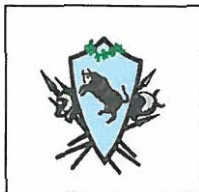


PROVINCIA DI BENEVENTO

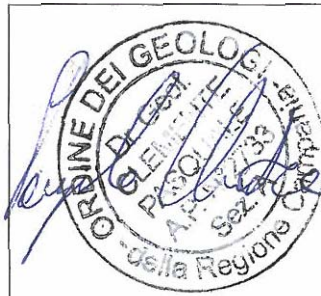


INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO

Committente:

Amministrazione Provinciale di Benevento

Relazione Geologica sulle indagini,
caratterizzazione geotecnica e
modellazione sismica del sito di
costruzione
Ai sensi del D.M. 17/01/2018



Visti

Il R.U.P.

Ing. Angelo Carrine Giordano

Il Geologo

Geol. Pasquale Clemente

Il Dirigente Settore Viabilità ed infrastrutture

Ing. Angelo Carrine Giordano

COMUNE DI CAUTANO

Benevento

Relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione geotecnica e
modellazione sismica del sito di costruzione

Ai sensi del D.M. 17/01/2018

San Martino Valle Caudina, li Settembre 2023

Oggetto:

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE
GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL
COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA
COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO
FRANOSO

- Ubicazione: km 14+350 - s.p. 109
Vitulanese - comune di Cautano

Committente: Amministrazione provinciale di
Benevento

Il Geologo

Dott. Pasquale Clemente



Visto dal Tecnico **Progettista:**

Visto dall'Ente, ditta o persona fisica

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "MITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 1
---	---------------------------	--------

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	pag.2
2.	PREMESSA.....	pag.3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	pag.7
4.	VINCOLI GRAVANTI SUL TRACCIATO INTERESSATO DALL'INTERVENTO	pag.7
5.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	pag.8
6.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	pag.17
7.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	pag.27
8.	CARATTERIAZIONE GEOTECNICA DELL'INTERA AREA DI PROGETTO.....	pag.30
9.	INDAGINI E DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI DELL'INTERA AREA DI PROGETTO	pag.31
10.	MODELLI GEOLOGICO-TECNICI PER L'INTERA AREA DI PROGETTO.....	pag.36
11.	ZONAZIONE SISMOGENETICA , CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE ED INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI SISMICI.....	pag.53
12.	AZIONI SISMICHE DI PROGETTO.....	pag.62
13.	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE SISMICA DI SITO.....	pag.63
14.	INTERVENTI.....	pag.66
15.	PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI	pag.68
16.	CONCLUSIONI.....	pag.69

TAVOLE ED ALLEGATI ALLA RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO DI COSTRUZIONE

- **Report sulle indagini**
- 1- **Allegato 1 - Sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti (S1,S2,S3,S4) e prove penetrometriche S.P.T eseguite (SPT1-S1,SPT1-S2,SPT2-S2,SPT1-S4,SPT1-S3,SPT1-S4)**
- 2- **Allegato 2 Indagini sismiche eseguite hvsr (h/v1) , masw (MASW1) e tomografia sismica superficiale (TOMOGRAFIA1)**
- 3- **Allegato 3 : Prove geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati (S2C1,S2C2,S3C1,S4C1)**
- 4- **Allegato 4: Report fotografico del rilevamento geologico e geomorfologico eseguito**
- 5- **Allegato 5: Sezioni geologiche sviluppate tramite i sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti in sito**

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 D E W S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 2
---	----------------------------------	---------------

1. INTRODUZIONE

La modellazione geologica locale e la caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dall'opera, oggetto dei lavori sono interconnesse ed interdipendenti, quindi reciprocamente coerenti. Il modello geologico-tecnico riconosciuto è **finalizzato** a fornire informazioni di **supporto** per la progettazione della verifica dell'opera. Inoltre, le azioni sismiche, individuate da specifici studi e indagini è in conformità del vigente D.M. 17/01/2018.

La relazione geologico - tecnica **sulle** indagini è finalizzata a definire le caratteristiche **fisico-meccaniche** dei terreni coinvolti e potenzialmente coinvolgibili dall'opera. Le informazioni per lo sviluppo di tale sezione, sono state acquisite sia da dati bibliografici e storici reperiti che durante la campagna di indagine geognostica, geotecnica, geologica e geofisica eseguita in modo da definire un modello parametrizzato medio - rappresentativo delle condizioni di sito in riferimento al volume significativo (paragrafo C 6.2.2 del D.M. 17/01/2018). Ciò. definito anche di concerto con i tecnici progettisti, dovrà costituire supporto per le scelte progettuali nonché, successivamente, fornire i parametri occorrenti per opportune analisi e verifiche delle opere.

Nello specifico. nel seguente elaborato sono state espletate come da incarico: INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E **RELAZIONE** GEOLOGICA **DA** ESEGUIRSI AL KM **14+350** DELLA **S.P.N.109 "VITULANESE"** NEL COMUNE DI **CAUTANO** IN **PROSSIMITA'** DEL CIMITERO E **PIU'** PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS **41.142462 N.-14.636869** E INTERESSATO A MOVIMENTO **FRANOSO**

Per ciò che riguarda gli aspetti architettonici si rimanda agli elaborati del **progettista**

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEORSICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 MNLANESE' NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 3
---	---------------------------	--------

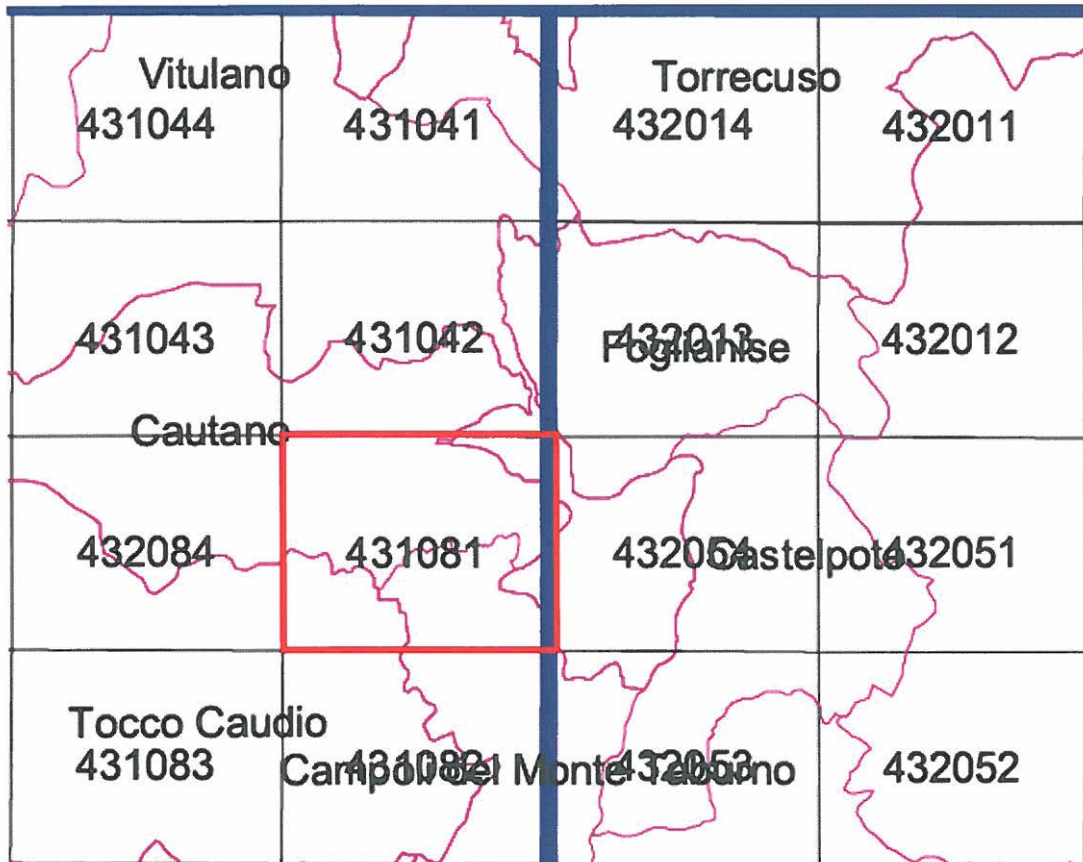
2. PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dall'Amministrazione Provinciale di Benevento con giusta DETERMINAZIONE N° 1223 del 19/06/2023 del Responsabile del Settore IV - Settore Viabilità ed Infrastrutture: Ingegnere Angelo Giordano si redige in conformità al capitolo 6 del D.M 17/01/2018 *"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"* la seguente *"Relazione Geologica sulle indagini, caratterizzazione geotecnica e sismica del sito di costruzione"* riguardante lo studio geologico, geomorfologico, sismico e l'analisi dei terreni di un'area sulla quale lo scrivente è stato affidatario del seguente incarico :

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E **RELAZIONE GEOLOGICA** DA ESEGUIRSI AL KM **14+350** DELLA S.P.N.109 **"VITULANESE"** NEL COMUNE DI **CAUTANO** IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 **N.-14.636869** E INTERESSATO A MOVIMENTO **FRANOSO**.

L'area in esame, come riportato anche da determina d'incarico. è ublcata al KM 14+350 della S.P. 109 Vitulanese all'interno del territorio comunale di **Cautano** in prossimità del cimitero comunale di **Cautano** e più precisamente alle coordinate geografiche Gps 41.142462 N.-14.636869 E.

<p>INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO</p>	<p>Comune di Cautano (BN)</p>	<p>Pag. 4</p>
---	-----------------------------------	---------------

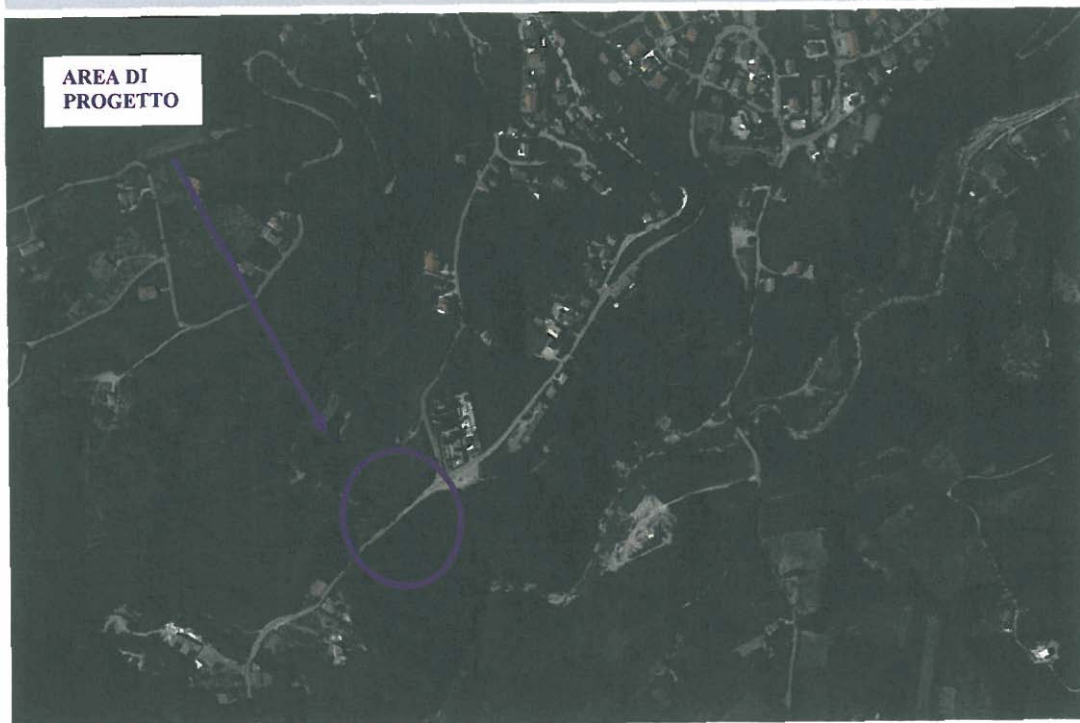


Quadro d'unione della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000 con identificazione del quadrante 432054 interessato dagli interventi a porsi.

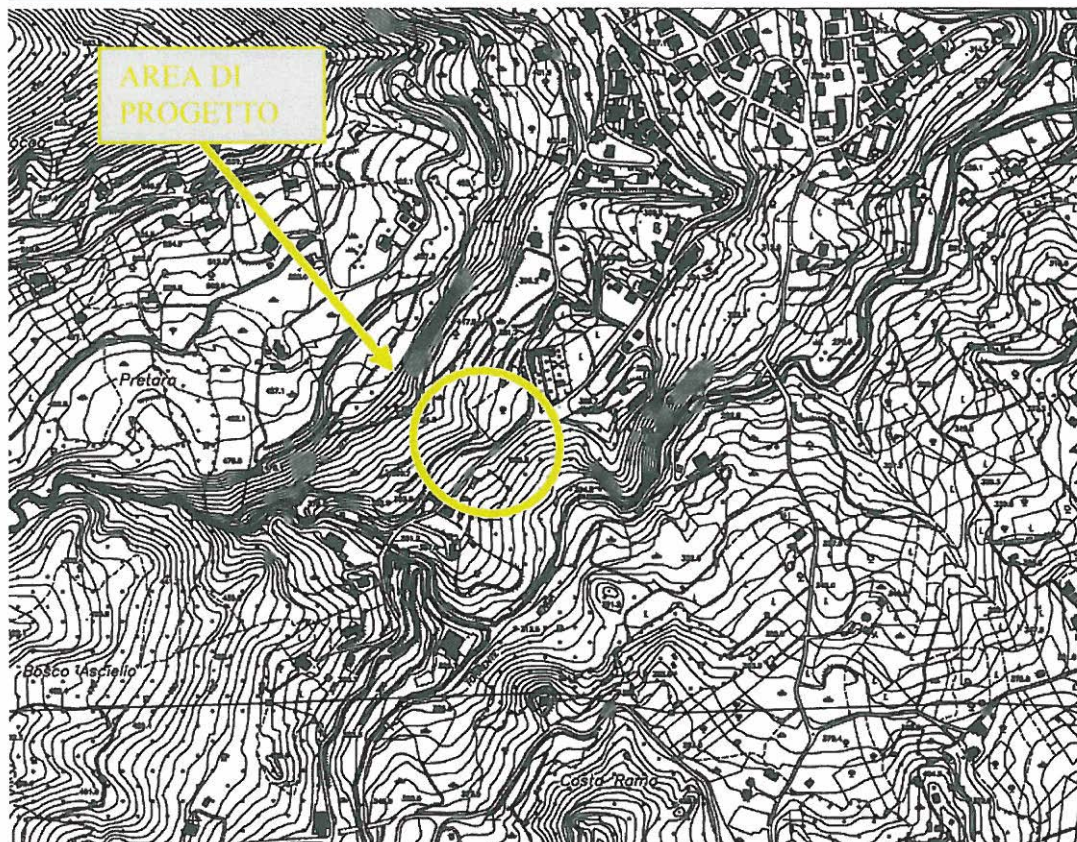
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E
RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA
S.P.N.109 "MITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA'
DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS
41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO

Comune di Cautano
(BN)

Pag. 5



Ortofoto satellitare con identificazione in cerchio viola dell'area di progetto



Stralcio C m tecnica regionale - elemento 431081 - identificante in cerchio giallo l'area di progetto

La ricostruzione dell'assetto geologico dell'intera area di progettazione e la successiva caratterizzazione geotecnica dei terreni coinvolti o potenzialmente coinvolgibili dalle opere da realizzare, sono interconnesse ed interdipendenti, quindi reciprocamente coerenti.

I conseguenti modelli geologico-tecnici ricostruiti sono finalizzati a fornire informazioni di supporto per la progettazione delle opere. Inoltre, i parametri geofisici, individuati da specifici studi e in conformità del vigente D.M. 17/01/2018 (NTC 2018), saranno la base di partenza per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e dovranno essere introdotte per la verifica strutturale delle opere.

Quanto eseguito nella seguente relazione ha previsto la raccolta di informazioni geologiche e progettuali preliminari nonché storiche, l'esecuzione di indagini geognostiche, geotecniche e

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E R E W O N E GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N,-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 7
---	---------------------------	--------

sismiche finalizzate alla ricostruzione stratigrafica. delle caratteristiche dei terreni e la valutazione delle componenti geologiche del progetto.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione e stata effettuata in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento di seguito elencate:

- "Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni". D.M. 17/01/2018;
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare C.S.LL.PP. n. 617 del 02/02/2009 (G.U. n.47 del 26/02/2009, supplemento ordinario n.27)
- Eurocodice EC7 per l'Ingegneria Geotecnica. Settembre 1988
- Piano urbanistico comunale del Comune di Cautano - Maggio 2023

4. VINCOLI GRAVANTI SUL TRACCIATO INTERESSATO DALL'INTERVENTO

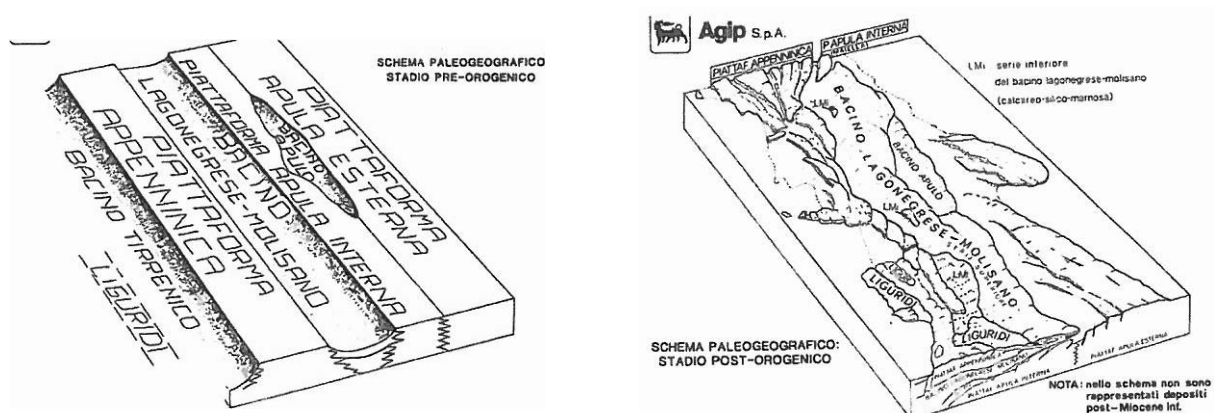
- Vincolo Paesistico Legge n. 1497 del 29/06/1939 "Protezione bellezze naturali e panoramiche".
- Vincolo Paesistico D.Lgs n. 490 del 29/10/1999 "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 Ottobre, n. 352" (ricomprensente la L. 1089/39, il D.M. 1/8/1985 e la L. 431/85 - Galasso)
- Vincolo Zona S.I.C. (Siti di Importanza comunitaria) D.M. 25/03/2005 "Elenco dei siti di importanza comunitaria (S.I.C) per la regione biogeografica continentale, ai sensi della direttiva 92/43/CEE. (Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio)
- Vincolo Zona Z.P.S. (Zone di Protezione speciale) D.M. 25/03/2005 "Elenco delle zone di protezione speciale (Z.P.S.). classificate ai sensi della direttiva 79/409/CEE. (Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio)
- Analisi di compatibilità di intervento con Pianificazione di Bacino "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Rischio da Frana". Bacino dei Fiumi Liri-Volturno-Garigliano. 05/04/2006

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 8
--	---------------------------	---------------

- Vincolo Ambientale D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 'Codice dei beni culturali e del paesaggio ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 Luglio 2002 n.137' (parchi fluviali e riserve naturali).

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in studio si inserisce in un tratto della catena s.s. dell'Appennino meridionale che costituisce la struttura a falde di ricoprimento *neogeniw* generatasi a partire dal Miocene inferiore-medio. La catena deriva dalla deformazione, strutturazione e scollamento di differenti domini *meso-cenozoici* che paleogeograficamente erano interposti tra l'area cratonica africana e l'oceano tetideo. In particolare, questi domini caratterizzavano un margine frammentato, soprattutto in termini crostali, ove si diversificavano domini di sedimentazione quali ambienti di mare basso, le piattaforme (*Sud-Appenninica s.l.* e *Apula* o *Campano-Lucana* e *Abruzzese Laziale*), con interposti bacini pelagici, ambienti di mare profondo (*Bacino Lagonegrese* o *Lagonegrese Molisano*).



Schema paleogeografico: stadio pre-orogenico

I primi domini si caratterizzavano per l'isolamento dalle aree continentali e costituivano ampie zone a sedimentazione esclusiva carbonatica. Durante il Paleogene e fino al Miocene inferiore nelle zone marginali ai domini neritici si deponevano sedimenti calcarenitici e calciruditici-

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 9
---	---------------------------	--------

torbiditici, cui si intercalavano argille ed argille marnose rosse e verdi. **calcilutiti** e **marne** tipo "Scaglia" (*Flysch Rosso*). Tra il Cretaceo superiore e il Paleogene questi domini di sedimentazione costituivano i settori di retropaese della Catena delle Alpi.

L'orogenesi Alpino-Himalaiana interessa l'area appenninica solo a partire dal **Miocene** inferiore quando processi di subsidenza forzata portano gradualmente, da occidente ad oriente, il retropaese alpino a divenire avampaese appenninico e successivamente avanfossa.

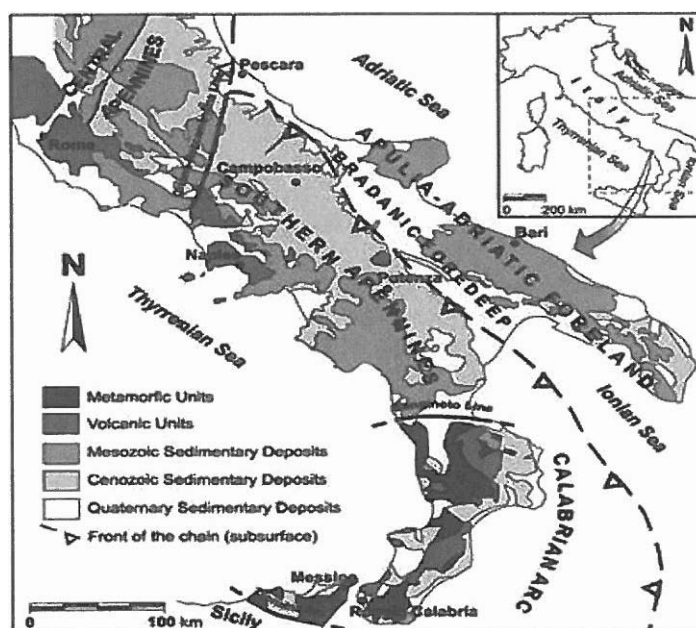
I predetti domini di sedimentazione, infatti, con una sedimentazione a scala regionale concordante, prima neritica poi batiale, registrano il passaggio da domini di piattaforma relitta ad avampaese appenninico e con una sedimentazione terrigena sinorogena marcano il passaggio parossistico al sistema catena - avanfossa appenninico. Il carattere della megasutura appenninica è **collisionale** con reciproco consumo da parte della microplacca sardo-corsa e di quella afro-padano-ionica secondo lo stile della *thrusttectonics* (impilamento di falde tettoniche). con vergenza prevalentemente adriatica

Durante la tettonogenesi si sono sviluppate differenti avanfosse sia per gli aspetti fisiografici sia per quelli strutturali e petrografici, testimoniate da depocentri di sedimentazione sinorogeni con caratteri stratigrafico-sedimentari **diversi**. Tra queste l'avanfossa miocenica conosciuta sotto il termine di '**Bacino Irpino**' rappresenta un momento molto **caratterizzante** della sedimentazione sinorogena e quindi della evoluzione del sistema Catena avanfossa durante buona parte del **Miocene**.

Alcune successioni flyschoidi. ad esempio il "Flysch di Castelvetere", sono significative per la comprensione della **morfologia** del cuneo tettonico e della sua strutturazione. La regressività delle successioni e il diacronismo delle facies indicano la progradazione del sistema catena-avanfossa verso gli attuali quadranti NE. La presenza di olistoliti **calcarei** e olistrostromi di argille policrome definiscono condizioni di acme della tettonica. Le discontinuità basali del tipo unconformity e presenza di facies con sedimenti grossolani e **disorganizzati** cannibalinati dal substrato indicano carreggiamento **dello** stesso durante la sedimentazione (**piggy-back basin**). Successioni tipo Serra Palazzo rappresentano depocentri di sedimentazione marginale rispetto al fronte della catena.

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAUONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 10
--	---------------------------	---------

mentre successioni esclusivamente calcareo-clastiche indicano aree più esterne di raccordo tra l'avanfossa e l'avampaese apulo.



Carta geologica schematica (da: Bonardi, et alii., 2009)

Con il Messiniano e il Pliocene si passa ad uno stadio differente della tettonogenesi: il sistema catena-avanfossa diviene più superficiale, atteso che la sedimentazione prevalente è di mare basso (facies molassiche). Successivamente, durante la tettonica plio-quadernaria, con lo scemare dei regimi compressivi, prendono avvio le fasi surrettive della catena.

La reazione isostatica, che ha sempre accompagnato le fasi di affastellamento tettonico, si risolve soprattutto con il Pleistocene con i maggiori rigetti: sollevamenti della catena differenziati alla scala regionale e progradanti, dall'area tirrenica a quella adriatica, producendo disarticolazione e disequilibri, hanno favorito il passaggio alla continentalità di parte della catena sud-appenninica e quindi alla sedimentazione continentale.

Le vicende connesse con la formazione dell'areaale sono strettamente legate all'evoluzione dell'Appennino Campano, e, quindi, alla tettonogenesi connessa con il margine africano-adriatico. L'insieme degli eventi tettonogenetici manifestatisi hanno generato una serie di coltri di provenienza esterna sovrascorrenti sulla piattaforma abruzzese-campana, a sua volta sovrascorsa sui terreni

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "MITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MWIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 11
--	---------------------------	---------

del fianco occidentale del bacino lagonegrese, accavallandosi sui terreni della zona assiale del bacino. Quindi la formazione del bacino Irpino impostato in parte sulle coltri e in parte sulle aree più esterne del bacino lagonegrese, non coinvolto nel processo tettonico. La sedimentazione torbiditica è continuata all'incirca fino al Tortonianiano inferiore venendo poi bloccata da una fase tettonica di notevole portanza che ha generato la sovrapposizione di coltri alloctone sui terreni del bacino Irpino. Verso la fine del Miocene l'area Irpina è caratterizzata da un ciclo di tipo regressivo, poi nel Plio-Pleistocene emerge completamente fino ad arrivare, attraverso tutto questo periodo, ad una sorta di stasi tettonica che comporta una veloce erosione fino al raccordo dei dislivelli creatisi nelle fasi più attive. La formazione dell'Appennino Meridionale è legata anche ad una serie di eventi di tipo vulcanico che si sono accresciuti sviluppando un insieme di fasi ignimbriche che hanno ricoperto l'intera Campania. Si sono susseguiti altri fenomeni eruttivi intorno ai 18.000 anni fa da parte del Vesuvio, alternando fasi di tipo effusivo a fasi a carattere esplosivo, con la formazione di orizzonti piroclastici recenti separati da quello più antico per la presenza delle pomice di base.

L'area di progetto risulta, quindi, interessata da terreni compresi tra il Miocene ed il Quaternario che risultano costituire l'imbasamento dell'intera zona. Tali formazioni verranno sottoposte a depositi più terrigeni ed argillosi di età messiniana originatisi in tendenza con gli eventi tettonici del Miocene superiore. In uno sguardo d'insieme dell'area e delle fasce di contorno prevale la presenza di terreni argilloso-arenacei e depositi piroclastici residuali. Il complesso argilloso-arenaceo risulta essere costituito da argille e molasse sabbioso-siltose, con presenza di puddinghe poligeniche con ciottoli in matrice arenacea poco coerenti. I livelli più arenitici mostrano vario spessore e diverso grado di cementazione ed una tendenza ad influenzare le sequenze pelitiche modificandone così l'aspetto plastico generale. Tale complesso rappresenta la formazione relativamente di base che mostra grande variabilità di spessore e natura con un proporzionamento delle inclusioni arenitiche e della stessa pasta argillosa diversa da luogo a luogo. Per quanto riguarda i depositi piroclastici che ricoprono il substrato argilloso assumendo una composizione granulometrica eterogenea, da ghiaie fino a sabbie e limi e si rinvencono

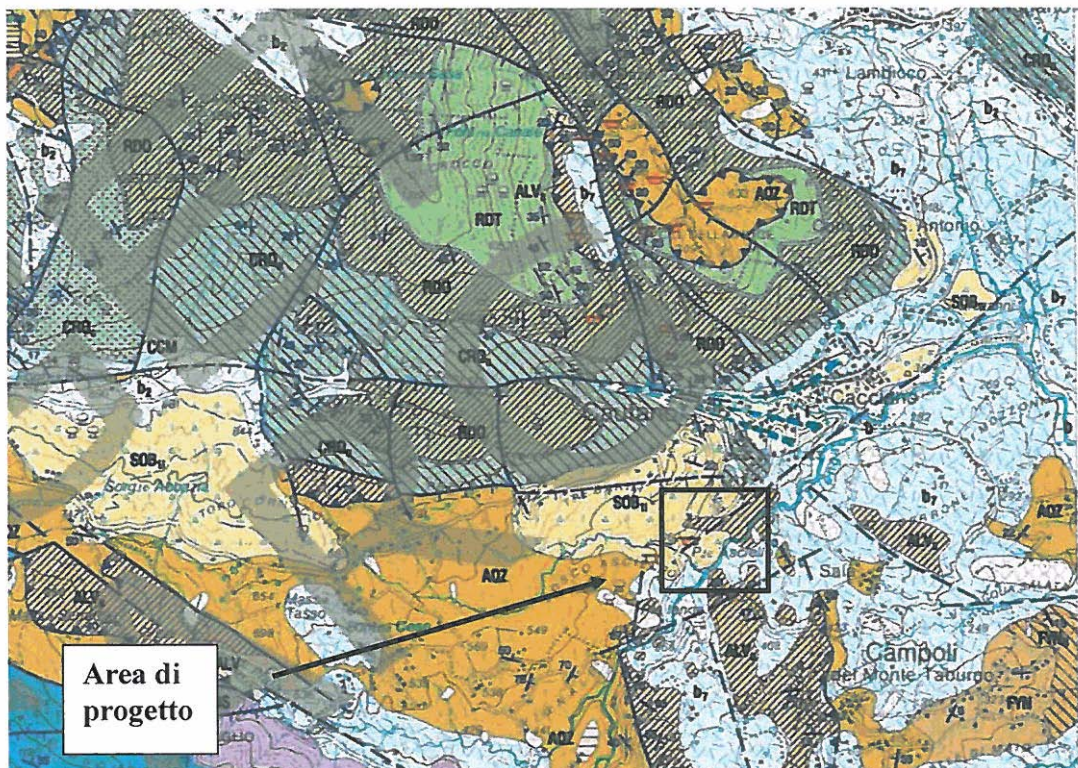
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E
RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA
S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA'
DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS
41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO

Comune di Cautano
(BN)

Pag. 12

amalgamati nelle coltri di copertura di tipo eluvio colluviale. Questo tipo di terreno mostra sempre un grado di alterazione e degradazione anche spinto, per via di agenti esogeni.

L'area d'indagine sito-specifica ricade interamente nel Foglio 431 (Caserta Est) della carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 dell' ISPRA .



**DEPOSITI QUATERNARI
UNITA' UBIQUITARIE**

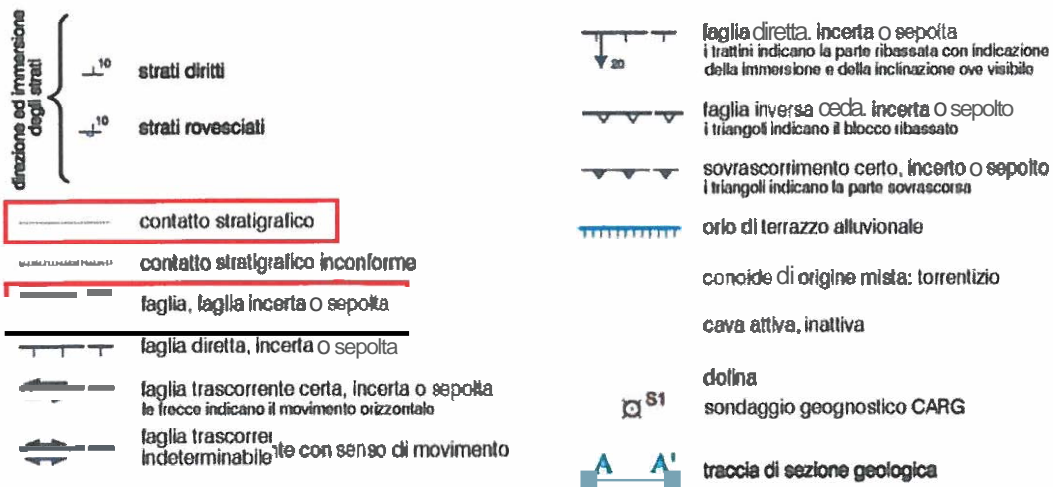
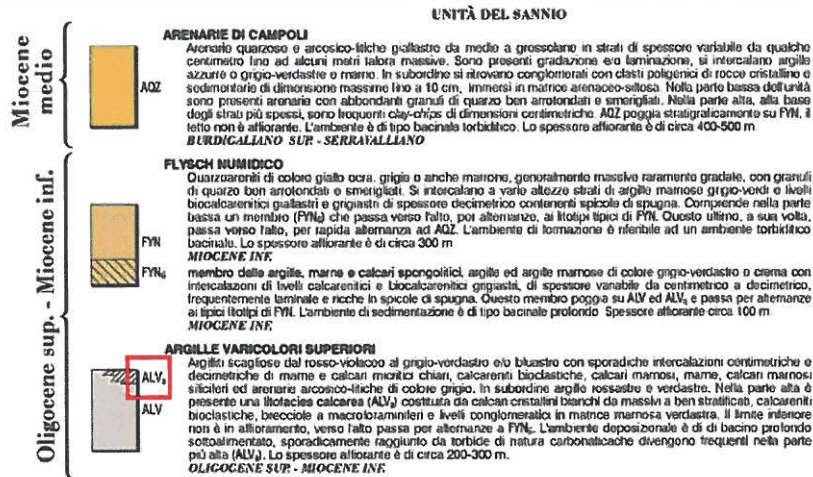
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Pleistocene sup. Olocene</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Olocene - Attuale</p>		<p>h DEPOSITI ANTROPICI Terreni di colmata di zone bonificate.</p>
		<p>i DEPOSITI TORRENTIZI Ghiaie monogeniche (carbonatiche) o poligeniche in facies di conoidi alluvionale, a clasti decimetrici, in abbondante matrice argiloso-sabbiosa marrone, di prevalente natura piroclastica. Limi argillosi marroni di prevalente natura piroclastica con locali lenti di ghiaie carbonatiche.</p>	
		<p>b DEPOSITI ALLUVIONALI Limi e sabbie di natura prevalentemente piroclastica e subordinatamente ghiaie carbonatiche, localizzati nelle golene dei fiumi Colore e Voltumo.</p>	
		<p>b₂ COLTRI ELUVIALI E COLLUVIALI Colluvioni e suoli limoso sabbiosi prevalentemente di natura piroclastica, contenenti clasti calcarei e frequentemente tessi ceramici. Spessore: variabile a seconda del contesto morfologico da 0,5 a 5 metri.</p>	
		<p>b₇ DEPOSITI COLLUVIALI Depositi colluviali limoso argillosi con clasti più o meno grossolani, arenacei o calcareo marnosi (in funzione della litologia del substrato).</p>	
		<p>a_{1a} DEPOSITI DI FRANA Accumuli gravitativi non completamente formati o in evoluzione costituiti da depositi a glacitura caotica di natura prevalentemente argillosa, contenenti pezzame lapideo di varia natura e granulometria.</p>	
		<p>a_{1a} DEPOSITI DI FRANA ANTICHI Accumuli gravitativi stabilizzati costituiti da depositi a glacitura caotica di natura prevalentemente argillosa, contenenti pezzame lapideo di varia natura e granulometria.</p>	
			<p>PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE</p>

**UNITA' NON UBIQUITARIE PERTINENTI
LA CONFLUENZA TRA I Fiumi CALORE - VOLTURNO**

Tutta la zona rimanente appartiene al bacino imbrifero del F. Voltumo e pertanto è stata considerata come un unico bacino. In quest'area sono stati individuati il sistema di Limatola Montesarchio (Pleistocene superiore - Olocene) ed il supersistema del Voltumo (Pleistocene inf. - Pleistocene sup. p.p.)

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Pleistocene</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Olocene</p>		<p>LMH SISTEMA DI LIMATOLA Questo sistema è compreso tra la discontinuità erosiva presente a tetto del TGC (39 ka), non individuabile in tutta l'area, e la superficie topografica attuale. PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE. Esso risulta costituito da due litofacies ed una unità litostratigrafica. LMH₁ litofacies alluvionale: limi sabbiosi o sabbie grigio-verdastre di natura prevalentemente piroclastica con locali lenti ghiaioso carbonatiche o poligeniche. Spessore > 10 m. PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE. LMH₂ litofacies lacustre: limi o argille a forte componente piroclastica, podogressati nella parte alta. PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE.</p>
		<p>CCU UNITA' CASALNUOVO - CASORIA Livelli di cincreti laminati bianchi e grigi passanti superiormente a un livello di pomici in matrice cincretica giallastra, a struttura massiva; l'unità è compresa tra il paleosuolo presente al top di TGC (39 ka) ed il suolo attuale. Lo spessore varia tra 0,5 e 2,0 metri. PLEISTOCENE SUP. TARDO - OLOCENE.</p>	
			<p>(VO) SUPERSISTEMA DEL VOLTURNO Il supersistema del Voltumo racchiude tutti i depositi di riempimento del fondovalle del F. Voltumo e dei suoi affluenti principali (Colore ed Isclero) compresi tra la superficie erosionale presente a tetto del TGC (39 ka) e il tetto del substrato meso-ozoico. Al suo interno sono stati distinti due sistemi. PLEISTOCENE INF. - PLEISTOCENE SUP.</p>
		<p>TGC SISTEMA DI SOLOPACA Questo sistema è delimitato alla base dalla superficie erosiva - deposizionale presente a tetto del sottostante sistema di Lariano. La superficie di discontinuità superiore coincide con il tetto del TGC. Al suo interno sono stati riconosciuti una unità litostratigrafica e tre sottosistemi, riconducibili ad altrettanti ordini di terrazzi fluviali. PLEISTOCENE INF. - PLEISTOCENE SUP. p.p.</p>	
		<p>SOB TUFO GRIGIO CAMPANO (GNIMBRITE CAMPANA AUGTT) Depositi cincretici, scorie juvenili e clasti litici, generalmente in facies sabbata. Nel dettaglio si riconoscono differenti litoclasti, non sempre tutti presenti, dalla più profonda: tufo grigiastro poco cementato contenente scorie e pomici; tufo cincretico lapideo grigio con frequenti scorie grigie e nere o pomici; tufo lapideo di colorazione giallastra. La composizione è da trachitica a trachilo-fonitica iperalcalina. Lo spessore complessivo in alternanza varia tra 5 e 125 metri (30ka, De Vivo et al., 2001). PLEISTOCENE SUP. sottosistema di Amorosi (SOB₂) Travertini in facies litoformale (SOB_{1a}) PLEISTOCENE SUPERIORE p.p. sottosistema di S. Leonardo (SOB₁) Ghiaie fluviali poligeniche e a prevalente natura calcarea, in matrice sabbiosa e con intercalazioni a lenti di sabbie e limi dello spessore di alcuni decimetri (SOB_{1a}) PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUP. p.p.</p>	
		<p>SOB sottosistema di Borea (SOB₁) Ghiaie prevalentemente calcaree in matrice sabbioso-limosa contenenti localmente blocchi di breccia cementata, alternate a livelli di paleosuoli di natura piroclastica (SOB₁) PLEISTOCENE INF. - PLEISTOCENE MEDIO p.p.</p>	
			<p>SISTEMA DI LARIANO Questo sistema include i depositi continentali che si rinvengono sospesi lungo i versanti carbonatici e che presentano tracce di tettonizzazione. La superficie inferiore coincide con una superficie di erosione che taglia il substrato meso-ozoico, la superficie limite superiore coincide con la superficie morfologica superiore dei corpi deposizionali (tufo detritico, conoidi) e si presenta sempre rovinosa e sospesa rispetto al livello di base attuale. Esso comprende la litofacies LNO₁ costituita da breccie calcaree spugnose, cincretiche a luoghi cementate, alternate a livelli decimetrici di paleosuoli bruni. PLEISTOCENE INF.</p>

<p>INDAGINI GEONOSTICHE. GEOSICHICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO</p>	<p>Comune di Cautano (BN)</p>	<p>Pag. 14</p>
--	-----------------------------------	----------------



INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14,350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 15
---	---------------------------	---------

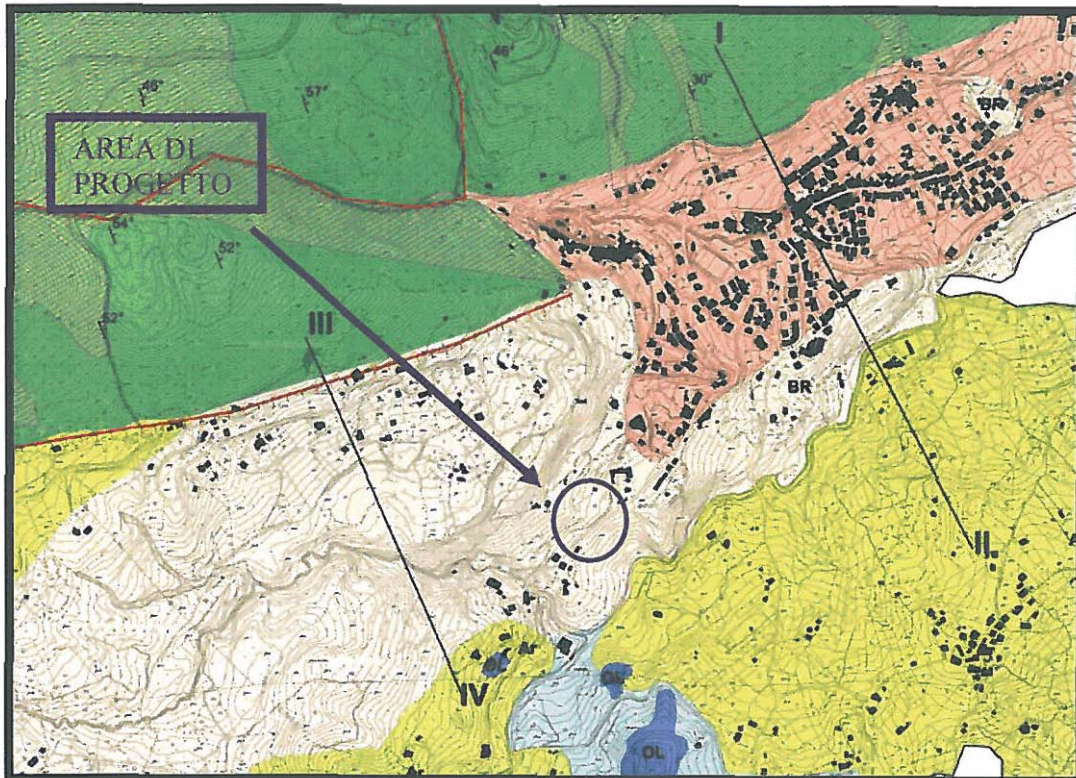
I termini **affioranti** della sequenza stratigrafica riguardano principalmente terreni **oligocenici-miocenici** riconducibili alla formazione delle Argille Varicolori Superiori e nel caso di studio riguarda la parte in cui è presente come litofacies **calcareea (ALVa)** costituiti da calcari **crystallini** bianchi da **massivi** a ben stratificati. calcareniti **bioclastiche**, brecciole e macroforaminiferi a livelli conglomeratici in matrice **manosa** verdastra. Il limite inferiore non è in affioramento, verso l'**alto** passa per alternanza a FYN, . L'ambiente deposizionale è di bacino profondo sottoalimentata sporadicamente raggiunto da tobidi di natura carbonatiche divengono frequenti nella parte più alta. Lo spessore di norma è di circa 200 -300 m.

Al di sopra di essi si rinvengono terreni pleistocenici riconducibili a:

- "Subsistema di Bonea (**SOB_{ii}**)" (trattasi di Ghiaie prevalentemente **calcaree** in matrice **sabbiosa-limosa** contenente localmente blocchi di **crecce** cementate alternate a livelli di **paleosuoli** di natura piroclastica);

Al di sopra dei precedenti si rinvengono terreni olocenici-attuali riconducibili a :

- Depositi **Colluviali (c)** (trattasi di depositi **colluviali limosi argillosi** con **clasti** più o meno grossolani. arenacei o calcari marnosi (in funzione della litologia del substrato presente).



LEGENDA

DEPOSITI CLASTICI CONTINENTALI



DETRITO DI FALDA E DI CONOIDE

Depositi essenzialmente limoso-argillosi più o meno debolmente sabbiosi, di colore marrone-rossastro, con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi e/o ghiaioso-sabbiosi con clasti di natura prevalentemente carbonatica di dimensioni da centimetriche a decimetriche ed addensamento superiore al 40-50% e con matrice argilloso-limosa. La frazione fine di tali depositi deriva dall'alterazione e rimaneggiamento di cenere vulcaniche. Gli spessori variano da pochi decimetri a 3-4 m lungo i versanti carbonatici, mentre alla base dei versanti, possono giungere anche a 10-15 m. Età: Alto Pleistocene superiore - Olocene.



BRECCIE CALCAREE

Breccie da mediamente a ben cementate, stratificate e talora massive costituite da elementi essenzialmente di natura carbonatica. Costituiscono relitti di falde e di conoidi detritici e di conoidi alluvionali relictici da corsi d'acqua, interessati da fenomeni carsici e coinvolti in movimenti franosi. Lo spessore varia da punto a punto in funzione sia delle condizioni morfologiche sindeposizionali sia di quelle attuali: lungo il Torrente larga, in affioramento, lo spessore si aggira intorno ai 50 metri. Età: Pleistocene medio.

SUCCESSIONE MARINA

COMPLESSO ARGILLOSO ARENACEO



ARENARIE

Arenarie a grana medio-fino con clasti di natura mista siliceo-elastici e calcareo-clastici e luoghi ben stratificate. I granuli tendono essere sub-arrotondati. Esse sono sporadicamente intercalate da siltiti, argille e calcareniti di colore variabile dall'ivana al giallo paglierino. Età: Miocene.



ARGILLE VARIOLORI

Argille e marne varicolori, sovente laminare, quasi sempre in frana, con pacchi di strati disgregati, calcarei ed arenacei, sempre tettonizzati e scompagnati con essedi di varia natura. Età: Eocene sup-Miocene.



OLIVETTI CALCAREI

Olivetti di natura calcarea inglobati nelle arenarie e nelle argille, fratturati nella parte sommitale con strati subverticali e localmente variamente contorti. Età: Oretacco sup.

COMPLESSO CARBONATICO

CALCAI E CALCAI DOLOMITICI

Calcai e calcan dolomitici, di colore grigio, in strati ricchi di resti di organismi marini: coralli, lamellibranchi (Ruellite), gasteropodi, alghie calcaree, ecc. Lo spessore di questi calcai si aggira intorno ai 700 metri. Nella parte medio alta della successione affiorano si osservano, nei calcai grigi, corchi da dissoluzione e/o fratturazione con riempimenti polimerici costituiti da materiali basaltici, depositi cinici e fango siltici (marini di Vitulano). Età: Cretacco.

DOLOMIE

Dolomie basi costituite da calcan dolomitici talora farnosi di colore bianco. Età: Tri sup.

SIMBOLI

Faglia diretta (I tratti indicano la parte ribassata)

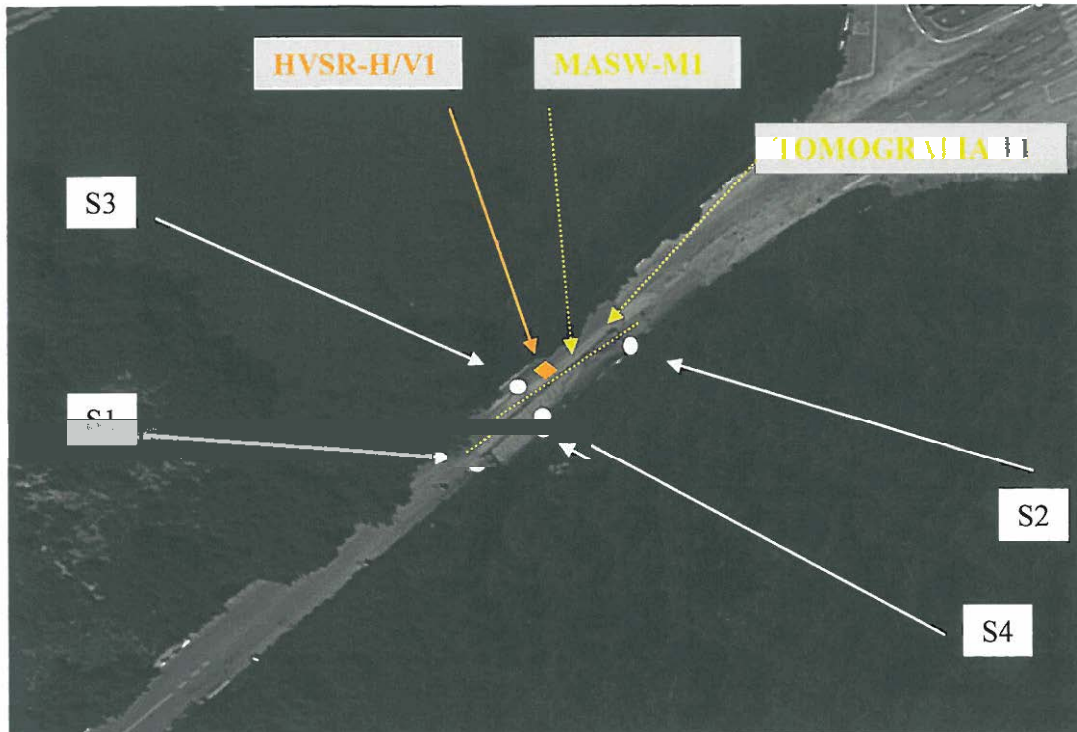
Faglia presunta

Glacitura con inclinazione degli strati

Traccia di sezione geologica

Stralcio Carta geologica dell'area di progetto

UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE



Stralcio Carta ubicazione delle indagini eseguite

6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Le aree interessate dal progetto, ricadono nel quadrante 431081 della carta tecnica regionale rientrante nel territorio comunale di Cautano all'interno della Provincia di Benevento: la zona in questione oggetto d'intervento è situata ad una quota compresa tra i 360 ed i 380 m s.l.m. ed è ubicata alla sinistra idraulica del Torrente lenga, le cui acque hanno poi immissione nel Fiume Calore. Nell'area oggetto d'intervento il Torrente lenga rappresenta l'impiuvio principale in cui si riversano le acque di ruscellamento del versante oggetto di analisi in questo studio.

La morfologia è quella caratteristica degli areali montani e collinari del territorio sannita-molisano, dove l'alternanza dei complessi litologici plastici e di complessi rigidi, determina il passaggio, generalmente netto e marcato, da forme decise, con pendii generalmente acclivi e, talora con

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N., -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 18
---	---------------------------	----------------

fronti sub verticali, a forme più blande e arrotondate e pendii meno acciivi, dove è distintamente **osservabile**, l'effetto modellatore causato dai fenomeni di erosione.

L'attuale morfologia è strettamente legata agli agenti mio-piocenici traslativi. alla successiva fase plio-quadernaria essenzialmente distensiva, agli eventi climatici quadernari ed alle caratteristiche litoiologiche dei terreni **affioranti**.

La disomogeneità morfologica può riferirsi ad una erosione di tipo selettivo che ha variamente modellato il paesaggio a seconda della diversa costituzione litologica dei terreni affioranti.





L'assetto clivometrico evidenzia pendenze medio-alte; infatti il tracciato di progetto in cui è presente la strada provinciale SP 109 **caratterizzato** dal movimento **franso** in essere, si trova lungo un versante sinistro che con degrada con pendenze medio alte in corrispondenza **dell'alveo** torrentizio del Torrente lenga lungo un pendio di un versante avente una pendenza media maggiore dei 15". calcolata pari a circa 16,7°.

La determinazione ed il calcolo della pendenza del sito sono importanti per definire la categoria topografica **fa** quale andrà ad influenzare il calcolo delle azioni sismiche di progetto.

In questo caso la categoria topografica dell'intero tratto stradale oggetto **dell'intervento** a farsi (tabella **3.2.IV** delle **NTC**) è definita in base al D.M. **1710112018** come **T2** (pendii con inclinazione media $i > 15'$ cui corrisponde un valore del **coefficiente** di **amplificazione** topografica **S_t** pari a **1,2** (tabella **3.2.VI** delle **NTC**).



LEGENDA

	Classe	Percentuale	Gradi	Descrizione
	1	0 - 10%	0° - 6°	Pianeggiante Sub-pianeggiante
	2	10 - 20%	6° - 12°	Media Acclività
	3	20 - 35%	12° - 20°	Media-alta Acclività
	4	> 35%	> 20°	Alta Acclività

Stralcio Carta Clivometrica identificante l'area d'intervento in rettangolo rosso

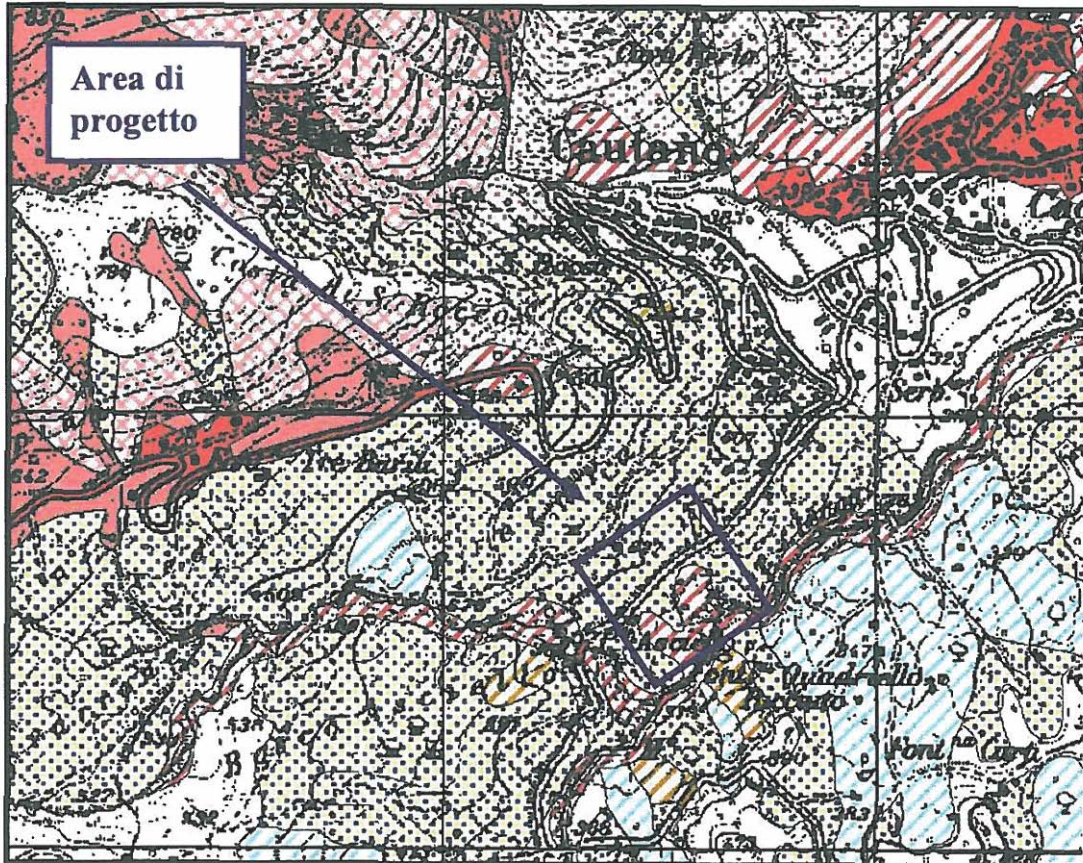
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N-14636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 20
--	---------------------------	---------

Limitatamente agli aspetti di Pianificazione, l'area è compresa nei territori di competenza dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Voiturno. Relativamente alla cartografia degli scenari di rischio del Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico, si può affermare che per l'area oggetto di studio considerato che gli interventi a farsi servono per limitare le problematiche derivanti dalle condizioni di dissesto idrogeologico presente e cartografato sussiste la condizione di fattibilità delle attività e delle opere a farsi.

Da un'attenta analisi della cartografia geologica e geomorfologica ci si propone schematicamente di individuare soprattutto:

- Il contesto geologico dell'ambiente nel quale l'opera dovrà inserirsi;
- Individuare gli effetti geomorfologici negativi dell'opera sull'ambiente. imputabili sia alla fase di costruzione che di esercizio dell'opera progettata.

Lo studio del luogo, si è basato sulla raccolta di alcune informazioni di base sui fattori implicati con il dissesto (caratteristiche geo-litologiche, caratteristiche morfologiche, caratteristiche idrogeologiche ed idrauliche, caratteristiche pedologiche e uso del suolo) su cui sono state svolte analisi di tipo qualitativo e/o quantitativo.



Stralcio della Carta del Rischio da Frana con identificazione delle aree di intervento cerchiare in giallo e riportante la legenda

(Autorità di Bacino dei fiumi Liri - Garigliano e Volturno).

Nelle aree identificate si riscontra la presenza di:

- Area A4 (Area di alta attenzione)

1. Nelle aree di cui alla rubrica del presente articolo, non urbanizzate, si applicano i divieti e le prescrizioni di cui al precedente Articolo 3 e con le medesime eccezioni, qualora, in sede di approfondimento, risultasse la presenza di strutture, infrastrutture o beni ambientali e culturali.

Di conseguenza quindi nelle aree di alta attenzione Al fine del raggiungimento degli obiettivi di cui al comma 1 è vietata qualunque trasformazione dello stato dei luoghi, sotto l'aspetto morfologico, infrastrutturale ed edilizio tranne che non si tratti di:

A) interventi di demolizione senza ricostruzione;

INDAGINI GEWNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "MITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 22
--	---------------------------	---------

- B) interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo. e **ristrutturazione** edilizia. **così** come definiti alle lettere a), b), c) e d) dell'art. 3 del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (**Testo** unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia) e s.m.i., sugli edifici, sulle opere pubbliche o di interesse pubblico, sulle infrastrutture sia a rete che puntuali e sulle attrezzature esistenti, purché detti interventi non comportino aumento del carico urbanistico o incremento dell'attuale livello di rischio e la necessità di intervenire non sia connessa con la problematica idrogeologica individuata e perimetrata dal Piano nell'area;
- C) interventi strettamente necessari a migliorare la tutela della pubblica **incolumità** e a ridurre la vulnerabilità **degli** edifici esistenti. che non siano lesivi delle strutture ed infrastrutture adiacenti, senza aumenti di superficie e **volume** utili, senza aumento del carico urbanistico o incremento di unità immobiliari e senza cambiamenti di destinazione d'uso che non siano riconducibili ad un adeguamento degli standard per la stessa unità abitativa;
- D) interventi di riparazione, di adeguamento antisismico e ricostruzione in sito di edifici danneggiati da eventi sismici. qualora gli eventi stessi non abbiano innescato asseverate riattivazioni del fenomeno di dissesto idrogeologico;
- E) realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali non **delocalizzabili**, purché **l'opera** sia progettata ed eseguita in misura adeguata al rischio dell'area e la sua realizzazione non concorra ad incrementare il carico insediativo e non precluda la possibilità di attenuare e/o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio;
- F) interventi atti all'allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale e che incrementano le condizioni di stabilità dell'area in frana;
- G) opere di bonifica e sistemazione dei movimenti **franosì**;
- H) taglio e/o eliminazione delle essenze arboree ed arbustive qualora specifici studi, asseveranti da tecnici abilitati, dimostrino che esse concorrano a determinare stato di pericolo per la pubblica **incolumità**, aggravino le condizioni di stabilità del versante o siano di intralcio **all'esecuzione** di opere strutturali finalizzate alla messa in **sicurezza** dell'area.

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 YINLANESF NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 23
--	---------------------------	----------------

- Area C1 (Aree di possibile ampliamento dei fenomeni **franos** cartografati all'interno. ovvero di fenomeni di primo distacco C1)

Queste seguono l'Art 13 il quale dice Nelle aree di cui alla rubrica gli interventi sono subordinati unicamente all'applicazione della normativa vigente in materia, con particolare riguardo al rispetto delle disposizioni contenute nel D.M. 11 marzo 1988 (S.O. G.U. n.127 dei 1/06/88), nella Circolare LL.PP. 24/09/88 n. 3483 e successive norme e istruzioni e nel **D.P.R.** 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia - G.U. n. 245 del 20 ottobre 2001- s.o. n. 239).

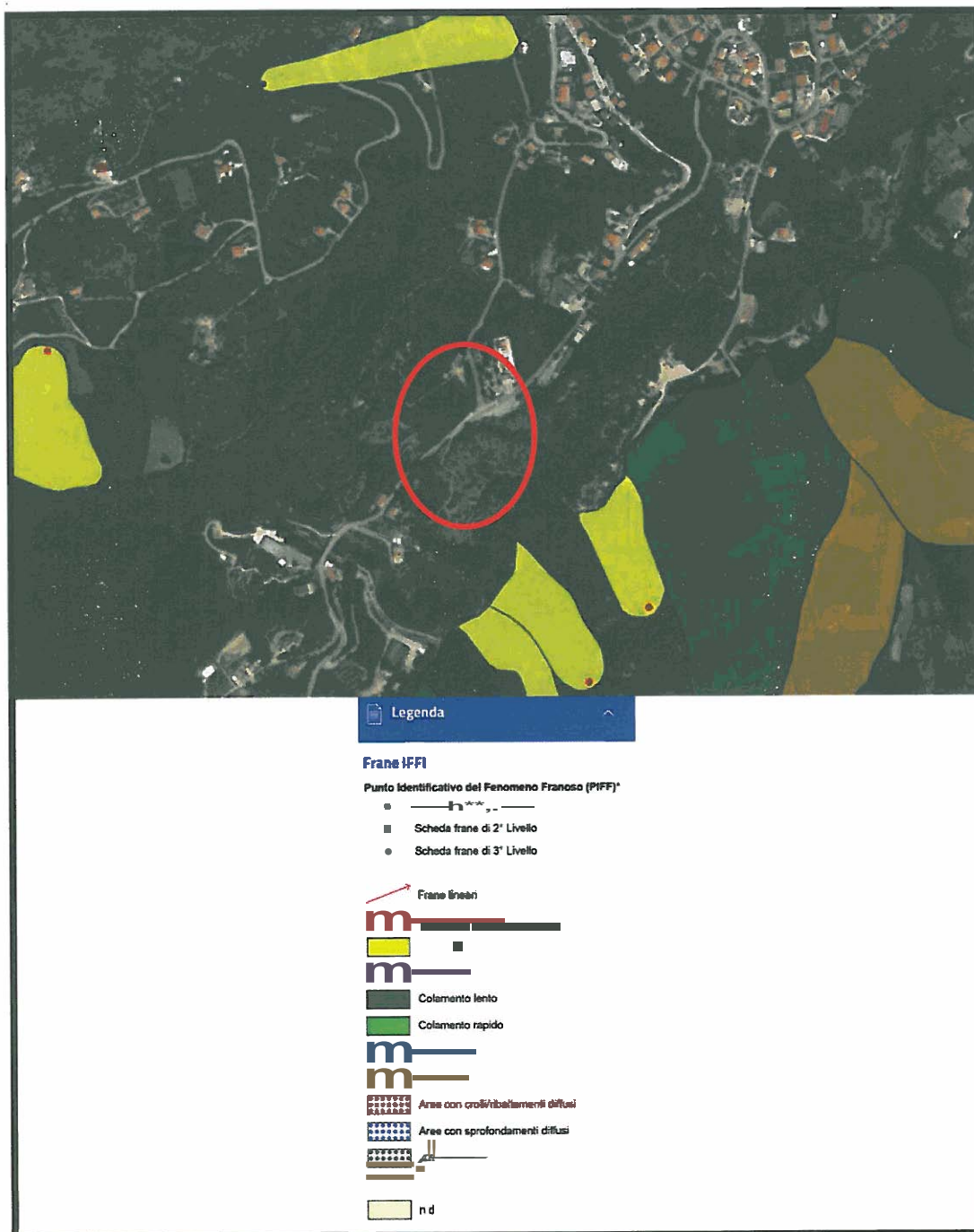
*Nelle carte tematiche del Piano Stralcio Autorità Di Bacino (attuale Distretto Idrografico Appennino Meridionale) del 2006 riguardante il territorio comunale di **Cautano, il KM 14+350** della SP. 109 oggetto del presente incarico, rientra in un'area **C1**(aree di possibile ampliamento dei fenomeni **franos** cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco); dalla cartografia, a valle **dell'asse** stradale, è presente un area avente una perimetrazione come area A4 (aree di alta attenzione - aree non urbanizzate , potenzialmente interessata da fenomeni di innesco , transito ed invasione di frana a massima **intensità** attesa alta).

L'ampliamento dell'area **perimetrata** definita come A4, rappresenta un elemento del corpo di frana attuale ed è concausante del dissesto **sull'asse** stradale per arretramento morfoevolutivo del coronamento presente nella linea di testa della frana principale.

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E
RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA
S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA'
DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS
41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO

Comune di Cautano
(BN)

Pag. 24



*Stralcio della nuova Carta IFFI identificante l'areale generale interessato dal progetto indicanti il tratto di strada oggetto dell'intervento e farsi
Questa carta è stata estrapolata dal nuovo portale Idrogeo che ha una copertura temporale degli eventi fino al 2018-2020*



Legenda

Pericolosità Idrogeo

Pericolosità frane

- Molto elevata P4
- Elevata P3
- Media P2
- Moderata P1
- Aree di Attenzione AA

Pericolosità Idraulica

- Scenario P3
- Scenario P2
- Scenario P1

Stralcio della nuova Carta IFFI il tratto di strada oggetto dell'intervento a farsi. Questa carta è stata estrapolata dal nuovo portale Idrogeo che ha una copertura temporale degli eventi fino al 2018-2020

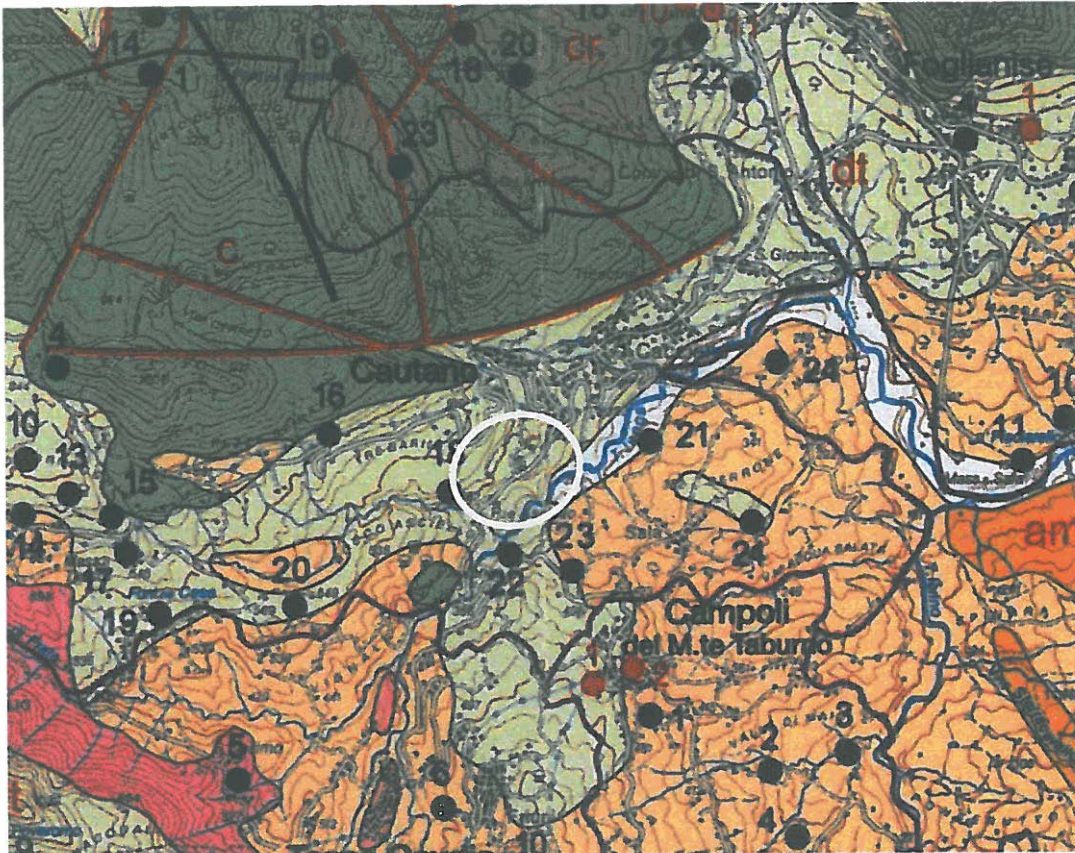
INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIOE RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 26
---	----------------------------------	----------------

Come si evince sia dal rilevamento geologico di campo, dalla campagna di indagini eseguita, nonché dalla consultazione delle carte PSAI unitamente alla **disamina** della Carta IFFI estratta dal portale idrogeo, i tratti di progetto, sono interessati da fenomeni **franos**i, come riportati nella presente cartografia, redatta alla scala di dettaglio. Lo scenario di **pericolosità** da frana si esplica visibilmente, mediante la presenza di numerosi dissesti registrati lungo l'asse stradale in modo predominante in direzione Tocco Caudio. manifeste nelle opere di contenimento edili (nel caso specifico **nell'area** è presente una opera di contenimento a gabbionate che è stata **anch'essa** coinvolta dal movimento **franos**o da sistemare). Gli innumerevoli dissesti, sono l'espressione di cinematiche gravitative di tipo lento con meccanismi essenzialmente di tipo scivolamento **traslazionale** e/o rotazionale ed evolvono in alcuni casi a coamenti lenti accelerati da fenomeni meteorologici di forte intensità.

L'areale **analizzato** ed indagato dalle indagini e prove geotecniche, è affetto da movimenti **franos**i le cui superfici di scivolamento in alcuni casi anche multiple, sono principalmente comprese tra i - 4,00 m. e i -9.00 m. di profondità. Per quanto riguarda l'area di studio la superficie di scivolamento della frana (nella zona di Testa in corrispondenza della carreggiata in direzione **Cautano**) è assimilabile intorno ai - 4,00 m ai - 6,00 m identificabile dalla sezione geologica sviluppata tra i sondaggi **S1-S4-S2**, coinvolgente il contatto stratigrafico tra il limo **argilloso** verdastro e le alternanze **di** ghiaie a livelli cementati della conoide detritica antica.

L'attivazione di tali moti, come sempre è dovuta alla presenza di circolazioni idriche le quali si esplicano all'interfaccia delle **superfici** di scivolamento con emersione in superficie delle stesse, in prossimità delle aree di accumulo di frana.

7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO



Stralcio della carta idrogeologica della Provincia di Benevento con identificazione dell'area generale d'intervento

L'area di progetto, così come tutta la zona interna appenninica, è governata da un regime pluviometrico "marittimo" distinto in un periodo di piena compreso tra ottobre e marzo ed un periodo di magra tra aprile e settembre.

L'idrografia superficiale della zona analizzata, vede come unico recapito finale il corso d'acqua denominato Torrente lenga affluente del Fiume Calore, il quale determina l'intero sistema drenante areale. L'areale di progetto risulta essere idraulicamente totale dominio del Torrente lenga in cui si riversano le acque reflui provenienti dall'intero versante esposto a Nord Est del Monte Taburno e Sud Est del Monte Camposauro. Gli apporti idraulici al Torrente lenga

INDAGINI GECGNOSTICHE. GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 28
---	---------------------------	----------------

nell'areale analizzato, awengono tramite il Vallone Cauto, i cui i suoi affluenti sono il Vallone Bufini, il Vallone Pretola e il Ricongola: questo vallone carattere prevalentemente Torrentizio, si origina dal monte Taburno e lambendo il nucleo abitato di Tocco Caudio, si riversa nel Torrente lenga. A seguire vi è il Vallone Tasso, il quale nascendo dalla Piana di Prata, solca la valle in direzione nord ovest sud est, raccogliendo le acque di sgrondo sia delle pendici del Monte Taburno, sia quelle del Camposauro. Proseguendo la direzione di deflusso del Torrente lenga, vi è l'affluenza sempre in sinistra idraulica del Vallone Ceraso, il quale trae origine dalle sorgenti Acqua della Palomba. solca il versante sud del Monte Camposauro e in prossimità di Ponte Asciello. recapita nel Torrente lenga. In ultimo vi è il Vallone Cerreto, anche esso traente origini dal Monte Camposauro attraversa gli abitati di Cautano prima e Cacciano poi, per immettersi in località Cerrito nell' alveo sinistro del Torrente lenga.

Per quanto concerne invece l'idrodinamica in sotterraneo, dall'analisi generale, si individuano due complessi idrogeologici principali. Nella zona geolitologica di Cautano, sempre considerando all'ampia scala generale, vi è presenza del complesso idrogeologico di base costituito dai calcari fratturati in contatto a depositi detritici antichi cementati e in parte fratturati. Il grado di fratturazione e fessurazione ne condiziona fortemente la permeabilità, generalmente medio-alta. Tale acquifero, risulta sottoposto a domini sedimentari giovani (coltri detritiche recenti) permeabili invece per porosità, il cui grado ne determina la porosità generalmente media. I due complessi idrogeologici a valle del comune di Cautano, risultano tamponati al complesso idrogeologico argilloso sabbioso arenaceo fungente da cintura impermeabile relativa. I rapporti idrodinamici comunque risultano sempre parzialmente intercomunicanti e il livello di base anche in questa zona geo-idrogeologica vedono come unico recapito il Torrente lenga.

Nell'intera zona sito-specifica. in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche, è possibile definire due complessi idrogeologici principali. che sono: quello "*detritico*" e quello "*argilloso marnoso*".

Il complesso "*detritico*" è costituito essenzialmente da un'alternanza di frammenti lapidei irregolarmente stratificati di natura calcarea. marnosa e silicea. Per la maggior parte esso **mantella** i versanti dei principali acquiferi carbonatici andando a costituire ia coltre detritica pedemontana di raccordo con le aree vallive. Il grado di permeabilità dell'intero complesso si può

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 29
---	---------------------------	----------------

considerare medio-alto, anche se è in realtà molto variabile da zona a zona in funzione della granulometria dei depositi e della presenza di matrice sottile. La capacità ricettiva dell'acquifero è, pertanto, piuttosto elevata sia nei confronti dell'alimentazione diretta che nei confronti dell'alimentazione indiretta proveniente dagli acquiferi adiacenti.

In profondità e lateralmente al sito di studio invece vi è il complesso *"argilloso marnoso"* rinvenuto solamente nel sondaggio S4 come un brandello relitto spesso poco più di un metro.

Esso è costituito da argille e marne siltose, grigie e varicolori, con intercalazioni di calcari e calcari mamosi, di calcareniti con liste di selce bruna e di arenarie talora grossolane. Generalmente esso è caratterizzato da corpi idrici a profondità modeste, accolti entro le coltri superficiali rese più permeabili dall'allentamento e dall'alterazione subaerea, e limitati inferiormente dal substrato non alterato che funge da impermeabile relativo. Il grado di permeabilità è, oviamente basso, in funzione del diverso grado di alterazione a cui si è fatto cenno. Per tale motivo, il complesso in questione, anch'esso come quello calcarenitico, diffusamente presente nel settore centrale del territorio in esame, si comporta sempre da impermeabile relativo nei confronti dei litotipi con i quali viene a contatto ed è costituito da argille limose intercalate da livelli marnoso-arenacei. Il grado di permeabilità è basso e si esplica solo nei livelli litoidi fratturati generando circolazioni idriche profonde e lente. Tale litologia rinvenuta generalmente anche oltre i 10.0 m. di profondità, rappresentante il substrato geologico, costituisce essenzialmente l'acquicluda del complesso detritico

Dalla campagna d'indagine eseguita nella zona in esame è stata riscontrata una circolazione idrica, perlopiù a carattere stagionale, ad una profondità di circa 6,70 metri dal piano campagna, considerando la stratigrafia rinvenuta in S2 (condizionato a piezometro) la circolazione idrica è presente all'interno dello strato costituito dal livello litoide calcareo-dolomitico fratturato e di conseguenza non suscettibile alla liquefazione sismica di sito.

Durante la fase di esecuzione del sondaggio geognostico a carotaggio continuo S2 partendo da una quota di piano campagna di 369,50 m s.l.m. è stata riscontrata la circolazione idrica intorno ai 6,70 m dal piano campagna.

INDAGINI GEOGNOSTICHE , GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 30
--	----------------------------------	----------------

Le condizioni idrogeologiche di sito evidenziano, una circolazione idrica riscontrata in S2, nei livelli litoidi **calcarei** - dolomitici **fratturati** poggianti su livelli **limoso** sabbiosi argillosi verdastri fungenti da tampone relativo al deflusso idrico sovrastante. L'escursione piezometrica dettata da ivi presente può generare **un'oscillazione** del livello di magra e morbida idrogeologica variante nei periodi autunno-primaverili, quindi a puro carattere stagionale, fa sì che l'impermeabile relativo costituito da livelli **limoso** sabbiosi argillosi verdastri, va in sovraturazione **mobilizzandosi** lungo **il** pendio verso **il** Torrente lenga, generando dapprima cedimenti nella carreggiata predominanti nella corsia direzione **Cautano**, per poi divenire veri e propri smottamenti come accaduto nella scorsa primavera.

8. **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'INTERA AREA DI PROGETTO**

La presente relazione illustra i risultati ottenuti a seguito delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche realizzate ma anche storiche, **finalizzate** alla definizione del modello geologico - tecnico così come indicato D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le **costruzioni**" che recita "Per Modello Geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali. e della caratterizzazione **fisico-meccanica** dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, **finalizzato all'analisi** quantitativa di uno specifico problema geotecnico".

Al fine di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni sul quale andranno ad insistere le opere a farsi sono stati considerati livelli di approfondimento dettati **dalle** condizioni analizzate e **dalle** problematiche riguardanti nello specifico l'**area** d'intervento in cui saranno realizzate opere per attenuare o se è possibile bloccare **il** movimento **franso** nell'areale della testa di frana e più nello specifico in concomitanza della scarpata principale delimitata dalla corona del movimento **franso** di corona , esso è presente alla coordinata gps 41.142462 n.-14.636869 nei pressi della strada provinciale SP 109 - Vitulanese limitrofa al cimitero comunale di **Cautano** .

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 31
---	---------------------------	---------

Fatta questa necessaria premessa. particolare attenzione deve essere data alla definizione del volume significativo di terreno da investigare: *"Il volume significativo è quello nel quale si osserva una influenza non trascurabile delle perturbazioni meccaniche o idrauliche provocate dalla costruzione dell'opera. Questa definizione non risolve il problema della determinazione del volume a cui vanno estese le indagini, perché, a rigore, esso dipende sia dalle caratteristiche dell'opera sia da quelle dei terreni presenti (in particolare dai valori relativi delle rigidità nei terreni stratificati) e, quindi, non è noto a priori. Per terreni molto eterogenei e nel caso di stratificazioni profonde di terreni di caratteristiche scadenti è opportuno maggiorare le profondità esplorate; queste potranno invece essere ridotte nel caso in cui si rinvenga a piccola profondità un substrato lapideo."* Comunque lo scopo di questo studio è quello di fornire al tecnico progettista, una serie di modelli geologico-tecnici e sitospecifici atti al dimensionamento di opere edili aventi funzione sia di riduzione delle spinte cinematiche, sia di resistenza ai moti cinematici in avanzamento. Pertanto le indagini geognostiche si sono spinte a profondità del raggiungimento del substrato solido stabile e alcuni sondaggi sono stati allestiti da stazioni di controllo piezometrico (piezometri a tubo aperto).

9. INDAGINI E DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTENICI DELL'INTERA AREA DI PROGETTO

Al fine di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni sulle quali andranno ad insistere le opere sono state previste oltre alla campagna d'indagine sismica, alcune indagini geognostiche esplorative e geotecniche sia realizzate che reperite; quest'ultime sono state eseguite fino ad un livello di approfondimento dettato dalle condizioni precedentemente analizzate e dalle problematiche riguardanti nello specifico le opere a farsi.

Fatta questa necessaria premessa, particolare **attenzione** deve essere data alla definizione del volume significativo di terreno da investigare: *"Il volume significativo è quello nel quale si osserva una influenza non trascurabile delle perturbazioni meccaniche o idrauliche provocate dalla costruzione dell'opera. Questa definizione non risolve il problema della determinazione del volume*

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 32
---	---------------------------	---------

a cui vanno estese le indagini, perché, a rigore, esso dipende sia dalle caratteristiche dell'opera sia da quelle dei terreni presenti (in particolare dai valori relativi delle rigidità nei terreni stratificati) e, quindi, non è noto a priori. Per terreni molto eterogenei e nel caso di stratificazioni profonde di terreni di caratteristiche scadenti è opportuno aumentare le profondità esplorate; queste potranno invece essere ridotte nel caso in cui si rinvenga a piccola profondità un substrato lapideo. .

Riguardo quest'aspetto le NTC 2018 suggeriscono, come indicazione per la definizione del volume significativo, di considerare la profondità pari a 1,5 - 2B nelle civili abitazioni (intendendo per B la lunghezza del lato minore del rettangolo che meglio approssima la forma in pianta del manufatto). Sono state fornite le caratteristiche geotecniche dei terreni sino ad una profondità di 30 metri dal p.c. per il progetto di realizzazione di opere per attenuare o se è possibile bloccare il movimento franoso presente alla coordinata gps 41.142462 n.-14.636869 nei pressi della strada provinciale SP 109 - Vitulanese limitrofa al cimitero comunale di Cautano .

Innanzitutto si è partiti dalle analisi dei modelli geologici ricostruiti con le indagini indirette e sulla scorta di tali analisi sono state definite le indagini geognostiche.

La campagna di esplorazione eseguita. ha compreso la realizzazione del seguente quadro d'indagini, prove geognostiche e prove geotecniche sia di sito che di laboratorio. Lo scrivente, al fine di fornire un modello geologico tecnico di sito ad elevato grado di dettaglio, ha eseguito le seguenti indagini:

Esecuzione di n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinte a profondità diverse ed a quote di campagna differenti

I Sondaggi geognostici a carotaggio continuo sono stati eseguiti allo scopo di ricostruire il profilo stratigrafico dei siti indagati mediante l'esame del materiale estratto, per effettuare prove penetrometriche dinamiche S.P.T. e consentire il prelievo di campioni indisturbati per la determinazione, in laboratorio. delle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni attraversati.

INDAGINI GEOGNOSTICHE , GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142452 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 33
---	---------------------------	---------

Esecuzione di n. 1 S.P.T. in foro del sondaggio S1

Esecuzione di n. 2 S.P.T. in foro del sondaggio S2

Esecuzione di n. 1 S.P.T. in foro del sondaggio S4

Esecuzione di prelievo di n.2 campione indisturbato nel foro S2

Esecuzione di prelievo di n.1 campione indisturbato nel foro S3

Esecuzione di prelievo di n.1 campione indisturbato nel foro S4

Installazione di punti di monitoraggio piezometrico (sondaggio S2)

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

Per quanto riguarda il carotaggio continuo, con esso si intende un particolare e complesso metodo di indagine diretta che permette la ricostruzione stratigrafica dettagliata e puntuale dei litotipi presenti nel sottosuolo. In pratica, mediante un sistema a rotazione oleodinamico, si imprime all'attrezzo di perforazione, costituito da una serie di aste alla cui estremità inferiore è montato un carotiere a diametro maggiore ed una punta tagliente (corona). in grado di "tagliare" il terreno nel modo più indisturbato possibile. Ad ogni variazione di strato ed ogni qualvolta si ritiene opportuno. smontando la batteria di aste. è possibile prelevare un nucleo di materiale (carote) penetrato nel carotiere durante l'approfondimento del perforo. Ogni carota viene riposta in apposite cassette catalogatrici con l'indicazione della profondità di prelievo. Com'è facilmente intuibile, tale tecnica di avanzamento è molto più lenta di analoghi sistemi di perforazione ma permette un'analisi dettagliata e precisa della stratigrafia del sottosuolo.

Sondaggio a carotaggio continuo	Profondità (mt)
S1	20.00
S2	20,00
S3	10,00
s4	15.00

Tabella dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti durante la campagna d'indagine geognostica eseguita

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE , PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 34
---	---------------------------	----------------

PROVE SPT IN FORO

Standard Penetration Test (S.P.T.)

La prova penetrometrica dinamica S.P.T. è stata praticata nel foro di sondaggio per verificare le caratteristiche meccaniche dei terreni in attraversamento. Questa prova consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un_campionatore RAYMOND battendo sulle aste di manovra per mezzo di un maglio normalizzato che cade da un'altezza

CARATTERISTICHE DELL'ATTREZZATURA

- Maglio in acciaio da Kg 63.5
- Dispositivo di sgancio automatico del maglio
- Altezza di caduta del maglio cm 76
- Campionatore Raymond diametro cm 3.5
- Scarpa standard a punta aperta
- Punta conica standardizzata con angolo di apertura 60"

Il numero di colpi N necessario ad una penetrazione del campionatore pari a 30 centimetri dopo 15 centimetri di infissione dinamica per il posizionamento, è il dato assunto come indice di resistenza alla penetrazione NSPT.

Sondaggio	SPT	Profondità (mt)	N° colpi
S1	N°1	4,50 -4,95	30-42-RIF.
S2	N°1	3,00-3,45	10-17-14
S2	N°2	9,00-9,45	20-40-33
S4	N°1	6,50- 6,95	39- RIF.

Tabella delle Prove S.P.T. eseguite durante campagna di indagini geognostiche eseguita

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 35
--	--------------------------------------	----------------

PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI

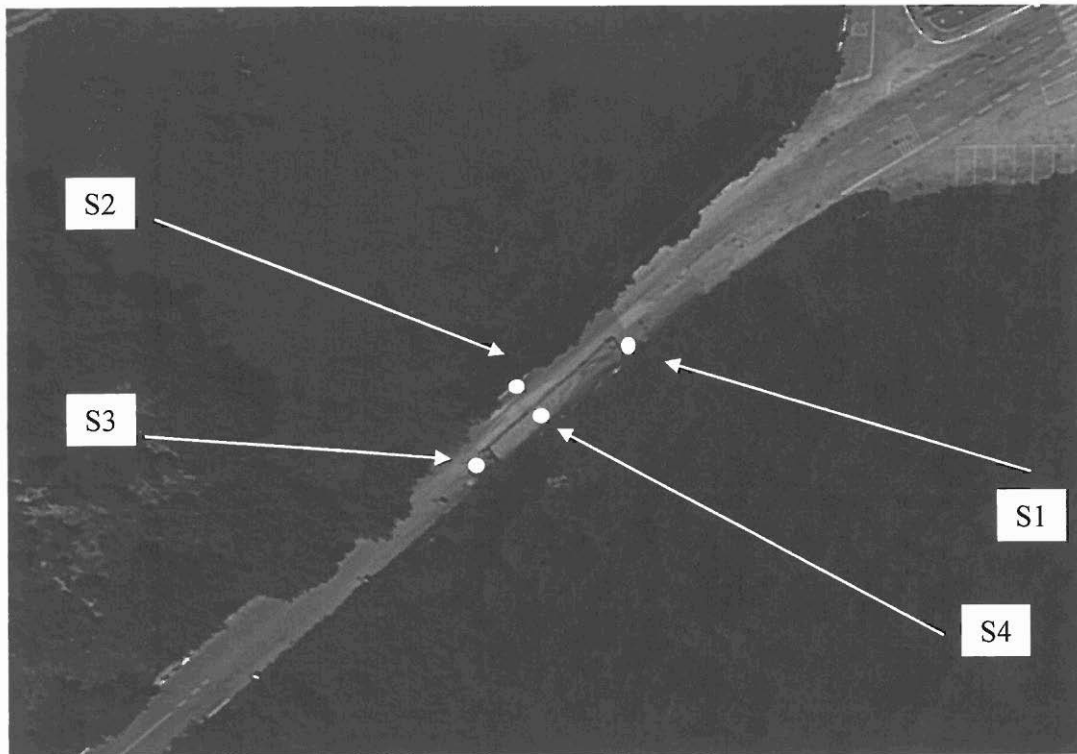
Il prelievo dei campioni è stato **realizzato** adoperando un campionatore cilindrico "fustella" che viene montata alle aste di manovra e poi fatto penetrare nel terreno alle profondità prestabilite con la sola pressione esercitata dalla macchina perforatrice. In questo modo la **fustella** si riempie di materiale e, appena estratta, è stata paraffinata alle due estremità onde evitare che, al contatto con l'aria, il materiale perda la sua umidità naturale. Tra i diversi tipi esistenti in commercio, è stato utilizzato il campionatore "a pareti sottili" per i campionamenti **più superficiali**, che tra tutti è quello che arreca minore disturbo al terreno, mentre per **profondità** maggiori il campione è stato prelevato **all'interno** dei doppio carotiere.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati i seguenti campioni:

Sondaggio	Campione	Profondità (m.)
S2	S2C1	1,00 – 1,50
	S2C2	13,50 -14,00
S3	S3C1	5,50 – 6,00
S4	S4C1	4.50 - 5,00

Tabella dei campioni indisturbati recuperati durante la campagna di indagine geognostica sulla quale sono state eseguite le analisi di laboratorio

UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE



Stralcio Carta ubicazione dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti

10. MODELLI GEOLOGICO-TECNICI PER L'INTERA AREA DI PROGETTO

Sulla scorta delle indagini geognostiche, geotecniche e sismiche eseguite, sono stati definiti i vari parametri geo-meccanici e fisico-volumetrici dei terreni rientranti nel volume significativo.

Il modello parametrizzato esprime una semplificazione della reale sequenza lito-meccanica considerando per i vari orizzonti i valori medio rappresentativi in condizioni di stratigrafia piano parallela. Tale condizione può essere ritenuta valida per il volume significativo intesa come la porzione di spazio interessata e/o interessabile direttamente ed indirettamente dall'opera.

Partendo dall'area in cui verranno eseguite le opere per attenuare o se è possibile bloccare il movimento franoso (da specificare che l'area di studio della frana ha riguardato da incarico

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 37
--	----------------------------------	----------------

esclusivamente l'area di Testa della frana che perb coinvolge tutto il versante sino all'ansa fluviale alla sinistra idraulica del Torrente lenga) presente alla coordinata gps 41.142462 n.-14.636869 nei pressi della strada provinciale SP 109 - Vitulanese limitrofa al cimitero comunale di **Cautano** . Per prima è stato eseguito un rilievo geologico di dettaglio ed uno studio bibliografico /sitografico dell'area oggetto del progetto a farsi; dopodiché si è deciso di indagare in sito, l'area in cui verranno realizzate quelle opere atte ad attenuare e se è possibile bloccare il movimento **franso** che si è ampliato ed arretrato nell'area di coronamento e testa della frana (l'ampliamento ed arretramento nell'area di coronamento della frana presente ha coinvolto i 2/3 dell'asse viario della strada provinciale **SP109** - Vitulanese limitrofa al cimitero comunale di **Cautano**), di conseguenza si è deciso di indagare in maniera più approfondita nell'area oggetto di rischio connesse alle condizioni geologiche. idrogeologiche, idrauliche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche in modo da avere un quadro di caratterizzazione migliore e più approfondita.

Per identificare la superficie di scorrimento della frana (ad altezza della testa di frana in presenza della scarpata principale e limitrofa al coronamento della stessa) si è iniziati ad eseguire i sondaggi geognostici a carotaggio continuo al di fuori del coronamento del dissesto. da tali prove, non avendo riscontrato la presenza di superfici critiche e di scorrimento, si è decisi di attuare un quarto sondaggio geognostico a carotaggio continuo (**S4**) all'interno del corpo di frana e più precisamente nella testa di frana. in subito a valle della scarpata principale previa realizzazione di una rampa eseguita da ditta specializzata incaricata dalla stazione appaltante per addentrarsi all'interno dell'area da indagare ed in modo da posizionare la sonda di perforazione in totale sicurezza operativa. Quest'ulteriore sondaggio geognostico a carotaggio continuo eseguito. ha dato la possibilità di riscontrare uno strato critico in cui insiste la superficie di scorrimento/scivolamento della frana (presente tra i 4,30 ai 5,40 metri di profondità e identificabile come un limo **argilloso** di colore ocreo a tonalità verdastro allo stato plastico - poco consistente).

Di seguito riporto i modelli geologico-tecnici del **sottosuolo** sito-specifici:

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14,350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N, -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 38
--	----------------------------------	----------------

ZONA ESECUZIONE S1

(Areale **SP109** - Vitulanese - Km **14+350**)

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

WGS84

lat. 41.142402 N
long. ,**14.636841** E
ED50
lat. 41.143392 N
long. 14.637709 E
Altitudine
369,00 s.l.m.

Strato	Prof. (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	0.10	0.10	Asfalto
2	0.40	0.30	Massicciata stradale in misto stabilizzato calcareo
3	5.50	5.10	Ghiaia calcarea in matrice sabbioso-limosa biancastra grigiastria allo stato addensato
4	8.60	3.10	Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaie calcaree fratturate, avvicendati da livelli limo sabbiosi di colore ocraaceo allo stato da moderatamente addensato ad addensato
5	20.00	11,40	Brecce calcaree mediamente fratturate intercalata da livelli ben cementati dallo spessore centimetrico. Lo strato si presenta addensato/consistente tenace alla perforazione nei livelli cementati

Tabella Modello Stratigrafico Desunto

Si forniscono al progettista i seguenti parametri caratteristici dei terreni di fondazione dell'area indagata ottenuti sia dall'elaborazione delle prove Spt eseguite durante i sondaggi geognostici denominati **S1**, **S4** ed **S2** che dai campioni indisturbati analizzati prelevati in corso di esecuzione dei sondaggi geognostici.

INDAGINI GEGGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 39
--	---------------------------	---------

Inoltre in sito è stata eseguita una indagine sismica superficiale del tipo MASW (in allegato vedi MASW-MI), una tomografia sismica superficiale (in allegato vedi **TOMOGRAFIA-T1**) ed una un indagine sismica superficiale del tipo HVSR- HN-1 (in allegato vedi HVSR- **HV1**).

1- Asfalto

(prof. da 0.00 a -0.10 mt dal p.c.)

Questo orizzonte litologico non è stato caratterizzato dal punto di vista geotecnico in quanto verrà asportato durante la fase di realizzazione delle opere a farsi

2- Massicciata stradale in misto stabilizzato **calcareo**

(prof. da -0,10 a -0,40 mt dai p.c.)

Questo orizzonte litologico non è stato caratterizzato dal punto di vista geotecnico in quanto verrà asportato durante la fase di realizzazione delle opere a farsi

3- Ghiaia **calcareo** in matrice sabbioso-limosa **biancastra** grigiastra allo stato addensato

(prof. da -0,40 a -5.50 mt dal p.c.)

$\gamma_{nat} = 21,99 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sat} = 22,11 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 1,80 \text{ kN/m}^2$ angolo di attrito $f = 32''$

4- Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaie **calcareo** fratturata, awicendati da livelli limo sabbiosi di colore ocraceo allo stato da moderatamente addensato ad addensato,

(prof. da -5,50 a -8.60 mt dal p.c.)

$\gamma_{nat} = 22,05 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sat} = 22,33 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 1,99 \text{ kN/m}^2$ angolo di attrito $f = 32''$

5- Breccie **calcaree** mediamente fratturate intercalata da livelli ben cementati dallo spessore centimetrico. Lo strato si presenta **addensato/consistente** tenace alla **perforazione** nei livelli cementati

(prof. da -8.60 -20.00 mt dal p.c.)

$\gamma_{nat} = 23,51 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sat} = 23,71 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 1,30 \text{ kN/m}^2$ angolo di attrito $\phi = 33'$

<p>INDAGNI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E REVISIONE GEOLOGICA DA ESEGUITI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' FREQUENTEMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N, -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO</p>	<p>Comune di Cautano (BN)</p>	<p>Pag. 40</p>
---	---	-----------------------

I parametri sopra riportati sono stati ricavati dalle analisi geotecniche effettuate in laboratorio, dall'elaborazione delle indagini geotecniche di sito SPT e dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo attraverso una mediazione e depurazione ragionata sui i valori ritenuti significativi al contesto geologico-geotecnico.

Questi parametri saranno utilizzati nelle formule classiche a seconda delle combinazioni e degli approcci indicati dalla normativa (§6.4.2.1) e forniranno i carichi limite del terreno.

ZONA ESECUZIONE S4

(Areale **SP109 - Vitulanese - Km 14+350**)

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

WGS84

lat. **41.142511 N**
long. **14.637022 E**

ED50

lat. **41.143501 N**
long. **14.637890 E**

Altitudine

367,50 s.l.m.

Strato	Prof. (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	2,50	2,50	Riperto antropico costituito da fresato di asfalto e ghiaia sabbiosa
2	3,10	0,60	Suolo sepolto a componente piroclastica, dal colore marroncino
3	4,20	1,10	Limo sabbioso dal colore marroncino a tonalità volpina-salmone di origine piroclastica, inglobante diffusamente detrito calcareo a luoghi fortemente degradato da attacco canini. Lo strato si presenta allo stato moderatamente addensato
4	4,30	0,10	Suolo sepolto limo argilloso debolmente sabbioso dal colore brunastro
5	5,40	1,10	Limo con argilla sabbiosa ghiaiosa (S4C1)
6	15,00	9,60	Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaia calcarea fratturata, avvicinati da livelli limo sabbiosi di colore ocreo allo spessore centimetrico a decimetrico. Lo strato si presenta allo stato moderatamente addensato ad addensato

Tabella Modello stratigrafico desunto

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEORSICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 41
--	---------------------------	---------

Si forniscono al **progettista** i seguenti parametri caratteristici dei terreni di fondazione **dell'area** indagata ottenuti sia dall'elaborazione delle prove Spt eseguite durante i sondaggi geognostici denominati **S1, S4** ed S2 che dai campioni indisturbati analizzati prelevati in corso di esecuzione dei sondaggi geognostici.

Inoltre in sito è stata eseguita una indagine sismica superficiale del tipo MASW (in allegato vedi **MASW-M1**), una tomografia sismica superficiale (in allegato vedi **TOMOGRAFIA-T1**) ed una un indagine sismica superficiale del tipo HVSR- HN-1 (in allegato vedi HVSR- **HV1**).

1. Riporto antropico costituito da **fresato** di asfalto e ghiaia sabbiosa
(prof. da 0.00 a -2.50 mt dal p.c.)
Questo orizzonte litologico non è stato caratterizzato dal punto di vista geotecnico in quanto verrà asportato durante la fase di realizzazione delle opere a farsi
2. Suolo sepolto a componente piroclastica, dal colore **marroncino**
(prof. da -2,50 a -3,10 mt dal p.c.)
 $y_{nat} = 19,57 \text{ kN/m}^3$ $y_{sat} = 20,10 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 2,69 \text{ kN/m}^2$ angolo di attrito $\phi = 27^\circ$
3. Limo sabbioso dal colore marroncino a tonalità volpina-salmone di origine piroclastica, inglobante diffusamente detrito **calcareo** a luoghi fortemente degradato da **attacco** carsico.
(prof. da -3.10 a -4.20 mt dal p.c.)
 $y_{nat} = 21,92 \text{ kN/m}^3$ $y_{sat} = 22,10 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 2,56 \text{ kN/m}^2$ angolo di attrito $\phi = 31''$
4. Suolo sepolto limo **argilloso** debolmente sabbioso dal colore brunoastro
(prof. da -4,20 a -4,30 mt dal p.c.)
 $y_{nat} = 19,03 \text{ kN/m}^3$ $y_{sat} = 19,43 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 12,22 \text{ kN/m}^2$ angolo di attrito $\phi = 22''$
5. Limo con argilla sabbiosa ghiaiosa (**S4C1**)
(prof. da -4,30 a -5,40 mt dal p.c.)

INDAGINI GEOGNOSTICHE , GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 42
---	---------------------------	----------------

$\gamma_{nat} = 19,40 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 17,29 \text{ kN/m}^2$
angolo di attrito $\phi = 31''$
Coesione $c'_{residua} = 5,45 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_{sat} = 19,90 \text{ kN/m}^3$
Coesione $C_u = 67,13 \text{ kN/m}^3$
Modulo Edometrico $E_{ed} = 3539,13 \text{ kN/m}^3$
 $\phi_{residua} = 12,12^\circ$

6. Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaia **calcarea** fratturata, awicendati da livelli limo sabbiosi di colore ocraceo allo spessore centimetrico a decimetrico. Lo strato si presenta allo stato moderatamente addensato ad addensato.

(prof. da -5.40 a -15,00 mt dal p.c.)

$\gamma_{nat} = 21,69 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 1,79 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_{sat} = 22,03 \text{ kN/m}^3$
angolo di attrito $\phi = 31''$

I parametri sopra riportati sono stati ricavati dalle analisi geotecniche effettuate in laboratorio, dall'elaborazione delle indagini geotecniche di sito SPT e dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo attraverso una mediazione e depurazione ragionata sui i valori ritenuti significativi al contesto geologico-geotecnico.

Questi parametri saranno utilizzati nelle formule classiche a seconda delle combinazioni e degli approcci indicati dalla normativa (§6.4.2.1) e forniranno i carichi limite del terreno.

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N, -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 43
--	---	----------------

ZONA ESECUZIONE S2

(Areale SP109 - Vitulanese - Km 14+350)

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL **SOTTOSUOLO**

WGS84

lat. 41.142658 N
long. 14.637238 E
ED50
lat. 41.143648 N
long. 14.638106 E
Altitudine
369,50 s.l.m.

Strato	Prof. (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	0,10	0,10	Asfalto
2	0,30	0,20	Massicciata stradale in misto stabilizzato calcareo
3	0,50	0,20	Suolo sepolto a componente piroclastica, dal colore marroncino
4	14,10	13,60	Ghiaia con rabbia limosa debolmente argillosa (S2C1)
5	18,00	1,90	Ghiaia limosa sabbiosa debolmente argillosa (S2C2)
6	20,00	2,00	Brecce calcaree mediamente fratturare intercalata da livelli ben cementati dalla spessore centimetrico. Lo strato si presenta addensato/consistente tenace alla perforazione nei livelli cementati.

Tabella Modello stratigrafico desunto

Si forniscono al progettista i seguenti parametri caratteristici dei terreni di fondazione dell'area indagata ottenuti sia dall'elaborazione delle prove Spt eseguite durante i sondaggi geognostici denominati **S1**, **S4** ed **S2** che dai campioni indisturbati analizzati prelevati in **corso** di esecuzione dei sondaggi geognostici.

Inoltre in sito è stata eseguita una indagine sismica superficiale del tipo MASW (in allegato vedi **MASW-M1**), una tomografia sismica **superficiale** (in allegato vedi **TOMOGRAFIA-T1**) ed una un indagine sismica superficiale del tipo HVSR- HN-1 (in allegato vedi HVSR- **HV1**).

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIOE RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14,350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 44
---	---------------------------	---------

1- Asfalto

(prof. da 0.00 a -0.10 mt dai p.c.)

Questo *orizzonte litologico* non è stato *caratterizzato* dal punto di vista *geotecnico* in quanto *verrà* asportato durante la fase di *realizzazione* delle opere a farsi

2- Massicciata stradale in misto stabilizzato calcareo

(prof. da -0,10 a -0,30 mt dai p.c.)

Questo *orizzonte litologico* non è stato caratterizzato dal punto di vista *geotecnico* in quanto *verrà* asportato durante la fase di *realizzazione* delle opere a farsi

3- Suolo sepolto a componente piroclastica, dal colore marroncino

(prof. da -0,30 a -0,50 mt dal p.c.)

$$y_{nat} = 14,21 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 5,67 \text{ kN/m}^2$$

$$y_{sat} = 18,05 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{angolo di attrito } \phi = 26,77^\circ$$

4- Ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa (S2C1)

(prof. da -0.50 a -6.10 mt dal p.c.)

$$y_{nat} = 20,10 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 2,56 \text{ kN/m}^2$$

$$y_{sat} = 21,10 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{angolo di attrito } \phi = 31^\circ$$

5- Ghiaia limosa sabbiosa debolmente argillosa (S2C2)

(prof. da -6.10 a -18,00 mt dal p.c.)

$$y_{nat} = 21,97 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 1,99 \text{ kN/m}^2$$

$$y_{sat} = 22,50 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{angolo di attrito } f = 32^\circ$$

6- Breccie calcaree mediamente fratturare intercalata da livelli ben cementati dallo spessore centimetrico. Lo strato si presenta addensato/consistente tenace alla perforazione nei livelli cementati

(prof. da -18.00 a -20.00 mt dal p.c.)

$$y_{nat} = 23,51 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 1,30 \text{ kN/m}^2$$

$$y_{sat} = 23,71 \text{ kN/m}^3$$

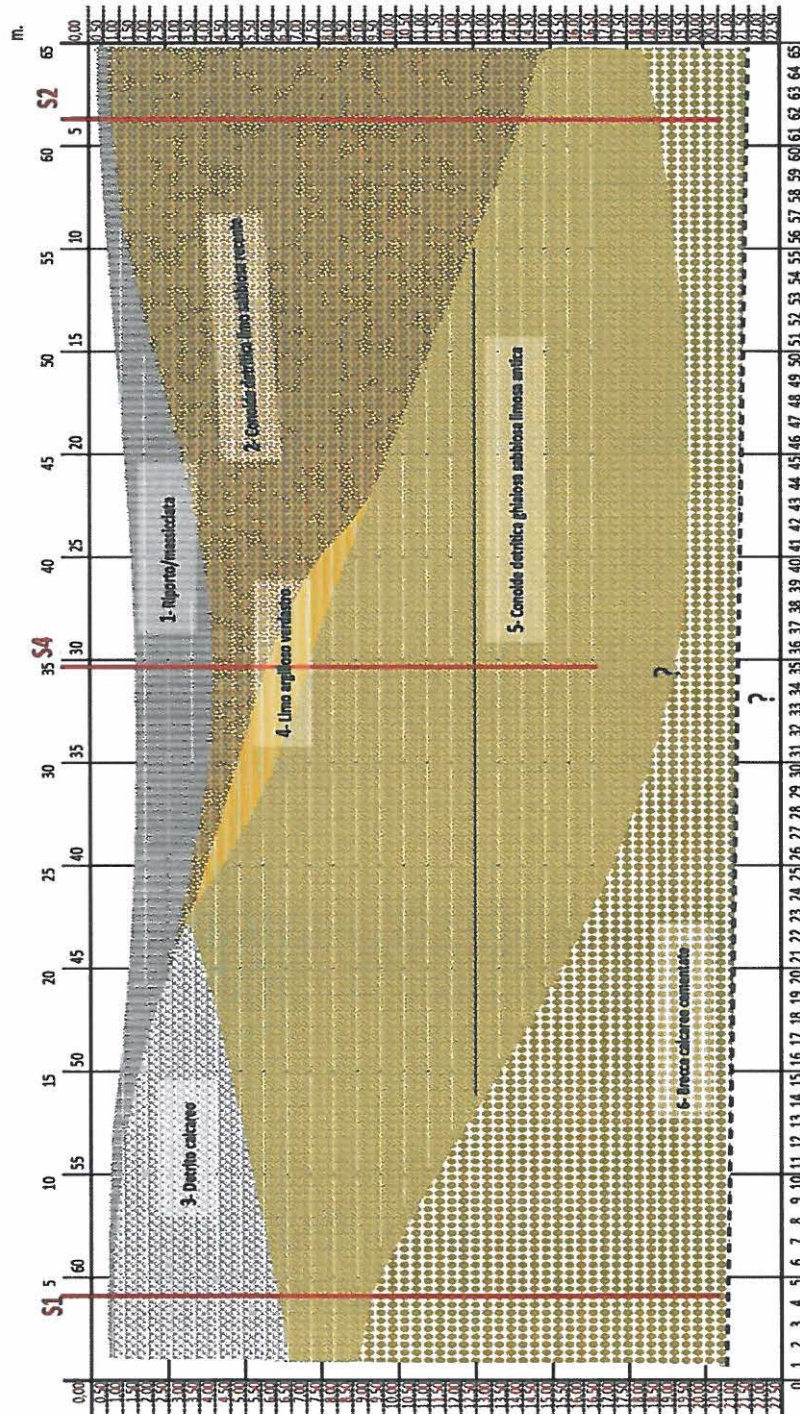
$$\text{angolo di attrito } \phi = 33^\circ$$

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N, -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 45
---	---------------------------	---------

I parametri sopra riportati sono stati ricavati dalle analisi geotecniche effettuate in laboratorio, dall'elaborazione delle indagini geotecniche di sito SPT e dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo attraverso una mediazione e depurazione ragionata sui i valori ritenuti significativi al contesto geologico-geotecnico.

Questi parametri saranno **utilizzati** nelle formule classiche a seconda delle combinazioni e degli approcci indicati dalla normativa (§6.4.2.1) e forniranno i carichi limite dei terreno.

Dai modelli geologico tecnici del sotto suolo riportati in precedenza. io scrivente ha estrapolato una sezione geologica di riferimento che riporto di seguito:



Sezione geologica di riferimento estrapolata tramite i sondaggi geognostici a carotaggio continuo S1, S4 ed S2

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N,-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 47
--	----------------------------------	----------------

ZONA ESECUZIONE S3

(Areale SP109 - Vitulanese - Km 14+350)

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

WGS84

lat. 41.142525 N
long. 14.636933 E
ED50
lat. 41.143515 N
long. 14.637801 E
Altitudine
369,00 s.l.m.

Strato	Prof. (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	0,20	0,20	Asfalto
2	0,30	0,10	Massicciata stradale in misto stabilizzato calcareo
3	1,30	1,00	Riperto antropico di ghiaia calcarea in matrice limo-sabbiosa di colore grigio brunastro
4	1,60	0,30	Suolo sepolto a componente piroclastica, dal colore marroncino
5	8,00	6,40	Ghiaia sabbiosa limosa debolmente argillosa (S3C1)
6	10,00	2,00	Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaia calcarea fratturata, awicendati da livelli limo sabbiosi di colore ocraceo dallo spessore da centimetrico a decimetrico. Lo strato si presenta allo stato da moderatamente ad addensato

Tabella Modello stratigrafico desunto

Si forniscono al progettista i seguenti parametri caratteristici dei terreni di fondazione dell'area indagata ottenuti sia **dall'elaborazione** delle prove **Spt** eseguite durante i sondaggi geognostici denominati **S1, S2, S3** ed **S4** che dai campioni indisturbati **analizzati** prelevati in corso di esecuzione dei sondaggi geognostici.

Inoltre in sito e stata eseguita una indagine sismica superficiale del tipo MASW (in allegato vedi **MASW-M1**), una tomografia sismica (in allegato vedi tomografia **MT1**) ed una un indagine sismica **superficiale** del tipo **HVSR-HN-1** (in allegato vedi **HVSR-HV-1**).

INDAGINI GEONOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITLANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 49
--	---------------------------	---------

seconda delle combinazioni e degli approcci indicati dalla normativa (§6.4.2.1) e forniranno i carichi limite del terreno.

ZONA ESECUZIONE S4

(Areale SP109 - Vitulanese - Km 14+350)

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

WGS84

lat. 41.142511 N
long. 14.637022 E
ED50

lat. 41.143501 N
long. 14.637890 E
Altitudine

167,50 s.l.m.

Strato	Prof. (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	2,50	2,50	Riporto antropico costituito da fresato di asfalto e ghiaia sabbiosa
2	3,10	0,60	Suolo sepolto a componente piroclastica , dal colore marroncino
3	4,20	1,10	Limo sabbioso dal colore marroncino a tonalità volpina-salmone di origine piroclastica , Inglobante diffusamente detrito calcareo a luoghi fortemente degradato da attacco carsico . Lo strato si presenta allo stato mediamente addensato
4	4,30	0,10	Suolo sepolto limo argilloso debolmente sabbioso dal colore brunastro
5	5,40	1,10	Limo con argilla sabbiosa ghiaiosa (S4C1)
6	15,00	9,60	Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaia calcarea fratturata , avvicendati da livelli limo sabbiosi di colore ocreo allo spessore centimetrico a decimetrico . Lo strato si presenta allo stato moderatamente addensato ad addensato

Tabella Modello stratigrafico desunto

Si forniscono al progettista i seguenti parametri caratteristici dei terreni di fondazione **dell'area** indagata ottenuti sia **dall'elaborazione** delle prove Spt eseguite durante i sondaggi geognostici denominati S3 ed S4 che dai campioni indisturbati analizzati prelevati in corso di esecuzione dei sondaggi geognostici.

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEORSICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 50
--	---------------------------	----------------

Inoltre in sito è stata eseguita una indagine sismica superficiale del tipo MASW (in allegato vedi **MASW-M1**), una tomografia sismica (in allegato vedi tomografia **MT1**) ed una indagine sismica superficiale del tipo HVSr- HN-1 (in allegato vedi HVSr-HN-1).

1. Riporto antropico costituito da fresato di asfalto e ghiaia sabbiosa
(prof. da 0.00 a -2.50 mt dal p.c.)

Questo orizzonte litologico non è stato caratterizzato dal punto di vista geotecnico in quanto verrà asportato durante la fase di realizzazione delle opere a farsi
2. Suolo sepolto a componente **piroclastica**, dal colore marroncino
(prof. da -2,50 a -3,10 mt dal p.c.)

$y_{nat} = 19,57 \text{ kN/m}^3$ $y_{sat} = 20,10 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 2,69 \text{ kN/m}^2$ angolo di attrito $\phi = 27^\circ$
3. Limo sabbioso dal **colore** marroncino a tonalità volpina-salmone di origine **piroclastica**, inglobante diffusamente detrito **calcareo** a luoghi fortemente degradato da attacco **carsico**.

(prof. da -3,10 a -4.20 mt dal p.c.)

$y_{nat} = 21,92 \text{ kN/m}^3$ $y_{sat} = 22,10 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 2,56 \text{ kN/m}^2$ angolo di attrito $\phi = 31^\circ$
4. Suolo sepolto limo argilloso debolmente sabbioso dal colore brunastro
(prof. da -4,20 a -4,30 mt dal p.c.)

$y_{nat} = 19,03 \text{ kN/m}^3$ $y_{sat} = 19,43 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 12,22 \text{ kN/m}^2$ angolo di attrito $\phi = 22^\circ$
5. Limo con argilla sabbiosa ghiaiosa (**S4C1**)
(prof. da -4,30 a -5,40 mt dal p.c.)

$y_{nat} = 19,40 \text{ kN/m}^3$ $y_{sat} = 19,90 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c' = 17,29 \text{ kN/m}^2$ Coesione $C_u = 67,13 \text{ kN/m}^3$
angolo di attrito $\phi = 31^\circ$ Modulo Edometrico $E_{ed} = 3539,13 \text{ kN/m}^3$
Coesione $c'_{residua} = 5,55 \text{ kN/m}^2$ $\phi_{residua} = 13,01^\circ$

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N., -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 51
---	---------------------------	----------------

6. Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaia **calcarea** fratturata, awicendati da livelli limo sabbiosi di colore ocraceo allo spessore centimetrico a decimetrico. Lo strato si presenta allo stato moderatamente addensato ad addensato.

(prof. da -5,40 a -15,00 mt dal p.c.)

$$y_{nat} = 21,69 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 1.79 \text{ kN/m}^2$$

$$y_{sat} = 22,03 \text{ kN/m}^3$$

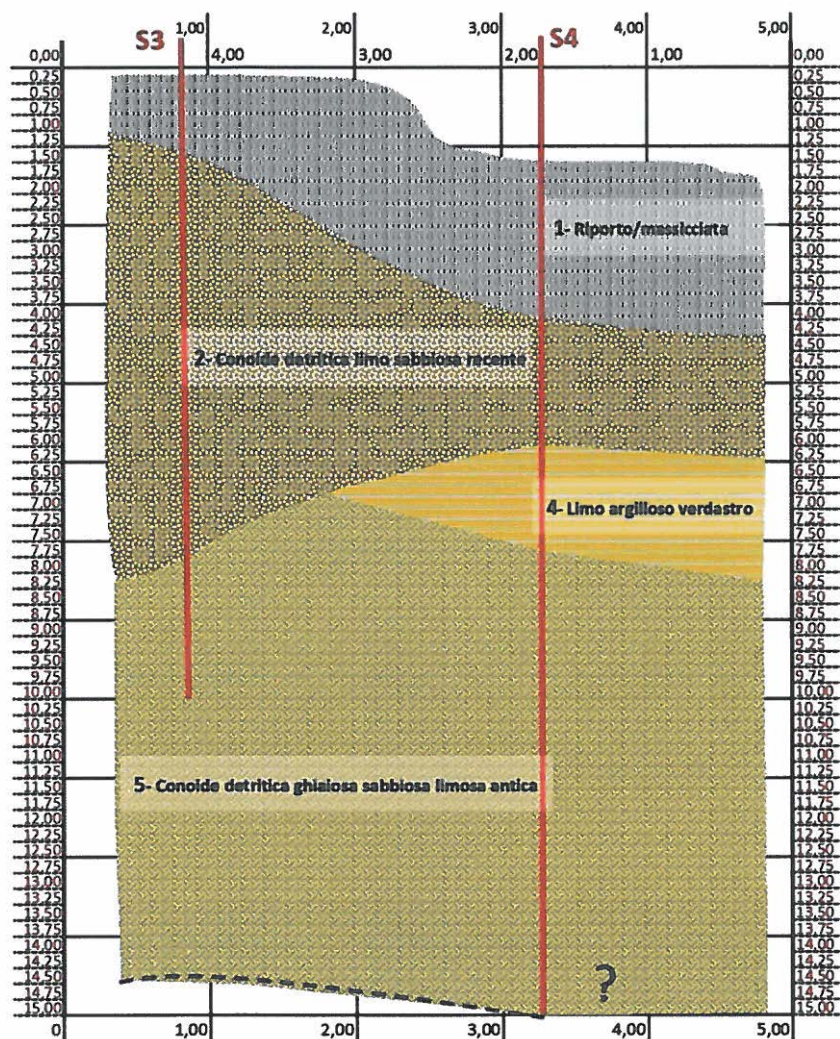
$$\text{angolo di attrito } \phi = 31''$$

I parametri sopra riportati sono stati ricavati dalle **analisi** geotecniche effettuate in laboratorio. **dall'elaborazione delle** indagini geotecniche di sito SPT e dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo attraverso una mediazione e depurazione ragionata sui i valori ritenuti significativi al contesto geologico-geotecnico.

Questi parametri saranno utilizzati nelle formule classiche a seconda delle combinazioni e degli approcci indicati dalla normativa (§6.4.2.1) e forniranno i carichi limite del terreno.

Dai modelli geologico tecnici del **sottosuolo** riportati in precedenza, lo scrivente ha estrapolato una sezione geologica di riferimento che riporto di seguito:

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEORSICHE PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "MITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO N PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' FRECOBAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N,-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 52
---	---------------------------	---------



Sezione geologica di riferimento estrapolata tramite i sondaggi geognostici a carotaggio continuo S3 ed S4

Restano onere e discrezione anche del progettista geotecnico la consultazione e relativa parametrizzazione geotecnica attraverso l'allegato delle indagini geologiche. geognostiche, geotecniche e sismiche sviluppata dallo scrivente come richiesto dalla determina d'incarico, tutto ciò predetto è in coerenza con il capitolo 6 e nello specifico con il Paragrafo 6.1.2 - Prescrizioni

INDAGINI GEOGNOSTICHE , GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.,-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 53
--	---------------------------	---------

Generali in cui secondo le Norme di Costruzione ai sensi del D.M. del 17/01/2018 si afferma quanto segue:

- Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere. dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali;
- I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, devono essere esposti in una specifica relazione geologica di cui al § 6.2.1;
- Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini definite dal progettista in base alla tipologia dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive;
- Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica di cui al § 6.2.2, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica. delle Norme Tecniche Di Costruzione ai sensi dei D.M. del 17/01/2018.

11. ZONAZIONE SISMOGENETICA, CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE ED INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI SISMICI

Ai movimenti tettonogenetici compressivi mio-pliocenici prima descritti fanno seguito reazioni isostatiche. Si verificano, infatti, soprattutto a partire dal Plio-Pleistocene, movimenti surrettivi entro il dominio di catena che disarticolano notevolmente gli ordinamenti strutturali precedenti. In questa fase evolutiva, definita epigenesi, si determina il ringiovanimento delle forme dei rilievi. si sviluppano profonde incisioni e in aree continentali si configurano unità fisiografiche in disequilibrio rispetto al livello medio del mare. In questa fase evolutiva si genera la depressione ed i rilievi carbonatici mesozoici della Campania.

L'epigenesi si è sviluppata con il susseguirsi di eventi surrettivi che hanno scatenato dinamiche superficiali di versante come le frane. Questi processi di denudamento dei versanti conoscono periodi di accelerazione quando sollecitati da cause dinamiche quali i terremoti; la relazione tra

INDAGINI GEOGNOSTICHE , GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N,-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 54
--	----------------------------------	----------------

terremoti e franosità di un territorio è un connubio più volte verificato (franosità indotta in fase dinamica). A tali periodi si sono alternati periodi di calma tettonica. sufficientemente lunghi da favorire processi geologici di peneplanazione. Periodi di stabilità tettonica si sono sviluppati nel Messiniano e a luoghi nel Pliocene medio fino a parte del Pleistocene inferiore con genesi di un'ampia superficie spianata la "Paleosuperficie" **auct.** che interessa prevalentemente i settori di catena **s.s.** ove l'ossatura si **caratterizza** con i massicci carbonatici e i terreni flyschoidi. Gli eventi successivi al Pleistocene inferiore (1.4 Ma dal presente) sbloccano un sistema di faglie **dirette**; alla fine del Pleistocene inferiore (**0.7** Ma dal presente) tale sistema è stato riattivato con la genesi di altri lineamenti tettonici. Il Pleistocene medio è segnato da testimonianze di attività tettonica che hanno dato vita a bacini lacustri oggi estinti, mentre nel Pleistocene superiore le zone **assiali** della catena sono state ancora interessate da movimenti tettonici distensivi che hanno determinato l'**estinzione** dei bacini lacustri più piccoli, per erosione della soglia.

Anche lo schema di zonazione di sismotettonica regionale, dedotto dai dati di sismicità storica dell'**Appennino** meridionale, inserisce la zona in studio nella porzione assiale della catena; area dove si generano e sono quindi da prevedere terremoti di medio-alta **intensità**. Le **isosiste** dei terremoti più intensi si sviluppano prevalentemente in senso appenninico similmente allo sviluppo delle faglie di distensione; tale zona. ampia circa **40** km, viene assimilata alla porzione di catena più sollevata e si sviluppa dal territorio sannitico a quello calabrese. Gli sforzi agenti nei terremoti, dedotti dallo studio dei loro meccanismi **focali**, sono legati prevalentemente a movimenti distensivi e subordinatamente a movimenti trastensivi.

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 55
---	---------------------------	---------

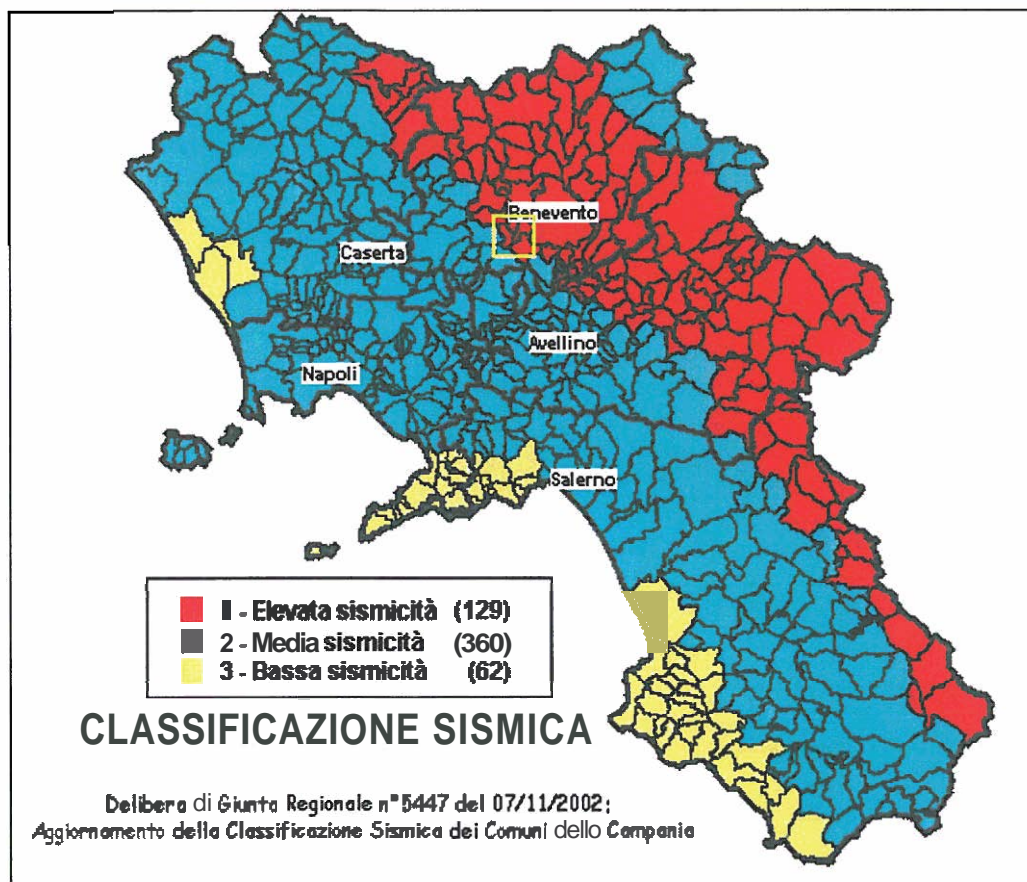


Figura 3. - Classificazione sismica regionale (D.G.R. 5447 del 7 novembre 2002)

Dalla **letteratura** è possibile rilevare vari eventi sismici con magnitudo superiore a 6; in particolare il terremoto dell'agosto 1962, similmente a quello del luglio 1930, indica un'attivazione di movimenti distensivi, pur non mancando movimenti di trascorrenza, con direzione W-E **caratterizzati** da magnitudo pari a 6,2 e con effetti valutati tra l'VIII e l'XI grado della scala Mercalli.

L'ultimo terremoto dell'Irpinia del novembre 1980, con pari magnitudo, è legato ad una zona di rottura pari a 70/80 km con direzione appenninica, associata a movimenti distensivi **attualmente** perduranti. A seguito di tale evento calamitoso il Comune di **Cautano** è stato classificato in prima categoria con Deliberazione di Giunta Regionale n° 5447 del 07 novembre 2002 .

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 56
--	----------------------------------	----------------

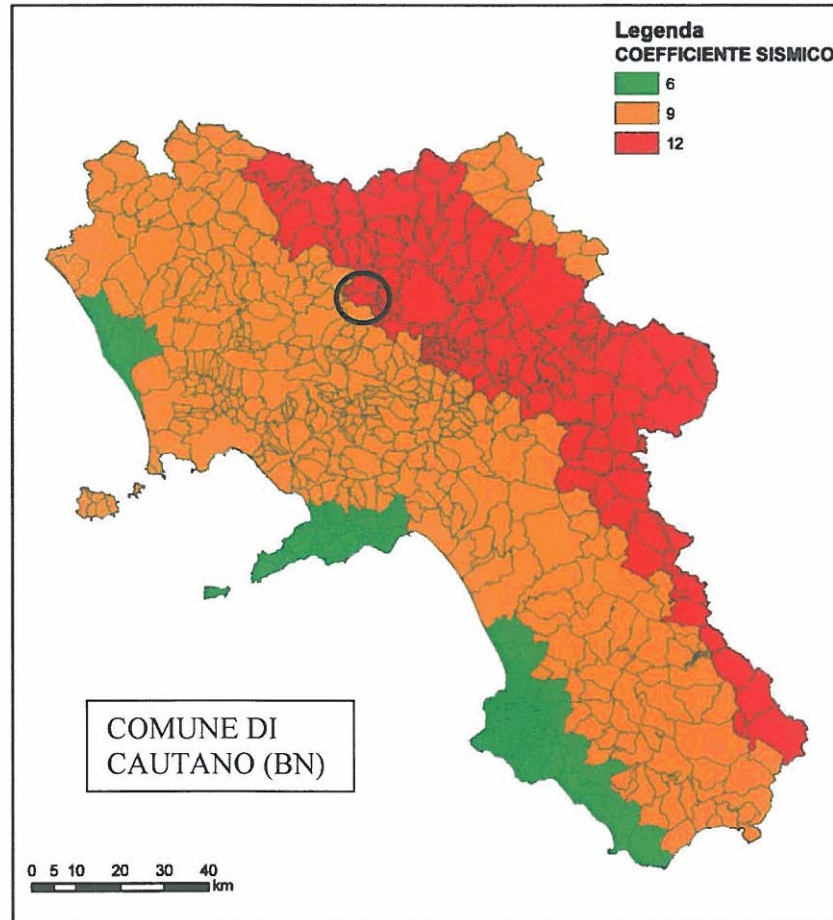
Il Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (ordinanza P.C.M. 20/03/03 n. 3274) dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia ha sviluppato nel 2004 una nuova zonazione sismogenetica, denominata "Zonazione Sismogenetica **ZS9** ", alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

In base a questo rapporto l'area di progetto ricade all'interno della Zona sismogenetica 927 (Sannio-Irpinia-Basilicata) ed è caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, da circa 0,7 milioni d'anni, sta interessando l'**Appennino** meridionale. Questa zona comprende le aree **localizzate** lungo l'**asse** della catena, fino al massiccio del **Pollino**. Il meccanismo di fagliazione individuato per questa zona è normale e le profondità ipocentrali sono comprese tra gli 8 e 12 km.

Per quanto concerne la sismicità storica, in base ai dati reperibili su terremoti verificatisi nei comuni Campani, la massima intensità macrosismica per il comune di **Cautano** (BN) risulta di poco superiore alla Magnitudo 7; **difatti** per ciascuna zona sismogenetica è stato definito il valore di M-max **atteso** per un evento sismico avente tempo di ritorno pari a 475 anni, calibrato sui dati sismologici e geologici **osservati**.

Per la zona Sismogenetica 927 (Sannio-Irpinia-Basilicata) infatti è stata calcolata statisticamente una probabile Magnitudo massima attesa (M-max) di 7.06 gradi della **scala** Richter.

In anticipo rispetto **alla** normativa nazionale (**Riclassificazione** sismica del territorio nazionale "Attuazione del D.M. 14/05/2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 Aprile 2006 pubblicate sulla G.U. dell'**11/05/2006**), la Regione Campania ha adonato, con D.G.R. 5447 del 7 novembre 2002, la nuova classificazione sismica del territorio regionale formulata dai gruppo di lavoro costituito da esperti del Servizio Sismico Nazionale (**SSN**), dell'Istituto Nazionale di Geofisica (INGV) e del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT), in base alla risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997 e le risultanze relative ai comuni **della** Campania.



Classificazione Sismica del comune di *Cautano* (BN) ai sensi della D.G.R.C. 5447/02

Il Comune di **Cautano** (BN) rientra in prima categoria sismica.

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03 e successivamente del D.M. 17/01/2018 è cambiato il livello energetico **attribuito** alle classi sismiche, per cui la "Pericolosità Sismica", espressa come intensità sismica in termini di accelerazione al suolo (**ag/g**), **mette** in luce nuovi valori di riferimento, notevolmente superiori rispetto a quelli precedentemente vigenti.

INDAGINI GECGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N,-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano	Pag. 58
---	--------------------------	----------------

Classificazione Classificazione Sismica (O.P.C.M. 3274/03)	Accelerazione Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ag/g	Accelerazione Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) ag/g	Classificazione ClassificazioneSismica (D.M. 19/01/96)	Coefficiente Coefficiente Sismico (S)
1	> 0,25	0,35	1	0,1
2	0,15 – 0,25	0,25	2	0,09
3	0,05 – 0,15	0,15	3	0,06
4	<0,05	0,05	4	0

Variazioni dell'intensità sismica a parità di classe (O.P.C.M. 3274/03 e s.m.i).

Considerato che il progetto in questione riguarda la **"Realizzazione di opere utili ad attenuare o se ne è possibile bloccare in modo definitivo il movimento franoso presente alla coordinata gps 41.142462 n.-14.636869 nei pressi della strada provinciale SP 109 - Vitulanese limitrofa al cimitero comunale di Cautano .**

Nell'area precedentemente identificata; si è decisi di attuare una campagna di indagine sismica più approfondita attraverso un indagine sismica superficiale del tipo MASW , una tomografia sismica superficiale ed un indagine sismica superficiale del tipo HVSr , si è decisi di attuare cib nei pressi della zona di frana ivi presente e di conseguenza **caratterizzata** da maggiori criticità idro-geomorfologiche.

Per quanto concerne l'area di progetto è stata considerata la seguente zona:

JZONA 1 (Areale SP109 – Vitulanese – Km 14+350) :

La seguente area si trova lungo l'asse stradale **provinciale SP109** limitrofa al cimitero comunale di **Cautano**

Ai fini della valutazione degli effetti sismici locali sia per l'individuazione degli spettri di risposta elastici di sito che per la determinazione dei parametro $V_{s,eq}$ e delle categoria del sottosuolo di fondazione (Tab. 3211 del D.M. 17/01/2018) sono state eseguite indagini sismiche di **superficie** del tipo HVSr , TOMOGRAFIA SISMICA SUPERFICIALE e del tipo MASW.

INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOFISICHE PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PROSSIMAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 59
---	---	----------------

$$V_{Seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

hi = spessore dell'i-esimo strato;

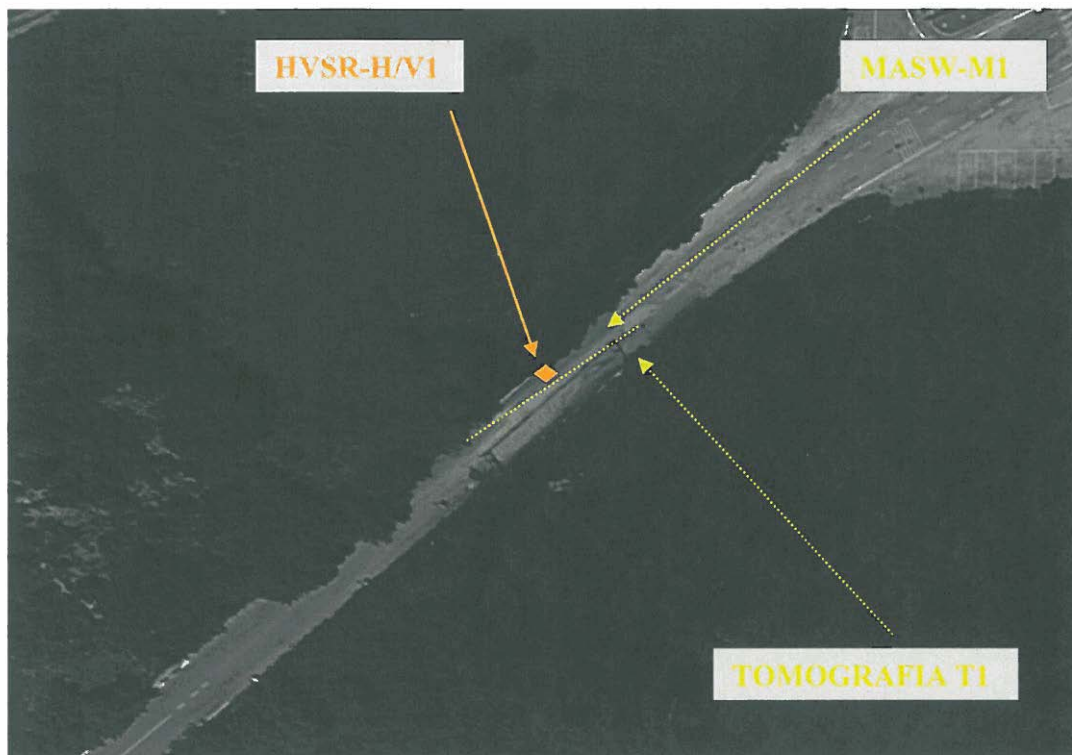
VS,i = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

L'elaborazione delle indagini sismiche MASW. TOMOGRAFIA SISMICA ED HVSR hanno permesso l'individuazione dei sismostrati all'interno dei primi 30 metri di profondità dal p.c., caratterizzati da diverse velocità delle onde sismiche di taglio VS.

UBICAZIONE DELLE INDAGINI SISMICHE ESEGUITE E REPERITE



Stralcio carta ubicazione delle indagini eseguite

INDAGNI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' FREQUENTEMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N-1463889 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 60
---	----------------------------------	----------------

Di seguito riporto l'areale nella quale sono state eseguite le indagini sismiche su citate:

ZONA 1(Areale SP109 - Vitulanese - Km 14+350)

Parametri del modello **sismo-stratigrafico** del sito in cui è stata realizzata una Masw denominata Masw-M1

Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	Vs (m/s)	Densità kg/m ³	Modulo Poisson
1	2,70	-2,70	355	1820	0,40
2	3,20	-5,90	440	1890	0,38
3	3,40	-9,30	590	1950	0,40
4	∞	∞	1260	2100	0,40

L'elaborazione della prova, eseguita appositamente per la definizione della categoria del sottosuolo di fondazione (con la metodologia delle V_s nell'area di intervento, ha determinato una velocità media $V_{s_{eq}}$ di 450 m/s dal p.c.

Prospezione sismica	$V_{s_{eq}}$ (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW	450	B

Il substrato sismico è identificabile a partire dai -9.30 mt di profondità rispetto al piano campagna ed il sottosuolo dell'opera in progetto rientra nella categoria "B" :

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 VINLANESE' NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 61
---	---------------------------	---------

Tab. 3.2.II - *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categorie Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018 - Tab. 3.2.II)

Categoria sottosuolo		C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_x}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tab. 3.2.V- *Valori massimi del coefficiente di amplificazione t_i*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15'' \leq i \leq M'$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > M'$

Categorie topografiche (D. M. 17 gennaio 2018 - Tab. 3.2.III)

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 62
--	---------------------------	---------

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tab. 3.2.V- Valori massimi del coefficiente d_i amplificazione t_i

Mentre per quanto riguarda la categoria topografica pendenza medio-alta del sito dove sorgerà l'opera fa rientrare la stessa nella Categoria Topografica T2 = *Pendii con inclinazione media $i > 154$*

12. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

La valutazione delle azioni sismiche di progetto verrà effettuata dal progettista secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, utilizzando come base di partenza i dati scaturiti dall'indagine geofisica illustrata nella presente relazione sismica.

A tale riguardo, oltre a prevedere la valutazione dell'azione sismica attraverso gli spettri di progetto elastici del terreno (§3.2.3.2 delle NTC), la normativa prevede l'impiego di accelerogrammi per la verifica degli stati limite ultimo e di esercizio (§3.2.3.6); resta tuttavia discrezione del progettista la metodologia da utilizzare in fase di verifica delle strutture.

Ovviamente gli spettri di risposta elastici (o gli accelerogrammi) che verranno ottenuti dall'analisi delle azioni sismiche dovranno essere rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito individuata nell'area oggetto di indagine.

Nello specifico si forniscono al progettista tutti i dati ed i parametri di interesse prettamente geofisico al fine di valutare le azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalla normativa vigente.

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E R E W O N E GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 63
---	---------------------------	----------------

1)PARAMETRI DELL'AZIONE SISMICA DI BASE PER IL SITO IN OGGETTO

(Realizzazione nuovi spogliatoi)

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II) B

Categoria Topografica(Tab. 3.2.IV) T2

*Coordinate geografiche del sito indicate dall'ente appaltante della provincia di Benevento nella determina d'incarico:

WGS84(in decimali): 41.142462 N ; 14.636869 E

ED50 (in decimali): 41.143452 N 14.637737 E

- coordinate geografiche per definire la pericolosità sismica di base in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a

13. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE SISMICA DI SITO

Il sito presso il quale saranno realizzate le opere deve essere stabile nei confronti della **liquefazione**, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumuli di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni **cicliche** e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (§7.11.3.4 NTC).

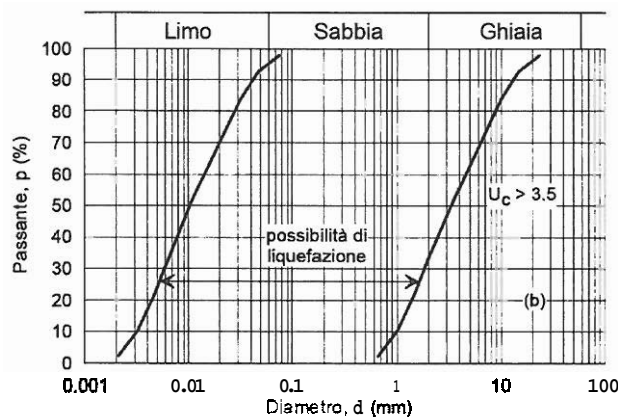
La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1 Eventi sismici attesi di Magnitudo M inferiore a 5.
- 2 Accelerazioni massime attese al **p.c.** in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di **0,1 g**.
- 3 Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal **p.c.**, per **p.c.** sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.

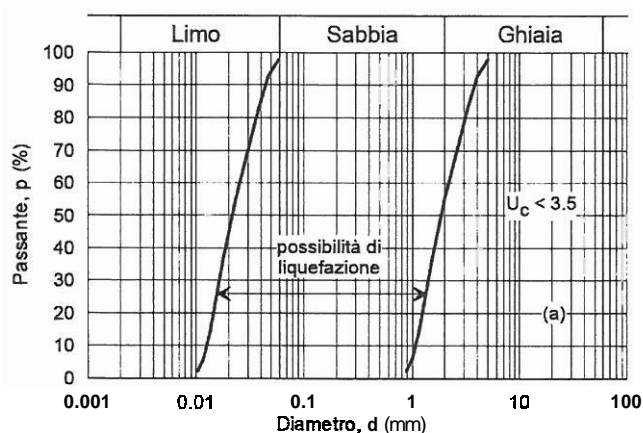
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOASICHE, PROVE DI LABORATORIOE RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 64
---	---------------------------	----------------

4 Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1n} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 Kpa e q_c è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche **statiche** (CPT) **normalizzata** ad una tensione efficace verticale di 100 Kpa.

5 Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure seguenti, nel caso rispettivamente di terreni con coefficiente di uniformità U_c minore e maggiore di 3



INDAGINI GEOGNOSTICHE , GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VNLANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 65
--	----------------------------------	----------------



Nei casi in esame, visto che nessuna delle condizioni citate precedentemente era soddisfatta, si è ritenuto opportuno procedere alle verifiche di liquefazione utilizzando il metodo di Andrus e Stokoe (1997 modificato) che utilizza la velocità delle onde di taglio V_s , per calcolare il parametro di resistenza alla liquefazione CRR (Cyclic Resistance Ratio).

Quando nessuna delle condizioni sopra elencate risulta soddisfatta e il terreno comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Nei caso in esame risulta soddisfatta almeno una delle cinque condizioni per astenersi dall'eseguire la verifica di liquefazione sismica di sito; infatti la circolazione idrica della falda acquifera è in corrispondenza di uno strato costituito da un livello litoide calcareo-dolomitico fratturato e di conseguenza non suscettibile alla liquefazione sismica di sito.

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 66
--	--------------------------------------	----------------

14. INTERVENTI

Durante la realizzazione di **lavori** ed opere che comportino scavi o riporti di terreno, non dovranno essere create condizioni di rischio per il verificarsi di smottamenti, franamenti o altri fenomeni gravitativi.

E' consigliabile, quindi, prevedere una serie di accorgimenti necessari ad un corretto e razionale **utilizzo** dell'area nonché alla sua sistemazione idraulica; per tale motivo si rende necessario esplicitare le seguenti raccomandazioni:

1. In fase di esecuzione dei lavori dovrà essere messo in opera un adeguato sistema di drenaggio superficiale al fine di allontanare le acque meteoriche e di falda superficiale eventualmente richiamate **nell'area** di scavo. Quest'opera dovrà essere realizzata in modo da recapitare le acque intercettate nel reticolo di impluvi naturali e/o in altri recettori vicini. La funzione del drenaggio sarà quella di limitare la probabilità che si possano avere ristagni sia a ndosso che alla base degli scavi da effettuare.

Si consiglia di attuare quindi un sistema a **canalette** superficiali nel tratto oggetto d'intervento con l'obiettivo di captare e allontanare le acque ruscelianti, non solo quelle provenienti dalle precipitazioni o dalle emergenze idriche ma anche quelle stagnanti entro eventuali depressioni.

La disposizione delle canalette superficiali potrà essere realizzata sia all'interno che **all'esterno** dell'area dissestata che interessano quelle *"Opere **atte ad attenuare o se e possibile bloccare il movimento franoso presente alla coordinata Gps 41.142462 n. -14.636869 nei pressi della strada provinciale SP 109 - Vitulanese limitrofa ai cimitero comunale di Cautano**".*

Oltre a questi interventi è consigliabile l'inserimento delle trincee drenanti nel tratto oggetto d'intervento. Le modalità di esecuzione delle trincee drenanti sono diverse in funzione della profondità e delle diverse situazioni litologiche ed idrogeologiche locali. Le trincee devono essere scavate con attenzione, a piccoli tratti, procedendo da valle verso monte in modo che, anche se costruite parzialmente, esse possano esercitare la loro azione drenante già in fase di costruzione. Il fondo **dello** scavo può avere una pendenza uniforme in caso di versanti poco inclinati (10°-15°),

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIOE RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 67
--	---------------------------	----------------

mentre nel caso ivi presente di pendii maggiormente inclinati o di trincee **molto** estese in lunghezza, si deve procedere alla gradonatura del fondo scavo.

Sul fondo della trincea può essere installata una canaletta in **calcestruzzo** sopra la quale è posto un tubo (PVC, PE, metallico o in cemento).

Inoltre si consiglia. in fase di esecuzione dei lavori all'interno dei tratti oggetto di intervento, poiché caratterizzati da aree in dissesto idrogeologico di svolgere i lavori di scavo impostandoli a setti.

2. Considerato che il tratto oggetto d'intervento non è stabilizzato e quindi non c'è una condizione di sostegno del terreno e di conseguenza del manto stradale sovrastante. si consiglia di effettuare opere di sostegno sia di tipo gabbionate, sia paratie di pali. Nel caso specifico queste strutture sono indispensabili per risolvere la problematica derivata dalla presenza del dissesto, i quali sono mitiganti nel caso specifico in fase di lenta movimentazione. Infatti, dal riievamento **geologico-geomorologico** si è evinto una condizione di aree fortemente condizionate da fenomeni gravitativi a **cinematica** relativamente lenta: ciò è stato identificato già sia dal PSAI (PIANO STRALCIO AUTORITA' DI BACINO) del territorio del comune di **Cautano** aggiornato al 2006, sia attraverso il nuovo portale Idrogeo **dell'Ispra** aggiornato agli eventi ricadenti fino alla finestra temporale 2018-2020* tramite la Carta **Iffi** realizzata ad hoc per l'area oggetto in cui andranno ad insistere le opere a farsi..

Per la sistemazione e la stabilizzazione del **tratto** si consiglia l'**utilizzo** di paratie di pali, impostate almeno lungo tutto il tratto stradale interessato da una maggiore condizione di dissesto (ciò lo si può appurare anche dalla documentazione fotografica riportate **nell'allegato** del report fotografico del riievamento geologico e geomorologico eseguito), la profondità di tali corpi edili dovrà essere idonea a raggiungere ed incassarsi **all'interno** dello strato geologico **più** competente rappresentato **dalle** Breccie Caicaree cementate nel caso specifico.

Inoltre le opere di ritenuta (paratie, gabbionate, muri etc..) dovranno essere realizzate senza sbanchi ortogonali al versante in modo da non sbloccare le superfici stratigrafiche rilevate e nel caso in cui non fosse possibile, prevedere opere di contenimento accessorie e provvisionali ane

INDAGINI GEOGNOSTICHE. GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14. 636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 68
---	---------------------------	----------------

sia a lavorare in condizioni di sicurezza, sia preservanti l'attuale assetto morfologico. fine ultimo e generale dell'intero intervento progettuale.

3. Non dovranno essere creati ostacoli e/o impedimenti al naturale deflusso delle acque di ruscellamento superficiale;

4. non dovranno essere create problematiche. ostacoli ed impedimenti alle eventuali sorgenti presenti nell'area di progetto

5. Il terreno di risulta di eventuali scavi sarà accantonato in aree idonee allo stoccaggio provvisorio in attesa del suo possibile riutilizzo e/o conferito presso impianti autorizzati al ricevimento.

15. PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI

Le attività in progetto, sono state valutate secondo il grado di approfondimento previsto dalla normativa vigente.

Nell' area, essendo presenti dissesti idrogeologici attivi e in parte quiescenti. gravano sull'opera l'opera in progetto. ma se realizzata e verificata secondo modellazione geotecnica sito-specifica, si può affermare che sussistono le condizioni di fattibilità delle attività e delle opere a farsi.

Dai dati geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici sia pregressi che attualmente eseguiti, è stato possibile definire i modelli geologico-tecnici sito-specifici i quali hanno mostrato nel complesso, caratteristiche abbastanza variabili. frutto della notevole disomogeneità geomorfologica e litostratigrafica.

Onde evitare il progressivo decadimento delle caratteristiche meccaniche e litodinamiche dei depositi direttamente implicati dai cinematismi attivi, si prescrive l'attuazione e l'inserimento delle opere nelle modalità consigliate.

La determinazione dei parametri geotecnici è stata identificata ed estrapolata attraverso una campagna d'indagine geologica. geognostica, geotecnica e geofisica, la quale ha dato la possibilità di identificare le caratteristiche geotecniche che interessa l'area caratterizzata da maggiori problematiche di carattere idro-geomorfologico.

INDAGINI GEGGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 69
--	---------------------------	----------------

Tale elaborato è propedeutico alla successiva fase della progettazione definitivo-esecutiva riguardante opere atte ad attenuare o se è possibile a bloccare il movimento franoso (presente alla coordinata Gps 41.142462 N-14.636869 E) nei pressi della strada provinciale SP 109 - Vitulanese limitrofa al cimitero comunale di Cautano".

Lo studio di cui tale relazione ne è frutto. è stato predisposto per il prosieguo delle attività di monitoraggio in termini piezometrici (Pz.1 in S2).

La circolazione idrica della falda acquifera è in corrispondenza di uno strato costituito da un livello litoide calcareo-dolomitico fratturato e di conseguenza non suscettibile alla liquefazione sismica di sito di conseguenza come da normativa vigente si è esonerati dall'eseguirlo.

16. CONCLUSIONI

Le previsioni edilizie in progetto, sono state valutate secondo il grado di approfondimento previsto dalla normativa vigente, pur essendo presenti dissesti idrogeologici attivi e/o quiescenti le opere a farsi risultano eseguibili in quanto serviranno a mettere in sicurezza e di conseguenza a mitigare il rischio idrogeologico insistente alla coordinata Gps 41.142462 N-14.636869 E. nei pressi della strada provinciale SP 109 - Vitulanese limitrofa al cimitero comunale di Cautano".

Nella zona in esame sono presenti dissesti idrogeologici attivi o quiescenti che possano interferire con l'opera in progetto; inoltre il sistema idrografico non costituisce un pericolo idraulico per l'opera in progetto, pur essendo presenti queste condizioni le opere a farsi sono eseguibili in quanto serviranno a mitigare il rischio idrogeologico presente nell'areale esaminato

Considerando le condizioni geologiche, geomorologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche sarà compito del progettista verificare, in sede di calcolo della struttura. l'incidenza delle possibili deformazioni in sede di applicazione dei carichi, la valutazione delle tensioni indotte nei terreni e quindi adottare le opportune scelte progettuali.

Per le verifiche geotecniche degli SLU di cui ai cap. 6 e 7 del D.M. 17/01/2018 si consiglia al progettista l'approccio semplificato 2 (A1+M1+R3) in modo da tener conto della rottura per carico

INDAGINI GEOGNOSTICHE , GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.- 14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 70
---	---------------------------	---------

limite e dello scorrimento della fondazione; mentre la verifica della stabilità globale della struttura potrà essere effettuata usando la combinazione di carichi A2+M2+R2.

Nei capitolo 10 - modelli geologico tecnici dell'area di progetto sono stati forniti al progettista i parametri geotecnici caratteristici del sottosuolo ivi presente: restano onere e discrezione anche del progettista geotecnico la consultazione e relativa **parametrizzazione** geotecnica attraverso l'allegato delle indagini geologiche, geognostiche, geotecniche e sismiche sviluppate dallo scrivente come da determina d'incarico richiesta tutto ciò predetto è in coerenza con il capitolo 6 e nello specifico con il Paragrafo 6.1.2 - Prescrizioni Generali in cui secondo le Norme di Costruzione ai sensi del D.M. del 17/01/2018 si afferma quanto segue :

- Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni **attese** delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali;
- I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, devono essere esposti in una specifica relazione geologica di cui al § 6.2.1;
- Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini definite dal progettista in base alla tipologia dell'opera o **dell'intervento** e alle previste modalità esecutive;
- Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la **caratterizzazione** e la modellazione geotecnica di cui al § 6.2.2, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica. delle Norme Tecniche Di Costruzione ai sensi del D.M. del 17/01/2018).

Si precisa che lo scrivente è stato incaricato per la realizzazione di indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al KM 14 +350 della S.P. N.109 Vitulanese nel comune di **Cautano** in prossimità del cimitero e più precisamente alla coordinata gps 41.142462 n.-**14.636869** e interessato a movimento **franso**.

Considerato ciò che è stato sopra scritto, si consiglia, in futuro di programmare uno studio di dettaglio dell'intero versante condizionato dalla frana ivi presente. Infatti come richiesto dall'incarico **affidatomi l'area** studiata è stata esclusivamente quella della frana in cui è presente la

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIOE RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 71
--	---	----------------

"Testa" (*coronamento, scarpata principale e parte della scarpata secondaria*). Infatti l'asse viario della strada provinciale **SP109** è in concornitanza della **"Testa di Frana"**:

Si riporta di seguito l'evoluzione del dissesto multitemporale dal 2002 al 2023 tramite **ortofoto dell'intero** versante:



Ortofoto google earth Maggio 2002



Ortofoto google earth ottobre 2006



Ortofoto Giugno 2010

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E
R E W O N E GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA
S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA'
DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS
41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO

Comune di Cautano
(BN)

Pag. 73



Ortofoto Luglio 2012



Ortofoto Ottobre 2014

<p>INDAGINI GECGNOSTICHE. GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N,-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO</p>	<p>Comune di Cautano (BN)</p>	<p>Pag. 74</p>
--	-----------------------------------	----------------



Ortofoto Novembre 2016



Ortofoto Ottobre 2017

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO
RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA
S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA'
DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS
41.142462 N.-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO

Comune di Cautano
(BN)

Pag. 75



Ortofoto Giugno 2019

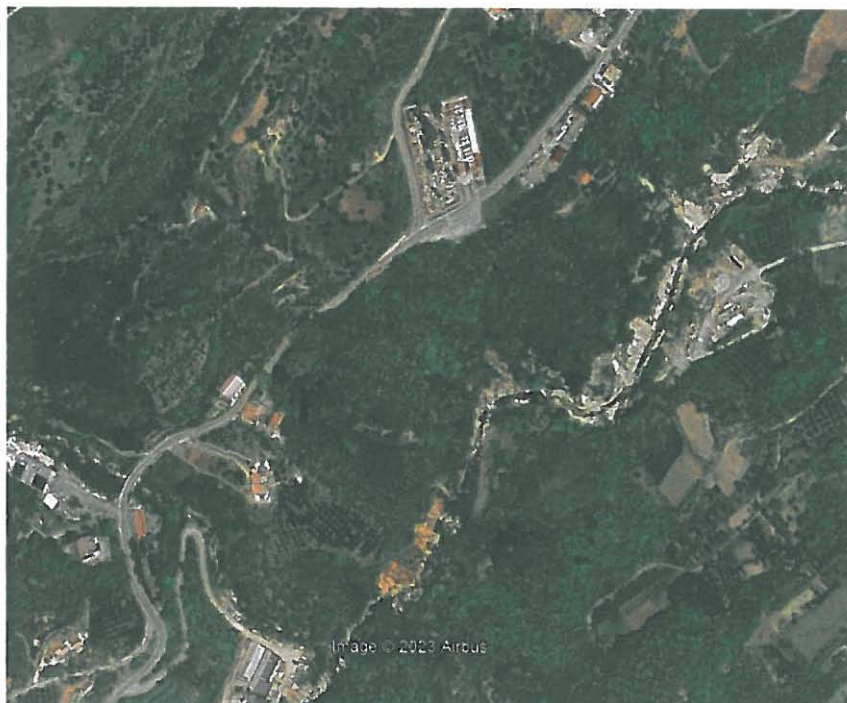


Ortofoto Ottobre 2020

<p>INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 VINLANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N,-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO</p>	<p>Comune di Cautano (BN)</p>	<p>Pag. 76</p>
--	-----------------------------------	----------------



Ortofoto Maggio 2022



Ortofoto Aprile 2023

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N,-14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 77
---	---------------------------	---------

Dalla morfoevoluzione inserita in questo capitolo, coprente un arco temporale di circa un ventennio, si evince come l'ampliamento **nell'areale** di Testa **della** Frana e di conseguenza lo scivoiamento **della** frana nell'areale della sua Testa in corrispondenza **dell'asse** stradale SP 109 è concausata, oltre che dalla componente **dell'** aumento delle pressioni neutre interstiziali nei periodi di morbida idrogeologica all'interno dello strato definito in questo elaborato "critico", anche dallo **scalzamento** al piede **della** stessa frana esercitato **dall'azione erosiva** in particolare in un ansa fluviale del torrente ienga posta alla sua sinistra idraulica.

INDAGINI GEGNOSTICHE, GEOFISICHE. PROVE DI LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.N.109 "VITULANESE" NEL COMUNE DI CAUTANO IN PROSSIMITA' DEL CIMITERO E PIU' PRECISAMENTE ALLA COORDINATA GPS 41.142462 N. -14.636869 E INTERESSATO A MOVIMENTO FRANOSO	Comune di Cautano (BN)	Pag. 78
---	---------------------------	---------

Tanto dovevasi per incarico ricevuto

San Martino Valle Caudina

li 0912023

Don. Geol. Pasquale Clemente



ALLEGATO I

**Sondaggi geognostici a carotaggio continuo
eseguiti (S1,S2,S3,S4) e prove
penetrometriche S.P.T eseguite
(SPT1-S1,SPT1-S2,SPT2-S2,SPT1-S4,SPT1-
S3,SPT1-S4)**



The image shows a handwritten signature in blue ink above a circular official stamp. The stamp contains the following text: "ORDINE DEI GEOLOGI" at the top, "Dr. Geol. CLEMENTE PASQUALE" in the center, "A.P. N° 2733" below the name, and "Sez. A" at the bottom. The outer ring of the stamp reads "della Regione Campania".



PROVINCIA DI BENEVENTO

COMUNE DI CAUTANO

**COMMITTENTE: DOTT. GEOL. PASQUALE CLEMENTE
P/C DELL'AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE
DI BENEVENTO**

RICHIEDENTE: DOTT. GEOL. PASQUALE CLEMENTE

**OGGETTO: "AFFIDAMENTO PIANO DELLE INDAGINI
GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE, PROVE DI
LABORATORIO E RELAZIONE GEOLOGICA
DA ESEGUIRSI AL KM 14+350 DELLA S.P.
N°109 "VITULANESE" INTERESSATO DA
MOVIMENTO FRANOSO".**

LOCALITA': SP n°109_ km 14+350 – CAUTANO (BN)

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DI SITO

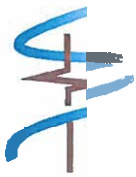


ISO 9001
11 Certification



Sede: Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)

SOIL PROJECT S.a.s.
Viale Europa, snc
82018 CALVI (BN)
Partita IVA 01 515 280 624



Sotto la DD.LL. rappresentata dal richiedente dott. geol. Pasquale Clemente, sono state eseguite nell'area innanzi descritta le seguenti indagini in sito, a tergo delle quali, il foro di sondaggio S2, è stato condizionato con tubo in pvc atto alla formazione di tubo piezometrico di tipo aperto per il controllo della soggiacenza freaticometrica.

Di seguito si riportano le attività svolte.

N°4 SONDAGGI GEOGNOSTICI

Del tipo a carotaggio continuo per un totale di 65,0 metri di perforazione secondo la seguente tabella:

INTERVALLO DI PROFONDITA'	U.M.	QUANTITA'
Perforazione S1	metri	20,0
Perforazione S2	Metri	20,0
Perforazione S3	Metri	10,0
Perforazione S4	Metri	15,0
TOTALE metri		65,0

La profondità massima investigata per punto indagato, è di 20,00 m.

I sondaggi geognostici sono stati realizzati con le seguenti attrezzature di perforazione:

n.1 perforatrice idraulica marca CMV 600 D, attrezzata con carotiere semplice e doppio, con campionatori tipo Shelby e Mazier ed allestita con per l'utilizzo di condizionamento tramite rivestimento del foro di perforazione. Le colonne stratigrafiche sono riportate nei report allegati.

N°4 PROVA S.P.T. (Standard Penetration Test)

Sono state eseguite n°4 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) nel corso dei sondaggi a rotazione. Le prove sono state effettuate utilizzando un meccanismo a sganciamento automatico e campionatore di tipo Raymond a punta aperta o chiusa secondo le disposizioni della DD.LL. e delle litologie indagate. Nello specifico sono state eseguite n°1 SPT in S1 e n°2 SPT in S2 e n°1 SPT in S4.

Le caratteristiche strumentali e le risultanze, sono riportate nei moduli S.P.T. allegati.

N°4 PRELIEVI DI CAMPIONE

Sono stati effettuati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi a rotazione, n° 4 campionamenti di terreno prelevati con campionatore a pressione tipo Shelby. Nello specifico sono stati prelevati i campioni, S2-C1 e S2-C1 per il sondaggio S2 e S3-C1 nel sondaggio S3 e in ultimo S4-C1 per il sondaggio S4.

I campioni prelevati sono di tipo indisturbato.

Calvi, 11 Agosto 2023

Soil Project s.a.s.

Il responsabile prove in sito
Dott. Geol. Alessandro D'URSO

SOIL PROJECT S.a.s.
Viale Europa, snc
82010 CALVI (BN)
Partita IVA 01 515280 624

Soil Project s.a.s.

Il direttore del laboratorio
Dott. Geol. Daniele PIPICELLI



Accettazione n°0131 LAS-GF del 21 aiuano 2023

Report di prova: 144/23 sondaaiio S1
145/23 sondaaiio S2
146/23 sondaaiio S3
147/23 sondaaiio S4

UBICAZIONE INDAGINI

- Committente: Dott. Geol. Pasquale Clemente
per conto **dell'Amministrazione** Provinciale di Benevento.
- Richiedente: Dott. Geol. Pasquale Clemente.
 - Data indagini **S1**: 06-07 luglio 2023
 - S2**: 04-05 luglio 2023
 - S3**: 04 luglio 2023
 - S4**: 18 luglio 2023
- Lavoro: "Affidamento piano delle indagini geognostiche,
geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica
da eseguirsi al km **14+350** della SP. n°109 Vitulanese"
interessato da movimento **fransoso**"
- Località: **SP n°109_ km 14+350 - CAUTANO (BN)**



ISO 9001
IIC Certification



Sede: Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)

SOIL PROJECT S.a.s.
Viale Europa snc
82010 CALVI (BN)
Partita IVA 01 515 280 624



Soil Project

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it; email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Autorizzazione Ministero
dei Lavori Pubblici
n 342 del 10/07/2019

SONDAGGI GEOGNOSTICI – COLONNE STRATIGRAFICHE e PROVE SPT IN FORO

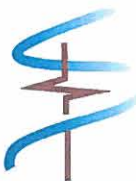
SOIL PROJECT S.a.s.
Viale Europa, snc
82010 CALVI (BN)
Partita IVA 01 515 280 624



ISO 9001
UK Certifier



Sede: Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)



Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it; email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Autorizzazione Ministero
dei Lavori Pubblici
n 342 del 10/07/2019

Committente Amm. Provinciale di Benevento	Profondità raggiunta 20 m.	Quota Ass. P.C. 369 m.	Report n° 144/23	Pagina n°1
Operatore Sig. Costanzo Zampelli	Indagine Movimento franoso SP 109_ km 14+350	Coordinate: 41° 8'32.65"N/ 14°38'12.63"E - CAUTANO (area cimitero)	Inizio - Fine Esecuzione 06-07/07/2023	
Responsabile Dott. Geol. Alessandro D'Urso	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio Continuo	Tipo Sonda CMV Mod. MK 600 D	Note:

Profondità m.	Litologia	Descrizione	Spessore	% Carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda
0.10		Asfalto.	0.30	%C=90					
1		Massicciata stradale in misto stabilizzato calcareo.		%C=50					
2									
3		Ghiaia calcarea in matrice sabbioso-limosa biancastro grigiastro allo stato addensato.	5.10						
4					30-42-R				
5				%C=65	4.50 PC				
6									
7		Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaia calcarea fratturata, avvicendati da livelli limo sabbiosi di colore ocraceo dallo spessore da centimetrico a decimetrico. Lo strato si presenta allo stato da moderatamente ad addensato.	3.10						
8				%C=70					
9									
10									
11									
12									
13									
14		Brecce calcaree mediamente fratturate, intercalate da livelli ben cementati, dallo spessore centimetrico. Lo strato si presenta addensato/consistente, tenace alla perforazione nei livelli cementati.	11.40						
15									
16									
17									
18									
19				%C=75					

SOIL PROJECT S.a.s.
Viale Europa, snc
82018 CALVI (BN)
Partita IVA 01 515 280 624

Il responsabile di sito
Dott. Geol. ALESSANDRO D'URSO





Soil Project

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 181668; info: www.soilprojectsas.it; email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Autodecisione Ministero

n 342 del 10/07/2019

PROVE S.P.T.

SONDAGGIO n°	1	Rif. n	S1 -23	N. report	144 -23
- Committente:	Dott. Geol. Pasquale Clemente per conto dell'Amministrazione Provinciale di Benevento.			- Data Prova:	6-7 Luglio 2023
- Oggetto:	"Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. n°109 "Vitulanese" interessato da movimento franoso"			- Quota terreno:	369 m. s.l.m.
- Località:	SP n°109_ km 14+350 – CAUTANO (BN)			- Prof. falda:	N.R.

PROVA n.	RIFERIM.	QUOTE		Scarpa e campionamento	N° COLPI			
		Da metri	A metri		N1	N2	N3	N2 + N3
	2023							

SCARPA E CAMPIONAMENTO		
scarpa aperta	con campione	P
	senza campione	NP
scarpa chiusa	senza campione	C

1	ST 001	4,50	4,65	C	30		R
		4,65	4,80			42	
		4,80	4,95			R	
2	ST						
3	ST						
4	ST						
5	ST						
6	ST						
7	ST						
8	ST						
9	ST						
10	ST						

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA	
Campionatore Raymond	
festerno	= 50.8 mm
finterno	= 34.9 mm
Lunghezza totale	= 711 mm
Angola al vertice	= 60°

DISPOSITIVO DI BATTUTA	
Sganciamento automatico del maglio	
Peso massa battente	= 63.5 kg
Altezza di caduta	= 76 cm

ASTE DI COLLEGAMENTO	
Peso	= 7,23 kg/ml
Diametro	= 50 mm

Note

SOIL PROJECT S.a.s.
 Viale Europa, snc
 82010 CALVI (BN)
 Partita IVA 01/515 280 624

Sede: Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)





Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it; email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Autorizzazione Ministero
dei Lavori Pubblici
n 342 del 10/07/2019

Committente Amm. Provinciale di Benevento	Profondità raggiunta 20 m.	Quota Ass. P.C. 369,5 m.	Report n° 145/23	Pagina n°1
Operatore Sig. Costanzo Zampelli	Indagine Movimento franoso SP 109_km 14+350	Coordinate: 41° 8'33.57"N/ 14°38'14.06"E - CAUTANO (area cimitero)		Inizio - Fine Esecuzione 04-05/07/2023
Responsabile Dott. Geol. Alessandro D'Urso	Sondaggio S2	Tipo Carotaggio Continuo	Tipo Sonda CMV Mod. MK 600 D	Note:

Profondità m.	Litologia	Descrizione	Spessore	% Carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Cass. Catalog.	Falda	Piezom.
		Asfalto.	0.10	%C=90							
		Massicciata stradale in misto stabilizzato calcareo.	0.20	%C=60							
1		Suolo sepolto a componente piroclastica, dal colore marroncino.		%C=50				1.00			
2					10-17-14			1.50			
3					3.00 PC						
4											
5		Limo sabbioso dal colore marroncino a tonalità volpina-salmone di origine piroclastica, inglobante diffusamente detrito calcareo a luoghi fortemente degradato da attacco carsico. Alle quote di: -4,20 a -4,80 m., da -8,20 a 8,80 m. e da -13,00 a -14,10 m. presenta intercalazioni limoso-sabbiose dal colore marrone, in fase di									
6		argillificazione avanzata e a componente predominante piroclastica. Alla profondità da -6,40 a -7,60 m. vi è presenza di un livello litoide/blocco costituito da calcare dolomitico allo stato fratturato. Lo strato si presenta allo stato mediamente addensato, moderatamente consistente nei tratti argillificati e tenace alla perforazione nei settori litoidei.	13.60								
7					20-40-33					6.70	
8					9.00 PC						
9											
10											
11											
12											
13				%C=60				13.50			
14								14.00			
15		Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaia calcarea fratturata, avvicinati da livelli limo sabbiosi di colore ocreo dallo spessore da centimetrico a decimetrico. Lo strato si presenta allo stato da moderatamente ad addensato.	3.90								
16				%C=70							
17											
18		Brecce calcaree mediamente fratturate, intercalate da livelli ben cementati, dallo spessore centimetrico. Lo strato si presenta addensato/consistente, tenace alla perforazione nei livelli cementati.	2.00								
19				%C=75							

SOIL PROJECT S.a.s.
Viale Europa, snc
82018 CALVI (BN)
Partita IVA 01515280624
Il responsabile di sito
Dott. Geol. ALESSANDRO D'URSO





PROVE S.P.T.

SONDAGGIO n°	2	Rif. n	S2 -23	N. report	145 -23
- Committente:	Dott. Geol. Pasquale Clemente per conto dell'Amministrazione Provinciale di Benevento.			- Data Prova:	4-5 Luglio 2023
- Oggetto:	"Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. n°109 "Vitulanes" interessato da movimento franoso"			- Quota terreno:	369,5 m. s.l.m.
- Località:	SP n°109_ km 14+350 - CAUTANO (BN)			- Prof. falda:	-6,70 m.

PROVA n.	RIFERIM.	QUOTE		Scarpa e campionamento	N° COLPI			
		Da metri	A metri		N1	N2	N3	N2 + N3

PROVA n.	RIFERIM.	Da metri	A metri	Scarpa e campionamento	N1	N2	N3	N2 + N3
1	ST 001	3,00	3,15	C	10			31
		3,15	3,30			17		
		3,30	3,45				14	
2	ST 002	9,00	9,15	C	20			73
		9,15	9,30			40		
		9,30	9,45				33	
3	ST							
4	ST							
5	ST							
6	ST							
7	ST							
8	ST							
9	ST							
10	ST							

SCARPA E CAMPIONAMENTO		
scarpa aperta	con campione	P
	senza campione	NP
scarpa chiusa	senza campione	C

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA	
Campionatore Raymond	
festerno	= 50.8 mm
finferno	= 34.9 mm
Lunghezza totale	= 711 mm
Angolo al vertice	= 60°

DISPOSITIVO DI BATTUTA	
Sganciamento automatico del maglio	
Peso massa battente	= 63.5 kg
Altezza di caduta	= 76 cm

ASTE DI COLLEGAMENTO	
Peso	= 7,23 kg/ml
Diametro	= 50 mm

Note

SOIL PROJECT s.a.s
Viale Europa, snc
82018 CALVI (BN)
Partita IVA 01515280624





Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it; email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Autorizzazione Ministero
dei Lavori Pubblici
n 342 del 10/07/2019

Committente Amm. Provinciale di Benevento	Profondità raggiunta 10 m.	Quota Ass. P.C. 369,0 m.	Report n° 146/23	Pagina n°1
Operatore Sig. Costanzo Zampelli	Indagine Movimento franoso SP 109_ km 14+350	Coordinate: 41° 8'33.09"N/ 14°38'12.96"E - CAUTANO (area cimitero)		Inizio - Fine Esecuzione 04/07/2023
Responsabile Dott. Geol. Alessandro D'Urso	Sondaggio S3	Tipo Carotaggio Continuo	Tipo Sonda CMV Mod. MK 600 D	Note:

Profondità m.	Litologia	Descrizione	Spessore	% Carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Cass. Catalog.	Falda
0		Asfalto.	0.20							
0.20		Massicciata stradale in misto stabilizzato calcareo.	1.00	%C=50						
0.30		Riperto antropico di ghiaia calcarea in matrice limo-sabbiosa di colore grigio-brunastro.	0.30	%C=55						
0.30		Suolo sepolto a componente piroclastica, dal colore marroncino.		%C=50						
0.30		Limo sabbioso dal colore marroncino a tonalità volpina-salmone di origine piroclastica, inglobante diffusamente detrito calcareo a luoghi fortemente degradato da attacco carsico. Alle quote di: -2,20 a -3,40 m. e da -5,30 a 6,70 m., presenta intercalazioni limoso-sabbiose dal colore marrone, in fase di argillificazione avanzata e a componente predominante piroclastica. Lo strato si presenta allo stato mediamente addensato, moderatamente consistente nei tratti argillificati e tenace alla perforazione nei settori litoidi.	6.60	%C=60				5.50 6.00		
0.30		Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaia calcarea fratturata, avvicendati da livelli limo sabbiosi di colore ocreo dallo spessore da centimetrico a decimetrico. Lo strato si presenta allo stato da moderatamente ad addensato.	1.80	%C=70						
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										

SOIL PROJECT s.a.s
Viale Europa, snc
82010 CALVI (BN)
Partita IVA 01515280624

Il responsabile di sito
Dott. Geol. Alessandro D'URSO





Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it; email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Autorizzazione Ministero
dei Lavori Pubblici
n 342 del 10/07/2019

Committente Amm. Provinciale di Benevento	Profondità raggiunta 15 m.	Quota Ass. P.C. 367,5 m.	Report n° 147/23	Pagina n°1
Operatore Sig. Costanzo Zampelli	Indagine Movimento franoso SP 109_ km 14+350	Coordinate: 41° 8'33.04"N/ 14°38'13.28"E - CAUTANO (area cimitero)		Inizio - Fine Esecuzione 18/07/2023
Responsabile Dott. Geol. Alessandro D'Urso	Sondaggio S4	Tipo Carotaggio Continuo	Tipo Sonda CMV Mod. MK 600 D	Note:

Profondità m.	Litologia	Descrizione	Spessore	% Carotaggio		S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Cass. Catalog.	Falda
				%C=40	%C=50						
1		Riporto antropico costituito da fresato di asfalto e ghiaia sabbiosa.	2.50								
2											
3		Suolo sepolto a componente piroclastica, dal colore marroncino.	0.60								
4		Limo sabbioso dal colore marroncino a tonalità volpina-salmone di origine piroclastica, inglobante diffusamente detrito calcareo a luoghi fortemente degradato da attacco carsico. Lo strato si presenta allo stato mediamente addensato.	1.10								
5			0.10						4.50		
5			1.10						5.00		
6		Suolo sepolto limo argilloso debolmente sabbioso dal colore brunastro.									
7		Limo argilloso debolmente sabbioso dal colore ocraceo a tonalità verdastra, in fase plastica e allo stato poco-scarsamente consistente.				39-R 6.50 PC					
8											
9											
10		Alternanza di livelli debolmente cementati costituiti da ghiaia calcarea fratturata, avvicendati da livelli limo sabbiosi di colore ocraceo dallo spessore da centimetrico a decimetrico. Lo strato si presenta allo stato da moderatamente ad addensato.	9.60								
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											



Il responsabile di sito
Dott. Geol. Alessandro D'URSO



PROVE S.P.T

SONDAGGIO n°	4	Rif. n	S4 -23	N. report	147 -23
- Committente:	Dott. Geol. Pasquale Clemente per conto dell'Amministrazione Provinciale di Benevento.			- Data Prova:	18 Luglio 2023
- Oggetto:	"Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. n°109 "Vitulanesi" interessato da movimento franoso"			- Quota terreno:	367,5 m. s.l.m.
- Località:	SP n°109_ km 14+350 – CAUTANO (BN)			- Prof. falda:	N.R.

PROVA n.	RIFERIM.	QUOTE		Scarpe e campionamento	N° COLPI			
		Da metri	A metri		N1	N2	N3	N2 + N3
	2023							

1	ST 001	6,50	6,50	C	39			
		6,65	6,80			R		R
		6,80	6,95				-	
2	ST							
3	ST							
4	ST							
5	ST							
6	ST							
7	ST							
8	ST							
9	ST							
10	ST							

SCARPA E CAMPIONAMENTO		
scarpa aperta	con campione	P
	senza campione	NP
scarpa chiusa	senza campione	C

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA	
<u>Campionatore Raymond</u>	
festerno	= 50,8 mm
finterno	= 34,9 mm
Lunghezza totale	= 711 mm
Angolo al vertice	= 60°

DISPOSITIVO DI BATTUTA	
Sganciamento automatico del maglio	
Peso massa battente	= 63,5 kg
Altezza di caduta	= 76 cm

ASTE DI COLLEGAMENTO	
Peso	= 7,23 kg/ml
Diametro	= 50 mm

Note

SOIL PROJECT s.a.s.
Viale Europa, snc
82018 CALVI (BN)
Partita IVA 01515280624





Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it; email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Autorizzazione Ministero
dei Lavori Pubblici
n 342 del 10/07/2019

SONDAGGI GEOGNOSTICI – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SOIL PROJECT S.a.s.
Viale Europa, snc
82018 CALVI (BN)
Partita IVA 01 515 280 624



ISO 9001
Certification



Sede: Viale Europa snc • Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)



Foto 1 – Postazione S1

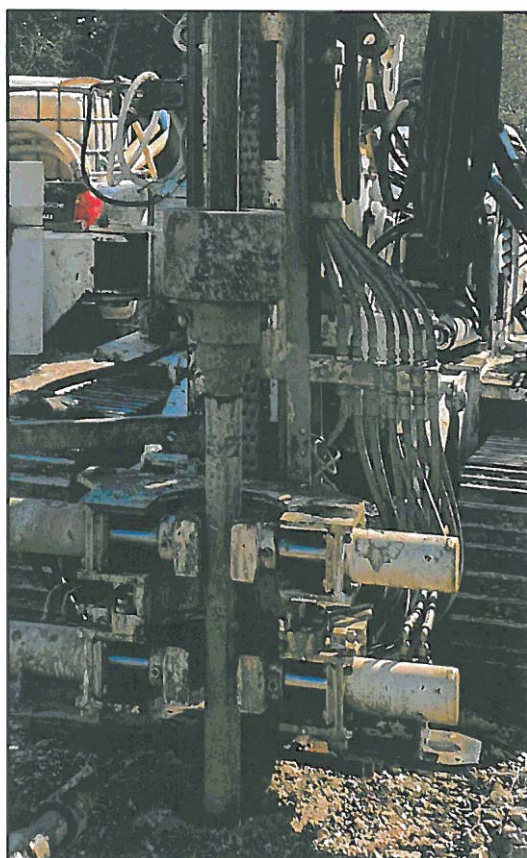


Foto 2 – Esecuzione SPT in sondaggio S1



Foto 3 - Cassetta 0.00 - 5.00m.

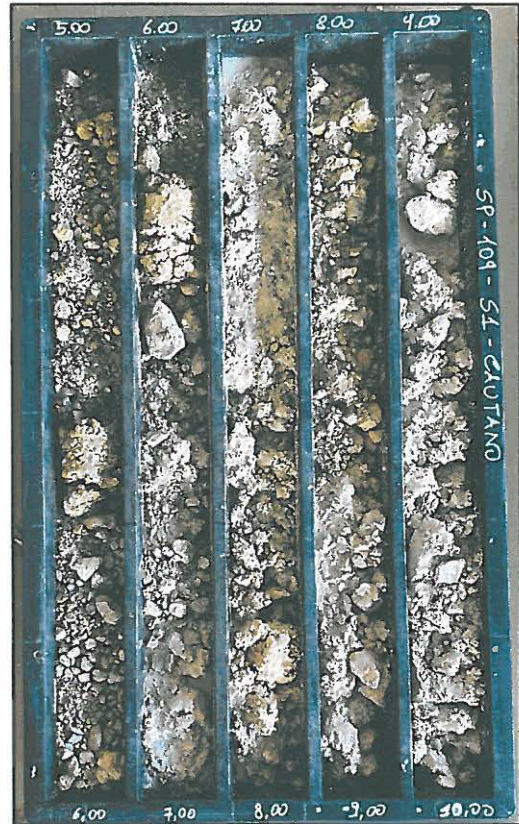


Foto 4 - Cassetta 5.00 - 10.00m.



Foto 5 - Cassetta 10.00 - 15.00m.

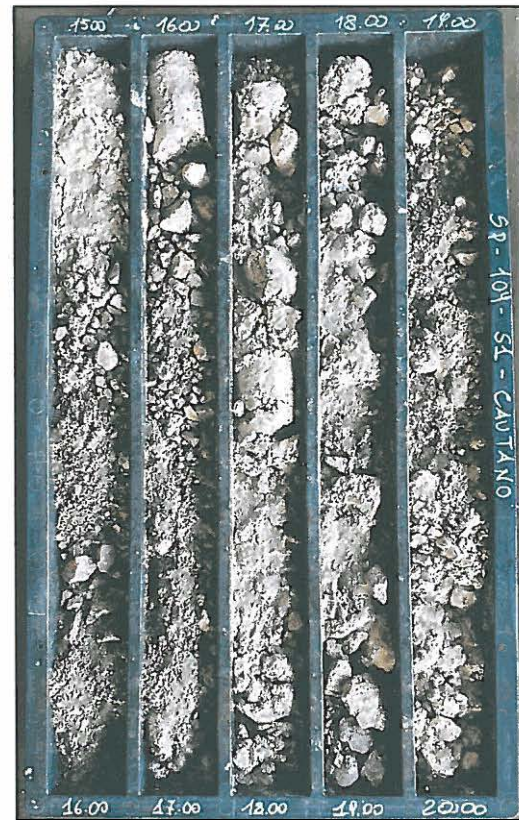


Foto 6 - Cassetta 15.00 - 20.00m.

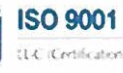




Foto 7 – Postazione S2



Foto 8 – Esecuzione SPT in sondaggio S2

Sede: Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)





Foto 9 - Cassetta 0.00 - 5.00m.



Foto 10 - Cassetta 5.00 - 10.00m.



Foto 11 - Cassetta 10.00 - 15.00m.



Foto 12 - Cassetta 15.00 - 20.00m.



Foto 13 – Postazione S3



Foto 14 - Cassetta 0.00 - 5.00m.



Foto 15 - Cassetta 5.00 - 10.00m.



Foto 16 – Postazione S4



Foto 17 – Esecuzione SPT in sondaggio S4





Soil Project

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it; email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Autorizzazione Ministero
dei Lavori Pubblici
n 342 del 10/07/2019



Foto 18 - Cassetta 0.00 - 5.00m.



Foto 19 - Cassetta 5.00 - 10.00m.






Foto 20 - Cassetta 10.00 - 15.00m.

Sede: Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)



ALLEGATO 2

**Indagini sismiche eseguite hvsr (h/vl) ,
masw (MASW1) e tomografia sismica
superficiale (TOMOGRAFIA1)**



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)

cell: 346 8554913 - 340 6867752 - 347 1324351

email: info@soilprojectsas.it

P.I.:01515280624

INDAGINE SISMICA
TIPO:

Horizontal to Vertical Spectral Ratios
HVSR

OGGETTO:

"Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. n°109 "Vitulanese" interessato da movimento franoso-

PROVA:

W S R - 1

LOCALITA':

Comune di Cautano (BN)
Località: SP109 km 14+350

COMMITTENTE:

Amministrazione Provinciale
di Benevento

RICHIEDENTE:

Dott. Geol. Pasquale Clemente

DATA:

28 Giugno 2023

DIRETTORE LAVORI
D'INDAGINE

MAPPA
UBICAZIONE
INDAGINE:



Il Tecnico Progettista:

Il Direttore dei Lavori d'Indagine:

Cenni sulla **teoria** della **tecnica HVSR**

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo V_{seq} attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di **transienti** (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Overo, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo compsettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per **ognuna** di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale WV per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto **spettrale H/V** medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{seq} .

Particolare acquisizione

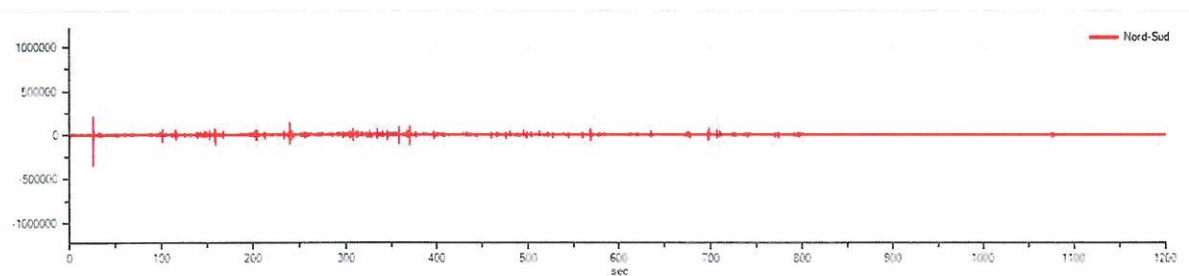


Tracce in input

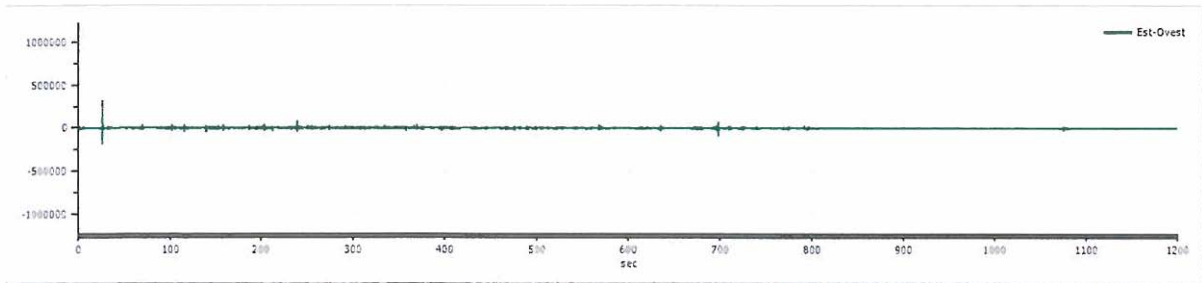
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	104.00 Hz
Numero campioni:	124800
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

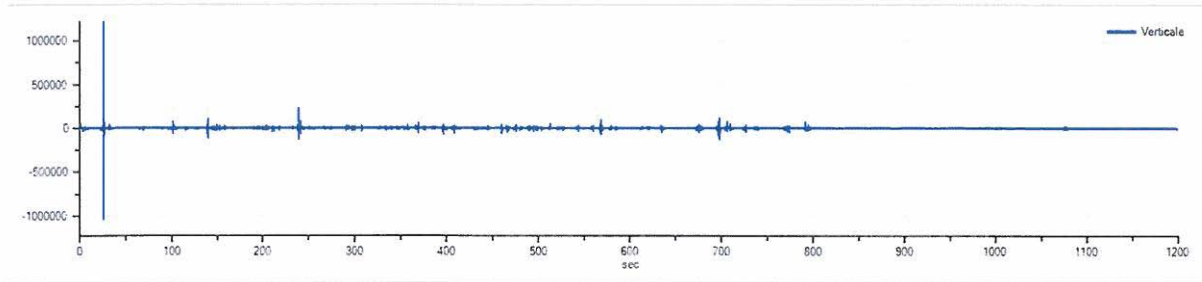
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

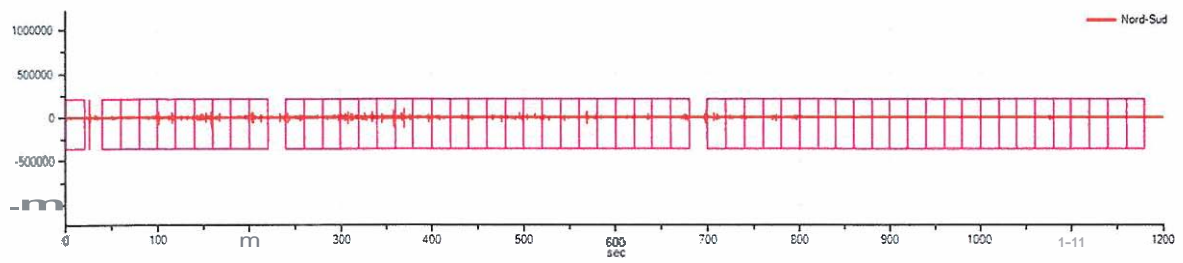
Numero totale finestre selezionate: 56
 Numero finestre incluse nel calcolo: 56
 Dimensione temporale finestre: 20.000 s
 Tipo di lisciamto: Media mobile
 Percentuale di lisciamto: 10.00 %

Tabella finestre:

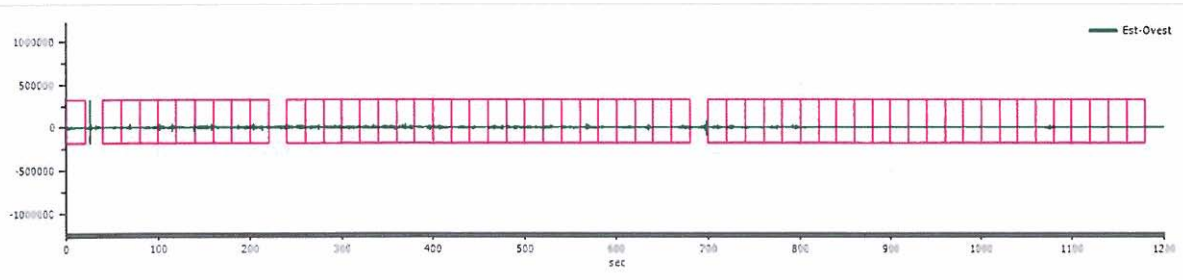
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	40	60	Inclusa
3	60	80	Inclusa
4	80	100	Inclusa
5	100	120	Inclusa
6	120	140	Inclusa
7	140	160	Inclusa
8	160	180	Inclusa
9	180	200	Inclusa
10	200	220	Inclusa
11	240	260	Inclusa
12	260	280	Inclusa

13	280	300	Inclusa
14	300	320	Inclusa
15	320	340	Inclusa
16	340	360	Inclusa
17	360	380	Inclusa
18	380	400	Inclusa
19	400	420	Inclusa
20	420	440	Inclusa
21	440	460	Inclusa
22	460	480	Inclusa
23	480	500	Inclusa
24	500	520	Inclusa
25	520	540	Inclusa
26	540	560	Inclusa
27	560	580	Inclusa
28	580	600	Inclusa
29	600	620	Inclusa
30	620	640	Inclusa
31	640	660	Inclusa
32	660	680	Inclusa
33	700	720	Inclusa
34	720	740	Inclusa
35	740	760	Inclusa
36	760	780	Inclusa
37	780	800	Inclusa
38	800	820	Inclusa
39	820	840	Inclusa
40	840	860	Inclusa
41	860	880	Inclusa
42	880	900	Inclusa
43	900	920	Inclusa
44	920	940	Inclusa
45	940	960	Inclusa
46	960	980	Inclusa
47	980	1000	Inclusa
48	1000	1020	Inclusa
49	1020	1040	Inclusa
50	1040	1060	Inclusa
51	1060	1080	Inclusa
52	1080	1100	Inclusa
53	1100	1120	Inclusa
54	1120	1140	Inclusa
55	1140	1160	Inclusa
56	1160	1180	Inclusa

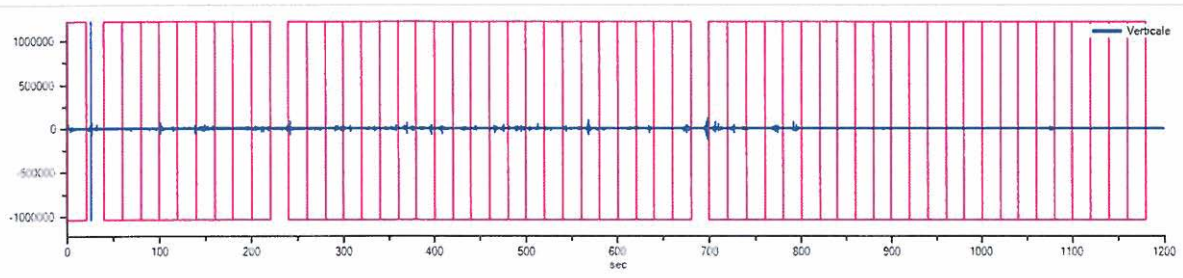
Grafici tracce con finestre selezionate:



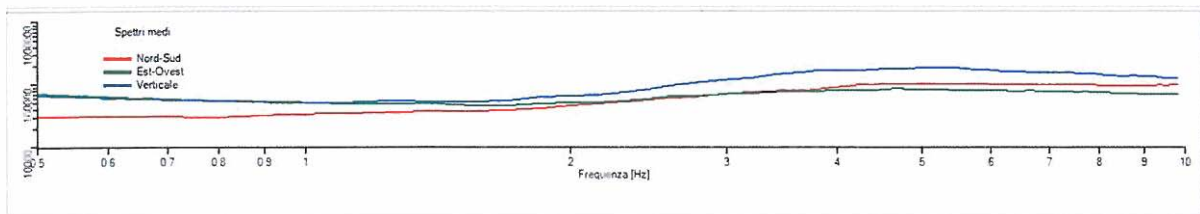
Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



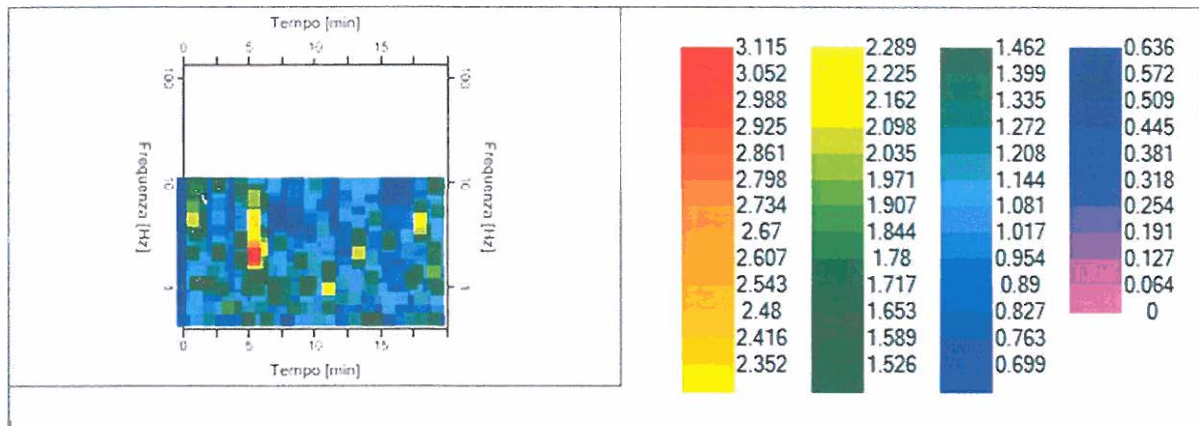
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



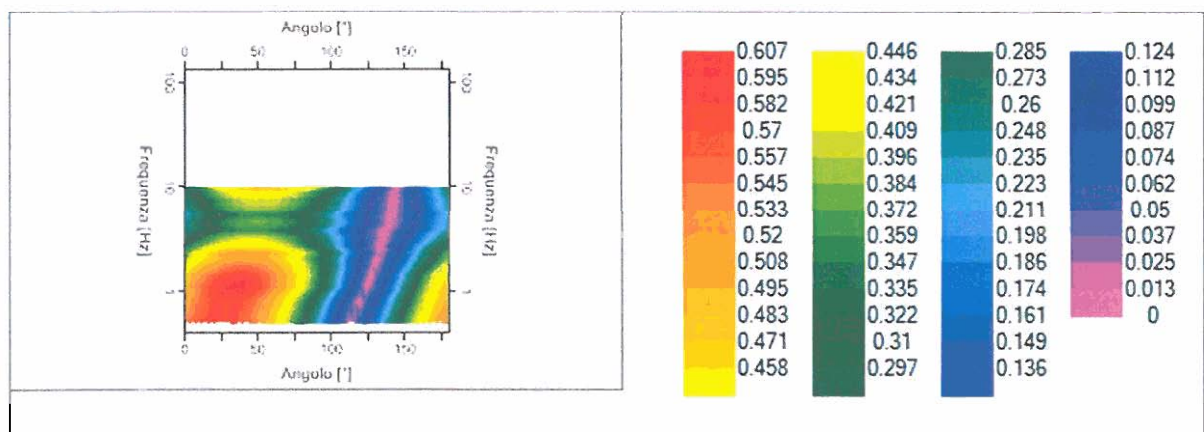
Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



Grafici degli spettri
Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

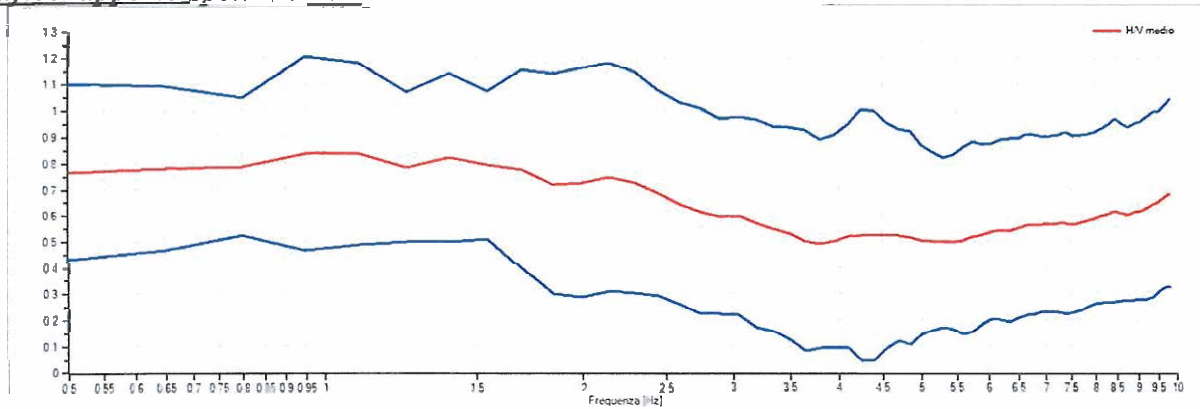
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	10.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Media mobile
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 0.95 Hz \pm 0.44 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Non superato
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Non superato
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Alessandro D'Urso

SOIL PROJECT S.a.s.
Viale Europa, snc
82010 CALVI (BN)
Partita IVA 01 515 280 624

Cenni tecnica HVSR	.2
Dati generali	.3
Tracce in input	.3
Grafici tracce	.3
Finestre selezionate	.3
Tabella finestre	.4
Grafici tracce con finestre selezionate	.5
Grafici degli spettri	.5
Mappa stazionarietà	.6
Mappa direzionalità	.6
Rapporto spettrale H N	.6
Grafico H N	.6
Verifiche SESAME	.7
Indice	.8



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)

cell: 346 8554913 - 340 6867752 - 347 1324351

email: info@soilprojectsas.it

P.I.:01515280624

**INDAGINE SISMICA
TIPO.**

**Multichannel Analysis of Surfaces Waves
MASW**

OGGETTO:

"Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. n°109 "Vitulanesè" interessato da movimento franoso-

PROVA:

MASW 1

LOCALITA':

Comune di Cautano (BN)

Località: SP109 km 14+350

COMMITTENTE:

**Amministrazione Provinciale
di Benevento**

RICHIEDENTE

Dott. Geol. Pasquale Clemente

DATA:

18 Luglio 2023

DIRETTORE LAVORI
D'INDAGINE

MAPPA
UBICAZIONE
INDAGINE:



Il Tecnico Progettista:

Il Direttore dei Lavori d'Indagine:

INTRODUZIONE

Le indagini geofisiche basate su **misure** di propagazione delle onde elastiche hanno lo scopo di definire, tramite differenti metodiche e metodologie di analisi, modelli stratigrafici del sottosuolo ad una o più dimensioni **spaziali**. Nello specifico le sequenze **stratigrafiche** così prodotte sono caratterizzate dalla variazione dei parametri geo-dinamici (sismostratigrafie) che, data la loro corrispondenza con le proprietà litologiche e litotecniche dei terreni, **attribuiscono** alle indagini geofisiche un efficace mezzo esplorativo del sottosuolo. Inoltre, la determinazione di sequenze **sismo-stratigrafiche** basate sulla velocità delle onde di taglio (V_s) ottempera a quanto previsto **dall'attuale** normativa nazionale riguardante le costruzioni in zona sismica (OPCM 3274 e succ., NTC 2005 e succ., **DM** 14 gennaio 2008 e **DM** 17 gennaio 2018).

In generale, nella sismica attiva le onde sono prodotte tramite una massa battente o scoppio in un punto sorgente (shot) e registrate da un sismografo, in punti lontani dalla sorgente, tramite rilevatori del moto al suolo (geofoni); la disposizione geometrica dei geofoni e dei punti di shot è definita come linea sismica o array lineare. La sismica passiva, invece, si differenzia per la non generazione diretta di onde ma si **avvale** del moto vibratorio del terreno comunque presente a causa di sorgenti naturali (moto ondoso, vento ecc.) e prodotte **dall'attività** antropica.

Le modalità di acquisizione variano a seconda della metodologia utilizzata e in funzione della successiva elaborazione dei dati. Tali metodologie sono **caratterizzate** da specifiche disposizioni della **linea** sismica (sia superficiale che in foro), dalla durata dell'acquisizione (finestra temporale), e dal passo di campionamento impiegato.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'**acquisizione** dei dati è stato utilizzato un sismografo **multicanale "ECHO 24/2010"** a 24 canali dotato di incremento automatico del segnale con **algoritmo** di **sommatoria** e consente la visione in



simultanea delle tracce sismiche sullo schermo del computer. Si può, inoltre, manipolare il segnale con appositi filtri sia in ingresso che a posteriori, verificare il livello di rumori generati da sorgenti estranee (vento, **rumori** naturali, mezzi **meccanici, ecc.**) e scegliere l'amplificazione più idonea del segnale in maniera differenziata per ogni canale.

La gestione del sismografo avviene tramite software proprietario installato su laptop, tramite il quale è possibile gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtri delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione in tempo reale del segnale su tutti i geofoni attivi;
- visualizzazione del accelerogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma di ulteriori accelerogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è utilizzata una mazza del peso di 8 kg ed una piastra di battuta di alluminio.

Il **geofoni** verticali rivelano la variazione di velocità di oscillazione al suolo (nel caso specifico in direzione verticale) prodotta dal passaggio delle onde sismiche tramite lo spostamento relativo smorzato di una massa inerziale rispetto all'involucro esterno solidale con il terreno. Tale spostamento induce una variazione del campo elettro-magnetico che si traduce in variazione del potenziale elettrico che è la grandezza effettivamente rilevata. Il rapporto tra l'oscillazione reale del suolo e quella della massa inerziale in funzione delle frequenze del moto è definita dalla curva caratteristica del geofono: in tale curva, la frequenza caratteristica definisce il limite inferiore al di sopra del quale il rapporto di oscillazione tra il suolo e la massa inerziale è pari ad 1.

Sono stati utilizzati geofoni (GEO SPACE LT) verticali con frequenza caratteristica di 4.5 Hz e di 10 Hz.



METODOLOGIA

Metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi). Si individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano ad una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive.

cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gnippo (Achenbach, J.D, Aki, K and Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase o di gnippo apparente delle onde di **Reyleigh** dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi forniscono informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati **più** profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo consente generalmente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenza compreso **tra** 5Hz e 70 Hz, quindi dà **informazioni** sulla parte **più** superficiale del suolo, sui primi **30m-50m**, in funzione della rigidità del suolo.

Il metodo MASW elaborato con **software** MASW 2007 consiste in tre fasi (Roma, 2002):


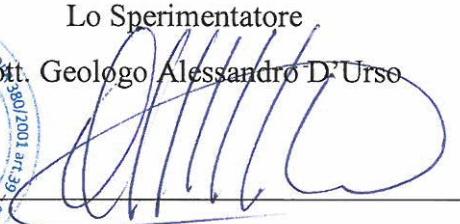
- calcolo della velocità di fase, o curva di dispersione, apparente sperimentale;
- calcolo della velocità di fase apparente numerica;
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di compressione V_p , la densità di massa p degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione **ottimale** tra la velocità di fase sperimentale e la velocità di fase numerica **corrispondente** al modello di suolo assegnato. Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o automatica o con una combinazione delle due.

Generalmente si assegnano il numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson ν , la densità di massa p e vengono fatti variare lo spessore h e la velocità V_s degli strati.

Nella procedura manuale l'utente assegna per tentavi diversi valori delle velocità V_s e degli spessori h , cercando di **avvicinare** la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale. Nella procedura automatica (Roma, 2002; Roma, 2001; Joh, 1998) la ricerca del profilo di velocità **ottimale** è affidata ad un **algoritmo** di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'**errore** tra la curva sperimentale e la curva numerica.

In genere, quando l'errore relativo tra curva sperimentale e curva numerica è compreso **tra** il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresenta una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

Lo Sperimentatore
Dott. Geologo Alessandro D'Urso





SOIL PROJECT s.a.s

Viale Europa snc - Loc. Cubante
82018 - CALVI (BN)

P.IVA: 01515280624

SETTORE GEOFISICA
GF

Località:

Comune di Cautano (BN)

Località:
Zona:

SP-n°109-km-14+350-Cimitero

Committente:

Amm. Provinciale di Benevento

Data di elaborazione:

1110812023

Richiedente:

Dott. Geol. Pasquale Clemente

Data di acquisizione:

1810712023

N. Accettazione

PROSPEZIONE SISMICA - MASW - LINEA SISMICA MASW 1

MODALITA' DI ACQUISIZIONE

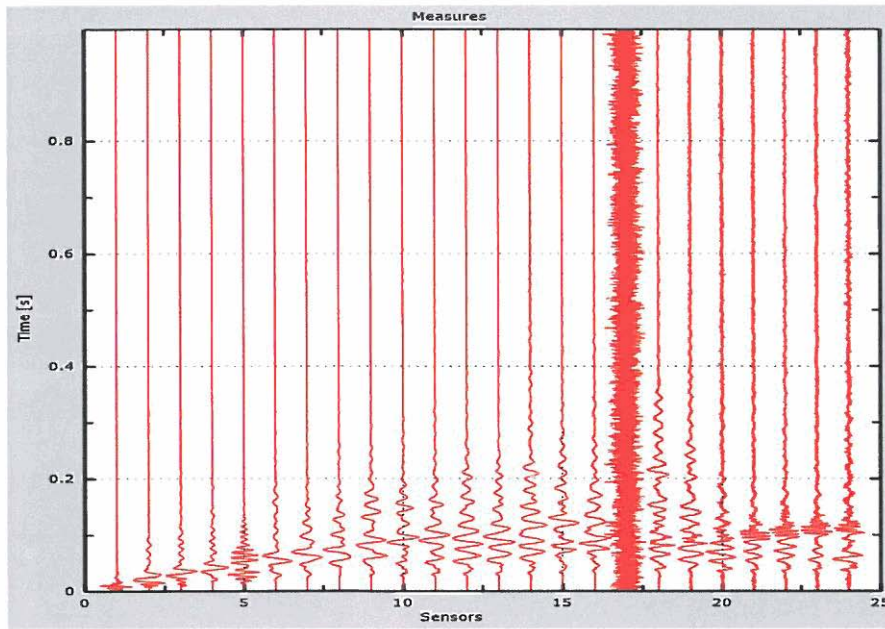
MASW1

Acquisitore tipo: ECO 24 CH "AMBROGEO"	Punti di camp. per canale 13616	Ritardo (ms) 000
Canali impiegati 24	Punti di camp. Totali 326787	Energizzatore MECCANICO
Intervallo acquisizione (ms) 0,128	Amplificazione DIFFER. PER CANALE	Starter MECCANICO
Tempo di campionamento (ms) 1000	Filtro PB in acq. (Hz) NESSUNO	Sommatorie NESSUNA

CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO

N° Geofoni 24
Punti di energizzazione 2
Distanza intergeof. (m) 2,00
Lungh.stendim. (m) 48,00
Lungh. linea sismica (m) 48,00





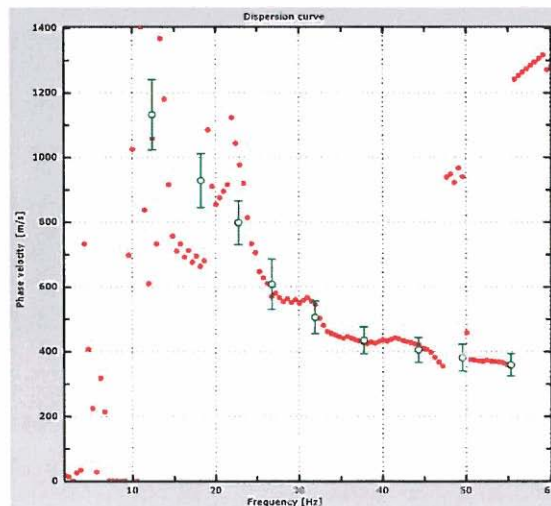
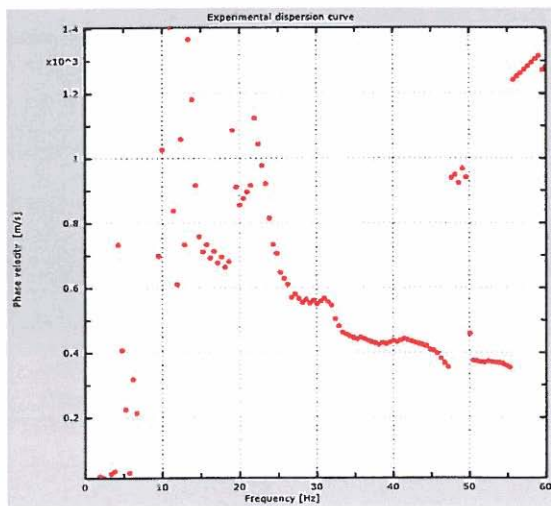
Intervallo di analisi 2000
N. geofoni utilizzati 24

CURVA DI DISPERSIONE SPERIMENTALE

Intervallo di frequenza considerato

Frequenza iniziale
2 Hz

Frequenza finale
60 Hz

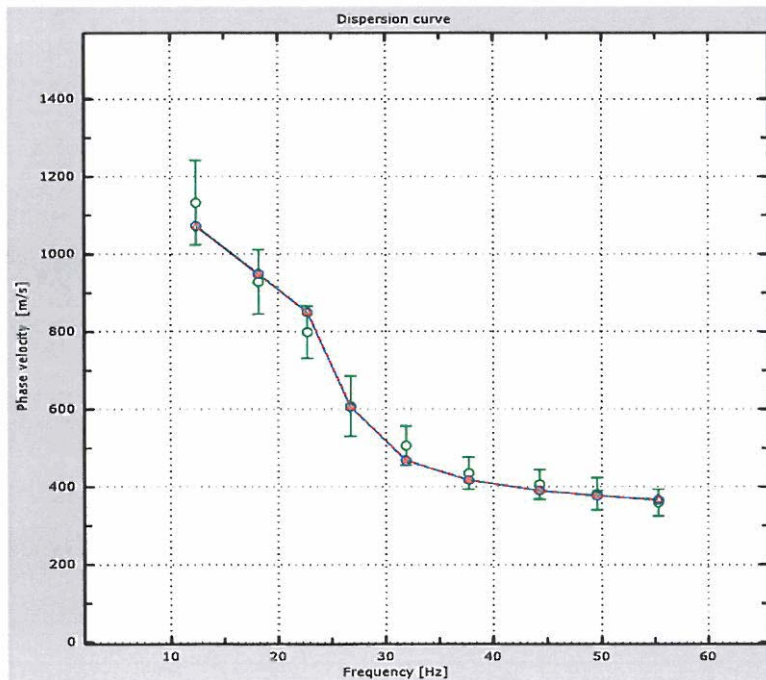


DISPERSIONE

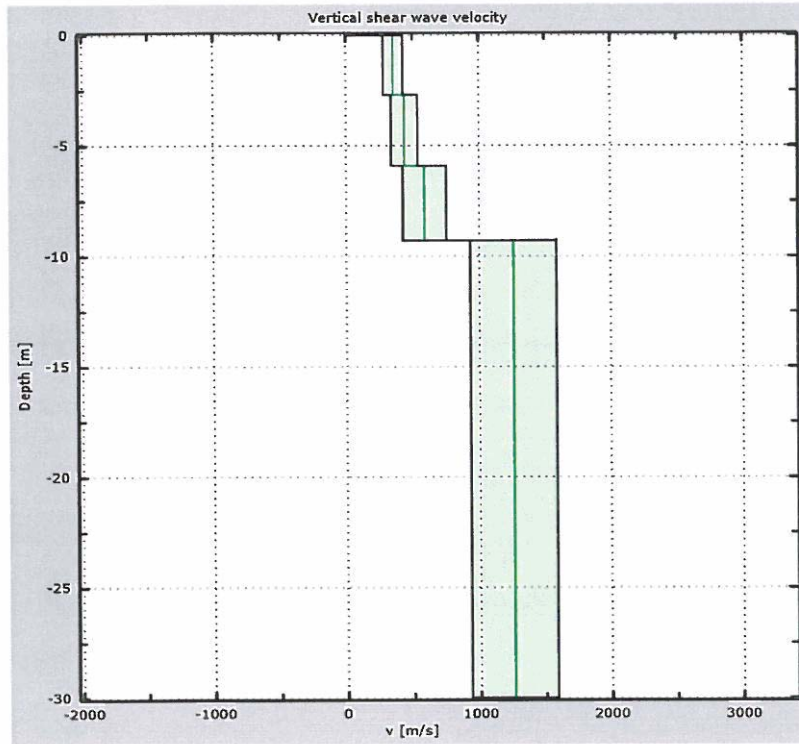
VALORI DELLA CURVA DI DISTRIBUZIONE CONSIDERATI

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]	Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
12.408	1131.88	1022.93	1240.84				
18.2091	927.807	844.794	1010.82				
22.7453	798.099	730.651	865.547				
26.7581	607.86	530.035	685.685				
31.9049	505.823	455.67	555.977				
37.7497	434.916	393.41	476.423				
44.2923	405.516	367.468	443.563				
49.5699	381.304	339.797	422.81				
55.3274	358.821	324.232	393.41				

CONFRONTO TRA LE CURVE TEORICA E SPERIMENTALE



PROCEDURA UTILIZZATA: Automatica Semiautomatica Manuale




Valori riferiti al Piano Campagna

VSeq = 450 m/s +/- 23 m/s

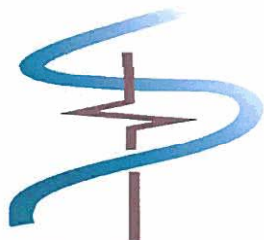
SOTTOSUOLO TIPO: B Substrato sismico a - 9,30 mt

Lo Sperimentatore



Soil Project S.a.s.

Laboratorio Autorizzato ai sensi del D.P.R. 380/2001 - Concessione n. 342 del 10/11/19 - 65/11/19



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)

cell: 346 8554913 - 340 6867752 - 347 1324351

email: info@soilprojectsas.it

P.I.: 01515280624

**INDAGINE SISMICA
TIPO:**

TOMOGRAFIA SISMICA ONDE P

OGGETTO:

"Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. n°109 "Vitulanesa" interessato da movimento franoso-

PROVA:

TOMO -1

LOCALITA':

Via Rampa San Pasquale_
Atripalda (AV)

COMMITTENTE:

Amministrazione Provinciale
di Benevento

RICHIEDENTE:

Comune di Cautano (BN)
Località: SP109 km 14+350

DATA:

18 Luglio 2023

**DIRETTORE
LAVORI
D'INDAGINE**

Dott. Geol. Pasquale Clemente

**MAPPA
UBICAZIONE
INDAGINE:**



Il Tecnico Progettista:

Il Direttore dei Lavori d'Indagine:

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'**acquisizione** dei dati è stato utilizzato un sismografo **multicanale** "ECHO 2412010" a 24 canali dotato di incremento automatico del segnale con **algoritmo** di **sommatoria** e consente la visione in simultanea delle tracce sismiche sullo schermo del computer. Si può, inoltre, manipolare il segnale con appositi **filtri** sia in ingresso che a posteriori, verificare il livello di **m o r i** generati da sorgenti estranee

(vento, **rumori** naturali, mezzi **meccanici**,ecc.) e scegliere l'amplificazione più idonea del segnale in maniera differenziata per ogni canale.



La gestione del sismografo avviene tramite **software proprietario** installato su **laptop**, tramite il quale è possibile gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione **filtraggi** delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione in tempo reale del segnale su tutti i geofoni attivi;
- visualizzazione del accelerogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma di ulteriori **accelerogrammi**;
- **memorizzazione** di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è utilizzata una mazza del peso di 8 kg ed una piastra di battuta di alluminio.

Il geofoni verticali rivelano la variazione di velocità di oscillazione al suolo (nel caso specifico in direzione verticale) prodotta dal passaggio delle onde sismiche tramite lo spostamento relativo smorzato di una massa inerziale rispetto all'involucro esterno solidale con il terreno. Tale spostamento induce una variazione del campo elettro-magnetico che si traduce in variazione del potenziale **elettrico** che è la grandezza effettivamente rilevata. Il rapporto tra l'oscillazione reale del suolo e quella della massa inerziale in funzione delle frequenze del moto è definita dalla curva caratteristica del geofono; in tale curva, **la** frequenza caratteristica definisce il limite inferiore al disopra del quale i rapporto di oscillazione tra il suolo e la massa inerziale è pari ad **1**.

Sono stati utilizzati geofoni (GEO SPACE LT) verticali con frequenza caratteristica di 4.5 Hz e di 10 Hz.



METODOLOGIA

Sismica a rifrazione superficiale con elaborazione tomografica

L'indagine sismica a rifrazione in superficie consiste in una metodica che prevede la disposizione lineare di geofoni monodimensionali (verticali per le onde P ed orizzontali per le onde SH) in superficie. La distanza intergeofonica è costante e i punti energizzati (shot) sono disposti alle **estremità** dello stendimento, esterni allo stendimento (obbligatori per il metodo GRM o Dalay **Time**, facoltativi per i metodi **tomigrafici**) e all'interno dello stendimento. Il numero di geofoni, la distanza intergeofonica e il numero di "shot" eseguiti caratterizzano il grado di definizione dell'indagine e la profondità di investigazione.

In generale la metodologia di analisi si basa **sui** principi di propagazione delle onde sismiche all'interno di mezzi a differenti velocità sismica. Nello specifico, le onde generate in superficie attraversano lo strato più superficiale in maniera diretta fino al raggiungimento dello strato sottostante dove subiscono il fenomeno della rifrazione proprio a causa della differente velocità tra i mezzi. Il raggio sismico risulta riflesso con un angolo maggiore di quello incidente nel caso che velocità del mezzo sottostante siano **maggiori** di quello sovrastante, minore nel caso **contrario**. Nel primo caso, a seconda **dell'angolo** di incidenza le onde possono subire una rifrazione critica che prevede, durante il tragitto del raggio sismico, l'attraversamento **dell'interfaccia** dei mezzi con di velocità di propagazione proprie dello strato inferiore (**più** elevata).

L'elaborazione dei segnali sismici, l'individuazione dei primi arrivi e la costruzione delle domocrone (grafici tempi dei primi arrivi – distanze) è eseguita mediante **software** WINSISM 10.2.

L'elaborazione tomografica prevede che dato un modello bidimensionale iniziale definito da un gradiente (velocità–profondità) variabile in termini monodimensionali; questo venga iterativamente adattato fino ad ottenere una corrispondenza tra i primi arrivi teorici del modello **2D** e quelli sperimentali misurati. Il codice di calcolo utilizzato per tali processi è il **Rayfract** che è un sistema basato sul metodo di inversione wavepath **eikonal travel time** (WET) di Schuster & Quintus-Bosz (1993). Tale metodo tramite una backprojection formula ricava il modello **delle** velocità dai primi arrivi calcolati da una soluzione alle differenze finite alla equazione **eikonale** (Qin et al., 1992). La procedura prevede che, assegnato modello iniziale di velocità, una **routine** di inversione, aggiusta iterativamente tale modello fino ad ottenere un accettabile **confronto** tra il modello dei primi arrivi calcolati e quelli misurati. Il **rayfract** utilizza il metodo **Delta-t-V** (improved **Herglotz-Wiechert**) per creare un iniziale modello a gradiente **1D** coerente con i primi arrivi misurati; quindi, successivamente tale modello è **raffinato** dal WET method tomography inversion.



Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Alessandro D'Urso

TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE - ONDE P

LINEA SISMICA ST - 01

MODALITA' DI ACQUISIZIONE

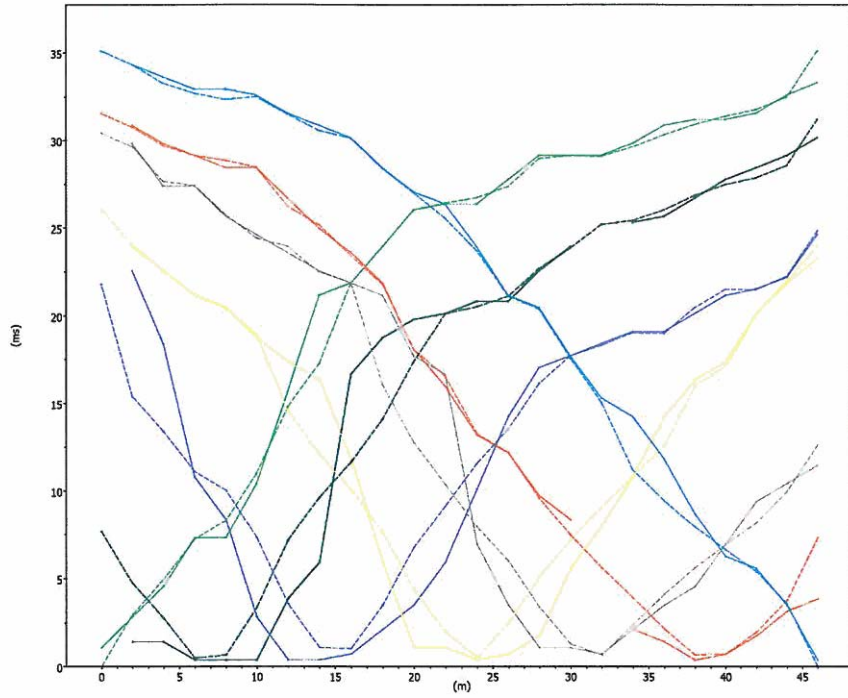
Acquisitore tipo: ECO 24 CH "AMBROGEO"	Punti di camp. per canale 13616	Ritardo (ms) 0,00
Canali impiegati 24	Punti di wmp. Totali 326787	Energliatore MECCANICO
Intervallo di campionamento (ms) 0,128	Amplifiwzione DIFFER. PER CANALE	Starter MECCANICO
Tempo di acquisizione (ms) 1000	Filtro PB in acq. (Hz) 500	Sommatone 3

CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO

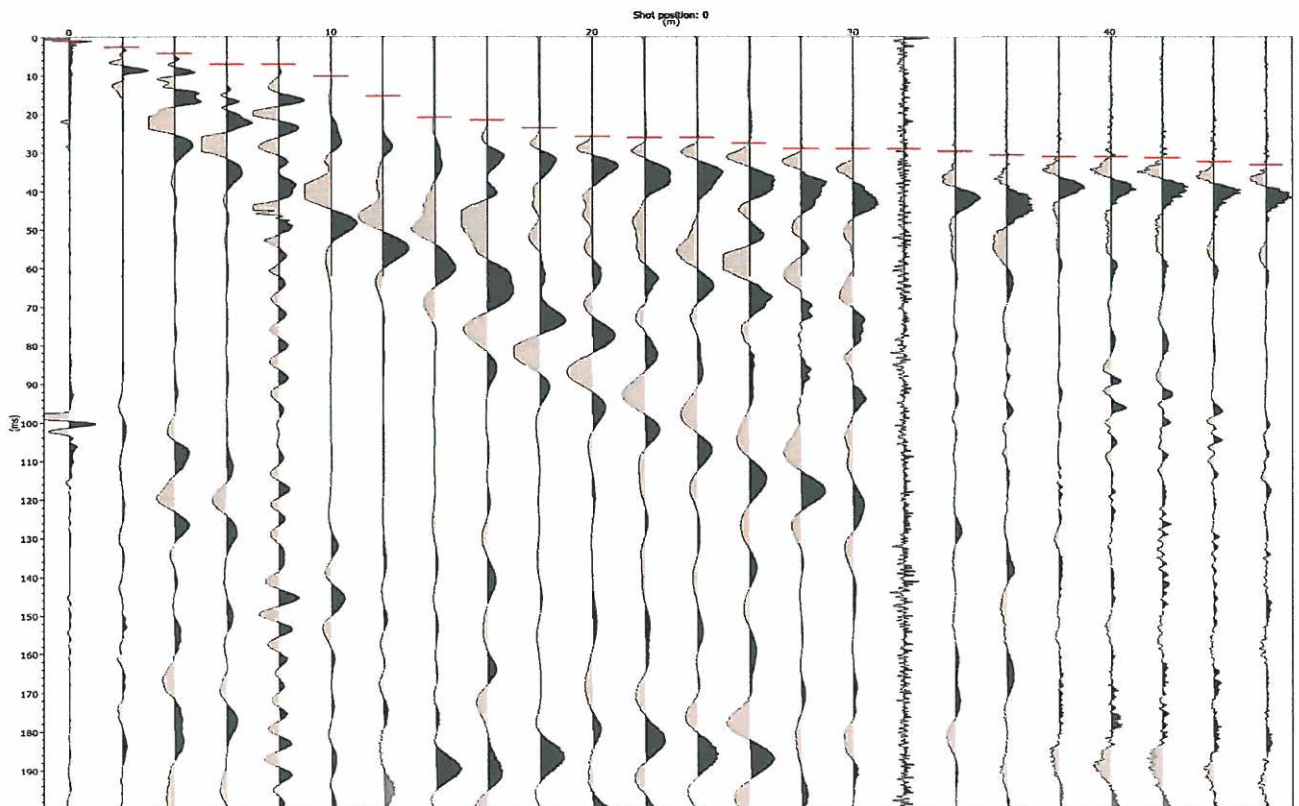
N' Gwfonì 24	Distanza intergeofonica (m) 2,00	Lungh.stendim. (m) 48,00	Lungh. linea sismica (m) 48,00
Punti di energizzazione 7	Punti energ. Esterni 0	Punti energ. Estremi 2	Punti enrg. Interni 5

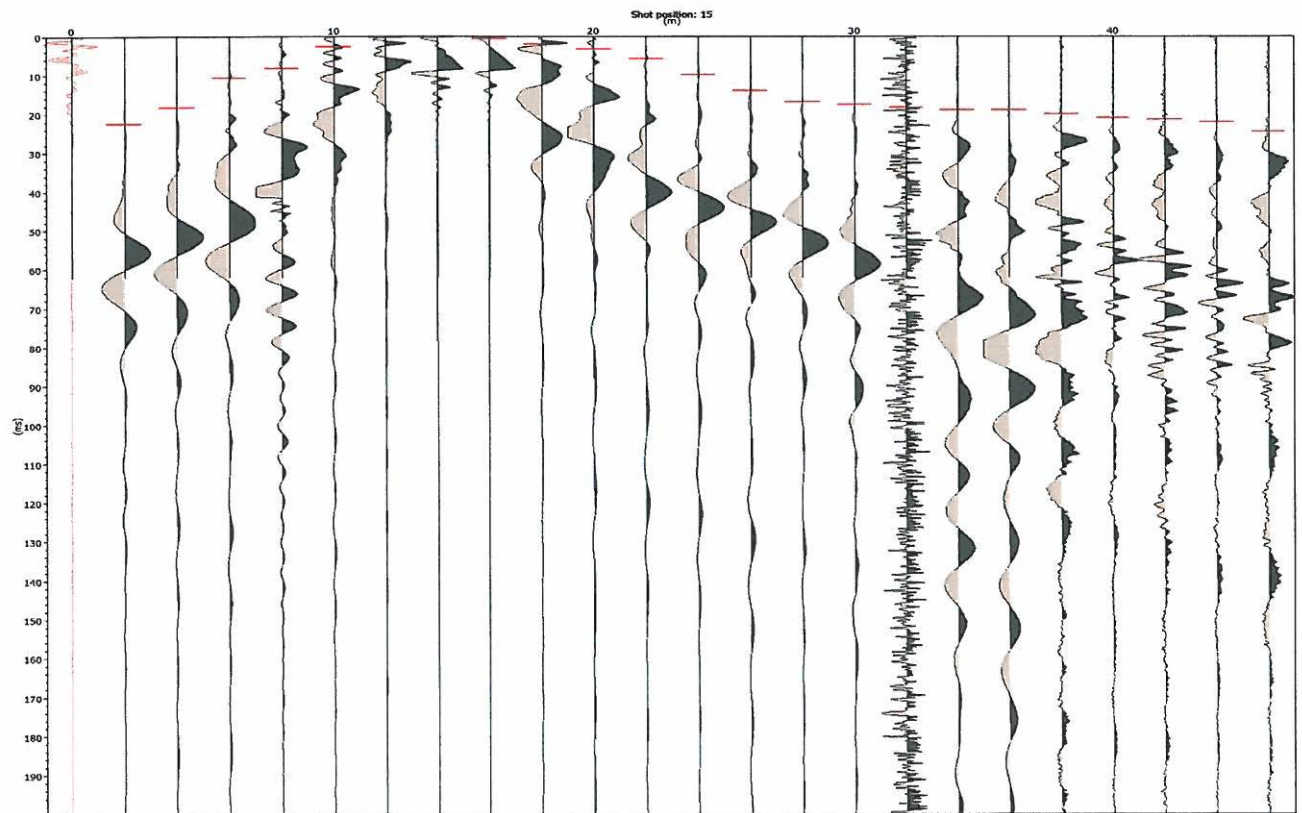
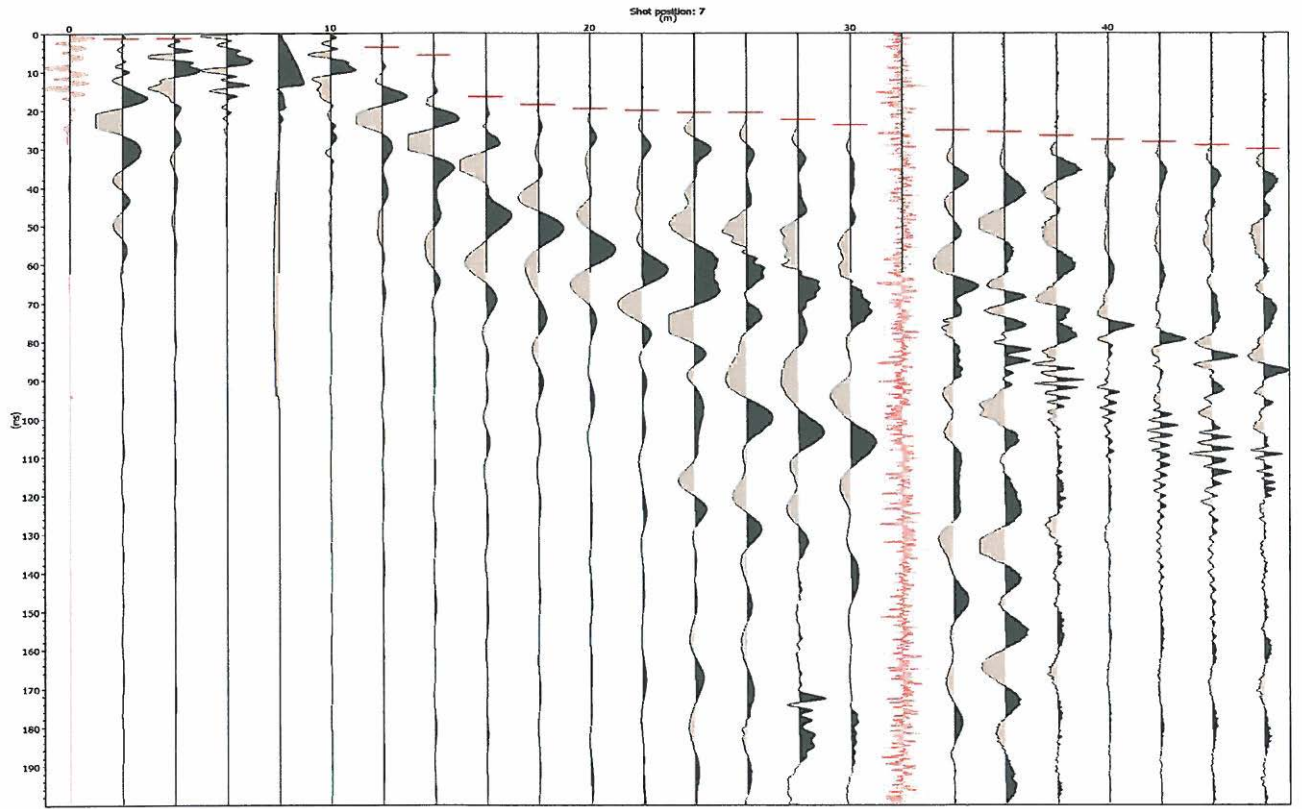


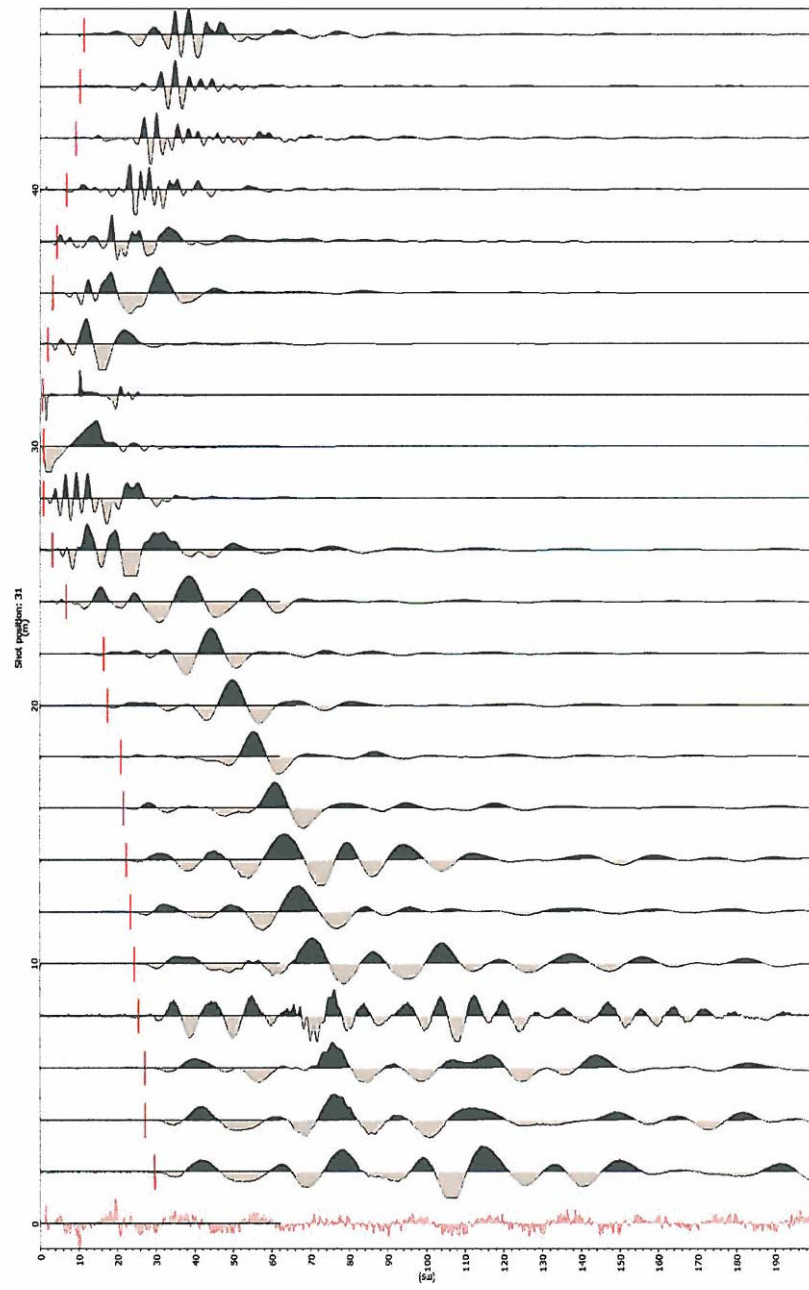
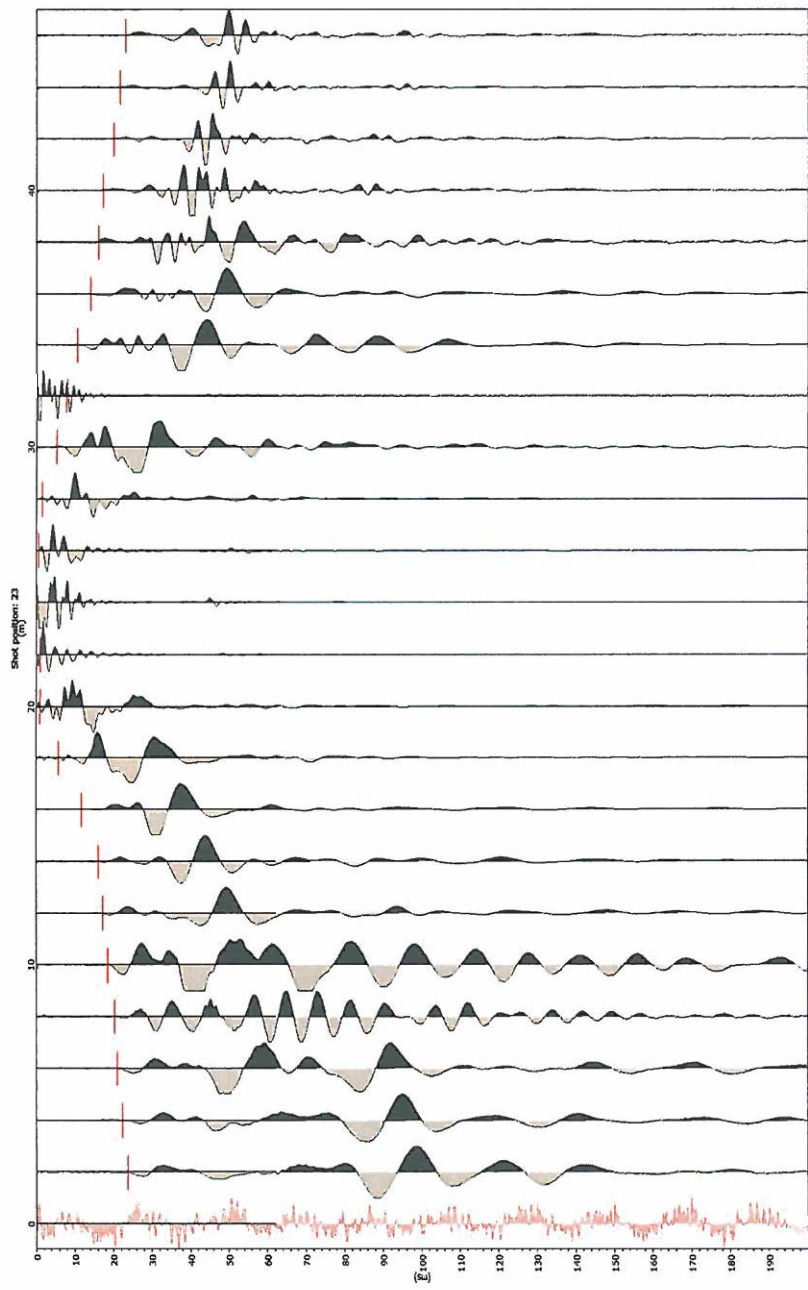
TEMPI DI ARRIVO DELLE DOMOCRONE

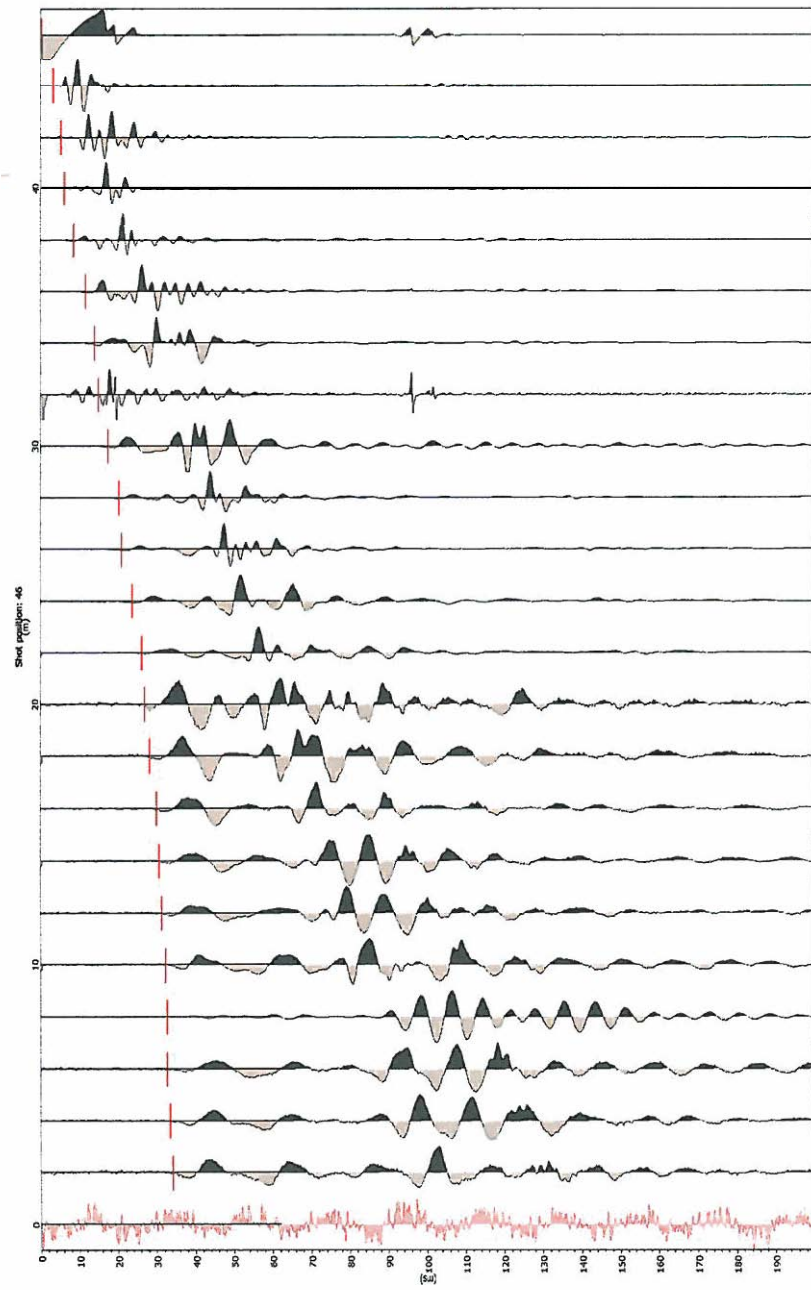
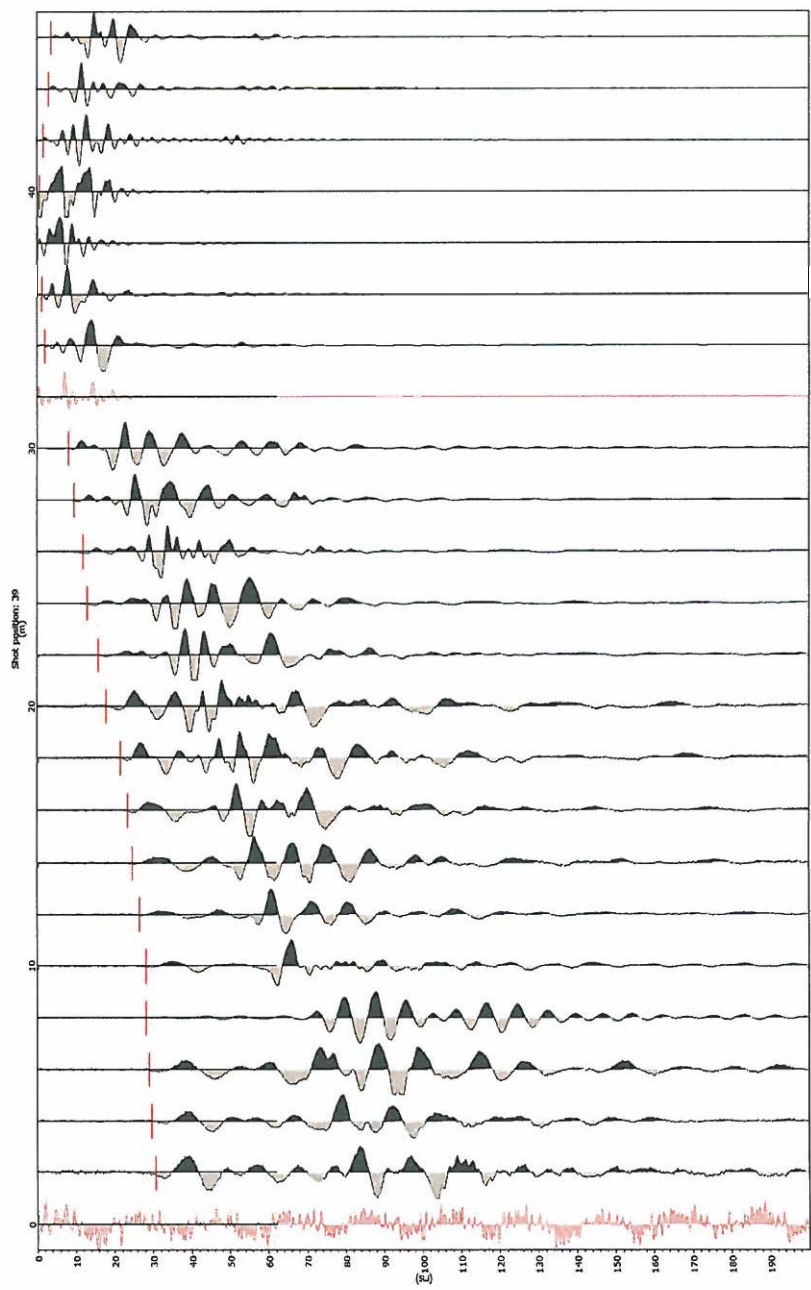


TRACCE REGISTRATE E PRIMI ARRIVI

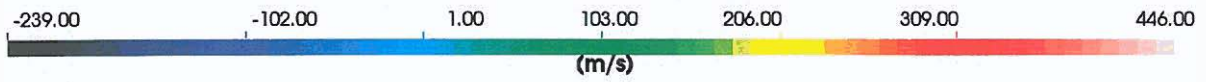
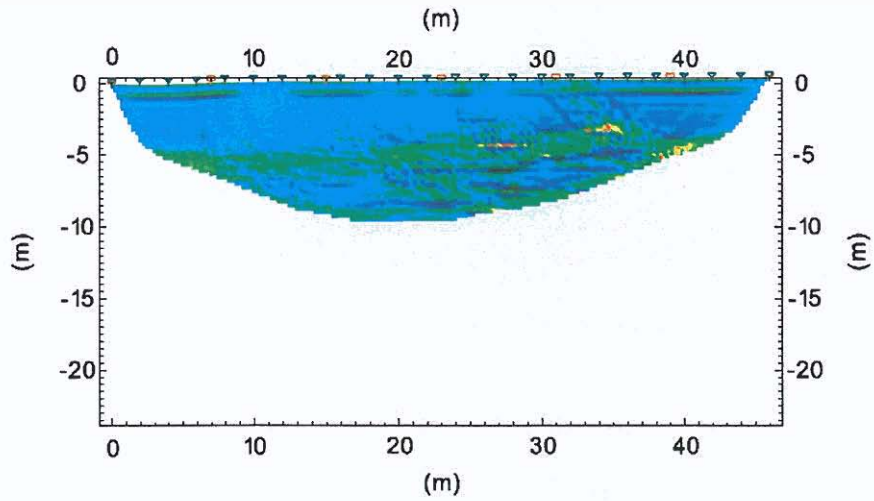




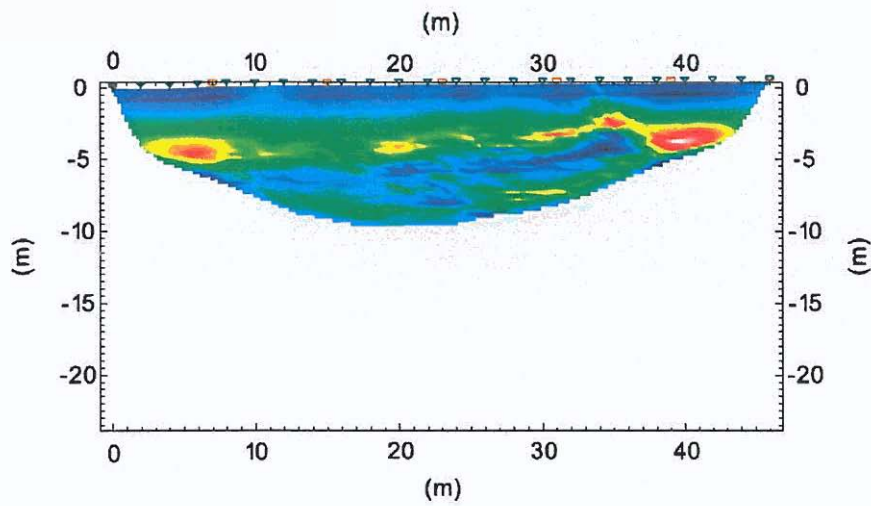




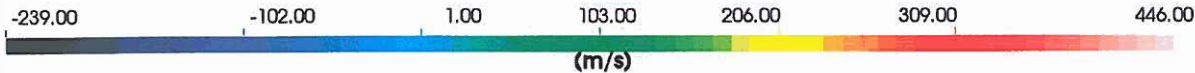
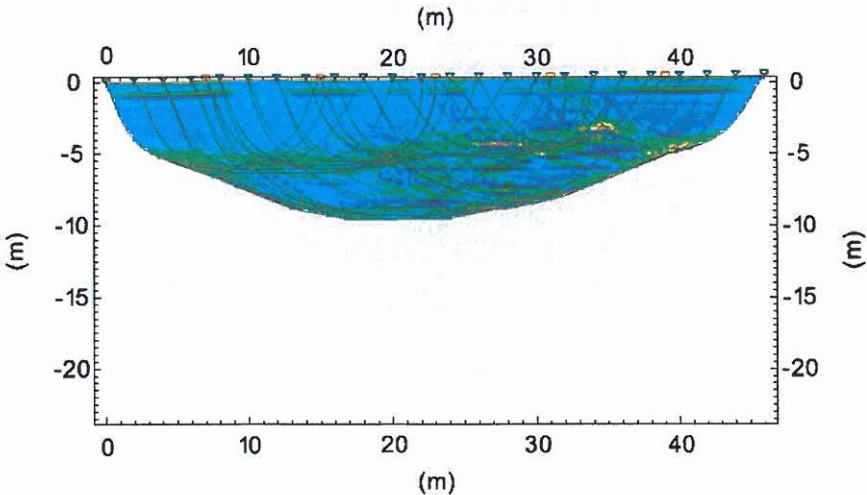
Tomographic Profile - Laplacian Gradient



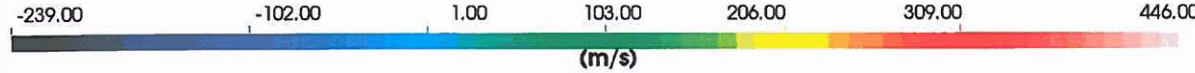
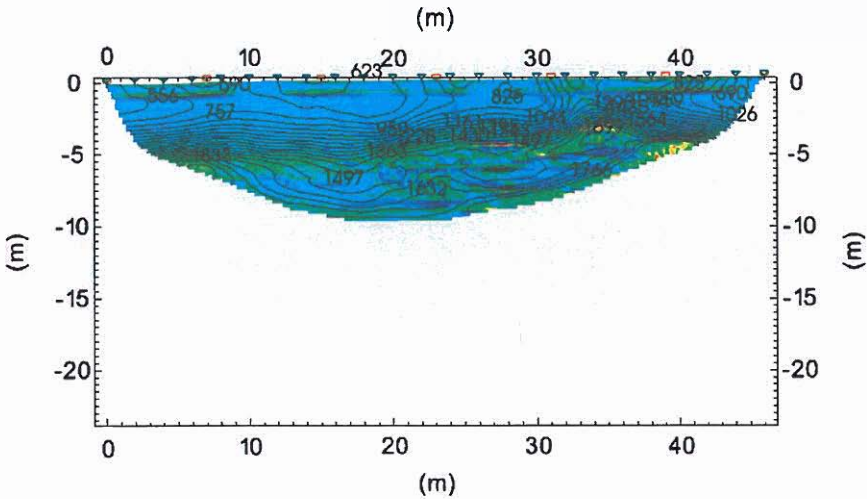
Tomographic Profile - Vertical Gradient



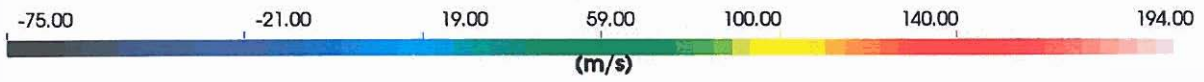
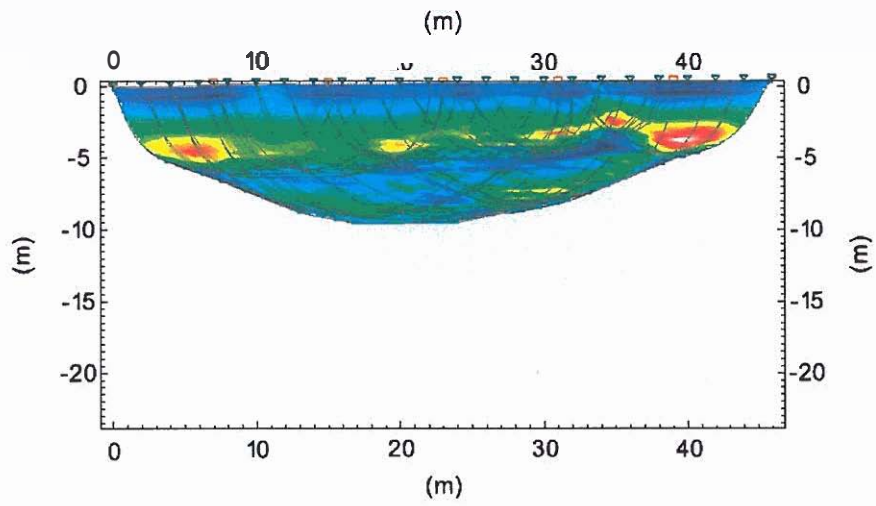
Tomographic Profile - Laplacian Gradient with Rays



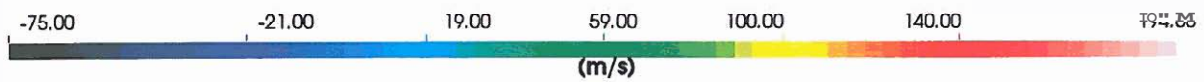
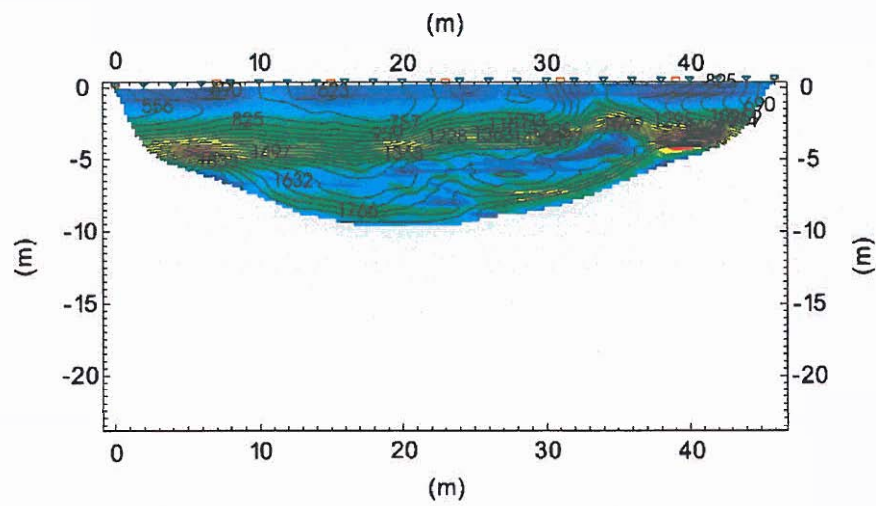
Tomographic Pmfile - Laplacian Gradient with Isolines



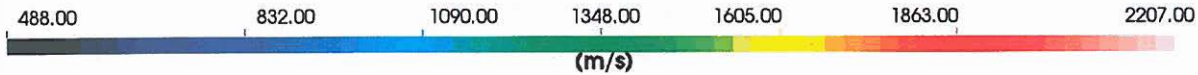
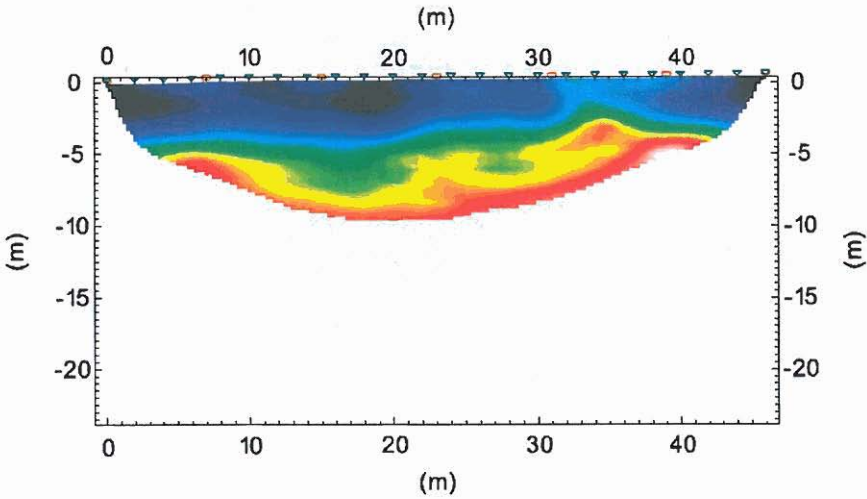
Tomographic Profile - Vertical Gradient with Rays



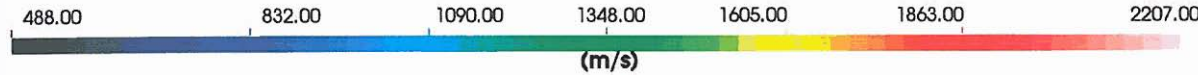
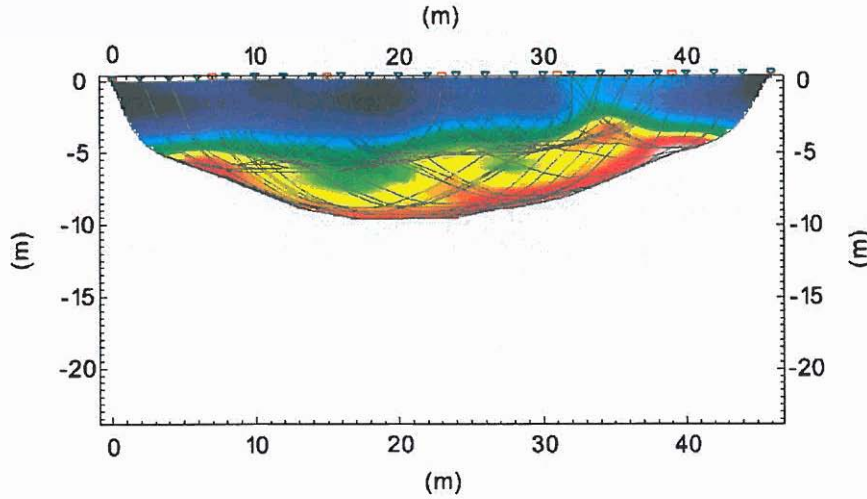
Tomographic Profile - Vertical Gradient with Isolines



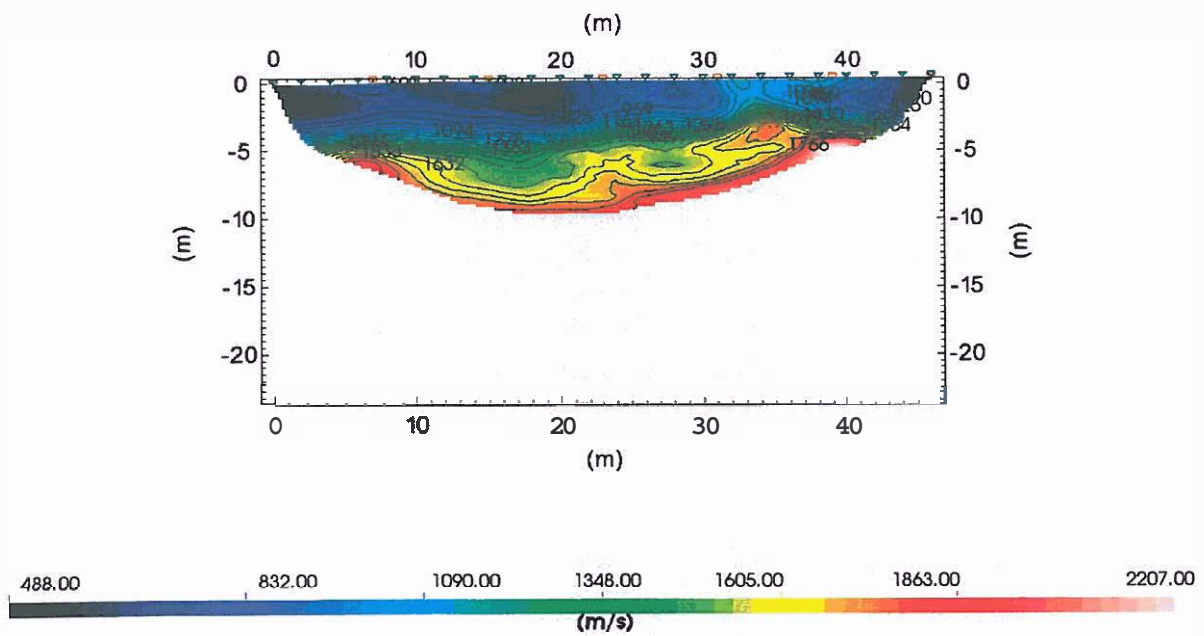
Tomographic Profile - Velocity



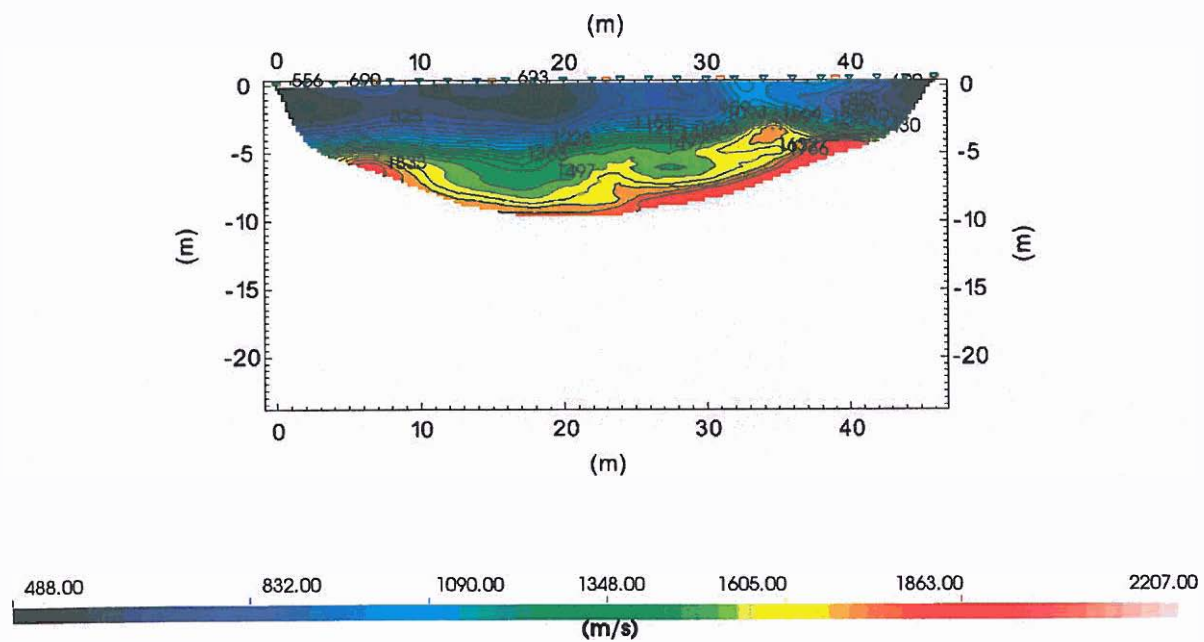
Tomographic Profile - Velocity with Rays



Tomographic Profile - Velocity with Isolines



Tomographic Profile - Velocity with Filled Isolines



TOMOGRAFIA SISMICA ST 1 (grafica MT-1)

Distribuzione profilo sismico:
 S1: Shot position 48 m. (right)
 S7: Shot position 0 m. (left)

Ubicazione profilo sismico:
 S1: Nord - Est
 S7: Sud - Ovest

Laboratorio Autorizzato ai sensi del D.Lgs. n. 46/2001
Soil Project
 s.a.s.
 Lo Sperimentatore
 Dott. Geol. Alessandro D'Urso



ALLEGATO 3

**Prove geotecniche di laboratorio eseguite sui
campioni indisturbati**

(S2C1,S2C2, ,S3C1 ed S4C1)






Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)
Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Codice Qualità : 0131/23/L del 21/06/2023

Numero Accettazione : 131/23 del 21/06/2023

Committente:

**Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di
Benevento**

Opera:

**Affidamento piano delle indagini geognostiche,
geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da
eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE"
interessato da movimento franoso.
km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)**

Data Emissione Certificati: 13/09/2023



Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it;

email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Codice Qualità : 0131/23/L del 21/06/2023

Numero Accettazione : 131/23 del 21/06/2023

Il laboratorio geotecnico prove su terre Soil Project, per conto della Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento, ha effettuato sui campioni S2C1-S2C2-S3C1-S4C1 le seguenti prove:

- Apertura campione
- Caratteristiche fisico – volumetriche
- Analisi granulometria per setacciatura
- Analisi granulometria per sedimentazione
- Prova di taglio diretto S4C1
- Prova edometrica S4C1
- Prova ELL S4C1
- Prova di taglio residuo S4C1



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 111

Rev. 1
del 07/01/2013

APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

Data Emissione
13/09/2023

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

DATI GENERALI

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)
Impresa	.
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale

PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	X
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	X
C	Analisi granulometrica	X
D	Limiti di Atterberg	
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	
G	Prova di taglio diretto	
H	Prova di taglio residuo	
I	Prova triassiale CID	
L	Prova triassiale CIU	
M	Prova triassiale UU	
N	Prova espansione laterale libera	
O	Prova di compattazione	

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

IN FORO	IN TRINCEA	SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
X			Rotaz. - carotiere	X
			Rotaz. doppio carot.	
			Percussione	
			Spirale	
			Campionatore:	
Data Prelievo		05/07/2023	Shelby	X
N. Sondaggio		S2	Osterberg	
Prof. Sondaggio (m)		20,00	Mazier	
N. Campione		C1	Carotiere rotativo	
Prof. Campione (m)		1,00-1,50	Carotiere doppio rot.	
Diametro campione (mm)		80	Cucchiaino	
Altezza campione (mm)		500	Altro	

Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

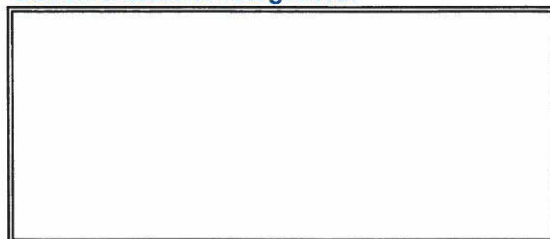
IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no		Granulare medio		Granulare/coesivo		Coesivo						
CONSISTENZA		Colore	Marroncino molto chiaro	Classe campione sfustellato								
X		Struttura	Eterogenea	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5				
		Tessitura	Grossolano Medio Fine									
PRESENZA MAT. ORG		FESSURAZIONE		ALLUNGAMENTO								
BUONA	MEDIO-BUONA	ALTA	MEDIA	SCARSA	DISGREGATO	NON DISGREGATO	PERSISTENTE	MEDIA	ASSENTE	ACCENTUATO	MODESTO	SCARSO

Note:

Presenza di numerosi clasti di varia dimensione

Documentazione fotografica:



Lo Spenfantore

Il Direttore del Laboratorio
Geol. Daniele Pipicelli

S 3137



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubanie, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
03673

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n° 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S2
Operai cant.	Affidamento piano delle indagini geonostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	20,00
Locali	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa		Prof. Campione (m)	1,00-1,50
Tecniw	Geol. Clemente Pasquale	Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

Metodo campione	Provino			
	1	2	3	
Peso contenitore (g)	72,38	72,38	72,38	
Peso contenitore+campione umido (g)	220,00	219,68	220,28	
Peso campione umido (g)	147,6	147,3	147,9	
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	72,00	
Peso di volume γ (kN/m ³)	20,106	20,063	20,144	
	MEDIA 20,10			
C.Q. $\Delta\gamma < 2\%$	$\Delta\gamma$ (%)	0,01	0,21	0,20

CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
	MEDIA		

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

	Campione			
	1	2	3	
Picnometro	A	B	C	
Peso campione secco (g)	26,14	26,08	26,32	
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00	
Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³)	9,80665	9,80665	9,80665	
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	166,28	166,46	166,80	
Peso picnometro + acqua (g)	149,8	150,0	150,2	
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	26,54	26,59	26,55	
	MEDIA 26,56			
C.Q. $\Delta\gamma_s < 1\%$	$\Delta\gamma_s$ (%)	0,08	0,10	0,02

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm ³)			
Peso di volume γ (kN/m ³)			
	MEDIA		

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_d (kN/m ³)	17,9
Indice dei vuoti e	0,49
Porosità n (%)	32,7
Grado di saturazione (Sr) %	69,8
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	21,1
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ' (kN/m ³)	11,3

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA w (ASTM D2216)

	Provino			
	1	2	3	
Contenitore n°	A	B	C	
Peso contenitore (g)	9,36	9,50	9,28	
Peso cont. + peso camp. umido (g)	101,58	99,52	105,54	
Peso cont. + peso camp. secco (g)	91,28	89,50	94,80	
Peso campione secco (g)	81,92	80,00	85,52	
Contenuto d'acqua w (%)	12,57	12,53	12,56	
	MEDIA 12,55			
C.Q. $\Delta\gamma < 1,5\%$	$\Delta\gamma$ (%)	0,17	0,22	0,05

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

	Provini	
	1	2
Determinazioni n.		
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
	MEDIA	

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm ³)		
Assorbimento reazione (cm ³)		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
	MEDIA	

Note

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio
Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
03674

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	20,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	1,00-1,50
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Note:

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	B8
Peso contenitore (g)	80,84
Peso campione umido (g)	774,1
Peso campione secco (g)	701,60
Peso campione secco lavato (g)	497,84
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	203,76
Responso perdita	0,00

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1 1/2"	31,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	67,14	9,57	9,57	90,43
1/2"	12,500	29,44	4,20	13,77	86,23
4	4,750	105,26	15,00	28,77	71,23
8	2,360	71,22	10,15	38,92	61,08
10	2,000	14,28	2,04	40,95	59,05
16	1,180	48,20	6,87	47,82	52,18
20	0,850	27,38	3,90	51,73	48,27
30	0,600	25,96	3,70	55,43	44,57
40	0,425	24,74	3,53	58,95	41,05
60	0,250	34,60	4,93	63,89	36,11
80	0,180	16,34	2,33	66,21	33,79
100	0,150	8,88	1,27	67,48	32,52
200	0,075	24,40	3,48	70,96	29,04
FONDO	//	203,76	29,04	100,00	//
TOTALE		701,60	100,00	C.Q. > 97 %	

Risultato

GHIAIA	Grossa	9
	Media	17
41	Fine	15
		41
SABBIA	Grossa	15
	Media	10
33	Fine	8
		33
LIMO/ARGILLA		26

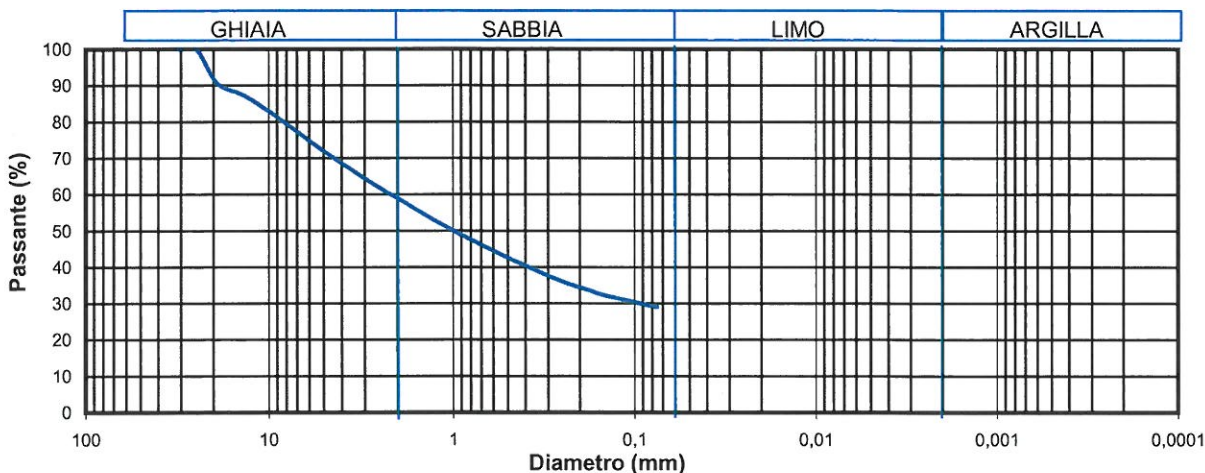
Coefficienti granulometrici

D60	(mm)		Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)		Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)			

Descrizione campione

Area reserved for sample description.

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
 Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
3675

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento	Prof. Sondaggio (m)	20,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	1,00-1,50
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Volume bulbo densimetro (cm ³)	V _B	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H _B	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm ²)	S _C	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	701,6
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	203,8
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	26,56

Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C _M		0,5
Correzione temperatura	C _T	-4,4	0,22
Correzione dispersione	C _D	(4,4-8,5)	-4,1

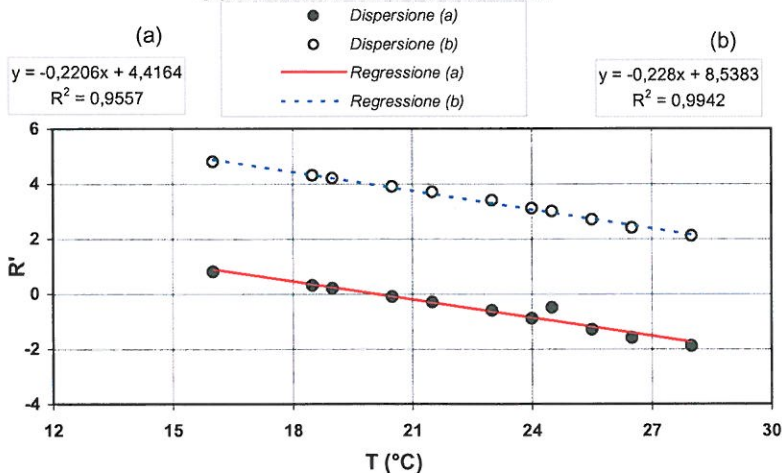
Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R _{lett.}	R' (a)	T (°C)	R _{lett.}	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

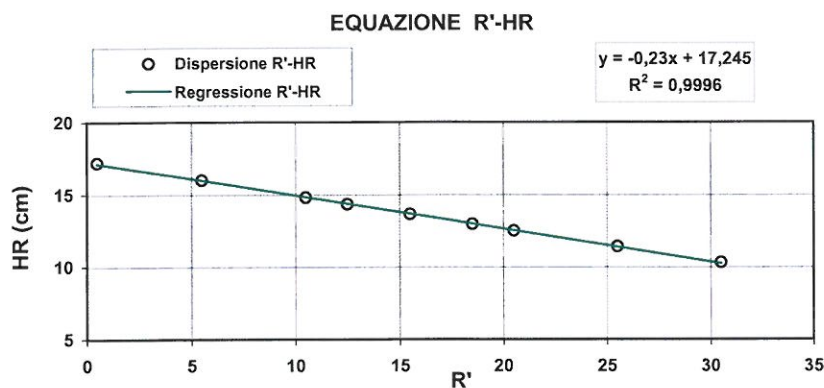
R'(a) = 4,4-0,22 T

R'(b) = 8,5-0,22 T

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)



R _{lett.}	R'	H ₁	H _R
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

H_R = 14,83 - 0,230 R'

a 14,8 b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 2/2

Rev. I del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
3676

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n° 36f Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento	Prof. Sondaggio (m)	20,00
Località	km 14+350 della SP. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa		Prof. Campione (m)	1,00-1,50
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R _{lett.}	H ₁ (cm)	H _R (cm)	R'	H _R (cm)	C _T	γ _L	η _L	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	26,0		8,2	26,5	8,745	0,00	0,9982	0,000	0,0560	22,40	25,8
1	20,0	25,0		8,2	25,5	8,975	0,00	0,9982	0,000	0,0401	21,40	24,6
2	20,0	24,0		8,2	24,5	9,205	0,00	0,9982	0,000	0,0288	20,40	23,5
4	20,0	22,5		8,2	23,0	9,55	0,00	0,9982	0,000	0,0207	18,90	21,7
8	20,0	21,0		8,2	21,5	9,895	0,00	0,9982	0,000	0,0149	17,40	20,0
15	20,0	19,0		8,2	19,5	10,355	0,00	0,9982	0,000	0,0111	15,40	17,7
30	20,0	16,5		8,2	17,0	10,9	0,00	0,9982	0,000	0,0081	12,90	14,8
60	20,0	14,0		8,2	14,5	11,505	0,00	0,9982	0,000	0,0059	10,40	12,0
120	20,0	11,5		8,2	12,0	12,08	0,00	0,9982	0,000	0,0043	7,90	9,1
300	20,0	9,5		8,2	10,0	12,54	0,00	0,9982	0,000	0,0027	5,90	6,8
600	20,0	8,0		8,2	8,5	12,885	0,00	0,9982	0,000	0,0020	4,40	5,1
1440	20,0	6,0		8,2	6,5	13,345	0,00	0,9982	0,000	0,0013	2,40	2,8

Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1 ^{1/2"}	31,50	100,0
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	90,4
1/2"	12,50	86,2
4	4,750	71,2
8	2,360	61,1
10	2,000	59,0
16	1,180	52,2
20	0,850	48,3
30	0,600	44,6
40	0,425	41,0
60	0,250	36,1
80	0,180	33,8
100	0,150	32,5
200	0,075	29,0
S	0,0560	25,8
S	0,0401	24,6
S	0,0288	23,5
S	0,0207	21,7
S	0,0149	20,0
S	0,0111	17,7
S	0,0081	14,8
S	0,0059	12,0
S	0,0043	9,1
S	0,0027	6,8
S	0,0020	5,1
S	0,0013	2,8

Coefficienti granulometrici

D60 (mm)	2,2000
D30 (mm)	0,0900
D10 (mm)	0,0050
Coef. Uniformità (Cu)	440
Coef. Curva (Cc)	0,7

Percentuale passaggio

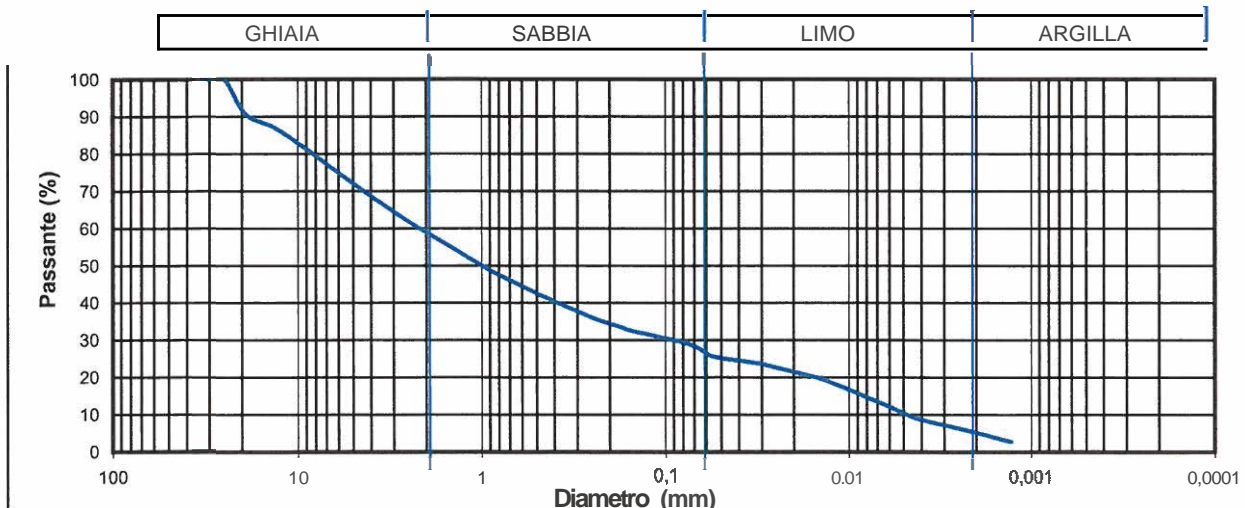
GHIAIA (%)	41
SABBIA (%)	33
LIMO (%)	21
ARGILLA (%)	5

Descrizione campione (AGI) :

Ghiaia con sabbia limosa deb. argillosa

Note

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Picicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/1

Rev. 1
del 07/01/2013

APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

Data Emissione
13/09/2023

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

DATI GENERALI

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)
Impresa	.
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale

PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	X
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	X
C	Analisi granulometrica	X
D	Limiti di Atterberg	
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	
G	Prova di taglio diretto	
H	Prova di taglio residuo	
I	Prova triassiale CID	
L	Prova triassiale CIU	
M	Prova triassiale UU	
N	Prova espansione laterale libera	
O	Prova di compattazione	

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

IN FORO		IN TRINCEA		SUPERFICIE	
X					
Mod. sondaggio:					
Rotaz. - carotiere				X	
Rotaz. doppio carot.					
Percussione					
Spirale					
Campionatore:					
Data Prelievo		04/07/2023		Shelby X	
N. Sondaggio		S3		Osterberg	
Prof. Sondaggio (m)		10,00		Mazier	
N. Campione		C1		Carotiere rotativo	
Prof. Campione (m)		5,50-6,00		Carotiere doppio rot.	
Diametro campione (mm)		80		Cucchiaino	
Altezza campione (mm)		500		Altro	

Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no		Granulare medio		Granulare/coesivo		Coesivo	
				X			
CONSISTENZA		Colore		Marrone		Classe campione sfustellato	
X		Struttura		Eterogenea		Q1 Q2 Q3 Q4 Q5	
		Tessitura		Grossolano Medio Fine			
PRESENZA MAT. ORG		FESSURAZIONE		ALLUNGAMENTO			
BUONA		NON DISGREGATO		ACCENTUATO			
MEDIO-BUONA		PERSISTENTE		MODESTO			
MEDIA		MEDIA		SCARSO			
MODESTA							
SCARSA		DISGREGATO					
ALTA							
MEDIA							
SCARSA							

Note:

Presenza di numerosi clasti calcari e calcarenitici

Documentazione fotografica:



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio
Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
03677

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n. 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S3
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa		Prof. Campione (m)	5,50-6,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

Metodo campione	Provino			
	1	2	3	
Peso contenitore (g)	72,38	72,38	72,38	
Peso contenitore+campione umido (g)	214,44	216,28	215,54	
Peso campione umido (g)	142,1	143,9	143,2	
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	72,00	
Peso di volume γ (kN/m ³)	19,349	19,600	19,499	
	MEDIA 19,48			
C.Q. $\Delta\gamma$ (%)	$\Delta\gamma$ (%)	0,69	0,60	0,08

CONTENUTO IN SOLFATI (UNIEN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
	MEDIA		

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

	Campione			
	1	2	3	
Picnometro	A	B	C	
Peso campione secco (g)	26,02	26,32	26,11	
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00	
Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³)	9,80665	9,80665	9,80665	
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	166,24	166,58	166,70	
Peso picnometro + acqua (g)	149,8	150,0	150,2	
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	26,64	26,50	26,64	
	MEDIA 26,59			
C.Q. $\Delta\gamma_s$ (%)	$\Delta\gamma_s$ (%)	0,16	0,35	0,19

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm ³)			
Peso di volume γ (kN/m ³)			
	MEDIA		

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_d (kN/m ³)	16,8
Indice dei vuoti e	0,58
Porosità n (%)	36,7
Grado di saturazione (Sr) %	73,7
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	20,4
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ (kN/m ³)	10,6

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino			
	1	2	3	
Contenitore n°	A	B	C	
Peso contenitore (g)	9,34	9,52	9,44	
Peso cont. + peso camp. umido (g)	85,14	80,14	78,28	
Peso cont. + peso camp. secco (g)	74,80	70,46	69,00	
Peso campione secco (g)	65,46	60,94	59,56	
Contenuto d'acqua w (%)	15,80	15,88	15,58	
	MEDIA 15,75			
C.Q. Δw (%)	Δw (%)	0,27	0,83	1,10

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm ³)		
Assorbimento reazione (cm ³)		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
	MEDIA	

Note

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

	Provini	
	1	2
Determinazioni n.		
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
	MEDIA	

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio

Geol. Daniele Piccelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
03678

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S3
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	5,50-6,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Note:

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	P12
Peso contenitore (g)	81,04
Peso campione umido (g)	880,1
Peso campione secco (g)	822,16
Peso campione secco lavato (g)	608,36
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	213,80
Responso perdita	0,00

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1 1/2"	31,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	163,94	19,94	19,94	80,06
1/2"	12,500	55,70	6,77	26,71	73,29
4	4,750	120,38	14,64	41,36	58,64
8	2,360	80,92	9,84	51,20	48,80
10	2,000	14,64	1,78	52,98	47,02
16	1,180	46,98	5,71	58,69	41,31
20	0,850	26,22	3,19	61,88	38,12
30	0,600	22,42	2,73	64,61	35,39
40	0,425	19,66	2,39	67,00	33,00
60	0,250	23,72	2,89	69,89	30,11
80	0,180	10,42	1,27	71,15	28,85
100	0,150	5,70	0,69	71,85	28,15
200	0,075	17,66	2,15	74,00	26,00
FONDO	//	213,80	26,00	100,00	//
TOTALE		822,16	100,00	C.Q. > 97 %	

Risultato

GHIAIA	Grossa	19
	Media	20
	Fine	53
53		14
SABBIA	Grossa	12
	Media	6
	Fine	23
23		5
LIMO/ARGILLA		24
		24

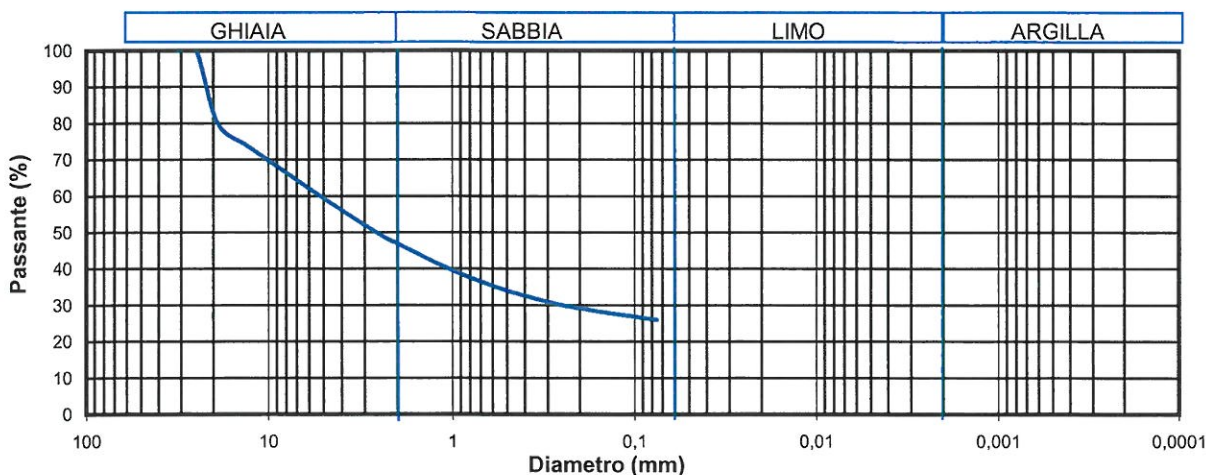
Coefficienti granulometrici

D60	(mm)		Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)		Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)			

Descrizione campione

Area reserved for sample description.

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
 Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
3679

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S3
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	5,50-6,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Volume bulbo densimetro (cm ³)	V _B	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H _B	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm ²)	S _C	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	822,2
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	213,8
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	26,59

Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C _M		0,5
Correzione temperatura	C _T	-4,4	0,22
Correzione dispersione	C _D	(4,4-8,5)	-4,1

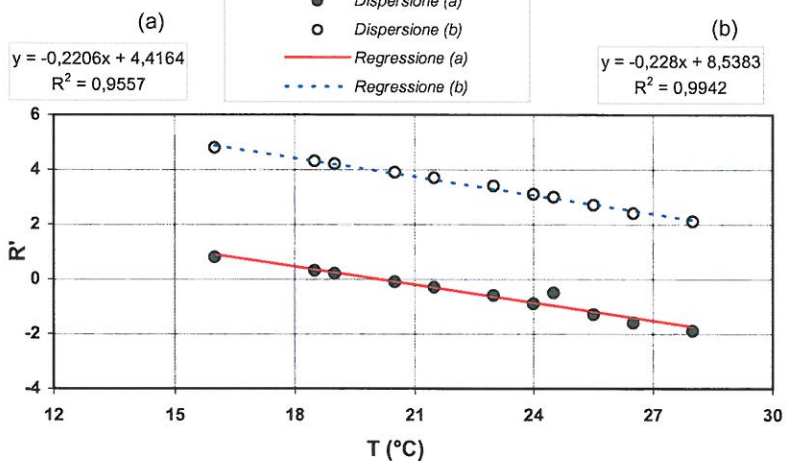
Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R _{lett.}	R' (a)	T (°C)	R _{lett.}	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

$$R'(a) = 4,4 - 0,22 T$$

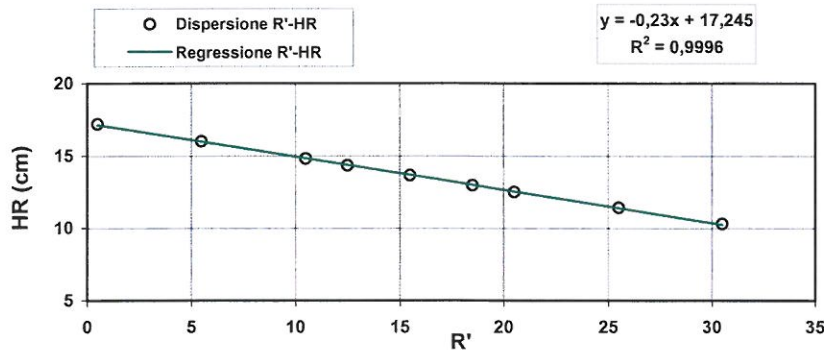
$$R'(b) = 8,5 - 0,22 T$$

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)

EQUAZIONE R'-HR



R _{lett.}	R'	H ₁	H _R
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

$$H_R = 14,83 - 0,230 R'$$

a 14,8 b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1
del 07/01/2013

APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

Data Emissione
13/09/2023

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

DATI GENERALI

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)
Impresa	.
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale

PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	X
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	X
C	Analisi granulometrica	X
D	Limiti di Atterberg	
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	
G	Prova di taglio diretto	
H	Prova di taglio residuo	
I	Prova triassiale CID	
L	Prova triassiale CIU	
M	Prova triassiale UU	
N	Prova espansione laterale libera	
O	Prova di compattazione	

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

	IN FORO	IN TRINCEA	SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
	X			Rotaz.- carotiere	X
				Rotaz.doppio carot.	
				Percussione	
				Spirale	
				Campionatore:	
Data Prelievo		05/07/2023		Shelby	X
N. Sondaggio		S2		Osterberg	
Prof. Sondaggio (m)		20,00		Mazier	
N. Campione		C2		Carotiere rotativo	
Prof. Campione (m)		13,50-14,00		Carotiere doppio rot.	
Diametro campione (mm)		80		Cucchiaino	
Altezza campione (mm)		500		Altro	

Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no	Granulare medio	Granulare/coesivo	X	Coesivo
CONSISTENZA				
Colore				
Rosastro				
Classe campione sfustellato				
Struttura				
Eterogenea				
Tessitura				
Grossolano Medio Fine				
PRESENZA MAT. ORG				
FESSURAZIONE				
ALLUNGAMENTO				
BUONA	MEDIO-BUONA	MEDIA	MODESTA	SCARSA
ALTA	MEDIA	SCARSA	DISGREGATO	NON DISGREGATO
				PERSISTENTE
				MEDIA
				ASSENTE
				ACCENTUATO
				MODESTO
				SCARSO

Note:

Presenza di numerosi clasti di varia dimensione

Documentazione fotografica:



Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio
Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
03681

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	20,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	.	Prof. Campione (m)	13,50-14,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15e)

Metodo campione	Provino			
	1	2	3	
Peso contenitore (g)	72,38	72,38	72,38	
Peso contenitore+campione umido (g)	233,56	234,54	233,02	
Peso campione umido (g)	161,2	162,2	160,6	
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	72,00	
Peso di volume γ (kN/m ³)	21,953	22,087	21,880	
	MEDIA 21,97			
C.Q. $\Delta\gamma < 2\%$	$\Delta\gamma$ (%)	0,09	0,52	0,43

CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
	MEDIA		

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

	Campione			
	1	2	3	
Picnometro	A	B	C	
Peso campione secco (g)	26,20	26,02	26,34	
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00	
Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³)	9,80665	9,80665	9,80665	
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	166,36	166,42	166,84	
Peso picnometro + acqua (g)	149,8	150,0	150,2	
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	26,65	26,58	26,63	
	MEDIA 26,62			
C.Q. $\Delta\gamma_s < 1\%$	$\Delta\gamma_s$ (%)	0,12	0,75	0,03

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm ³)			
Peso di volume γ (kN/m ³)			
	MEDIA		

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_d (kN/m ³)	20,0
Indice dei vuoti e	0,33
Porosità n (%)	24,8
Grado di saturazione (Sr) %	80,3
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	22,5
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ (kN/m ³)	12,6

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino			
	1	2	3	
Contenitore n°	A	B	C	
Peso contenitore (g)	9,20	9,40	9,50	
Peso cont. + peso camp. umido (g)	96,62	84,68	92,26	
Peso cont. + peso camp. secco (g)	88,80	77,94	85,00	
Peso campione secco (g)	79,60	68,54	75,50	
Contenuto d'acqua w (%)	9,82	9,83	9,62	
	MEDIA 9,76			
C.Q. $\Delta\gamma < 1,5\%$	$\Delta\gamma$ (%)	0,68	0,78	1,46

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

	Provini	
	1	2
Determinazioni n.		
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
	MEDIA	

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm ³)		
Assorbimento reazione (cm ³)		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
	MEDIA	

Note

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
03682

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	Attidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	20,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	.	Prof. Campione (m)	13,50-14,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Note:

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1 1/2"	31,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	157,86	23,79	23,79	76,21
1/2"	12,500	31,24	4,71	28,50	71,50
4	4,750	77,78	11,72	40,22	59,78
8	2,360	45,80	6,90	47,13	52,87
10	2,000	9,50	1,43	48,56	51,44
16	1,180	30,56	4,61	53,17	46,83
20	0,850	17,86	2,69	55,86	44,14
30	0,600	16,50	2,49	58,34	41,66
40	0,425	15,30	2,31	60,65	39,35
60	0,250	20,38	3,07	63,72	36,28
80	0,180	9,88	1,49	65,21	34,79
100	0,150	5,74	0,87	66,08	33,92
200	0,075	16,44	2,48	68,55	31,45
FONDO	//	208,64	31,45	100,00	//
TOTALE		663,48	100,00	C.Q. > 97 %	

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	B1
Peso contenitore (g)	81,48
Peso campione umido (g)	718,9
Peso campione secco (g)	663,48
Peso campione secco lavato (g)	454,84
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	208,64
Responso perdita	0,00

Risultato

GHIAIA	Grossa	22
	Media	16
	Fine	49
SABBIA	Grossa	9
	Media	7
	Fine	21
LIMO/ARGILLA	30	30

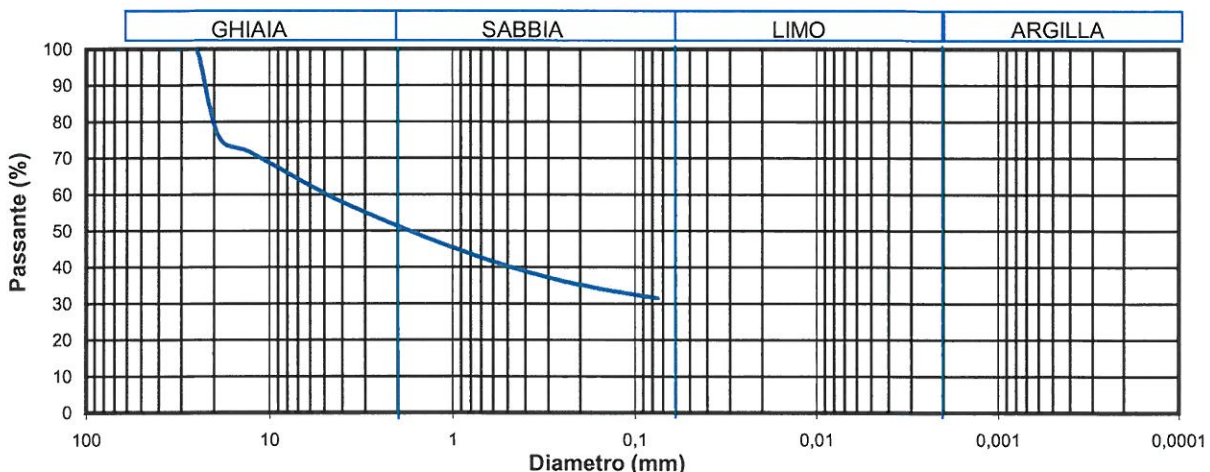
Coefficienti granulometrici

D60	(mm)		Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)		Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)			

Descrizione campione

Area reserved for sample description.

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
 Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
3683

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento	Prof. Sondaggio (m)	20,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	.	Prof. Campione (m)	13,50-14,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Volume bulbo densimetro (cm ³)	V _B	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H _B	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm ²)	S _C	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	663,5
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	208,6
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	26,62

Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C _M		0,5
Correzione temperatura	C _T	-4,4	0,22
Correzione dispersione	C _D	(4,4-8,5)	-4,1

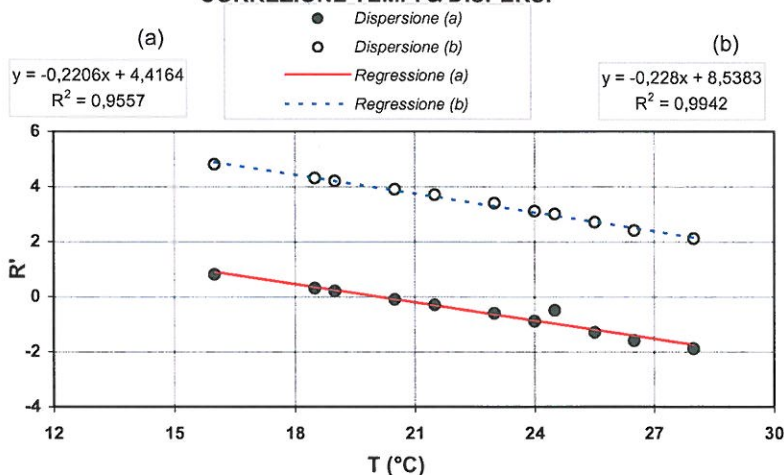
Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R _{lett.}	R' (a)	T (°C)	R _{lett.}	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

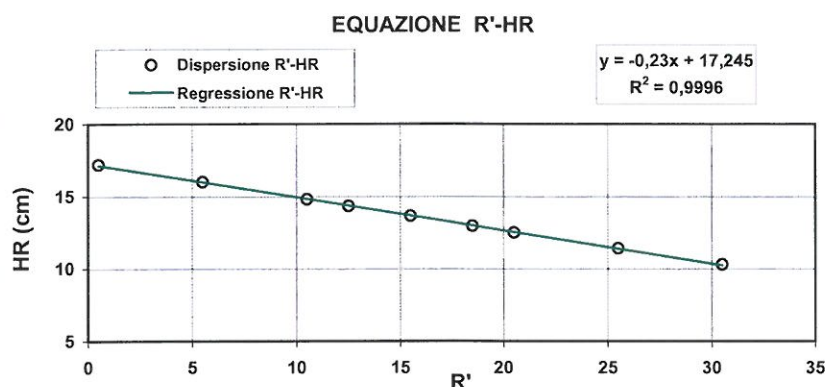
R'(a) = 4,4-0,22 T

R'(b) = 8,5-0,22 T

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)



R _{lett.}	R'	H ₁	H _R
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

H_R = 14,83 - 0,230 R'

a 14,8 b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
3684

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	Ampliamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350	Prof. Sondaggio (m)	20,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	.	Prof. Campione (m)	13,50-14,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R _{lett.}	H ₁ (cm)	H _R (cm)	R'	H _R (cm)	C _T	γ _L	η _L	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	27,0		8,2	27,5	8,515	0,00	0,9982	0,000	0,0552	23,40	29,1
1	20,0	26,0		8,2	26,5	8,745	0,00	0,9982	0,000	0,0396	22,40	27,9
2	20,0	25,0		8,2	25,5	8,975	0,00	0,9982	0,000	0,0283	21,40	26,6
4	20,0	23,5		8,2	24,0	9,32	0,00	0,9982	0,000	0,0204	19,90	24,7
8	20,0	22,5		8,2	23,0	9,55	0,00	0,9982	0,000	0,0146	18,90	23,5
15	20,0	21,0		8,2	21,5	9,895	0,00	0,9982	0,000	0,0109	17,40	21,6
30	20,0	19,0		8,2	19,5	10,4	0,00	0,9982	0,000	0,0079	15,40	19,1
60	20,0	17,0		8,2	17,5	10,815	0,00	0,9982	0,000	0,0057	13,40	16,7
120	20,0	14,5		8,2	15,0	11,39	0,00	0,9982	0,000	0,0041	10,90	13,6
300	20,0	12,0		8,2	12,5	11,965	0,00	0,9982	0,000	0,0027	8,40	10,4
600	20,0	10,0		8,2	10,5	12,425	0,00	0,9982	0,000	0,0019	6,40	8,0
1440	20,0	8,5		8,2	9,0	12,77	0,00	0,9982	0,000	0,0013	4,90	6,1

Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1 ^{1/2} "	31,50	100,0
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	76,2
1/2"	12,50	71,5
4	4,750	59,8
8	2,360	52,9
10	2,000	51,4
16	1,180	46,8
20	0,850	44,1
30	0,600	41,7
40	0,425	39,4
60	0,250	36,3
80	0,180	34,8
100	0,150	33,9
200	0,075	31,4
S	0,0552	29,1
S	0,0396	27,9
S	0,0283	26,6
S	0,0204	24,7
S	0,0146	23,5
S	0,0109	21,6
S	0,0079	19,1
S	0,0057	16,7
S	0,0041	13,6
S	0,0027	10,4
S	0,0019	8,0
S	0,0013	6,1

Coefficienti granulometrici

D60 (mm)	5,0000
D30 (mm)	0,0600
D10 (mm)	0,0027
Coef. Uniformità (Cu)	1852
Coef. Curva (Cc)	0,3

Percentuale passaggio

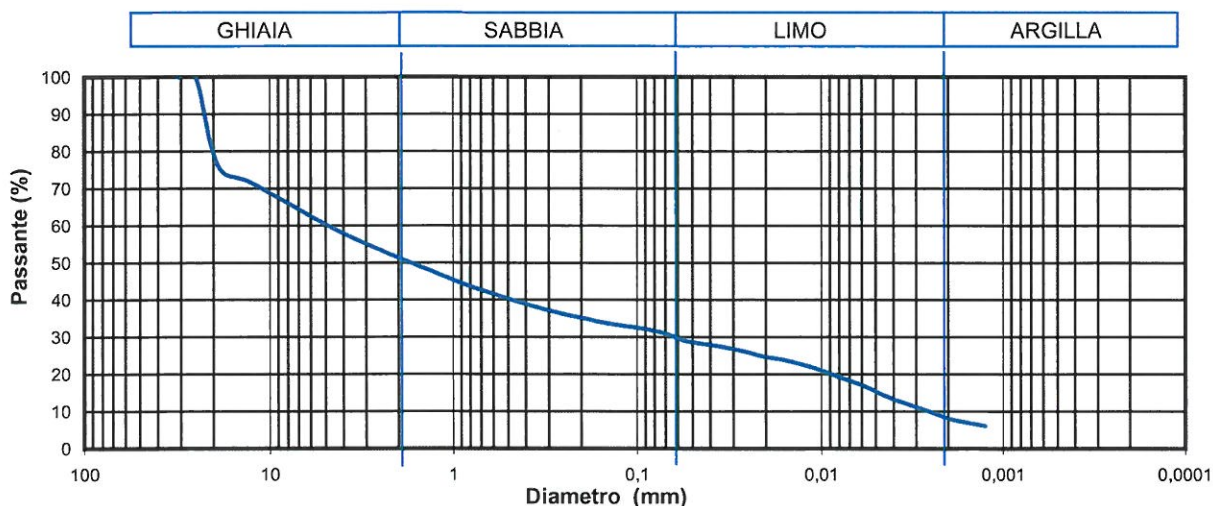
GHIAIA (%)	49
SABBIA (%)	21
LIMO (%)	22
ARGILLA (%)	8

Descrizione campione (AGI):

Ghiaia limosa sabbiosa deb. argillosa

Note

CURVA GRANULOMETRICA





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/1

Rev. 1
del 07/01/2013

APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

Data Emissione
13/09/2023

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

DATI GENERALI

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)
Impresa	.
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale

PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	X
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	X
C	Analisi granulometrica	X
D	Limiti di Atterberg	
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	X
G	Prova di taglio diretto	X
H	Prova di taglio residuo	X
I	Prova triassiale CID	
L	Prova triassiale CIU	
M	Prova triassiale UU	
N	Prova espansione laterale libera	X
O	Prova di compattazione	

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

IN FORO	IN TRINCEA	SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
X			Rotaz.- carotiere	X
			Rotaz.doppio carot.	
			Percussione	
			Spirale	
			Campionatore:	
Data Prelievo		18/07/2023	Shelby	X
N. Sondaggio		S4	Osterberg	
Prof. Sondaggio (m)		15,00	Mazier	
N. Campione		C1	Carotiere rotativo	
Prof. Campione (m)		4,50-5,00	Carotiere doppio rot.	
Diametro campione (mm)		80	Cucchiaino	
Altezza campione (mm)		500	Altro	

Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no		Granulare medio		Granulare/coesivo		Coesivo									
CONSISTENZA		Colore		Verdastro		Classe campione sfustellato									
X		Struttura		Omogenea		Q1		Q2		Q3		Q4		Q5	
		Tessitura		Medio Fine											
		PRESENZA MAT. ORG				FESSURAZIONE				ALLUNGAMENTO					
BUONA		ALTA		DISCREGATO		NON DISCREGATO				ACCENTUATO					
MEDIO-BUONA		MEDIA				PERSISTENTE				MODESTO					
MEDIA		SCARSA				MEDIA				SCARSO					
MODESTA						ASSENTE									
SCARSA															

Note:

Documentazione fotografica:

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio
Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
03685

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	15,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

Metodo campione	Provino			
	1	2	3	
Peso contenitore (g)	72,38	72,38	72,38	
Peso contenitore+campione umido (g)	214,28	215,54	214,68	
Peso campione umido (g)	141,9	143,2	142,3	
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	72,00	
Peso di volume γ (kN/m ³)	19,327	19,499	19,382	
	MEDIA 19,40			
C.Q. $\Delta\gamma$ (%)	$\Delta\gamma$ (%)	0,39	0,50	0,11

CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
	MEDIA		

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

	Campione			
	1	2	3	
Picnometro	A	B	C	
Peso campione secco (g)	26,02	26,22	26,20	
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00	
Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³)	9,80665	9,80665	9,80665	
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	166,22	166,60	166,74	
Peso picnometro + acqua (g)	149,8	150,0	150,2	
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	26,58	26,73	26,60	
	MEDIA 26,64			
C.Q. $\Delta\gamma_s$ (%)	$\Delta\gamma_s$ (%)	0,21	0,35	0,14

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm ³)			
Peso di volume γ (kN/m ³)			
	MEDIA		

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_d (kN/m ³)	15,9
Indice dei vuoti e	0,67
Porosità n (%)	40,1
Grado di saturazione (Sr) %	87,8
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	19,9
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ (kN/m ³)	10,1

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino			
	1	2	3	
Contenitore n°	A	B	C	
Peso contenitore (g)	9,50	9,20	9,08	
Peso cont. + peso camp. umido (g)	85,06	75,20	84,26	
Peso cont. + peso camp. secco (g)	71,62	63,34	71,00	
Peso campione secco (g)	62,12	54,14	61,92	
Contenuto d'acqua w (%)	21,64	21,91	21,41	
	MEDIA 21,65			
C.Q. Δw (%)	Δw (%)	0,08	1,17	1,10

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

	Provini	
	1	2
Determinazioni n.		
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
	MEDIA	

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm ³)		
Assorbimento reazione (cm ³)		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
	MEDIA	

Note

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
03686

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento pieno delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e rilevazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	15,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Note:

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1 1/2"	31,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	5,26	0,95	0,95	99,05
4	4,750	37,66	6,77	7,71	92,29
8	2,360	25,62	4,60	12,31	87,69
10	2,000	5,88	1,06	13,37	86,63
16	1,180	16,86	3,03	16,40	83,60
20	0,850	9,50	1,71	18,11	81,89
30	0,600	8,24	1,48	19,59	80,41
40	0,425	7,52	1,35	20,94	79,06
60	0,250	10,08	1,81	22,75	77,25
80	0,180	5,02	0,90	23,65	76,35
100	0,150	2,82	0,51	24,16	75,84
200	0,075	10,32	1,85	26,01	73,99
FONDO	//	411,78	73,99	100,00	//
TOTALE		556,56	100,00	C.Q. > 97 %	

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	B4
Peso contenitore (g)	80,36
Peso campione umido (g)	674,5
Peso campione secco (g)	556,56
Peso campione secco lavato (g)	144,78
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	411,78
Responso perdita	0,00

Risultato

GHIAIA	Grossa	0
	Media	7
	Fine	13
13		6
SABBIA	Grossa	7
	Media	4
	Fine	15
15		4
LIMO/ARGILLA		72
		72

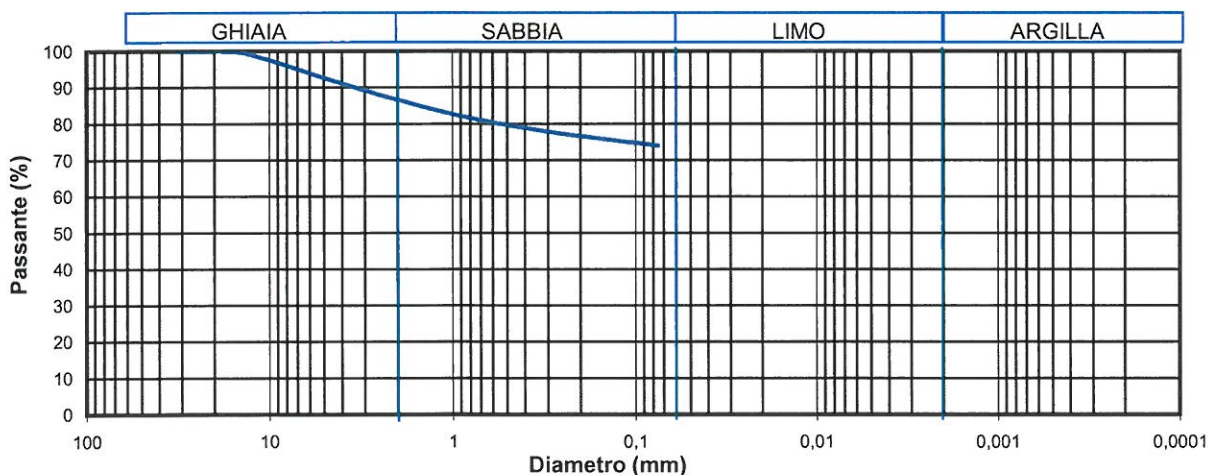
Coefficienti granulometrici

D60	(mm)		Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)		Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)			

Descrizione campione

Area reserved for sample description.

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
 Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
3687

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento	Prof. Sondaggio (m)	15,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Volume bulbo densimetro (cm ³)	V _B	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H _B	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm ²)	S _C	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	556,6
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	411,8
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	26,64

Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C _M		0,5
Correzione temperatura	C _T	-4,4	0,22
Correzione dispersione	C _D	(4,4-8,5)	-4,1

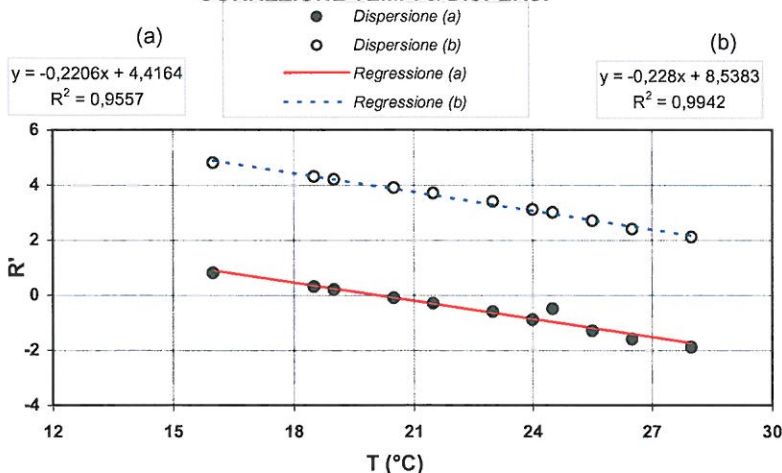
Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R _{lett.}	R' (a)	T (°C)	R _{lett.}	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

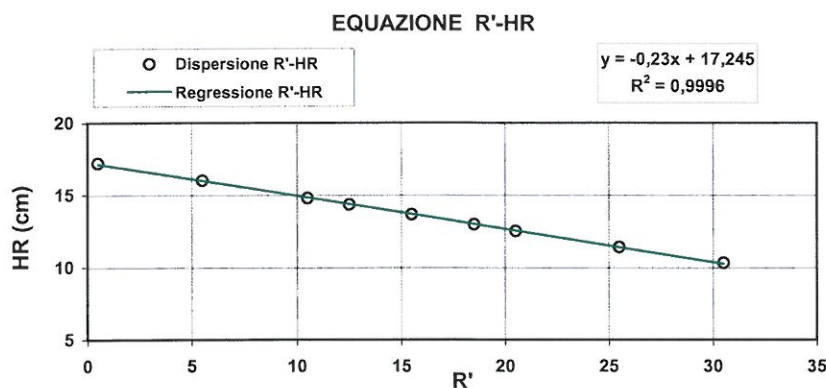
R'(a) = 4,4-0,22 T

R'(b) = 8,5-0,22 T

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)



R _{lett.}	R'	H ₁	H _R
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

H_R = 14,83 - 0,230 R'

a 14,8 b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Picicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
3688

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" Interessato da movimento	Prof. Sondaggio (m)	15,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R _{lett.}	H ₁ (cm)	H _R (cm)	R'	H _R (cm)	C _T	γ _L	η _L	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	28,0		8,2	28,5	8,285	0,00	0,9982	0,000	0,0544	24,40	71,4
1	20,0	27,5		8,2	28,0	8,4	0,00	0,9982	0,000	0,0388	23,90	69,9
2	20,0	27,0		8,2	27,5	8,515	0,00	0,9982	0,000	0,0276	23,40	68,4
4	20,0	26,5		8,2	27,0	8,63	0,00	0,9982	0,000	0,0196	22,90	67,0
8	20,0	25,5		8,2	26,0	8,86	0,00	0,9982	0,000	0,0141	21,90	64,0
15	20,0	24,5		8,2	25,0	9,09	0,00	0,9982	0,000	0,0104	20,90	61,1
30	20,0	23,0		8,2	23,5	9,4	0,00	0,9982	0,000	0,0075	19,40	56,7
60	20,0	21,5		8,2	22,0	9,78	0,00	0,9982	0,000	0,0054	17,90	52,3
120	20,0	19,5		8,2	20,0	10,24	0,00	0,9982	0,000	0,0039	15,90	46,5
300	20,0	17,0		8,2	17,5	10,815	0,00	0,9982	0,000	0,0025	13,40	39,2
600	20,0	14,5		8,2	15,0	11,39	0,00	0,9982	0,000	0,0018	10,90	31,9
1440	20,0	12,5		8,2	13,0	11,85	0,00	0,9982	0,000	0,0012	8,90	26,0

Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1 ^{1/2} "	31,50	100,0
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	100,0
1/2"	12,50	99,1
4	4,750	92,3
8	2,360	87,7
10	2,000	86,6
16	1,180	83,6
20	0,850	81,9
30	0,600	80,4
40	0,425	79,1
60	0,250	77,2
80	0,180	76,3
100	0,150	75,8
200	0,075	74,0
S	0,0544	71,4
S	0,0388	69,9
S	0,0276	68,4
S	0,0196	67,0
S	0,0141	64,0
S	0,0104	61,1
S	0,0075	56,7
S	0,0054	52,3
S	0,0039	46,5
S	0,0025	39,2
S	0,0018	31,9
S	0,0012	26,0

Coefficienti granulometrici

D60 (mm)	
D30 (mm)	
D10 (mm)	
Coef. Uniformità (Cu)	
Coef. Curva (Cc)	

Percentuale passaggio

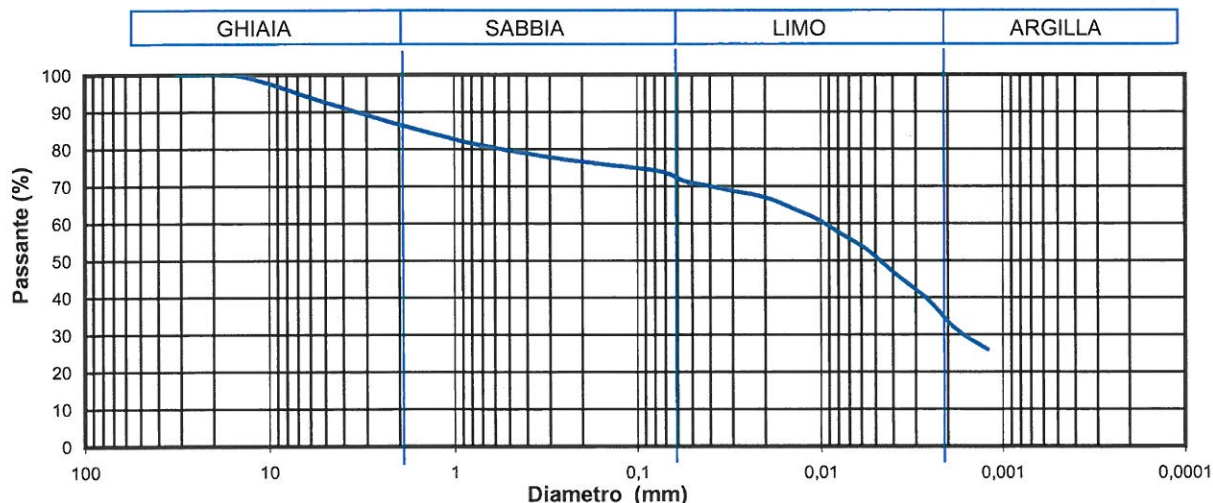
GHIAIA (%)	13
SABBIA (%)	15
LIMO (%)	39
ARGILLA (%)	33

Descrizione campione (AGI):

Limo con argilla sabbioso ghiaioso

Note

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio

Geol. Daniele Picicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag.1/3

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
 Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
 3689

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	15,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Caratteristiche scatola di taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00	Sezione scatola A (cm ²)	36,00	Altezza scatola H (mm)	22,00	Volume scatola V (cm ³)	79,20
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

Consolidazione

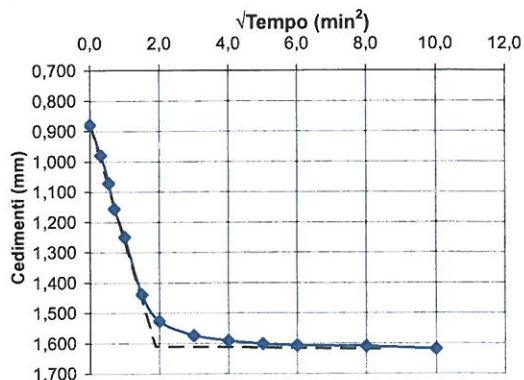
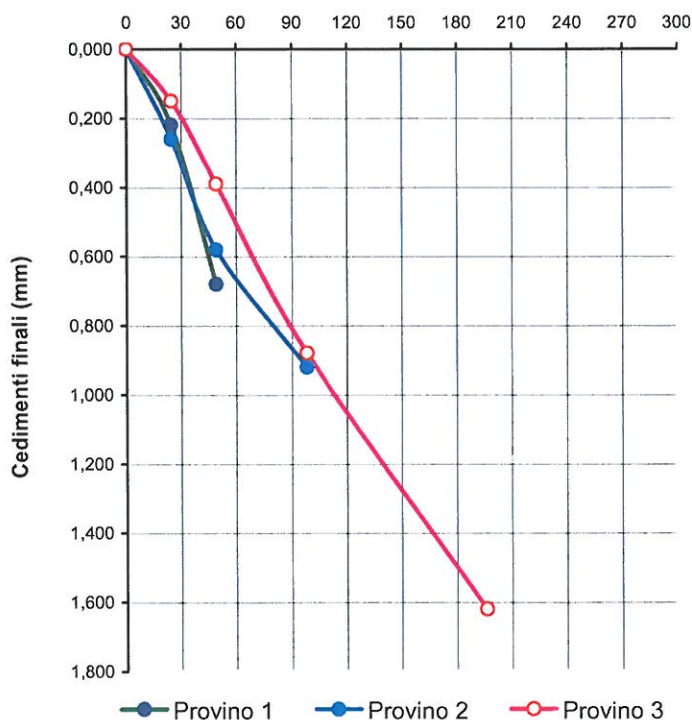
	Carico verticale	
Provino 1	49,03	kN/m ²
Provino 2	98,07	kN/m ²
Provino 3	196,13	kN/m ²

Carico verticale kN/m ²	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,220	0,260	0,150
49,03	0,680	0,580	0,390
98,07		0,920	0,880
196,13			1,620
294,21			

Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n. 3			
Gradino di carico verticale		da 98,07 kN/m ²	a 196,13 kN/m ²
Cedimento mm	Tempo min	√Tempo min ²	√t ₁₀₀ min ²
0,880	0,00	0,00	1,89
0,980	0,10	0,32	
1,073	0,30	0,55	t ₁₀₀ min
1,157	0,50	0,71	3,57
1,250	1,00	1,00	
1,440	2,25	1,50	
1,527	4,00	2,00	k (Racc. AGI)
1,575	9,00	3,00	10
1,592	16,00	4,00	
1,603	25,00	5,00	Spost. Rott. mm
1,608	36,00	6,00	4,00
1,611	64,00	8,00	
1,620	100,00	10,00	

Carico verticale (kN/m²)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/3

Rev. 1
del 07/01/2013

MOD L7.05/6C

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

Data accettazione: **21/06/2023** Cod. Qualità: **0131/23/L del 21/06/2023**
Data apertura: **18/07/2023** N° ACC.: **131/23 del 21/06/2023**

N° Certificato
3690

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale pic Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	15,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa		Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio
(mm)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(mm)	(kN/m ²)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,03	1,37	0,03	0,02	12,64	0,03	0,11	23,62
0,05	0,04	3,56	0,05	0,04	18,28	0,05	0,15	35,54
0,08	0,05	5,41	0,08	0,05	22,79	0,08	0,17	43,65
0,10	0,05	7,48	0,10	0,07	28,30	0,10	0,19	49,14
0,13	0,07	9,89	0,13	0,08	32,56	0,13	0,21	53,91
0,15	0,08	12,33	0,15	0,10	36,07	0,15	0,23	57,96
0,18	0,08	14,26	0,18	0,11	38,07	0,18	0,25	62,26
0,20	0,09	15,56	0,20	0,13	39,57	0,20	0,26	66,31
0,23	0,10	18,08	0,23	0,14	42,33	0,23	0,27	69,65
0,25	0,11	19,71	0,25	0,15	43,58	0,25	0,28	72,04
0,28	0,11	21,63	0,28	0,16	45,08	0,28	0,29	74,19
0,30	0,12	23,48	0,30	0,17	46,84	0,30	0,31	76,09
0,33	0,12	25,19	0,33	0,18	48,34	0,33	0,32	77,76
0,35	0,13	26,67	0,35	0,19	50,34	0,35	0,32	79,43
0,38	0,13	28,45	0,38	0,19	50,59	0,38	0,33	81,10
0,40	0,14	29,48	0,40	0,19	50,84	0,40	0,34	82,06
0,43	0,15	30,34	0,43	0,20	51,09	0,43	0,34	82,77
0,45	0,15	31,10	0,45	0,20	51,85	0,45	0,34	84,20
0,48	0,15	31,85	0,48	0,21	52,60	0,48	0,35	85,87
0,50	0,15	32,61	0,50	0,21	53,10	0,50	0,35	86,83
0,53	0,15	33,37	0,53	0,22	54,10	0,53	0,35	88,02
0,55	0,15	34,13	0,55	0,22	54,35	0,55	0,35	89,21
0,58	0,15	34,45	0,58	0,22	54,60	0,58	0,35	90,64
0,60	0,15	34,89	0,60	0,22	55,35	0,60	0,35	92,08
0,63	0,15	34,89	0,63	0,22	55,60	0,63	0,35	92,79
0,65	0,15	35,23	0,65	0,23	56,10	0,65	0,35	94,70
0,68	0,15	35,65	0,68	0,23	56,60	0,68	0,35	96,13
0,70	0,15	35,65	0,70	0,23	57,11	0,70	0,35	96,70
0,73	0,15	35,65	0,73	0,23	57,61	0,73	0,35	96,70
0,75	0,15	36,04	0,75	0,24	58,47	0,75	0,35	96,70
0,78	0,15	36,41	0,78	0,24	58,47	0,78	0,35	95,43
0,80	0,15	36,26	0,80	0,24	58,47	0,80	0,35	94,16
0,83	0,15	36,41	0,83	0,24	58,47	0,83	0,35	92,88
			0,85	0,24	57,94			

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Picicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 3/3

RLV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

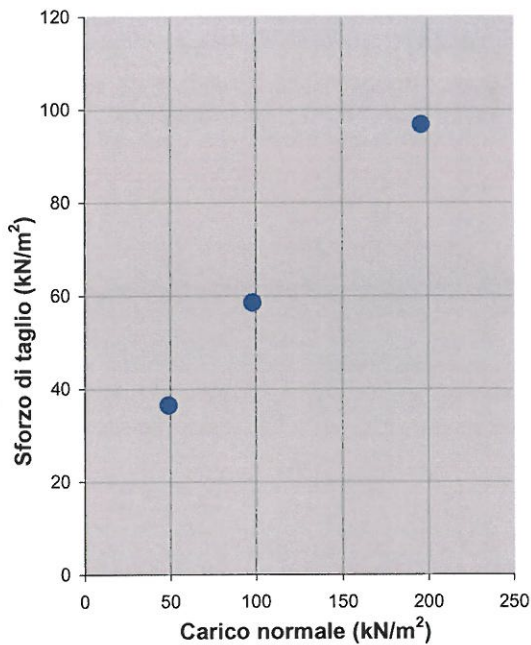
N° Certificato
3691

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" Interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	15,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

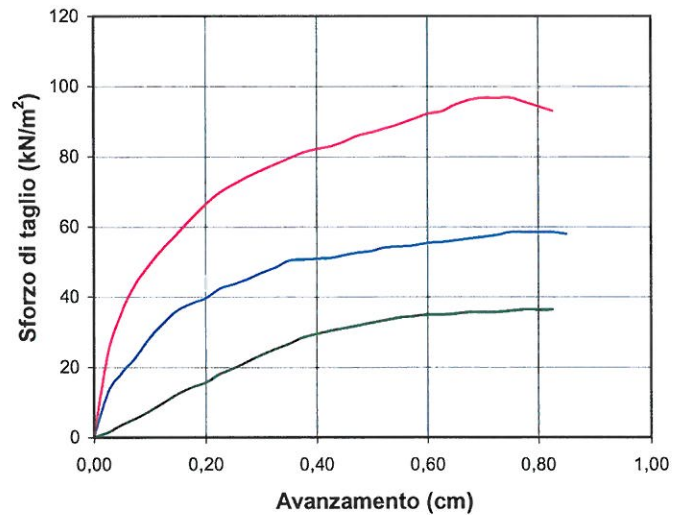
Contenuto d'acqua naturale (%)	21,65
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19,40
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,95
Indice dei vuoti	0,67
Porosità (%)	40,12
Peso specifico (kN/m ³)	26,64
Grado di saturazione (%)	88
Sezione scatola di taglio (cm ²)	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

	Carico verticale
Provino 1	49,03 kN/m ²
Provino 2	98,07 kN/m ²
Provino 3	196,13 kN/m ²

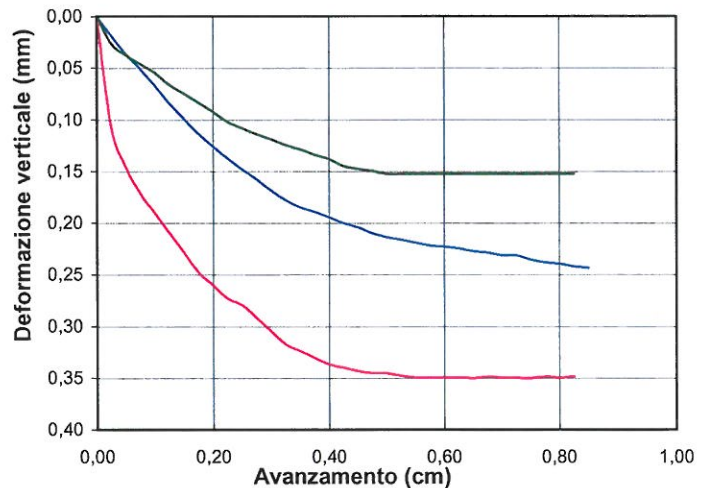


Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m ²)	17,29
	Valore angolare (°)	22,16

SFORZO DI TAGLIO



DEFORMAZIONE



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 1/2

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D 2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
 Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato:
 3692

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazioni geologiche da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "TULANESE" Interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	15,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa		Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Caratteristiche anello edometrico e provino

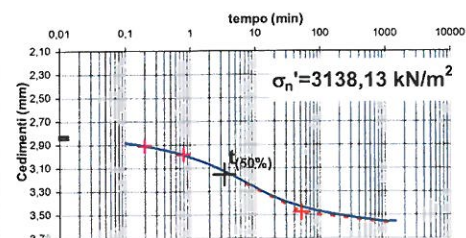
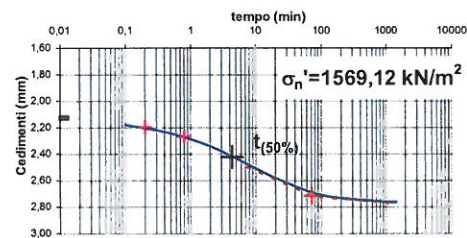
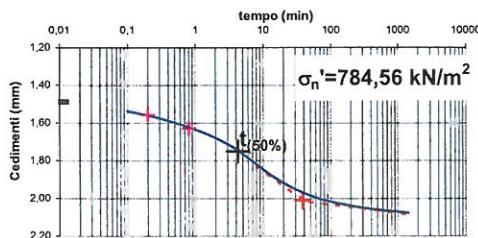
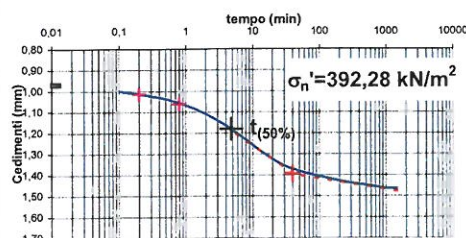
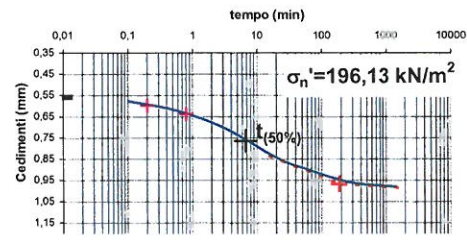
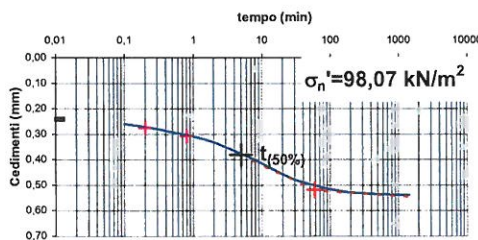
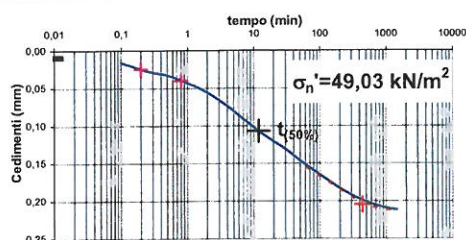
Peso anello (g)	50,38	Altezza (mm)	20,00	Peso provino + anello (g)	139,48
Diametro (mm)	50,00	Area di base (cm ²)	19,62	Peso provino (g)	89,10

Proprietà provino

	INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ		INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ
Peso di vol. sat. (kN/m ³)	16,35	19,17	2,82	Indice dei vuoti	0,67	0,411	0,259
Peso di vol. secco (kN/m ³)	15,95	18,88	2,93	Cont. d'acqua a saturaz (%)	0,03	0,02	0,01

Consolidazione edometrica

Tempi /min	6"	15"	30"	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1 ^h	2 ^h	4 ^h	8 ^h	16 ^h	24 ^h	2H (mm)	
σ'_v (kN/m ²)	49,03	98,07	196,13	392,28	784,53	1569,12	3138,13	6276,26	12552,52	25105,04	50210,08	100420,16	200840,32	401680,64	803361,28	1606722,56	
Cedimenti (mm)	0,016	0,261	0,578	1,001	1,538	2,182	2,885	3,418	3,418	3,275	2,927	2,906	2,906	2,886	2,845	2,825	2,804



σ'_n (kN/m ²)	50	100	200	400	800	1600	3200	800	200	50
t _{50%} (min)	11,83	5,01	6,76	4,79	4,24	4,36	3,40	--	--	--
t _{100%} (min)	436,5	58,9	186,2	39,4	38,3	71,6	51,1	--	--	--
h _{0 0%} (mm)	19,99	19,76	19,44	19,03	18,51	17,87	17,16	16,44	16,66	16,91
h _{f 100%} (mm)	19,79	19,48	19,03	18,60	17,99	17,28	16,52	16,66	16,91	17,34
Δh (mm)	0,196	0,277	0,409	0,427	0,525	0,592	0,641	-0,22	-0,25	-0,43
e ₀	0,670	0,654	0,630	0,596	0,560	0,516	0,466	0,411	0,430	0,452
e _f	0,654	0,630	0,596	0,560	0,516	0,466	0,411	0,430	0,452	0,488

Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del Laboratorio

Gest. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/2

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
 Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

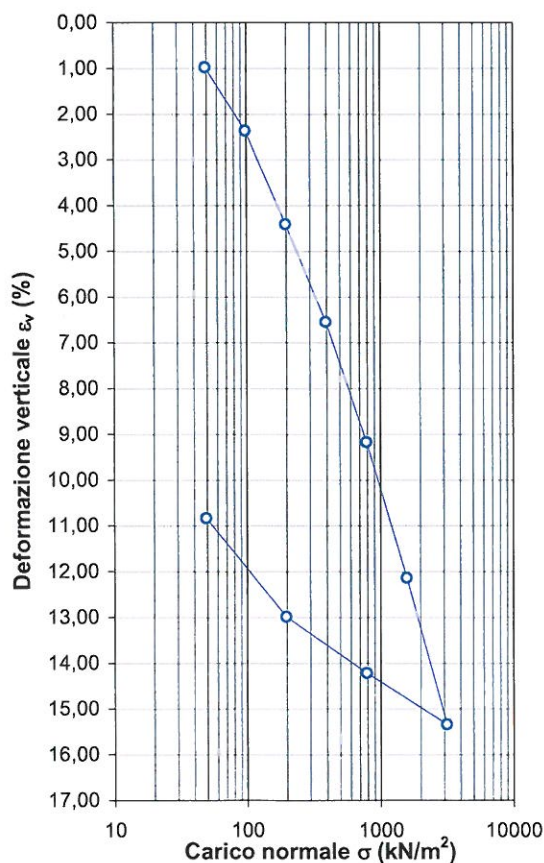
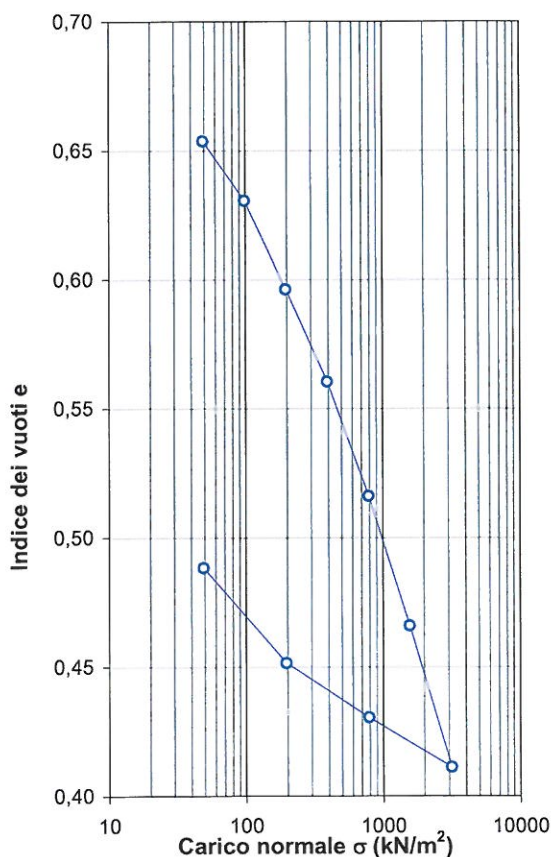
N° Certificato:
 3693

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	15,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Caratteristiche di compressibilità edometrica

Carico	Deform. Verticale	Indice dei vuoti	Mod. Edometr.	Indice di Comp.lità	Indice di Ri/Compres	Indice di Rigonf.	Ind. Cons second.	Coeff. di Consolid.	Coeff. di Permeab.
σ_n' (kN/m ²)	ε_v (%)	e	E_{ed} (KN/m ²)	a_v (KN/m ²) ₁	C_r, C_c	C_{ra}	C_α (min) ⁻¹	C_v (cm ² /min)	K (m/min)
49,03	0,98	0,654	5000,71	0,00033	0,003	—	1,11E-03	0,016	3,20E-08
98,07	2,37	0,630	3539,13	0,00047	0,077	—	1,12E-03	0,037	1,03E-07
196,13	4,41	0,596	4792,86	0,00035	0,114	—	1,08E-03	0,026	5,39E-08
392,27	6,55	0,560	9182,57	0,00018	0,119	—	3,76E-03	0,035	3,78E-08
784,53	9,17	0,516	14936,21	0,00011	0,147	—	3,46E-03	0,037	2,45E-08
1569,06	12,14	0,466	26491,93	0,00006	0,167	—	3,06E-03	0,034	1,24E-08
3138,13	15,34	0,411	48933,93	0,00003	0,182	—	4,85E-03	0,039	7,84E-09
784,53	14,22	0,430	—	—	—	0,032	—	—	—
196,13	12,99	0,452	—	—	—	0,035	—	—	—
49,03	10,84	0,488	—	—	—	0,061	—	—	—



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 1/1

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA DI COMPRESIONE A ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ASTM D2166)

MOD L7.05/9c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
 Data apertura: 18/07/2023 N° ACC.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
 3694

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Committente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P.	Prof. Sondaggio (m)	15,00
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	.	Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa campione	g	175,64	176,88	176,22
Altezza	cm	7,62	7,62	7,62
Diametro superiore	cm	3,81	3,81	3,81
Diametro medio	cm	3,81	3,81	3,81
Diametro inferiore	cm	3,81	3,81	3,81
Sezione media	cm ²	11,40	11,40	11,40
Volume	cm ³	86,87	86,87	86,87
Velocità	mm/min	0,50	0,50	0,50

Risultati Test (valori medii)		
Pressione finale alla rottura	134,25	kPa
Coesione non drenata, Cu	67,13	kPa

Provino 1

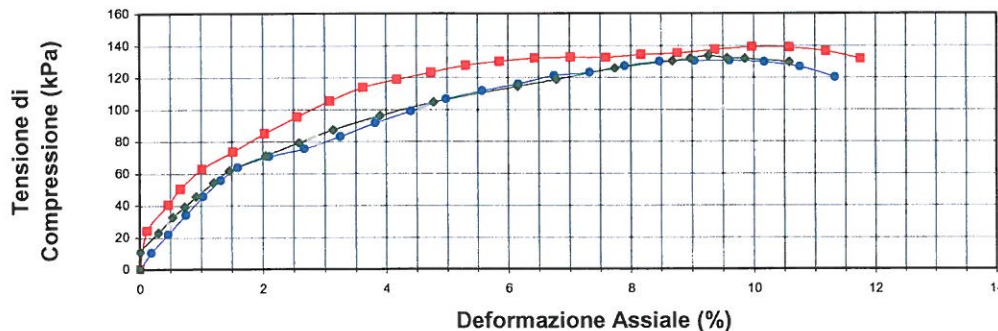
Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm ²	Comp., kPa
0	0,00	0,00	11,40	0,00
11,92	0,14	0,19	11,42	10,44
25,04	0,35	0,46	11,45	21,86
39,34	0,57	0,75	11,49	34,25
52,46	0,79	1,03	11,52	45,53
64,38	1,00	1,32	11,55	55,72
73,91	1,22	1,60	11,59	63,80
82,26	1,60	2,11	11,65	70,63
88,22	2,04	2,67	11,71	75,31
97,76	2,48	3,25	11,78	82,96
108,49	2,91	3,82	11,85	91,52
118,03	3,36	4,41	11,93	98,96
127,56	3,80	4,98	12,00	106,31
134,72	4,25	5,57	12,07	111,58
140,68	4,70	6,17	12,15	115,78
147,83	5,14	6,75	12,23	120,91
151,41	5,58	7,33	12,30	123,07
157,37	6,02	7,90	12,38	127,12
161,81	6,46	8,47	12,46	129,90
163,33	6,89	9,04	12,53	130,30
164,52	7,32	9,61	12,61	130,43
164,52	7,75	10,17	12,69	129,62
161,81	8,19	10,75	12,77	126,67
154,30	8,63	11,33	12,86	120,01

Provino 2

Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm ²	Comp., kPa
0	0,00	0,00	11,40	0,00
27,52	0,09	0,12	11,41	24,11
46,25	0,36	0,47	11,45	40,37
57,72	0,50	0,66	11,48	50,29
72,28	0,78	1,02	11,52	62,75
84,86	1,16	1,52	11,58	73,31
98,67	1,55	2,03	11,64	84,79
111,46	1,95	2,55	11,70	95,27
123,64	2,35	3,08	11,76	105,11
134,40	2,76	3,62	11,83	113,62
141,10	3,18	4,18	11,90	118,59
147,19	3,61	4,74	11,97	122,99
153,49	4,04	5,30	12,04	127,49
157,14	4,46	5,86	12,11	129,76
160,59	4,90	6,43	12,18	131,80
162,42	5,34	7,01	12,26	132,47
163,23	5,79	7,59	12,34	132,30
166,48	6,23	8,17	12,42	134,09
168,71	6,68	8,76	12,50	135,01
172,77	7,14	9,37	12,58	137,34
175,82	7,60	9,98	12,66	138,83
176,72	8,06	10,58	12,75	138,61
175,01	8,52	11,18	12,84	136,35
169,93	8,96	11,76	12,92	131,53

Provino 3

Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm ²	Comp., kPa
0	0,00	0,00	11,40	0,00
12,52	0,01	0,01	11,40	10,98
26,29	0,23	0,30	11,44	22,99
37,55	0,41	0,54	11,46	32,76
45,06	0,56	0,73	11,49	39,24
52,57	0,70	0,92	11,51	45,69
62,59	0,92	1,21	11,54	54,24
71,35	1,11	1,46	11,57	61,67
82,62	1,56	2,05	11,64	70,98
92,63	1,97	2,59	11,70	79,15
102,65	2,39	3,14	11,77	87,21
113,91	2,97	3,90	11,86	96,02
125,18	3,64	4,78	11,97	104,55
138,95	4,69	6,15	12,15	114,37
144,96	5,17	6,78	12,23	118,52
155,22	5,90	7,74	12,36	125,61
162,73	6,62	8,68	12,49	130,34
165,24	6,84	8,98	12,53	131,92
167,74	7,06	9,27	12,57	133,49
166,49	7,29	9,57	12,61	132,06
166,49	7,51	9,86	12,65	131,63
165,24	8,06	10,58	12,75	129,60
163,98	8,52	11,18	12,84	127,75
163,98	8,98	11,79	12,92	126,88



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

Danielle Pipicelli

Geol.



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel 0824 160001; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 1/2

REV 1 del
07/01/2013

TAGLIO RESIDUO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/7c

Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
Data apertura: 18/07/2023 N° Acc.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
3695

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Richiedente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessata da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa		Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

Caratteristiche scatola di taglio e di esecuzione della prova

Lunghezza (mm)	60,00	Sezione A (cm ²)	36,00	Altezza H(mm)	22,00	Volume V (cm ³)	79,20
Numero steps carico	3	Velocità v (mm/min)	0,001	Numero di cicli	5	Corsa (mm)	8,40

I cicli sono consecutivi a quello di prima rottura

PROVINO 1

Carico verticale 98 kN/m²

CICLO 1			CICLO 2			CICLO 3			CICLO 4			CICLO 5		
SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ
mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²
0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
0,30	0,005	2,95	0,30	0,077	7,11	0,30	0,024	4,37	0,30	0,019	3,20	0,30	0,069	4,62
0,60	0,090	11,09	0,60	0,153	10,92	0,60	0,095	9,05	0,60	0,090	6,64	0,60	0,140	8,49
0,90	0,161	14,04	0,90	0,209	14,56	0,90	0,151	12,01	0,90	0,156	10,79	0,90	0,172	10,36
1,20	0,217	16,12	1,20	0,241	16,81	1,20	0,177	14,20	1,20	0,193	12,69	1,20	0,183	11,24
1,50	0,259	18,20	1,50	0,259	18,37	1,50	0,209	15,91	1,50	0,204	13,75	1,50	0,185	11,86
1,80	0,288	19,93	1,80	0,265	19,93	1,80	0,225	17,79	1,80	0,201	14,58	1,80	0,185	12,49
2,10	0,310	21,32	2,10	0,265	20,97	2,10	0,233	19,19	2,10	0,196	15,18	2,10	0,185	12,99
2,40	0,315	22,88	2,40	0,267	22,01	2,40	0,225	20,59	2,40	0,172	15,77	2,40	0,164	13,49
2,70	0,315	24,09	2,70	0,265	24,09	2,70	0,212	21,69	2,70	0,143	16,36	2,70	0,148	14,24
3,00	0,312	25,48	3,00	0,241	26,18	3,00	0,172	23,09	3,00	0,114	16,96	3,00	0,122	14,86
3,30	0,299	26,70	3,30	0,196	27,74	3,30	0,116	24,18	3,30	0,063	17,79	3,30	0,071	15,48
3,60	0,283	27,74	3,60	0,130	28,78	3,60	0,074	25,12	3,60	0,029	18,26	3,60	0,045	15,86
3,90	0,249	29,30	3,90	0,093	29,12	3,90	0,003	25,74	3,90	-0,011	18,73	3,90	-0,032	16,73
4,20	0,217	29,64	4,20	0,071	29,30	4,20	-0,026	26,05	4,20	-0,040	19,09	4,20	-0,061	16,86

PROVINO 2

Carico verticale 196 kN/m²

CICLO 1			CICLO 2			CICLO 3			CICLO 4			CICLO 5		
SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ
mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²
0,00	0,003	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
0,30	0,021	11,91	0,30	0,016	13,75	0,30	0,019	8,93	0,30	0,009	2,28	0,30	0,003	8,60
0,60	0,043	25,26	0,60	0,024	21,95	0,60	0,033	16,37	0,60	0,021	6,83	0,60	0,019	12,90
0,90	0,058	28,33	0,90	0,030	25,45	0,90	0,047	17,11	0,90	0,033	13,66	0,90	0,030	15,20
1,20	0,068	32,48	1,20	0,033	26,78	1,20	0,058	18,60	1,20	0,045	18,21	1,20	0,043	16,93
1,50	0,076	37,17	1,50	0,034	28,64	1,50	0,065	20,08	1,50	0,059	20,13	1,50	0,050	17,91
1,80	0,083	40,60	1,80	0,034	29,46	1,80	0,072	21,57	1,80	0,068	20,87	1,80	0,056	18,87
2,10	0,090	44,57	2,10	0,033	31,31	2,10	0,078	22,32	2,10	0,068	21,96	2,10	0,062	20,02
2,40	0,097	47,45	2,40	0,029	33,16	2,40	0,076	23,80	2,40	0,067	22,69	2,40	0,062	20,85
2,70	0,096	50,16	2,70	0,024	34,74	2,70	0,069	25,66	2,70	0,057	23,80	2,70	0,061	22,11
3,00	0,091	51,78	3,00	0,015	37,04	3,00	0,046	26,92	3,00	0,042	25,03	3,00	0,058	22,90
3,30	0,082	53,59	3,30	0,006	38,99	3,30	0,031	27,80	3,30	0,021	26,50	3,30	0,046	23,54
3,60	0,062	54,13	3,60	-0,001	40,06	3,60	0,009	28,71	3,60	-0,002	27,83	3,60	0,028	23,88
3,90	0,039	54,85	3,90	-0,005	41,15	3,90	-0,001	29,43	3,90	-0,015	28,71	3,90	0,003	24,67
4,20	0,019	54,85	4,20	-0,007	41,39	4,20	-0,008	29,59	4,20	-0,032	29,11	4,20	-0,009	25,17

PROVINO 3

Carico verticale 294 kN/m²

CICLO 1			CICLO 2			CICLO 3			CICLO 4			CICLO 5		
SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ	SH	SV cor	τ
mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²	mm	mm	kN/m ²
0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
0,30	0,014	10,40	0,30	0,008	14,00	0,30	0,021	9,72	0,30	0,021	30,70	0,30	0,005	25,94
0,60	0,029	31,20	0,60	0,021	33,10	0,60	0,037	38,14	0,60	0,040	36,80	0,60	0,037	31,04
0,90	0,047	43,51	0,90	0,045	42,98	0,90	0,034	43,86	0,90	0,045	39,47	0,90	0,058	33,49
1,20	0,061	47,50	1,20	0,058	47,26	1,20	0,034	46,53	1,20	0,045	40,61	1,20	0,063	34,72
1,50	0,078	49,75	1,50	0,074	51,54	1,50	0,032	48,05	1,50	0,045	41,57	1,50	0,063	35,74
1,80	0,089	50,62	1,80	0,087	54,18	1,80	0,013	48,81	1,80	0,045	42,52	1,80	0,063	36,15
2,10	0,089	53,91	2,10	0,085	56,16	2,10	0,003	49,20	2,10	0,045	43,67	2,10	0,063	36,76
2,40	0,085	57,38	2,40	0,077	57,80	2,40	-0,016	49,58	2,40	0,040	44,81	2,40	0,063	37,17
2,70	0,079	59,98	2,70	0,066	59,12	2,70	-0,032	49,58	2,70	0,032	45,95	2,70	0,056	37,78
3,00	0,061	62,23	3,00	0,056	60,11	3,00	-0,050	51,10	3,00	0,019	47,29	3,00	0,040	39,01
3,30	0,045	63,79	3,30	0,040	61,10	3,30	-0,061	52,25	3,30	-0,011	48,43	3,30	0,011	41,46
3,60	0,031	65,18	3,60	0,029	61,92	3,60	-0,077	54,34	3,60	-0,042	49,00	3,60	-0,021	43,91
3,90	0,017	66,04	3,90	0,005	62,74	3,90	-0,093	55,68	3,90	-0,077	49,77	3,90	-0,048	46,36
4,20	-0,001	65,87	4,20	-0,011	63,24	4,20	-0,095	56,44	4,20	-0,111	49,96	4,20	-0,093	47,99

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel 0824 160001; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/2

REV 1 del
 07/01/2013

TAGLIO RESIDUO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/7c

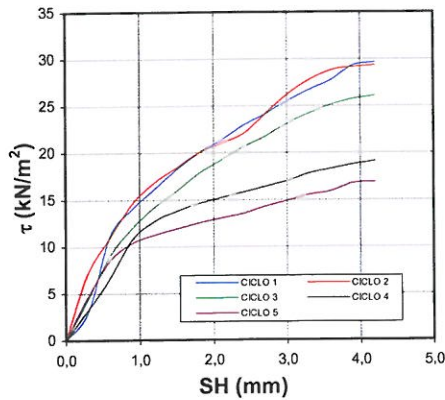
Data accettazione: 21/06/2023 Cod. Qualità: 0131/23/L del 21/06/2023
 Data apertura: 18/07/2023 N° Acc.: 131/23 del 21/06/2023

N° Certificato
 3696

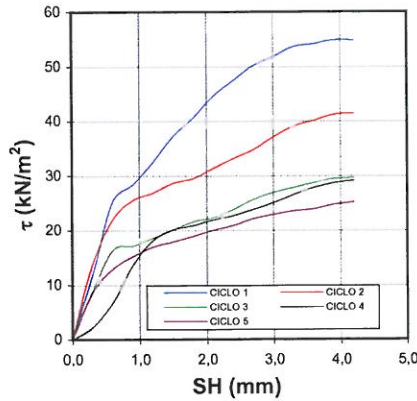
Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 361 Del 05/09/2023

Richiedente	Geol. Clemente Pasquale p/c Amm. Provinciale di Benevento	N. Sondaggio	S4
Opera/cant.	Affidamento piano delle indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e relazione geologica da eseguirsi al km 14+350 della S.P. N°109 "VITULANESE" interessato da movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	
Località	km 14+350 della S.P. N°109 - Cautano (BN)	N. Campione	C1
Impresa		Prof. Campione (m)	4,50-5,00
Tecnico	Geol. Clemente Pasquale	Note	

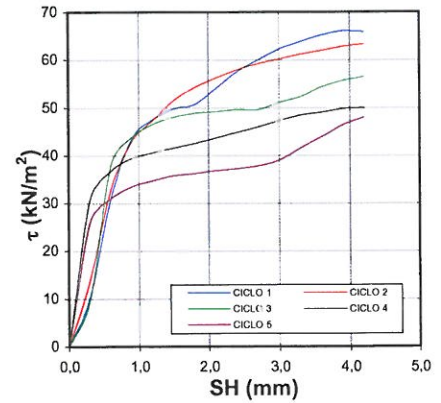
PROVINO 1



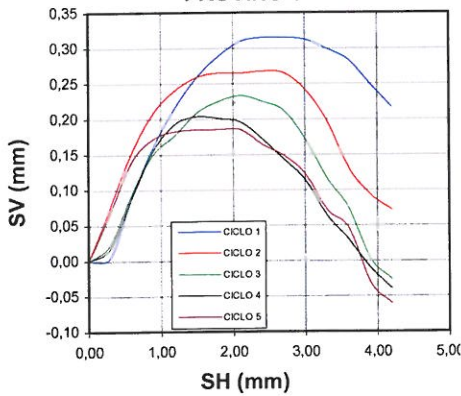
PROVINO 2



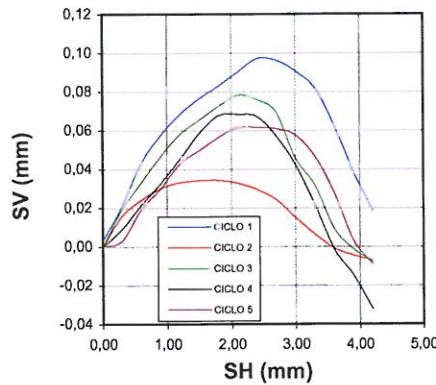
PROVINO 3



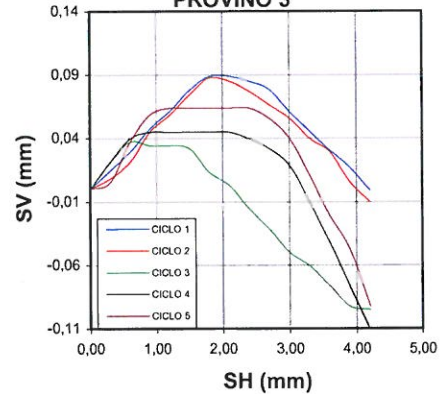
PROVINO 1



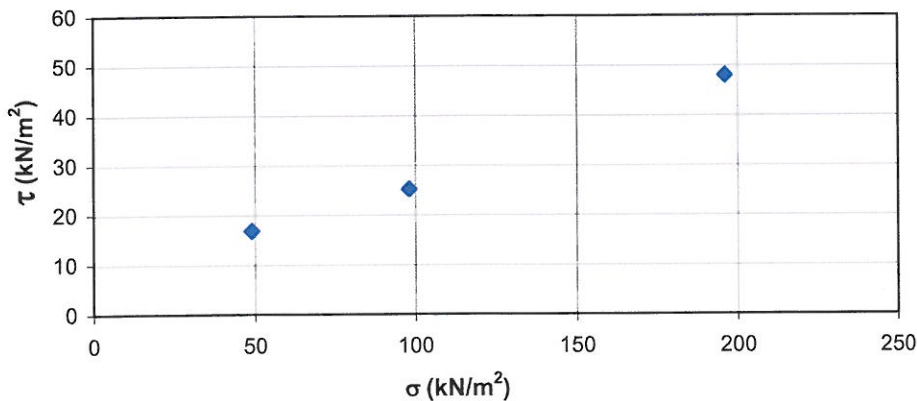
PROVINO 2



PROVINO 3



PARAMETRI RESIDUALI



PARAMETRI RETTA INVILUPPO DELLE RESISTENZE RESIDUE	
Valore Intercetta C (kN/m ²):	5,45
Valore angolare phi (°):	12,12

Lo Sperimentatore

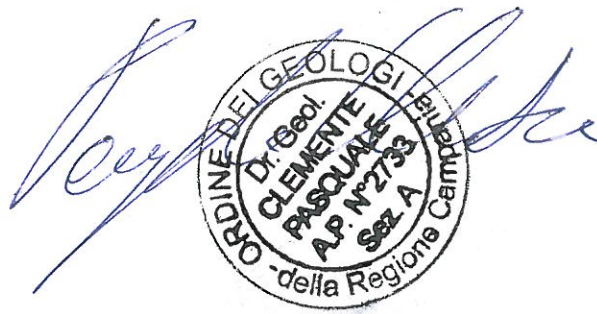


Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli

ALLEGATO 4

Report fotografico del rilevamento geologico/geomorfologico di dettaglio eseguito



Report fotografico del rilevamento geologico /geomorfologico di dettaglio eseguito



Foto 1 – Immagine realizzata durante il rilevamento geologico/ geomorfologico di dettaglio che mette in risalto l'affioramento presente nelle vicinanze dell'area di progetto (Breccia Calcareo Cementata)



Foto 2 – Immagine realizzata durante il rilevamento geologico/ geomorfologico di dettaglio che mette in risalto l'affioramento presente nelle vicinanze dell'area di progetto (Breccia Calcareo Cementata mantellata da detrito di versante)



Foto 3 - Immagine realizzata durante il rilevamento geologico/ geomorfologico di dettaglio che mette in risalto le crepe secondarie presenti sulla carreggiata al di sopra del coronamento della frana ivi presente



Foto 4 - Immagine realizzata durante il rilevamento geologico/ geomorfologico di dettaglio che mette in risalto la scarpata principale, il coronamento ed il fianco destro della frana (da notare che è stato modificato per realizzare la rampa per poter realizzare il sondaggio geognostico S4, carreggiata relitta direzione Cautano)



Foto 5 - Immagine realizzata durante il rilevamento geologico/ geomorfologico di dettaglio che mette in risalto la scarpata principale, il coronamento ed il fianco sinistro della frana (da notare che è stato modificato per realizzare la rampa per poter realizzare il sondaggio geognostico S4, carreggiata relitta direzione Cautano)



Foto 6– Immagine realizzata durante il rilevamento geologico/ geomorfologico di dettaglio che mette in risalto il fianco destro della frana nella zona di Testa e della scarpata secondaria a valle gabbioni (emersione del Limo Argilloso debolmente sabbioso)



Foto 7 – Immagine realizzata durante il rilevamento geologico/ geomorfologico di dettaglio che mette in risalto il fianco sinistro della frana nella zona di Testa e della scarpata secondaria (messa a giorno fronte detritico ad elevata componente piroclastica)

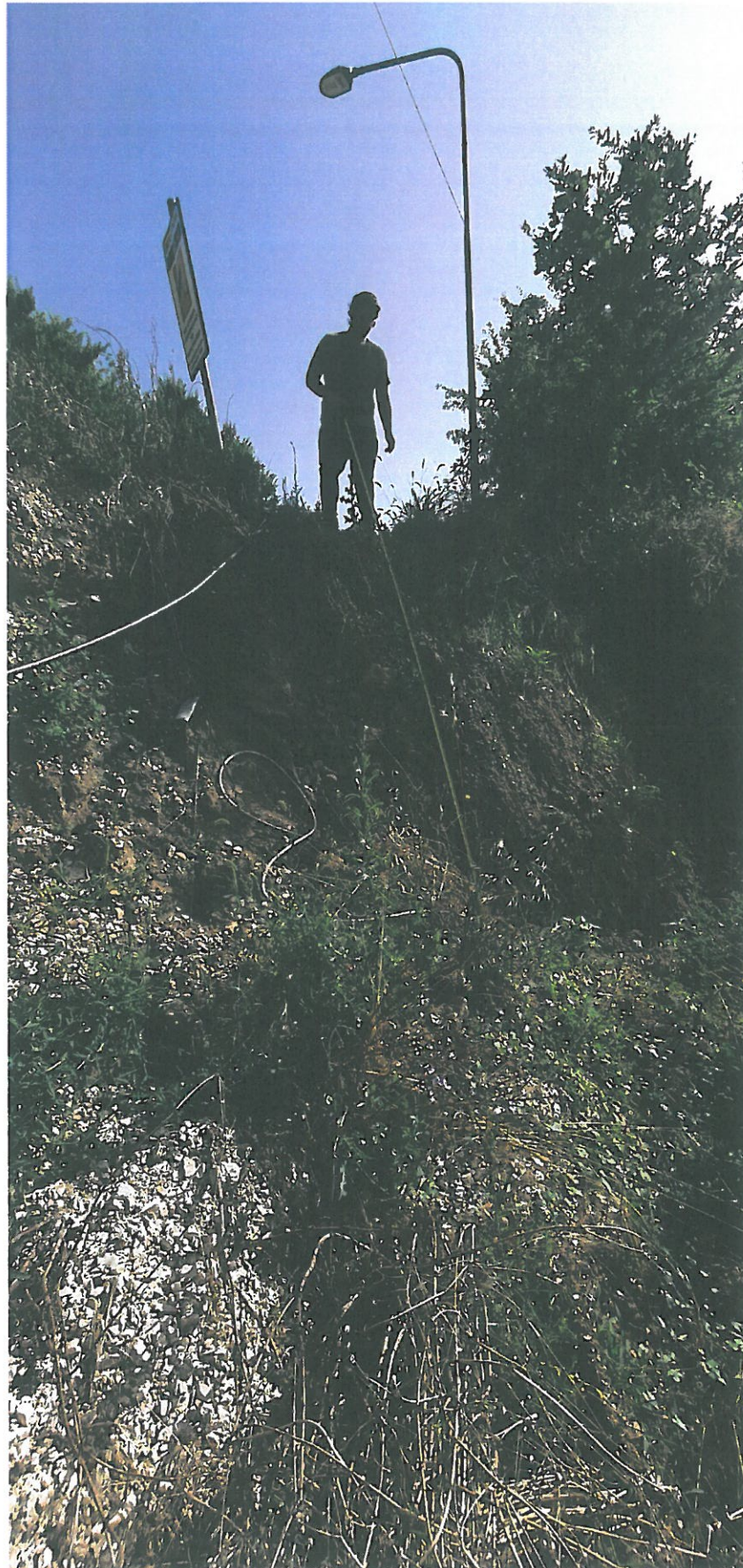


Foto 8 – Immagine di dettaglio realizzata durante il rilevamento geologico/ geomorfologico di dettaglio che mette in risalto il fianco sinistro della frana nella zona di Testa e della scarpata secondaria (messa a giorno fronte detritico ad elevata componente piroclastica)



Foto 9 – Immagine di dettaglio realizzata durante il rilevamento geologico/ geomorfologico di dettaglio che mette in risalto il fianco sinistro della frana nella zona di Testa e della scarpata secondaria (messa a giorno fronte detritico ad elevata componente piroclastica)



Foto 10 – Immagine realizzata durante il rilevamento geologico/ geomorfologico di dettaglio che mette in risalto la scarpata secondaria della frana nella zona di Testa con il coinvolgimento nell'areale del collasso delle opere di sostegno a gabbionate precedentemente realizzate .

ALLEGATO 5

**Sezioni geologiche sviluppate tramite i
sondaggi geognostici a carotaggio continuo
eseguiti in sito**



