondaggi: (S2 - C1) terreno

- determinazione del contenuto naturale d'acqua all'apertura del campione;
- determinazione del peso dell'unità di volume;
- determinazione del peso specifico dei granuli;
- analisi granulometrica per sedimentazione e stacciatura;
- determinazione dei limiti di consistenza;

Nelle tabelle sottostanti vengono riportate le principali caratteristiche fisico-meccaniche ricavate dall'analisi dei campioni indisturbati prelevati.

Tab. 7.2.2 Caratteristiche fisiche dei campioni prelevati nella seconda campagna di sondaggi (S1, S2 ed S3 terreno):

Sondaggio n.	Campione n.	Descrizione litologica del campione	Contenuto in acqua Wn (%)	Peso di Volume γ (kN/mc)	Peso spec. granuli γ_s (g/cm ³)
S1	C1	Limi sabbiosi di colore bruno grigio scuro, teneri, con cementazione debole, umidi.	Campione non utilizzato		
S1	C2	Argille con limo di colore grigio scure, umide, omogenee, molto consistenti con cementazione debole.	20.4	20.41	2.69
S2	C1	Argille con limo di colore bruno oliva con venature grigie, umide, omogenee, consistenti con cementazione debole.	28.7	19.07	2.67
S2	C2	Argille con limo di colore bruno, umide, omogenee, dure con cementazione debole.	Campione non utilizzato		
S2	C3	Argille con limo, policromatiche con grigio prevalente, umide, omogenee, dure con cementazione debole.	20.5	20.44	2.74
S2	C4	Argille con limo, di colore grigio con lenti grigio chiaro, umide, omogenee, dure con cementazione debole.	Campione non utilizzato		
S3	C1	Limi con argilla di colore bruno oliva, umidi, omogenei, da consistenti a molto consistenti con cementazione debole. Presenza di rari inclusi carbonatici di qualche cmetro	Campione non utilizzato		
S3	C2	Argille con limo, di colore grigio scuro con una lente metrica giallo bruna nella parte superiore, umide, omogenee, molto consistenti con cementazione debole.	25.7	19.65	2.72
S3	C3	Argille policromatiche con colorazione prevalente grigio scure, umide, omogenee, molto consistenti, con cementazione debole.	Campione non utilizzato		
S3	C4	Argille con limo sabbiose, umide, dure con cementazione da debole a moderata.	16.6	19.51	2.70

Tab. 7.2.3 Caratteristiche meccaniche dei campioni prelevati nella seconda campagna di sondaggi (S1 , S2 ed S3 terreno):

Sondaggio n.	Campione n.	Prof. prelievo campione	Taglio diretto consolidata-drenata		Prova edometrica			
			Angolo d'attrito ϕ (°)	Coesione C' (KPa)	Pressione di preconsolidazione P_c (kPa)	Pressione di preconsolidazione minima $P_{c\ min}$ kPa	Indice di compressibilità C_c (7)	Indice di rigonfiamento $C_s(8)$
S1	C1	2,20	/	/	Campione non utilizzato			
S1	C2	9,20	31.42	0.00	483	260	0.15	0.02
S2	C1	2,50	/	/	/	/	/	/
S2	C2	7,00	/	/	Campione non utilizzato			
S2	C3	14,00	10.75	49.26	752	537	0.19	0.05
S2	C4	18,40	/	/	Campione non utilizzato			
S3	C1	2,40	/	/	Campione non utilizzato			
S3	C2	7,90	22.05	6.20	376	229	0.18	0.05
S3	C3	12,80	/	/	Campione non utilizzato			
S3	C4	18,00	/	/	/	/	/	/

Per una più dettagliata consultazione dei dati geotecnici, si rimanda allo specifico allegato, il quale è parte integrante del presente studio (Analisi di laboratorio geotecnico)