

COMUNE DI CERRETO SANNITA

PROVINCIA DI BENEVENTO



Viabilita' intercomunale di collegamento superstrade Benevento-Campobasso e Benevento-Caianello 2 lotto - I Stralcio **- OPERE DI COMPLETAMENTO -**

PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO

B

Relazione geologica

Progettazione

R.T.I.: RECCHI Engineering (Mandatara) -
STCV S.r.l. (Mandante)
Corso Vittorio Emanuele 715 - Napoli



Il Responsabile del Procedimento

Ing. Letizio Napoletano

Procuratore speciale dell' ATI
e Responsabile della progettazione
ing. Giovanni Di Marco (Coordinatore)



Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Codice: 127-15-PE
0	Dicembre 2015	Emissione	Di Landri	Di Marco	Di Marco	

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

Sommario

1. PREMESSE.....	2
2. SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME	4
3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	7
4. TERRENI AFFIORANTI E LORO CARATTERISTICHE.....	9
4.1 - <i>Flysch argilloso-marnoso-arenaceo</i>	9
4.2 - <i>Flysch arenaceo</i>	10
4.3 - <i>Brecce e calcareniti</i>	10
4.4 - <i>Depositi alluvionali recenti ed attuali</i>	10
4.5 - <i>Detriti di falda e depositi colluviali</i>	11
5. STABILITA' DEI VERSANTI.....	12
6. INDAGINI ESISTENTI.....	16
7. INDAGINI EFFETTUATE	18
8. CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	21
9. CONDIZIONI GEOLOGICHE IN CORRISPONDENZA DELL'INTERFERENZA CON L'ACQUEDOTTO "ALTO CALORE" ALLA PROGR. 2895 ca.....	24
10. ALLEGATI.....	25

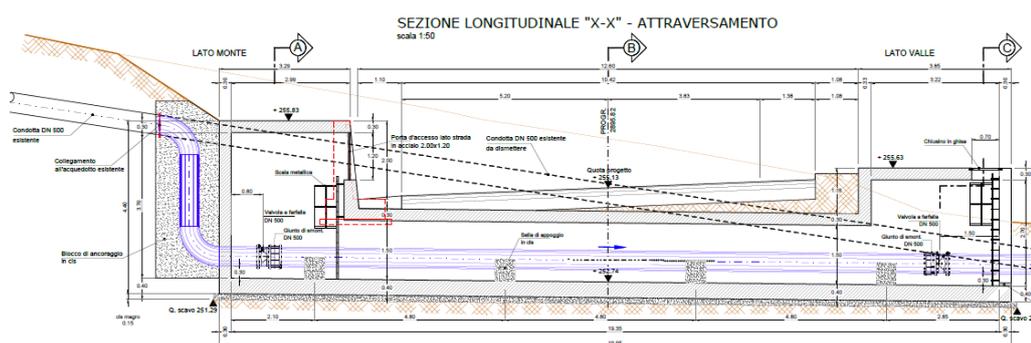
Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

1. PREMESSE

Forma oggetto della presente relazione lo studio geologico, geomorfologico e geotecnico delle aree interessate dalle “**Opere di completamento - Viabilità intercomunale di collegamento tra le superstrade Benevento-Campobasso e Benevento-Caianello – Il Lotto I Stralcio**”.

Le suddette opere si rendono necessarie al fine di rendere fruibile e collaudabile il tronco di strada già realizzato e, ad oggi, chiuso al traffico.

Tra gli interventi previsti da realizzare per conseguire gli obiettivi di cui innanzi, il principale consiste nella risoluzione dell’interferenza con l’acquedotto “Alto Calore”, alla progr. 2895 ca., mediante lo spostamento di una condotta in acciaio DN 500 in pressione, prevedendo di alloggiare la stessa tubazione in un manufatto in c.a. sotto strada collegato tra due pozzetti di manovra, a monte ed a valle della strada, completi di apparecchiature di intercettazione (v. fig. che segue).



I dati e le informazioni di seguito riportati sono integralmente ripresi dall’analogo studio effettuato nell’anno 2001 ed interessante l’intero tracciato di progetto del I Stralcio del II Lotto della strada in oggetto.

Tale studio fu finalizzato alla definizione della natura e delle caratteristiche dei terreni interessati, alla valutazione della stabilità dei versanti e alla ricostruzione dello schema di circolazione idrica sotterranea. Le indagini eseguite, convenientemente estese anche al di fuori della fascia strettamente interessata dal tracciato, furono condotte mediante rilevamento geologico di superficie in scala 1:5000 e con l’ausilio della fotointerpretazione.

Nelle aree di maggior interesse in quanto sede di opere d’arte principali e dove il rilevamento geologico di superficie e/o la cartografia ufficiale (Foglio 173 "Benevento" della Carta Geologica d’Italia in scala 1: 100.000) avevano posto in risalto situazioni

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

stratigrafiche e strutturali di maggiore interesse furono eseguiti appositi sondaggi meccanici e profili sismici a rifrazione.

Gli elementi acquisiti lungo tutta la fascia di territorio direttamente e/o indirettamente investigata consentirono di operare scelte in grado di ottimizzare le soluzioni tecniche e tecnologiche poi adottate.

Con specifico ed esclusivo riferimento al tratto di strada interessato dall'interferenza con l'acquedotto "Alto Calore", in allegato alla presente relazione si riporta:

- Uno stralcio planimetrico in scala 1:5.000 con ubicazione delle indagini.
- Le stratigrafie dei sondaggi più prossimi all'area di intervento.
- Un prospetto sinottico riepilogativo delle analisi e prove di laboratorio (con evidenziazione del campione indisturbato prelevato in prossimità dell'intervento di progetto).

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

2. SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME

L'intera area del *II Lotto I Stralcio* è caratterizzata, nel suo insieme, da almeno quattro gruppi geologici che danno vita a morfossistemi tra loro ben diversificati e dalle peculiari caratteristiche idrogeologiche.

I quattro gruppi sono:

- i depositi prevalentemente calcarei del versante sud-orientale del Matese (a nord di S. Lorenzello e a nord-ovest di Cerreto Sannita);
- i depositi calcarei e calcareo-marnosi dell'area compresa tra Pontelandolfo, ad est, S.Lupo e Guardia Sanframondi, a sud, e Cerreto Sannita e Pietraroia, ad ovest;
- i depositi del complesso argilloso-marnoso-arenaceo che occupano la maggior parte dell'area in esame e compresi nel quadrilatero Cerreto Sannita (NO), Castelvenere (SE), Casalduni (SE), Pontelandolfo (NE);
- i depositi di riempimento recente rappresentati da sedimenti fluvio-lacustri e di rimaneggiamento vulcanico nonché dal detrito di falda posto generalmente alla base dei rilievi calcarei.

Al primo gruppo appartengono quei depositi riferiti in letteratura alla "*facies abruzzese*" ovvero a materiali sedimentatisi nell'ambito di una piattaforma carbonatica. Essi constano di calcari detritici, micritici e calcari pseudoolitici, di colore dal nocciola al grigio, generalmente ben stratificati. Ad essi si associano breccie intraformazionali a cemento calcareo biancastro.

Questo gruppo litologico, caratterizzato da un elevato grado di stabilità, ad eccezione di localizzati e puntuali fenomeni di crollo in corrispondenza di morfostrutture particolarmente accidentate, non risulta interessato dalle opere in progetto.

Il secondo gruppo presenta una maggiore diversificazione litologica potendosi riconoscere almeno tre formazioni i cui rapporti reciproci non sono stati ancora del tutto chiariti. E' rilevabile una formazione conglomeratico-marnosa costituita da un conglomerato ad elementi carbonatici e cemento biancastro o rossastro cui si alternano strati e pacchi di strati marnosi rossastrati.

Una seconda formazione è rappresentata, invece, da calcareniti bianche alle quali si intercalano livelli di marne rosse e di brecciole calcaree a cemento rossastro. Un'ultima formazione rilevata, consta, infine, di calcareniti e calcilutiti avana, stratificati, con

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

intercalazioni marnose che, a luoghi, divengono prevalenti.

I rilievi costituiti da questo secondo gruppo di litologie sono ancora elevati, ma con morfologie più articolate e meno accidentate. La stabilità, seppur elevata, risente, in particolare, dell'assetto stratigrafico-strutturale delle formazioni, ovvero degli aspetti giacitureali (stratificazione più accentuata e fitta rispetto al primo gruppo) e delle numerose dislocazioni tettoniche che smembrano le successioni.

Anche in questo caso l'asse stradale in progetto non interessa queste litologie se non marginalmente come prodotti eluvio-colluviali che si rinvencono, frammisti a sedimenti di diversa natura, nelle aree a minore energia potenziale.

Il terzo gruppo di litologie è, come detto all'inizio del presente capitolo, quello più estesamente affiorante nell'area e, conseguentemente, quello che maggiormente interferisce con le opere in progetto.

Le sue caratteristiche geolitologiche possono sinteticamente riferirsi ad un complesso argilloso-marnoso-arenaceo.

In particolare, le formazioni affioranti sono in massima parte ascrivibili al Miocene o in facies di flysch o stratigraficamente sovrapposte a litologie più antiche.

Fanno parte integrante di questo gruppo litofacies ascrivibili, nel loro insieme, ad un complesso argilloso-siltoso con intercalazioni di strati arenacei, di colore grigio azzurrognolo. I litotipi prevalenti sono rappresentati in massima parte da livelli di argille marnose e marne con subordinate arenarie e sabbioni quarzosi grigio-azzurrognoli, ovvero giallastri per alterazione.

Subordinatamente, e limitatamente ad un'area posta a sud di Guardia Sanframondi, affiorano brecce e puddinghe ad elementi calcarei che si rinvencono, in genere, come lembi residui che ricoprono le porzioni morfologicamente più elevate delle dorsali allungate in direzione nord-sud, ovvero dalle aree pedemontane a quelle di fondovalle del F. Calore.

La morfologia, nelle aree di affioramento delle formazioni del terzo gruppo, risente fortemente delle litologie costituenti il substrato cosicché dove prevalgono i termini arenacei del flysch o le brecce e puddinghe si rilevano rilievi collinari maggiormente marcati e caratterizzati da un buon grado di stabilità. Radicalmente diverso è il riscontro che si ha, invece, nelle aree dove prevalgono i termini più argillosi del flysch. Pur presentandosi, infatti, con pendenze meno accentuate, tali aree risultano tra le più instabili

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

dell'intero territorio in esame a causa delle scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni del substrato e dei vistosi effetti che hanno su di essi i processi geodinamici. Sono così riconoscibili antiche nicchie di frana alle quote più elevate mentre alle basse quote i terreni risultano fortemente rielaborati a costituire corpi detritici colluviali o veri e propri cumuli di frana. La fascia più superficiale, anche a causa di una maggiore degradabilità, è frequentemente soggetta a fenomeni di mobilitazione più vistosi e veloci nelle aree a più forte pendenza.

I fenomeni franosi evidenziabili sono così articolati in scorrimenti nei termini a maggior consistenza e creep e scivolamenti nei litotipi coesivi.

Il quarto ed ultimo gruppo di litologie rilevabili è rappresentato da tutti i depositi recenti di copertura. Si tratta, in particolare, di depositi di pendio costituiti da brecce più o meno cementate e grossolanamente stratificate con intercalazioni di livelli di origine piroclastica, di depositi fluvio-lacustri ad elementi prevalentemente calcarei provenienti dalle serie carbonatiche affioranti ed inglobati in una matrice sabbiosa, di depositi francamente piroclastici alterati ed argillificati nei livelli più superficiali, di depositi detritico-colluviali di riempimento delle depressioni morfostrutturali.

Nelle aree di compluvio incise sui versanti, le rocce del basamento sono frequentemente ricoperte da estese coltri detritiche e colluviali, a luoghi di spessore notevole.

Le valli dei fossi e torrenti hanno in genere tratti morfologici molto blandi ed acclività molto bassa. Solo localmente le sponde sono interessate da vistosi fenomeni di intensa erosione con acclività accentuata in ragione, frequentemente, del continuo e lento spostamento verso valle delle coltri rimobilizzate.

Nelle aree di interesse, il fondovalle delle principali incisioni è ricoperto da uno "strato" di depositi alluvionali derivante direttamente dai sedimenti affioranti lungo le sponde in corrispondenza delle quali le acque fluenti esercitano una continua azione di asportazione delle particelle più fini lasciando, sul fondo, i clasti a maggiore pezzatura.

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

Lo studio idrogeologico è stato impostato e sviluppato, per ovvi motivi, oltre che a livello locale anche a livello più generale.

Da detta indagine è emerso, tra l'altro, che il territorio investigato può essere suddiviso in almeno cinque complessi idrogeologici:

- complesso carbonatico
- complesso calcareo-silico-marnoso
- complesso argilloso-marnoso-arenaceo
- complesso ignimbrítico
- complesso detritico-alluvionale

Il complesso calcareo, corrisponde ai litotipi che sulla cartografia geologica ufficiale sono indicati con la sigla "C". Esso è permeabile per fratturazione e carsismo. Il grado di permeabilità relativa è complessivamente elevato, anche se risulta variabile da zona a zona in funzione del grado di fratturazione e di carsificazione della roccia. Così come avviene in tutti gli acquiferi carbonatici, la circolazione idrica sotterranea è prevalentemente basale.

Il complesso calcareo-silico-marnoso, corrisponde ai litotipi che sulla cartografia geologica ufficiale sono indicati con le sigle (C_g) e (C_{ms}). Esso è permeabile per fratturazione e carsismo e, subordinatamente, per porosità. Il grado di permeabilità relativa della roccia si può considerare complessivamente medio, anche se risulta variabile da zona a zona in funzione della litologia dei terreni e del grado di carsificazione e fratturazione del membro carbonatico. La circolazione idrica sotterranea è prevalentemente basale, ma esiste anche una miriade di falde sospese che danno origine a piccole sorgenti di alta quota.

Il complesso argilloso-marnoso-arenaceo, corrispondente ai litotipi che sulla cartografia geologica ufficiale sono indicati con le sigle (M_f), (M_{ar}) e (AV), è quello che ha la massima estensione nell'area di interesse. Esso è permeabile per porosità e, subordinatamente, per fratturazione. Il grado di permeabilità relativa è complessivamente basso e, talora, pressoché nullo. Infatti il complesso rappresenta il principale "impermeabile" dell'intera area di studio. L'infiltrazione efficace è di entità modesta, a causa della scarsa ricettività complessiva dell'acquifero. La circolazione idrica sotterranea,

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

molto scarsa, è limitata quasi esclusivamente alla fascia alterata superficiale (della profondità di pochi metri). Esiste, quindi, una concordanza pressoché completa tra la morfologia esterna e quella piezometrica.

Il complesso ignimbrítico, corrispondente ai litotipi che sulla cartografia geologica ufficiale sono indicati con la sigla (t), affiora unicamente nell'area compresa fra Telesse e Cerreto Sannita e perciò al di fuori delle aree di specifico interesse. Il grado di permeabilità relativa è medio basso. L'infiltrazione efficace è elevata, perché la morfologia del territorio è pianeggiante. La circolazione idrica sotterranea è basale.

Il complesso detritico-alluvionale, corrispondente ai litotipi che sulla cartografia geologica ufficiale sono indicati con le sigle (fi), (a) e (dt); esso è di scarso interesse perché poco esteso. Esso è permeabile per porosità. Il grado di permeabilità dell'intera associazione litologica si può considerare medio-alto, anche se in realtà variabile da zona a zona in funzione della granulometria dei depositi. A causa della sostanziale caoticità che caratterizza la giacitura dei vari litotipi (con lenti più o meno estese e tra loro interdigitate) di depositi con differente grado di permeabilità, la circolazione idrica sotterranea è preferenzialmente basale e si esplica secondo "falde sovrapposte".

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

4. TERRENI AFFIORANTI E LORO CARATTERISTICHE

I principali terreni presenti in affioramento o nel sottosuolo nell'ambito della fascia di terreno più direttamente interessata dalla realizzazione dell'intera opera in progetto, elencati, in successione, dai più antichi ai più recenti, sono i seguenti:

A) Basamento meso-cenozoico

- flysch argilloso-marnoso-arenaceo;
- flysch arenaceo;
- brecce e calcareniti.

B) Coperture quaternarie

- depositi alluvionali recenti ed attuali;
- detriti di falda e depositi colluviali.

Nei paragrafi che seguono sono presi in esame i caratteri dei terreni considerati, con particolare riguardo a quelli litologici e strutturali di specifico interesse tecnico nei riguardi dei problemi connessi con la realizzazione dell'opera.

4.1 - Flysch argilloso-marnoso-arenaceo

Questa formazione è presente nella maggior parte del territorio attraversato dalla strada di progetto. E' presente in affioramento su aree di estensione relativamente limitate, ma costituisce il substrato profondo sul quale poggiano la maggior parte dei vari terreni che formano le coperture detritiche, alluvionali e colluviali, del Quaternario, antiche o recenti che siano. La formazione è ben visibile solo nei punti in cui, per effetto di fenomeni erosivi particolarmente intensi o per scavi artificiali, è stata completamente asportata la coltre eluvio-colluviale di disfacimento che ammantava quasi ovunque i pendii. La parte più superficiale della formazione (soprattutto dove prevalgono i litotipi argillosi), sia nelle rare zone di affioramento sia nelle zone in cui è ricoperta da spessori anche notevoli di materiali eluviali, colluviali o alluvionali, si presenta di solito alterata e degradata ed assume una colorazione a screzie policrome. Lo spessore e la composizione della porzione degradata varia da zona a zona in relazione a fattori morfologici e litologici. Più precisamente dove è prevalente la facies argilloso-marnosa e dove il sistema morfologico favorisce l'accumulo preferenziale dei materiali di alterazione (compluvi) lo spessore della porzione degradata può aumentare sensibilmente anche se il grado stesso dell'alterazione diminuisce progressivamente con la profondità. Da un punto

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

di vista litologico questa formazione può essere suddivisa in almeno tre membri: un membro argilloso-marnoso e due membri calcareo-arenacei. La prima facies è prevalente e risulta costituita da argille ed argilliti policrome, in genere intensamente tettonizzate ed inglobanti pezzame litoide anche di notevoli dimensioni; nella parte superiore della formazione prevalgono invece termini calcareo-arenacei in strati decimetrici (primo membro) e/o in pacchi di strati scompaginati (secondo membro). Alla prima litofacies è sempre associata una abbondante coltre di alterazione eluvio-colluviale frequentemente mobilizzata almeno nella sua porzione più pellicolare in relazione soprattutto al grado di imbibizione. A seguito di questo continuo rimaneggiamento, operato tra l'altro su terreni già fortemente tettonizzati, i depositi costituenti hanno perso l'originaria struttura a strati assumendo un assetto d'insieme da molto disordinato a caotico.

4.2 - Flysch arenaceo

Questa formazione costituisce, insieme alle facies calcareo-arenacee del flysch precedentemente descritto, i rilievi morfologicamente più marcati che si incontrano lungo l'asse principale del tracciato in progetto. Litologicamente si tratta di arenarie sabbiose giallastre, grigie in profondità, a debole cementazione e con stratificazione indistinta. I clasti costituenti sono rappresentati in massima parte da granuli di quarzo arrotondati, equidimensionali. Anche per questa formazione le aree di affioramento risultano limitate a causa della frequente presenza di una coltre eluviale sabbiosa che ricopre quasi ovunque i versanti per uno spessore di 2÷3 metri.

4.3 - Breccie e calcareniti

Trattasi di un complesso di breccie e puddinghe ad elementi prevalentemente calcarei in matrice argillosa verdognola. Tale complesso ricopre le formazioni precedenti costituendo la parte sommitale di alcune dorsali che dalla fascia pedemontana si allungano verso le aree di fondovalle. Verso est gli stessi sedimenti si rinvengono variamente frammisti a terreni argillosi colluviali acquistando il tipico aspetto degli accumuli detritici trasgressivi simili a conoidi.

4.4 - Depositi alluvionali recenti ed attuali

Affiorano lungo i fondovalle dei principali valloni attraversati dei quali costituiscono il letto e l'alveo di piena. Sono costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie provenienti dalla erosione dei rilievi carbonatici mesozoici e paleogenici e delle formazioni calcareo-arenacee mioceniche, frammisti a poca sabbia o sabbia limosa. Tali depositi possono generalmente essere suddivisi in due parti: una superiore costituita da limi argilloso-

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

sabbiosi che inglobano lenti ghiaiose e ciottoli sparsi, ed una inferiore formata essenzialmente da ghiaie con matrice sabbiosa. Dal punto di vista tecnico la porzione superiore a grana fina può considerarsi formata da terreni poco addensati, di modeste caratteristiche fisico-meccaniche (elevata compressibilità, bassa resistenza al taglio); la parte inferiore, a grana grossa, è altresì formata da materiali piuttosto addensati, dotati di buone caratteristiche meccaniche.

4.5 - Detriti di falda e depositi colluviali

Sui versanti e nelle aree di compluvio i terreni del basamento sono ricoperti, su aree anche molto estese, da materiali detritici originatisi dal loro disfacimento. A seconda della provenienza dei materiali costituenti, vengono distinti i detriti di falda che ammantano il piede dei versanti carbonatici ed i detriti di rimaneggiamento (coltre eluvio-colluviale). Al primo tipo appartengono quegli accumuli di frammenti calcarei e calcareo-marnosi, in genere spigolosi o poco smussati, di dimensioni comprese tra qualche centimetro ed il decimetro. Ai clasti lapidei si associa di regola materiale a grana più fine (terra bruna, argilla sabbiosa) che colma gli interstizi tra elemento ad elemento. La matrice a grana più fina diventa a luoghi nettamente prevalente sulla frazione a grana più grossa. Lo spessore di questi depositi varia molto da una zona all'altra e può raggiungere, nei punti di maggiore accumulo, valori della decina di metri. I sedimenti del secondo gruppo traggono origine dal disfacimento e, eventualmente, dalla successiva rideposizione dei terreni che costituiscono le facies argillose del substrato fliscioide. Sono costituiti da argille e limi più o meno sabbiosi che inglobano più o meno abbondanti ciottoli sparsi. Lo spessore della coltre detritica, sia pur con sensibili variazioni locali dovuti all'andamento morfologico del substrato d'appoggio, non supera, in genere, la decina di metri.

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

5. STABILITA' DEI VERSANTI

Lungo la fascia di terreno interessata dal tracciato *Il Lotto I Stralcio* le condizioni di stabilità dei pendii naturali sono generalmente buone; mancano infatti indizi morfologici di fenomeni franosi di una certa importanza o comunque tali da dover richiedere modifiche di tracciato o interventi tecnici e/o tecnologici di sistemazione e di stabilizzazione del terreno incompatibili, dal punto di vista tecnico-economico, con le opere a farsi.

Sulla base delle osservazioni di superficie e dell'analisi delle foto aeree disponibili, solo alcune aree, peraltro di estensione piuttosto limitata e localizzate, in particolare, nell'area del bacino idrografico del Vallone Ratello, risultano interessate da forme di dissesto a carattere relativamente superficiale. Le forme di dissesto riconosciute sono riconducibili alle seguenti tipologie :

a) Fenomeni di intensa erosione di sponda

Si tratta di fenomeni dovuti all'azione di scalzamento al piede operata dalle acque di piena; sono visibili soprattutto in corrispondenza delle anse morfologicamente più accentuate descritte dai principali corsi d'acqua. Si tratta di fenomeni localizzati che interessano le formazioni fliscioidi prevalentemente argillose laddove processi di dissesto più generalizzati determinano il continuo apporto di materiale dai versanti.

b) Fenomeni franosi del tipo degli scivolamenti lenti superficiali

Si tratta di movimenti di traslazione lungo il pendio della porzione superficiale dei terreni argillosi, alterata ed allentata, e delle coltri eluviali che li ricoprono; lo spessore delle porzioni di terreno coinvolte nel fenomeno franoso è in genere dell'ordine di qualche metro. I distacchi avvengono secondo superfici di scorrimento parallele al versante e con velocità di traslazione molto bassa; sono evidenziati sul terreno da blande ondulazioni e da qualche crepa di modesta ampiezza nei momenti di massima accelerazione dei movimenti.

c) Fenomeni franosi tipo "scorrimento"

Queste frane si verificano per superamento della resistenza al taglio dei materiali lungo una o più superfici di neoformazione, o preesistenti (contatto stratigrafico o tettonico, contatto tra materiali di copertura e substrato, contatto tra la porzione alterata e quella integra di un ammasso roccioso, etc.), oppure in corrispondenza di un livello meno competente (di tipo stratigrafico o tettonico); il corpo di frana può scomporsi in diversi blocchi limitati da fessure trasversali e longitudinali. Tali fenomeni, dopo una fase iniziale

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

estremamente rapida, con spostamenti evidenti, possono portare al progressivo collasso del pendio. Tra gli scorrimenti si possono distinguere due tipi: rotazionali (o scoscendimenti) e traslativi (o scivolamenti). Gli scorrimenti rotazionali (*“rock slump”*) sono movimenti di rotazione che avvengono intorno ad un punto esterno al versante e al di sopra del baricentro della massa in movimento. La forma delle superfici di scorrimento è, di solito, arcuata e con la concavità verso l’alto. Il fenomeno avviene con le stesse modalità sia in roccia sia nelle terre. Negli ammassi rocciosi più competenti, il cumulo di frana, dopo la rotazione e la traslazione, tende a mantenere la propria configurazione dando luogo a “sfezzamenti” nella porzione anteriore esterna che viene a trovarsi nelle peggiori condizioni di equilibrio; nelle rocce più plastiche, il corpo di frana tende a deformarsi e scomporsi in diversi blocchi limitati da superfici di scorrimento secondarie. Questo tipo di fenomeno è molto sviluppato nelle sequenze sedimentarie a comportamento prevalentemente plastico, quali i sedimenti fliscioidi argilloso-marnoso-arenacei e le argille scagliose varicolori. La zona a monte del coronamento, spesso, presenta cortei di fessure da collasso parallele allo stesso. Tra la scarpata principale e la superficie topografica superiore del corpo ruotato (testa del cumulo di frana), spesso in contropendenza, si raccolgono, formando il lago di testa di frana, le acque superficiali. La parte inferiore del cumulo di frana tende ad allargarsi, sovrapponendosi alla porzione sottostante del versante. Ciò produce ulteriori alterazioni che, sovente, portano all’innescò di frane del tipo colamento. Le cause determinanti tali fenomeni sono da ricercare nelle acque di infiltrazione provenienti da eventi meteorici o da rotture delle infrastrutture a rete; inoltre, l’azione diretta ed indiretta dei sismi può innescare tali fenomeni, anche per il progressivo incremento delle pressioni interstiziali. Tra le cause determinanti sono da ricordare le azioni antropiche quali sbancamenti, scavi di trincee, indiscriminati appesantimenti dei versanti, etc.. Negli scorrimenti traslativi (*“rock slide”*) lo scivolamento avviene lungo una superficie di discontinuità preesistente poco scabrosa. Condizione predisponente indispensabile è che la superficie di discontinuità sia orientata a franapoggio e con una inclinazione uguale o minore a quella del pendio. Il fenomeno avviene per riduzione della resistenza di attrito lungo le superfici di discontinuità; il movimento avviene, in genere, con discreta velocità e nella direzione della linea di massima pendenza della medesima discontinuità. Questo tipo di frane si verifica nelle sequenze lapidee stratificate che presentano alternanze di materiale a comportamento plastico, oppure in corrispondenza delle superfici di contatto tra ammassi rocciosi lapidei poggianti su un substrato a comportamento plastico o, infine, come scivolamento planare

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

di coperture detritiche su un substrato roccioso. Le cause determinanti sono tutte quelle, naturali o artificiali, che possono portare ad un decremento delle resistenze di attrito lungo le superfici di discontinuità, oppure quelle che possono determinare improvvisi incrementi degli sforzi di taglio (es. sisma) capaci di imprimere un primo movimento alle rocce in precarie condizioni di equilibrio, avviandone lo scivolamento.

d) Fenomeni franosi tipo “colamento”

I colamenti sono movimenti molto complessi che possono presentare caratteristiche e velocità variabili in relazione ai terreni coinvolti. Generalmente si distinguono in colamenti di materiali rocciosi e colamenti di materiali assimilabili alle terre. I colamenti in terreni sciolti comprendono un elevato numero di casi con caratteristiche anche abbastanza differenziate; nell'insieme trattasi di fenomeni caratterizzati da movimenti plastici che presentano velocità variabile all'interno della stessa area in frana. Le superfici di scorrimento, generalmente non visibili, possono essere temporanee ed in continua variazione spaziale. I terreni interessati da questo tipo di frana sono: le zone alterate degli ammassi rocciosi, le coperture eluviali, i sedimenti a prevalente componente arenacea, sabbiosa ed argillosa, i cumuli di precedenti frane. I colamenti interessano aree molto estese, anche interi versanti, che presentano ondulazioni, rigonfiamenti, depressioni a conca e scarpate, conseguenti a forme evolutive strettamente legate ai processi modellatori prevalenti che sono rappresentati proprio dai colamenti.

e) Fenomeni franosi “complessi”

Sono fenomeni in cui il movimento risulta dalla combinazione di due o più tipi di frane precedentemente illustrati; spesso si verifica che un tipo di fenomeno prevale sugli altri.

f) Processi dinamico-evolutivi tipo “creep” (o “reptazione”)

I singoli elementi detritici di una roccia non coerente, di una copertura eluviale, di un suolo possono essere interessati da movimenti singolari, grano a grano, non dovuti alla sola forza di gravità. Il movimento è lento, spesso impercettibile, con velocità via via decrescenti verso le parti più interne del terreno; avviene su pendii anche con pochi gradi di acclività, comunque inferiori ai 30-35°, a seconda del tipo di materiale detritico, altrimenti si verificherebbero fenomeni di mobilitazione legati più o meno esclusivamente alla forza di gravità (fenomeni franosi in senso stretto). Il processo è dovuto a varie cause che possono spostare e mobilitare gli elementi detritici: gelo-disgelo, umidificazione ed

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

essiccazione, dilatazioni e contrazioni termiche, crescita e movimento delle radici vegetali, lavori antropici di aratura e così via. Si manifesta in genere con scarpatine e decorticazioni del manto vegetale.

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

6. INDAGINI ESISTENTI

In occasione della redazione del progetto generale del 1990 fu eseguita, dallo Studio Associato Geovetere di S. Maria C.V., una campagna di indagini concretatasi in:

n° **34** sondaggi geognostici a rotazione e a carotaggio continuo, dei quali n° **13** di profondità compresa tra 12 e 15 metri (sondaggi n° 1, 4, 8, 10, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 29, 30 e 40), n° **15** di profondità compresa tra 15 e 25 metri (sondaggi n° 2, 3, 9, 12, 13, 15, 22, 26, 31, 32, 33, 35, 37, 38 e 44) e n° **6** di profondità pari a 30 metri (sondaggi n° 5, 7, 20 bis, 24, 39 e 41);

n° **147** prove penetrometriche in foro, a varie profondità, tipo SPT;

prelievo di n° **23** campioni indisturbati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi;

n° **25** stendimenti sismici a rifrazione di superficie.

Tenuto conto dei ristretti tempi disponibili per la redazione del suddetto progetto, i campioni indisturbati prelevati non furono analizzati in laboratorio, cosicché l'intera campagna di indagini eseguita ebbe l'unico obiettivo di meglio definire i caratteri litologici dei terreni attraversati ed i loro reciproci rapporti tettono-stratigrafici.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori relativi a parte delle opere realizzate furono poi eseguite ulteriori indagini consistenti in:

in corrispondenza del manufatto "Viadotto Castagna"

n° **5** sondaggi geognostici a rotazione e a carotaggio continuo di profondità compresa tra 30 e 40 metri (sondaggi n° 4, 5, 6, 7 e 9)

Analisi e prove di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi

in corrispondenza del manufatto "Viadotto Capuano"

n° **5** sondaggi geognostici a rotazione e a carotaggio continuo di profondità compresa tra 30 e 40 metri (sondaggi n° 23, 24, 25, 26 e 27)

in corrispondenza del manufatto "Galleria Fragneto"

n° **3** sondaggi geognostici a rotazione e a carotaggio continuo di profondità compresa tra 20 e 30 metri (sondaggi n° 11c, 12 e 13)

Analisi e prove di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati nel corso

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

dell'esecuzione dei sondaggi

in corrispondenza del manufatto “Cavalcavia alla progr. 1715,26”

n° 1 sondaggio geognostico a rotazione e a carotaggio continuo di
profondità pari a 15 metri (sondaggio n° 14)

In particolare, le analisi e prove di laboratorio effettuate furono:

per il manufatto “Viadotto Castagna”

- | | |
|---|--|
| c.i. S4C1
(prof. di prel. = - 8 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di taglio alla scatola di Casagrande |
| c.i. S7C1
(prof. di prel. = - 11 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di taglio alla scatola di Casagrande |
| c.i. S7C2
(prof. di prel. = - 20 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di compressione edometrica
▪ Prova di compressione triassiale |
| c.i. S7C3
(prof. di prel. = - 30 m dal p.c.) | ▪ Prova di compressione triassiale |
| c.i. S9C1
(prof. di prel. = - 11 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di compressione edometrica |
| c.i. S9C2
(prof. di prel. = - 20 m dal p.c.) | ▪ Prova di compressione triassiale |

per il manufatto “Galleria Fragneto”

- | | |
|---|--|
| c.i. S11cC1
(prof. di prel. = - 5 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali |
| c.i. S11cC2
(prof. di prel. = - 11 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di taglio alla scatola di Casagrande |
| c.i. S11cC3
(prof. di prel. = - 15 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di compressione triassiale |
| c.i. S12C2
(prof. di prel. = - 15 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di taglio alla scatola di Casagrande |
| c.i. S12C3
(prof. di prel. = - 25 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di taglio alla scatola di Casagrande |
| c.i. S13C1
(prof. di prel. = - 4 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di taglio alla scatola di Casagrande |
| c.i. S13C2
(prof. di prel. = - 12 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di taglio alla scatola di Casagrande
▪ Prova di compressione triassiale |
| c.i. S13C3
(prof. di prel. = - 18 m dal p.c.) | ▪ Caratteristiche fisiche generali
▪ Prova di taglio alla scatola di Casagrande
▪ Prova di compressione triassiale |

Con specifico riferimento allo stralcio stradale di progetto vi è da evidenziare che soltanto alcune delle indagini effettuate nel 1990 ricadevano nelle aree di intervento e che, pertanto, l'insieme delle indagini e prove sopra richiamate potevano essere utilmente prese a riferimento unicamente per un inquadramento preliminare dei litotipi (e delle loro relative caratteristiche fisico-tecniche) impegnati dalle lavorazioni a farsi.

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

7. INDAGINI EFFETTUATE

Al fine di una puntuale caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni costituenti il sottosuolo delle aree di imposta delle opere in progetto fu predisposta una apposita campagna di indagini in sito e di laboratorio elaborata sulla scorta sia delle pregresse conoscenze acquisite dallo scrivente sull'area di intervento in occasione della elaborazione del progetto generale del 1990, sia delle risultanze delle indagini geognostiche effettuate nello stesso 1990 e, successivamente, in corso d'opera, nel 1993, sia, infine, della tipologia ed ubicazione delle principali opere d'arte previste in ottemperanza a quanto espressamente richiesto dalle vigenti normative in materia di analisi e caratterizzazione dei terreni.

L'area di intervento del *II Lotto I Stralcio* si sviluppa, con andamento circa ovest-est, all'interno del territorio comunale di Guardia Sanframondi, a valle del centro abitato, proseguendo le opere già realizzate nell'ambito del primo lotto, a partire dall'area della strada provinciale "Calvese" sino al versante destro del Vallone Codacchio.

Il corretto inserimento delle opere di progetto nel contesto geomorfologico evolutivo naturale dei luoghi di intervento necessita di una conoscenza sufficientemente dettagliata (ovvero commisurata al livello di progettazione richiesto) delle condizioni geologiche, geomorfologiche, geotecniche ed idrogeologiche dei siti.

Per tale ragione un siffatto studio deve essere finalizzato alla definizione della natura e delle caratteristiche dei terreni interessati, alla valutazione della stabilità dei versanti e alla ricostruzione dello schema di circolazione idrica sotterranea estendendo, come è facile immaginare, le indagini e rilievi ad una fascia di territorio che può non coincidere strettamente con quella immediatamente interessata dal tracciato stradale.

A tale riguardo, una qualsiasi campagna di indagini geognostiche, pur particolareggiata e puntualmente definita, non può preliminarmente prescindere da una approfondita valutazione delle locali situazioni geologiche intese sia come caratteristiche ed estensione dei principali litotipi affioranti, sia come loro reciproci rapporti (stratigrafici e/o tettonici), sia, infine, come processi che sovrintendono la dinamica evolutiva dei versanti. A tal fine, pertanto, fu preliminarmente eseguito un accurato rilevamento geologico di superficie (integrato dall'analisi delle foto aeree disponibili) che ha meglio indirizzato l'esecuzione della campagna di indagini.

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

L'obiettivo perseguito fu perciò quello di acquisire, lungo tutta la fascia di territorio direttamente e/o indirettamente investigata, risultati adeguatamente dettagliati sia per un'analisi geologica, geomorfologica ed idrogeologica che potesse consentire di operare scelte in grado di ottimizzare le soluzioni progettuali proposte sia per una corretta e sicura parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione e, da ciò, per un adeguato dimensionamento strutturale dei principali manufatti.

In particolare, il programma di indagini sviluppato fu articolato in una serie di indagini dirette in sito (sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo), analisi e prove di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi ed indagini indirette in sito (profili sismici a rifrazione di superficie) finalizzati alla individuazione e caratterizzazione delle coltri di copertura in quelle porzioni di versante che evidenziavano evidenti morfologie derivate dalla dinamica evolutiva per fenomeni di dissesto.

Nelle tabelle che seguono si riporta una distinta delle indagini e prove eseguite con riferimento al tronco stradale denominato "I Stralcio".

Sondaggio	L (m)	SPT (n)	Camp. ind. (n)
S1	25	4	2
S2	28	3	3
S3	30	4	2
S4	40	7	3
S5	30	4	2
S6	20	1	1
S7	15	1	1
S8	15	2	2

Profili sismici a rifrazione di superficie	L (m)
LS-01	50
LS-02	45
LS-03	55
LS-04	50
LS-05	50
LS-06	40
LS-07	45
LS-08	50
LS-09	45
LS-10	40
LS-11	45
LS-12	50
LS-13	45
LS-14	50
LS-15	50

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
 Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
 2° lotto I stralcio
 -OPERE DI COMPLETAMENTO-

Sigla campione	Profondità di prelievo (m dal p.c.)	Caratt. fisiche generali	Prova di taglio	Prova edometrica	Prova triassiale CD	Prova triassiale CU
S1C1	7.00	X	-	-	-	-
S1C2	13.50	X	-	X	-	-
S2C1	10.50	X	X	-	-	-
S2C2	20.50	X	X	-	-	-
S2C3	26.50	X	-	-	-	X
S3C1	6.00	X	-	-	X	-
S3C2	15.00	X	X	-	-	-
S4C1	10.30	X	-	-	-	-
S4C2	20.00	X	X	-	-	-
S4C3	33.20	X	-	X	-	-
S5C1	5.00	X	-	-	X	-
S5C2	24.00	X	-	-	-	X
S6C1	7.80	X	-	X	-	-
S7C1	4.00	X	X	-	-	-
S8C1	6.30	X	X	-	-	-
S8C2	9.20	X	-	X	-	-

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

8. CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA

Le indagini effettuate sono consistite in:

- n° 8 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo (S1+S8) di profondità variabile da un minimo di 15 metri (S7 ed S8) ad un massimo di 40 metri (S4);
- n° 26 prove SPT in foro effettuate nel corso dell'esecuzione dei sondaggi;
- prelievo di n° 16 campioni indisturbati a profondità variabile tra i 4 metri (S7C1) ed i 33.20 metri (S4C3) dal p.c.;
- n° 16 determinazioni delle caratteristiche fisiche generali;
- n° 6 prove di taglio alla scatola di Casagrande;
- n° 4 prove di compressione edometrica ad incrementi di carico;
- n° 2 prove triassiali CD;
- n° 2 prove triassiali CU;
- n° 15 profili sismici a rifrazione di superficie, per complessivi 710 metri lineari di stendimento.

La gran parte dei campioni indisturbati fu prelevata all'interno dell'ammasso argillitico di base (**S1C2**, **S2C1**, **S2C2**, **S2C3**, **S3C1**, **S3C2**, **S4C1**, **S4C2**, **S4C3** ed **S5C2**), mentre soltanto tre campioni (**S5C1**, **S6C1** ed **S8C1**) hanno interessato la porzione alterata della stessa formazione ed ulteriori tre campioni (**S1C1**, **S7C1** ed **S8C2**) i depositi sabbioso-arenacei costituenti il "cappellaccio" di alcune dorsali attraversate dall'asse stradale o il riempimento detritico-colluviale dell'area compluviale posta al termine dello stralcio di progetto.

L'analisi comparata dei risultati ottenuti consentì le seguenti considerazioni in merito alla caratterizzazione "media" delle principali litofacies presenti in affioramento o nell'immediato sottosuolo lungo l'asse di sviluppo del tracciato stradale.

Per i depositi sabbioso-arenacei

- *La frazione granulometrica prevalente è da ascrivere al campo delle "sabbie limose" che, quando rimaneggiate ed alterate, evidenziano chiari segni di argillificazione.*
- *Il peso di volume è pari a circa 1.60 t/m³.*

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

- Le principali caratteristiche geotecniche indicano un ammasso solo debolmente coesivo ($c \approx 1.0 \text{ t/m}^2$), con caratteristiche di resistenza sostanzialmente attritive ($\varphi \approx 30^\circ$).
- L'ammasso, quando rinvenuto in forma colluviale, presenta caratteristiche di spiccata compressibilità.

Per i depositi argillitico-marnosi del substrato

- La frazione granulometrica prevalente è da ascrivere al campo dei "limi" e dei "limi sabbiosi" (talora argillificati per alterazione, ovvero relativamente arricchiti in sabbia nelle parti più rimaneggiate).
- Il peso di volume è pari a circa 2.00 t/m^3 .
- Le principali caratteristiche geotecniche indicano un ammasso caratterizzato da valori di coesione (c) pari a circa 2.0 t/m^2 ed angolo di attrito interno (φ) pari a circa 24° .
- Nei riguardi della compressibilità, l'ammasso, a meno delle coltri più superficiali ed alterate, di spessore mediamente variabile tra i 3 ed i 5 metri, presenta caratteristiche di ridotta compressibilità.

Con riferimento a tale ultima determinazione (spessori ed andamenti morfologici delle coltri di copertura) furono svolte le seguenti prospezioni sismiche di superficie con individuazione dei seguenti sismostrati.

LS-01	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2			
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)		
	50	4.60	460	>4.60	1490		
LS-02	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2			
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)		
	45	4.40	380	>4.40	1460		
LS-03	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2		Orizzonte n° 3	
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)
	55	2.10	130	15.00	430	>15.00	930

LS-04	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2	
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)
	50	5.00	420	>5.00	2290

LS-05	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2	
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)
	50	3.70	370	>3.7	1930

LS-06	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2	
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)
	40	4.30	350	>4.3	1570

LS-07	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2	
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)
	45	4.10	480	>4.1	1450

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

LS-08	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2			
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)		
	50	3.30	320	>3.3	1430		
LS-09	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2			
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)		
	45	4.50	420	>4.5	2080		
LS-10	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2			
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)		
	40	5.00	410	>5.0	1190		
LS-11	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2			
		Prof. (m)	Vp(m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)		
	45	4.60	440	>4.6	1320		
LS-12	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2			
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)		
	50	3.90	390	>3.90	1080		
LS-13	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2		Orizzonte n° 3	
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)
	45	1.50	320	8.60	610	>8.60	1490
LS-14	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2			
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)		
	50	3.80	400	>3.80	1150		
LS-15	L (m)	Orizzonte n° 1		Orizzonte n° 2			
		Prof. (m)	Vp (m/s)	Prof. (m)	Vp (m/s)		
	50	3.30	300	>3.30	1940		

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

**9. CONDIZIONI GEOLOGICHE IN CORRISPONDENZA DELL'INTERFERENZA CON
L'ACQUEDOTTO "ALTO CALORE" ALLA PROGR. 2895 ca.**

Come si evince dalla "Planimetria con ubicazione delle indagini" allegata alla presente relazione, nelle immediate vicinanze dell'area di intervento è ubicato il foro di sondaggio S7, mentre circa 200 m ad ovest e circa 200 m ad est sono state eseguite, rispettivamente, il sondaggio S6 ed i profili sismici LS-07, LS-08, LS-09, LS-10 ed LS-11, ad ovest, e il sondaggio S8 ed i profili sismici LS-12, LS-13, LS-14 ed LS-15, ad est.

Dall'analisi dei dati acquisiti risulta che in questo settore affiorano inizialmente i depositi di breccia (sondaggio S6) e successivamente (sondaggio S7) le arenarie sabbiose che, in corrispondenza delle aree morfologicamente più depresse si rinvengono, in forma colluviale, variamente frammiste ed intercalate a depositi argillosi talora fortemente rielaborati (sondaggio S8).

Il substrato relativo dell'area è ancora costituito dalle argilliti marnose grigio plumbee il cui "tetto" si approfondisce progressivamente da ovest verso est determinando con ciò il riempimento della relativa depressione da parte prima delle arenarie sabbiose e poi della potente coltre di conoide colluviale il cui spessore (ca. 12 metri) non ha consentito, nel corso delle indagini effettuate, il rinvenimento dei terreni del substrato, ma unicamente dei depositi di breccia che, di norma, ne rappresentano il ricoprimento.

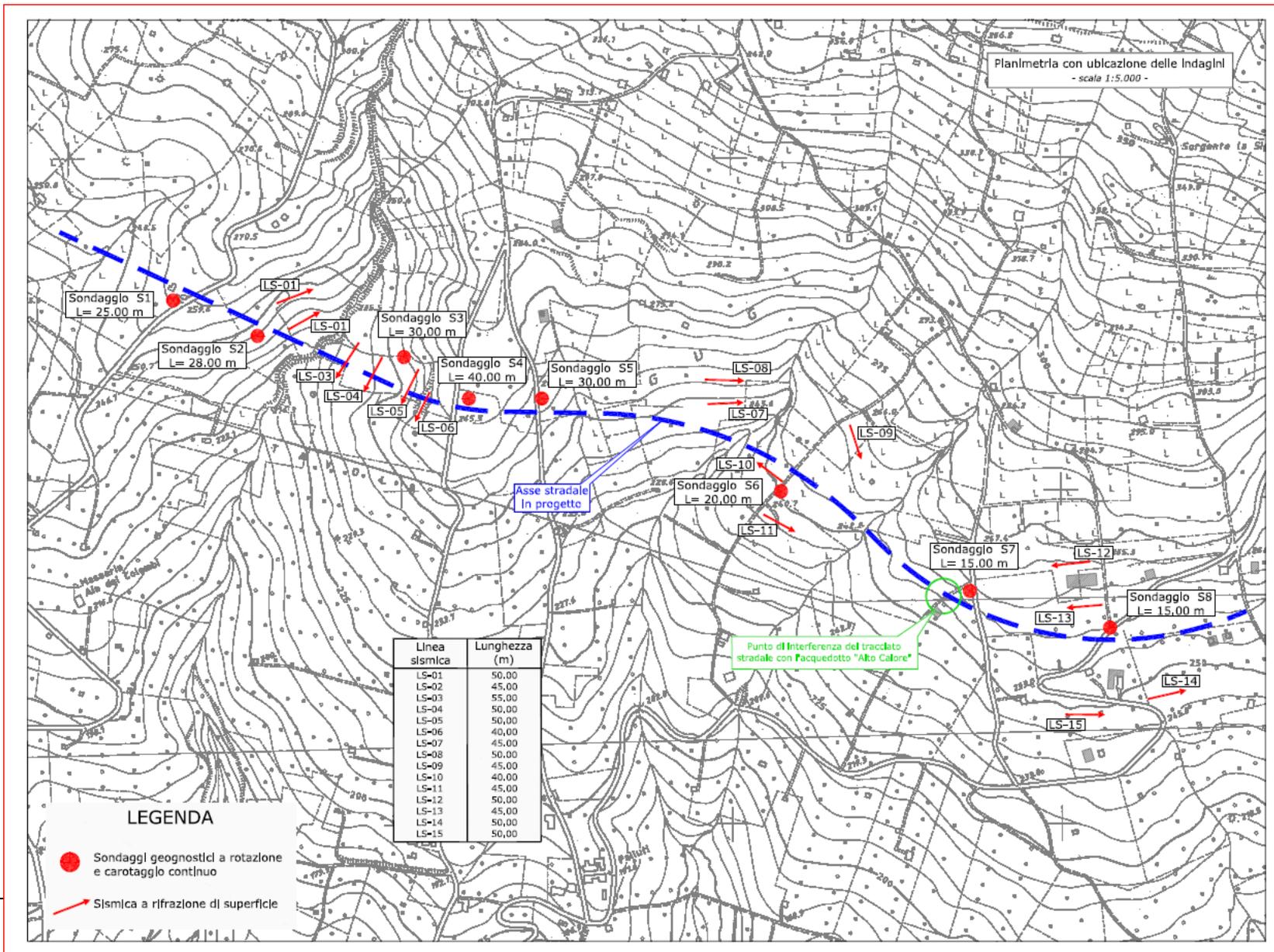
Dal punto di vista litotecnico, i terreni che costituiscono il riempimento di questa morfodepressione risultano fortemente compressibili e, in relazione alle frequenti eteropie di facies che si verificano in senso sia verticale sia orizzontale, sede di una significativa e perenne circolazione idrica sotterranea il cui livello piezometrico statico è individuabile a circa 6-7 metri di profondità dal piano campagna.



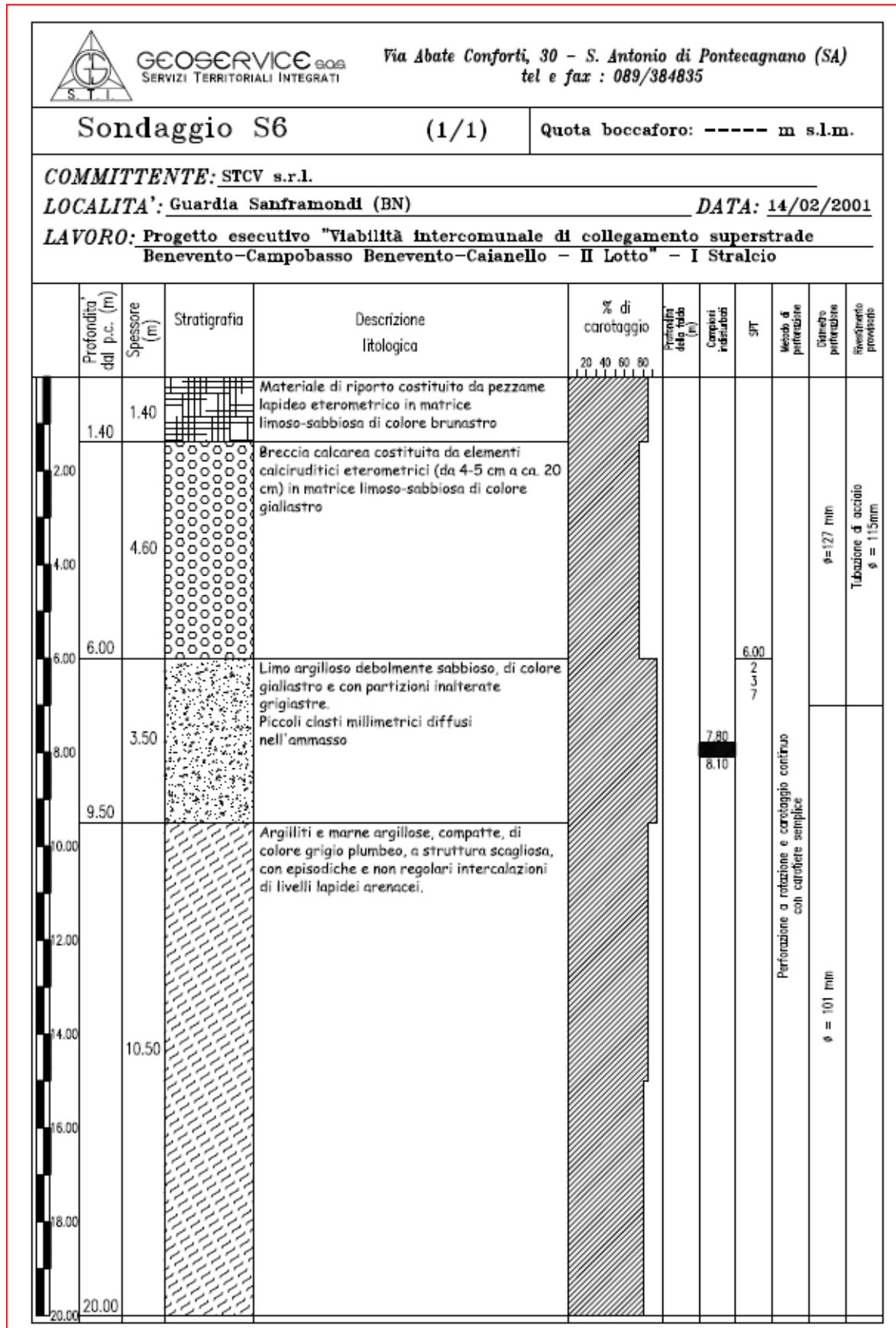
Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

10. ALLEGATI

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
 Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
 2° lotto I stralcio
 -OPERE DI COMPLETAMENTO-



Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-



Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
 Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
 2° lotto I stralcio
 -OPERE DI COMPLETAMENTO-



GEOSERVICE S.p.A.
 SERVIZI TERRITORIALI INTEGRATI

Via Abate Conforti, 30 - S. Antonio di Pontecagnano (SA)
 tel e fax : 089/384835

Sondaggio S7

(1/1)

Quota boccaforo: ----- m s.l.m.

COMMITTENTE: STCV s.r.l.

LOCALITA': Guardia Sanframondi (BN)

DATA: 15/02/2001

LAVORO: Progetto esecutivo "Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
 Benevento-Campobasso Benevento-Caianello - II Lotto" - I Stralcio

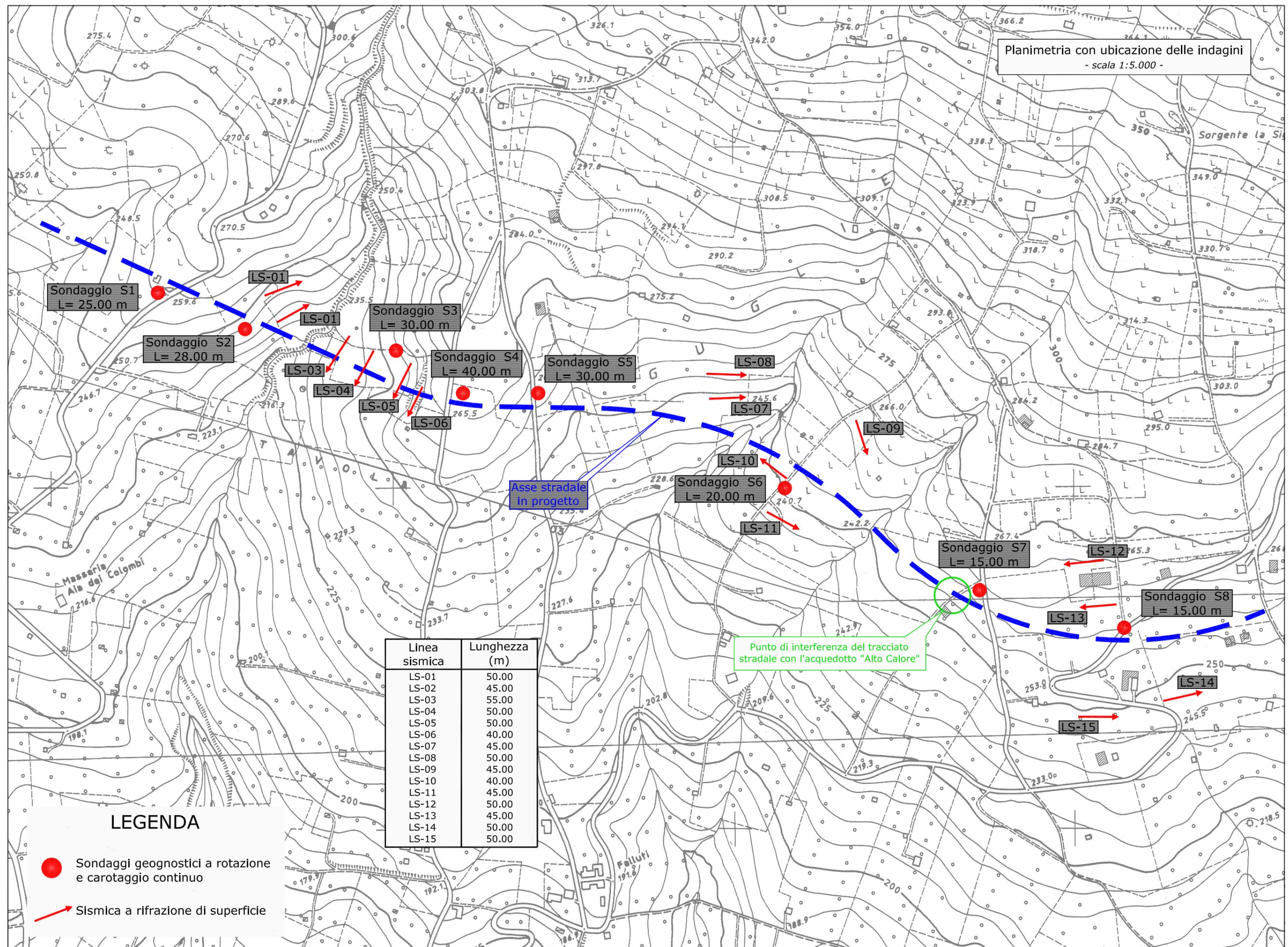
Profondità dal p.c. (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica	% di carotaggio				Profondità della tuba (m)	Campieri individuati	SPT	Mesclo di perforazione	Diametro perforazione	Rivestimento provvisto
				20	40	60	80						
1.00	1.00		Massicciata stradale e materiale di riporto										
2.00	11.00		Sabbia fine limosa in straterelli giallastri, con piccole inclusioni lapidee talora pulverulente per alterazione. Verso il basso aumento della compattezza con locali passaggi ad interstrati francamente arenacei								Perforazione a rotazione e carotaggio continuo con carotiere semplice	φ = 127 mm	Tubazione di acciaio φ = 115mm
4.00								4.00					
6.00								6.20	12	13			
8.00													
10.00													
12.00													
14.00	2.50		Alternanza di livelletti argillosi grigi e strati sabbiosi di colore giallastro										
15.00	0.50		Argilliti e marne argillose, compatte, di colore grigio plumbeo, a struttura scagliosa										
16.00													
18.00													
20.00													

Viabilità intercomunale di collegamento superstrade
Benevento – Campobasso e Benevento - Caianello
2° lotto I stralcio
-OPERE DI COMPLETAMENTO-

Prospetto riassuntivo dei risultati delle analisi e prove di laboratorio

Sigla campione	Profondità di prelievo (m)	γ_s	γ_n	W	γ_d	e	n	S	LL	LP	IP	Ic	Classificazione granulometrica	Carta di Casagrande	Sistema Unificato	AASHO o UNI 10008	Prova di taglio		Prova edometrica		Prova triassiale CD		Prova triassiale CU			
		(t/mc)	(t/mc)	(%)	(t/mc)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)					(%)	ϕ	c	Eed (tra 10-20 t/mq)	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	c
		(t/mc)	(t/mc)	(%)	(t/mc)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)					(%)	(°)	(t/mq)	(t/mq)	(°)	(t/mq)	(°)	(t/mq)	(°)	(t/mq)
S1C1	7,00	2,63	1,94	14,65	1,69	0,55	36,00	0,70	---	---	---	---	Sabbia debolmente limosa	---	SW-SP	A3	---	---	---	---	---	---	---	---		
S1C2	13,50	2,70	2,18	9,70	1,99	0,36	26,00	0,73	27,72	21,19	6,53	2,76	Limo sabbioso debolmente argilloso	CL-ML	ML	A4	---	---	486	---	---	---	---	---		
S2C1	10,50	2,73	2,27	11,34	2,04	0,34	25,00	0,91	26,51	20,58	5,93	2,56	Limo sabbioso-ghiaioso debolmente argilloso	CL-ML	ML	A4	25	2,16	---	---	---	---	---	---		
S2C2	20,50	2,70	2,15	14,63	1,88	0,44	31,00	0,90	29,70	22,58	7,12	2,12	Limo sabbioso argilloso	CL-ML	ML	A4	20	0,43	---	---	---	---	---	---		
S2C3	26,50	2,71	1,82	9,30	1,66	0,63	38,67	0,40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23	1,60	---		
S3C1	6,00	2,70	2,04	12,87	1,81	0,49	33,02	0,70	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	25	2,50	---	---	---		
S3C2	15,00	2,73	2,33	6,00	2,20	0,24	19,00	0,68	22,43	18,65	3,78	4,36	Limo sabbioso debolmente argilloso	ML	ML	A4	29	2,04	---	---	---	---	---	---		
S4C1	10,30	2,72	2,14	10,10	1,94	0,40	29,00	0,69	23,91	17,79	6,12	2,25	Limo con ghiaia sabbiosa debolmente argilloso	CL-ML	ML	A4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
S4C2	20,00	2,73	2,16	11,22	1,94	0,41	29,00	0,76	30,55	24,19	6,36	3,04	Limo sabbioso debolmente argilloso	ML-OL	ML-OL	A4	20	2,36	---	---	---	---	---	---	---	
S4C3	33,20	2,69	1,96	11,60	1,76	0,53	35,00	0,59	26,91	20,21	6,69	2,29	Limo con sabbia ghiaiosa debolmente argilloso	CL-ML	ML	A4	---	---	504	---	---	---	---	---	---	
S5C1	5,00	2,72	1,94	18,57	1,63	0,67	39,98	0,76	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	25	1,60	---	---	---		
S5C2	24,00	2,70	2,09	11,30	1,88	0,44	30,33	0,70	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	24	2,00	---		
S6C1	7,80	2,66	1,98	16,29	1,70	0,56	36,00	0,77	40,57	25,65	14,91	1,63	Limo con argilla debolmente sabbioso	ML-OL	ML-OL	A6	---	---	635	---	---	---	---	---	---	
S7C1	4,00	2,62	1,90	15,00	1,65	0,59	37,00	0,67	---	---	---	---	Sabbia limosa debolmente argillosa	---	SM	A2-4	33	1,38	---	---	---	---	---	---	---	
S8C1	6,30	2,45	1,39	78,98	0,78	2,15	68,00	0,90	---	---	---	---	Sabbia ghiaioso-limosa debolmente argillosa	---	SM	A2-4	31	2,03	---	---	---	---	---	---	---	
S8C2	9,20	2,56	1,81	32,34	1,37	0,87	47,00	0,95	64,93	35,69	29,24	1,11	Argilla con limo sabbiosa	MH-OH	OH	A7-5	---	---	761	---	---	---	---	---	---	

Planimetria con ubicazione delle indagini
- scala 1:5.000 -



Sondaggio S1
L= 25.00 m

Sondaggio S2
L= 28.00 m

Sondaggio S3
L= 30.00 m

Sondaggio S4
L= 40.00 m

Sondaggio S5
L= 30.00 m

Sondaggio S6
L= 20.00 m

Sondaggio S7
L= 15.00 m

Sondaggio S8
L= 15.00 m

Asse stradale
in progetto

Punto di interferenza del tracciato
stradale con l'acquedotto "Alto Calore"

LEGENDA

- Sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo
- Sismica a rifrazione di superficie

Linea sismica	Lunghezza (m)
LS-01	50.00
LS-02	45.00
LS-03	55.00
LS-04	50.00
LS-05	50.00
LS-06	40.00
LS-07	45.00
LS-08	50.00
LS-09	45.00
LS-10	40.00
LS-11	45.00
LS-12	50.00
LS-13	45.00
LS-14	50.00
LS-15	50.00



Sondaggio S6

(1/1)

Quota boccaforo: ----- m s.l.m.

COMMITTENTE: STCV s.r.l.

LOCALITA': Guardia Sanframondi (BN)

DATA: 14/02/2001

LAVORO: Progetto esecutivo "Viabilità intercomunale di collegamento superstrade Benevento-Campobasso Benevento-Caianello - II Lotto" - I Stralcio

Profondità dal p.c. (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica	% di carotaggio				Profondità della falda (m)	Campioni indisturbati	SPT	Metodo di perforazione	Diametro perforazione	Rivestimento provvisorio
				20	40	60	80						
1.40	1.40		Materiale di riporto costituito da pezzame lapideo eterometrico in matrice limoso-sabbiosa di colore brunastro										
2.00	4.60		Breccia calcarea costituita da elementi calciruditi eterometrici (da 4-5 cm a ca. 20 cm) in matrice limoso-sabbiosa di colore giallastro									φ = 127 mm	Tubazione di acciaio φ = 115mm
6.00	3.50		Limo argilloso debolmente sabbioso, di colore giallastro e con partizioni inalterate grigiastre. Piccoli clasti millimetrici diffusi nell'ammasso							6.00 2 3 7			
9.50	10.50		Argilliti e marne argillose, compatte, di colore grigio plumbeo, a struttura scagliosa, con episodiche e non regolari intercalazioni di livelli lapidei arenacei.										
20.00													



Sondaggio S7

(1/1)

Quota boccaforo: ----- m s.l.m.

COMMITTENTE: STCV s.r.l.

LOCALITA': Guardia Sanframondi (BN)

DATA: 15/02/2001

LAVORO: Progetto esecutivo "Viabilità intercomunale di collegamento superstrade Benevento-Campobasso Benevento-Caianello – II Lotto" – I Stralcio

Profondità dal p.c. (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica	% di carotaggio				Profondità della falda (m)	Campioni indisturbati	SPT	Metodo di perforazione	Diametro perforazione	Rivestimento provvisorio	
				20	40	60	80							
1.00	1.00		Massicciata stradale e materiale di riporto											
2.00	11.00		Sabbia fine limosa in straterelli giallastri, con piccole inclusioni lapidee talora pulverulente per alterazione. Verso il basso aumento della compattezza con locali passaggi ad interstrati francamente arenacei					4.00 4.40		6.20 12 13 14	Perforazione a rotazione e carotaggio continuo con carotiere semplice	φ = 127 mm	Tubazione di acciaio φ = 115mm	
4.00														
6.00														
8.00														
12.00	2.50		Alternanza di livelletti argillosi grigi e strati sabbiosi di colore giallastro											
14.00														
14.50	0.50		Argilliti e marne argillose, compatte, di colore grigio plumbeo, a struttura scagliosa											
15.00														
16.00														
18.00														
20.00														



Sondaggio S8

(1/1)

Quota boccaforo: ----- m s.l.m.

COMMITTENTE: STCV s.r.l.

LOCALITA': Guardia Sanframondi (BN)

DATA: 16/02/2001

LAVORO: Progetto esecutivo "Viabilità intercomunale di collegamento superstrade Benevento-Campobasso Benevento-Caianello – II Lotto" – I Stralcio

Profondità dal p.c. (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica	% di carotaggio				Profondità della falda (m)	Campioni indisturbati	SPT	Metodo di perforazione	Diametro perforazione	Rivestimento provvisorio
				20	40	60	80						
1.20	1.20		Massicciata stradale e materiale di riporto										
2.00	5.50		Argilliti verdastre con irregolari intercalazioni di arenarie sabbiose giallastre e numerosi clasti alterati. Screzie rossastre. Struttura caotica. Nella prima parte dello strato (1.20÷2.50) la matrice si presenta di colore bruno-rossastro, molto plastica, a granulometria argilloso-limosa. Evidenti tracce di alterazione diffuse in tutto lo strato								Perforazione a rotazione e carotaggio continuo con carotiere semplice	Ø = 127 mm	Tubazione di acciaio Ø = 115mm
6.00								6.30					
6.70	1.10		Sabbia grossolana, in matrice limosa, con clasti poligenici frequentemente arrotondati. Saturata, di colore beige										
7.80								6.80					
8.00	2.70		Come lo strato precedente, ma con maggiore apporto di matrice limoso-argillosa. Colore d'assieme rossastro e patine manganesifere nerastre che ricoprono sia i clasti sia le principali discontinuità. Nella parte bassa dello strato (9.50÷10.50) numerosi clasti calcarenitici decimetrici								Perforazione a rotazione e carotaggio continuo con carotiere semplice	Ø = 101 mm	
10.00								8.50					
10.50	2.00		Argilliti verdastre con locali intercalazioni di arenarie sabbiose tenere ed abbondante apporto clastico millimetrico poligenico										
12.00								9.20					
12.50	2.50		Breccia calcarea in matrice limoso-argillosa di colore bruno-rossastro. Elementi clastici da millimetrici a centimetrici										
14.00								9.60					
15.00													
16.00													
18.00													
20.00													

Prospetto riassuntivo dei risultati delle analisi e prove di laboratorio

Sigla campione	Profondità di prelievo	γ_s	γ_n	W	γ_d	e	n	S	LL	LP	IP	Ic	Classificazione granulometrica	Carta di Casagrande	Sistema Unificato	AASHO o UNI 10008	Prova di taglio		Prova edometrica	Prova triassiale CD		Prova triassiale CU	
																	ϕ	c	Eed (tra 10-20 t/mq)	ϕ	c	ϕ	c
																	(°)	(t/mq)	(t/mq)	(°)	(t/mq)	(°)	(t/mq)
S1C1	7,00	2,63	1,94	14,65	1,69	0,55	36,00	0,70	---	---	---	---	Sabbia debolmente limosa	---	SW-SP	A3	---	---	---	---	---	---	
S1C2	13,50	2,70	2,18	9,70	1,99	0,36	26,00	0,73	27,72	21,19	6,53	2,76	Limo sabbioso debolmente argilloso	CL-ML	ML	A4	---	---	486	---	---	---	---
S2C1	10,50	2,73	2,27	11,34	2,04	0,34	25,00	0,91	26,51	20,58	5,93	2,56	Limo sabbioso-ghiaioso debolmente argilloso	CL-ML	ML	A4	25	2,16	---	---	---	---	---
S2C2	20,50	2,70	2,15	14,63	1,88	0,44	31,00	0,90	29,70	22,58	7,12	2,12	Limo sabbioso argilloso	CL-ML	ML	A4	20	0,43	---	---	---	---	---
S2C3	26,50	2,71	1,82	9,30	1,66	0,63	38,67	0,40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23	1,60	
S3C1	6,00	2,70	2,04	12,87	1,81	0,49	33,02	0,70	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	25	2,50	---	---
S3C2	15,00	2,73	2,33	6,00	2,20	0,24	19,00	0,68	22,43	18,65	3,78	4,36	Limo sabbioso debolmente argilloso	ML	ML	A4	29	2,04	---	---	---	---	---
S4C1	10,30	2,72	2,14	10,10	1,94	0,40	29,00	0,69	23,91	17,79	6,12	2,25	Limo con ghiaia sabbiosa debolmente argilloso	CL-ML	ML	A4	---	---	---	---	---	---	---
S4C2	20,00	2,73	2,16	11,22	1,94	0,41	29,00	0,76	30,55	24,19	6,36	3,04	Limo sabbioso debolmente argilloso	ML-OL	ML-OL	A4	20	2,36	---	---	---	---	---
S4C3	33,20	2,69	1,96	11,60	1,76	0,53	35,00	0,59	26,91	20,21	6,69	2,29	Limo con sabbia ghiaiosa debolmente argilloso	CL-ML	ML	A4	---	---	504	---	---	---	---
S5C1	5,00	2,72	1,94	18,57	1,63	0,67	39,98	0,76	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	25	1,60	---	---
S5C2	24,00	2,70	2,09	11,30	1,88	0,44	30,33	0,70	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	24	2,00
S6C1	7,80	2,66	1,98	16,29	1,70	0,56	36,00	0,77	40,57	25,65	14,91	1,63	Limo con argilla debolmente sabbioso	ML-OL	ML-OL	A6	---	---	635	---	---	---	---
S7C1	4,00	2,62	1,90	15,00	1,65	0,59	37,00	0,67	---	---	---	---	Sabbia limosa debolmente argillosa	---	SM	A2-4	33	1,38	---	---	---	---	---
S8C1	6,30	2,45	1,39	78,98	0,78	2,15	68,00	0,90	---	---	---	---	Sabbia ghiaioso-limosa debolmente argillosa	---	SM	A2-4	31	2,03	---	---	---	---	---
S8C2	9,20	2,56	1,81	32,34	1,37	0,87	47,00	0,95	64,93	35,69	29,24	1,11	Argilla con limo sabbiosa	MH-OH	OH	A7-5	---	---	761	---	---	---	---