COMUNE DI BELLOSGUARDO

PROVINCIA DI SALERNO

Ufficio Tecnico Comunale

Largo Municipio, n° 8 84020 - Tel. 0828/965026 - Fax: 0828/965501

utc@comune.bellosguardo.sa.it , http://www.comune.bellosguardo.sa.it/

PROGETTO ESECUTIVO RIMODULATO

MESSA IN SICUREZZA DA FRANE E DAL RISCHIO IDRAULICO DELLA RETE STRADALE INTERCOMUNALE COMPOSTA DA:

-SP 439 - Isca Tufolo (Sen S. Valitutti)
-SP 186 - Bellosguardo - Frascio - Innesto SS 166
- Strada di collegamento da SS166 a SP439 (Str. Comunale Mortellito)

ELABORATO	TAVOLA	
* RELAZIONE GEOLOGICA	**11.1**	
	SCALA	DATA
Il Geologo dott. Emilio VITALE	----------	Gennaio 2019

IL SINDACO	*IL RESPONSABILE DELL'U.T.C. -PROGETTISTA*
dott. Giuseppe PARENTE	dott. Ing. Daniele GNAZZO

S T U D I O G E O L O G I C O
dr. Emilio Vitale
Via San Leo, 15 - Tel. Cell. 338.4190162
CAMPORA (Sa)

C O M U N E D I B E L L O S G U A R D O

P r o v i n c i a d i S a l e r n o

MESSA IN SICUREZZA DA FRANE E DAL RISCHIO IDRAULICO DELLA RETE STRADALE INTERCOMUNALE COMPOSTA DA:

- **SP439 (Isca Tufolo – Sen. S. Valitutti)**
- **SP186 (Bellosguardo, Frascio, Innesto SS 166)**
- **Strada di collegamento da SS 166 a SP439 (Str. Com. Mortellito)**

Elaborato: **RELAZIONE GEOLOGICA**

Committente:
Amministrazione Comunale di Bellosguardo

Il tecnico
Geol. Emilio Vitale

Campora, gennaio 2019

INDICE

1.	**PREMESSA**		**Pag. 3**
2.	**INDAGINE ESEGUITA**		**Pag. 5**
3.	**INQUADRAMENTO TERRITORIALE, VINCOLI E COMPATIBILITÀ PSAI DEGLI INTERVENTI**		**Pag. 7**
4.	**INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA GENERALE DEL TERRITORIO**		**Pag. 12**
	4.1	Inquadramento Geologico Strutturale	**Pag. 12**
	4.2	Caratterizzazione sismica generale dei Territori	**Pag. 17**
5.	**INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE DEL TERRITORIO**		**Pag. 18**
	5.1	Caratterizzazione Geomorfologica	**Pag. 18**
	5.2	Caratterizzazione Idrogeologica	**Pag. 20**
6.	**TERRENI PREVALENTI RISCONTRATI LUNGO IN TRACCIATO**		**Pag. 21**
7.	**DESCRIZIONE DELLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**		**Pag. 24**
8.	**SONDAGGI SISMICI**		**Pag. 35**
9.	**PERICOLOSITÀ DI BASE E CARATTERIZZAZIONE DEI SITI**		**Pag. 39**
10.	**INTERVENTI**		**Pag. 42**
11.	**DESCRIZIONE DEI SINGOLI TRATTI E INDICAZIONI TIPOLOGICHE DEGLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE**		**Pag. 44**
12.	**CONCLUSIONI**		**Pag. 66**

Allegati:

- **Corografia al 25.000:**
- **Elaborazione Prove DPSH.**

Allegati singoli:

- **Relazione Prospezioni sismiche MASW e TOMOGRAFIE;**
- **Sondaggi geognostici e Stratigrafie Zone 5 e 7; Prove penetrometriche DPSH e Prove di laboratorio certificate;**
- **Cartografia Tematica in scala al 10.000, costituita da:**
  - **Carte Pericolosità/Rischio da frana e Idraulico PSAI;**
  - **Carta ubicazione indagini e delle zone di approfondimento;**
  - **Carta Geolitologica;**
  - **Carta Inventario dei Fenomeni Franosi.**

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione viene redatta ai sensi della seguente normativa:

- **D.M. 17/01/2018** – Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni» (NTC/2018);
- **D.M. 14/01/2008** – Testo unitario "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC/2008);
- **Circolare n. 617 C.S.LL.PP. del 02/02/2009** "Istruzioni per l'applicazione della NTC di cui al D.M. 14/01/2008;
- **Delibera G.R.C. n. 5447 del 07/11/2002** "Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania";
- **O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del Territorio Nazionale e di normativa tecniche per la costruzione in zone sismiche – Allegato A;
- **C.S.LL.PP.** "Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del Territorio Nazionale, allegato al voto n. 36 del 27.07.2007;
- **D.M. 11.03.1988** – Norme tecniche riguardante le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Eurocodice 8 (1998)** – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- **Eurocodice 7.1 (1997)** – Progettazione geotecnica – Parte I – UNI;
- **Eurocodice 7.2 (2002)** – Progettazione geotecnica – Parte II – Progettazione assistita da prove di laboratorio. UNI;
- **Eurocodice 7.3 (2002)** – Progettazione geotecnica – Parte III – Progettazione assistita con prove in sito. UNI
- **Piano Stralcio** per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale per il Bacino Idrografico del Fiume Sele (Norme vigenti di attuazione);
- **Leggi Regionali e Comunali** in materia di pianificazione urbanistica e di Vincolo Idrogeologico.

1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Bellosguardo di concerto con l'Amministrazione Provinciale di Salerno, intende porre rimedio ai problemi di dissesto idrogeologico esistenti su tre tratti di strade intercomunali localizzate nel Comune di Bellosguardo.

Le strade interessate sono:

- S. P. 439 "Isca-Tufolo" Sen. S. Valitutti, per una lunghezza di m 7.000,00 circa ed una larghezza media di m 7,70 circa;
- S. P. 186 strada che collega il centro abitato di Bellosguardo con la SS 166 per una lunghezza di ml 1.400,00 circa ed una larghezza media di m 7,50 circa.
- Strada comunale Mortellito che collega la SS 166 alla SP 439, per una lunghezza di m 1.360 circa e una larghezza media di m 4,5 circa.

Il progetto prevede l'adeguamento e la messa in sicurezza dei tre rami delle arterie, attraverso interventi di sistemazione e consolidamento della sede viaria, la quale, in diversi tratti, è stata coinvolta da fenomeni gravitativi, che hanno provocato il collasso delle opere di protezione e di contenimento; quindi il dissesto, l'avvallamento e, in alcuni casi, lo sprofondamento della carreggiata, tale da rendere incerto e insicuro il traffico, con gravi ripercussioni sull'economia del territorio.

Per tale scopo, l'Amministrazione Comunale di Bellosguardo, con determina dell'UTC, ha conferito allo scrivente Geologo Emilio Vitale, libero professionista con studio in Campora (SA) e regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al numero 1904, l'incarico geologico per lo studio delle condizioni geomorfologiche, idrogeologiche e geologiche stratigrafiche, atto a valutare le effettive caratteristiche di stabilità e l'influenza degli interventi previsti sulle attuali condizioni geologiche ed idrogeologiche delle aree interessate dai tracciati stradali, quindi, compatibilmente con le caratteristiche idro-morfologiche delle zone, definire le possibili opere di mitigazione del rischio, di regimentazione delle acque e le eventuali opere di consolidamento e sistemazione della rete viaria.

A tale fine, lo scrivente, dr. Emilio Vitale, facendo seguito ad un precedente studio generale sulle condizioni geologiche e geomorfologiche dei tracciati, ha disposto l'effettuazione di ulteriori e più approfondite indagini geognostiche nelle zone di maggiore criticità, e interferenti con alcuni

fenomeni gravitativi; quindi la redazione della presente relazione, secondo le disposizioni delle NTC/2018, avente lo scopo di illustrare la caratterizzazione e la modellazione geologica dei suddetti siti di maggiore criticità, con particolare riferimento alla definizione dell'entità e profondità dei dissesti, alla ricostruzione dei caratteri litologici, idrogeologici, geomorfologici e sismiche delle aree; quindi, alla caratterizzazione fisico–meccanica dei terreni costituenti il sottosuolo e coinvolti dai fenomeni franosi, in modo da fornire al progettista gli elementi di riferimento per la delineazione del modello geotecnico e degli interventi più opportuni di sistemazione, consolidamento e messa in sicurezza della sede stradale; nonché, per la definizione delle indagini geotecniche che, di concerto con il progettista, e contestualmente alle indagini geognostiche, sono state effettuate e descritte anche nel presente studio.

2. INDAGINE ESEGUITA

E' stato effettuato il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio lungo i tracciati e nelle zone limitrofe, nonché la ricerca bibliografica di studi, lavori, analisi e prove di laboratorio sui terreni prevalenti nelle zone o effettuate nelle vicinanze o nell'ambito del territorio comunale.

Sulla scorta dei dati sopra acquisiti, in riferimento alla tipologia degli interventi, e di concerto con il progettista, sono state definite le indagini dirette ed indirette per l'investigazione del sottosuolo, che, nel presente studio, sono state utilizzate sia per la ricostruzione del modello geologico, sia per la caratterizzazione dei terreni ai fini del modello geotecnico.

Dette indagini sono consistite in:

- **n. 5 Sondaggi geognostici**, contraddistinti con **S1, S2,** ecc. del diametro di 400 mm., spinti alla profondità variabile dai 22 ai 30 metri, per l'investigazione diretta del sottosuolo nell'ambito del volume significativo, nonché per il prelievo dei campioni in profondità da sottoporre ad analisi di laboratorio;

- **n. 6 prova penetrometriche dinamiche DPSH** (contraddistinta con **P1, P2, ecc.**), con passo da 20 cm e massa battente da 63.5 Kg, avente lo scopo di definire la situazione stratigrafica e la caratterizzazione intrinseca e geotecnica in sito dei terreni individuati con i sondaggi geognostici e, quindi, da comparare con le prove di laboratorio;

- **N. 10 analisi e prove di laboratorio** dei campioni più rappresentativi dei terreni rilevati nel sottosuolo, contraddistinti con S1C1, S1C2, ecc. prelevati durante la campagna dei sondaggi,

secondo la normativa UNI con campionatore Schelby, per la caratterizzazione geotecnica in laboratorio dei terreni rilevati dall'indagine;

- **n. 7 sondaggi sismici con metodologia MASW**, distribuiti lungo i tracciati e le zone di maggiore criticità, atti a valutare e definire la consistenza e profondità degli strati superficiali e del substrato; nonché gli strati sismici e le onde Vs,eq sino a 35 m. circa, sia per la caratterizzazione dei siti, sia per la definizione della successione stratigrafica oltre la profondità raggiunta con i sondaggi geognostici e le prove DPSH;
- **n. 7 Tomografie sismiche**, associate alle Masw, atte a valutare la consistenza e la profondità dello strato di copertura e la loro variazione orizzontale e verticale nelle zone indagate.

Con l'assenso del progettista, i sondaggi geognostici e i prelievi dei campioni in profondità, sono stati eseguiti dalla ditta "Sarino Prinzo" di Felitto (Sa), ed hanno avuto lo scopo di visionare in maniera diretta la tipologia dei terreni nel sottosuolo delle diverse zone.

Le prove penetrometriche dinamiche DPSH sono state eseguita dalla Geosevi S.a.s., con sede legale in Fisciano (Sa), come dagli elaborati riportati in allegato.

I sondaggi sismici MASW e le TOMOGRAFIE sismiche sono state effettuate dallo scrivente dr. Emilio Vitale, regolarmente abilitato ed iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 1904.

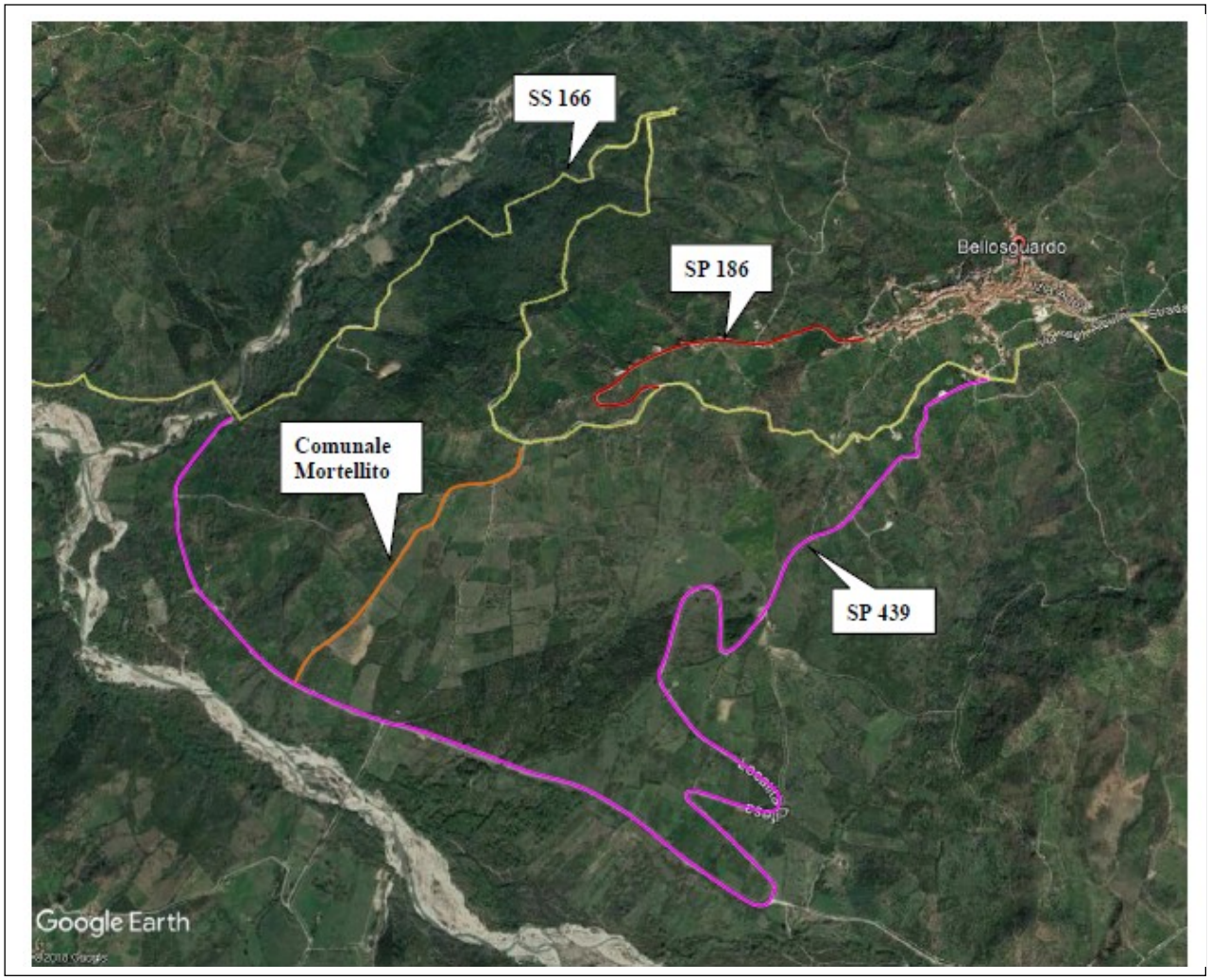
Le analisi e le prove di laboratorio sono state eseguite dal Laboratorio Geotecnico GEOTEST di Carbone Andrea e C., sito in Melfi (Pz), munito di certificazione ministeriale per il settore a), ai sensi del D.P.R. 380/2001 art. 59, Decreto 0006078-17/07/2013, come dagli elaborati riportati in allegato alla presente.

L'attrezzatura utilizzata per i sondaggi geognostici è costituita da macchina trivellatrice TesCar CF 3-Plus; per i sondaggi sismici è il sismografo M.A.E. A6000-S 24bit 24 canali; per le prove penetrometriche dinamica il DPSH della marca DEEP DRILL.

Le indagini in sito sono state eseguite nel periodo compreso tra il 10/12/2018 e il 13/12/2018.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE, VINCOLI E COMPATIBILITÀ PSAI DEGLI INTERVENTI

La rete stradale oggetto del presente studio rientra nel foglio 487 – Sez. II (Roccadaspide) della Tavoletta I.G.M. in scala al 25.000, meglio rappresentata negli elementi 487162 "Bellosguardo" e 487163 "Ponte Fasanella" della cartografia CTR al 5000 – Edizione 2004/2005 – della Regione Campania.



Si sviluppa prevalentemente in zona agricola, nei seguenti fogli catastali del comune di Bellosguardo;

- Strada comunale Mortellito: Fogli 2 e 13;
- SP 186: Foglio 16;

- SP 439: Fogli 1, 13, 15 e 16.

Le zone oggetto di approfondimento del presente studio, nell'elaborato dell'ubicazione delle indagini, sono 7 e sono state progressivamente numerate e identificate come Zona 1, 2, 3 ecc., le cui coordinate geografiche baricentriche sono riportate nello schema seguente:

COORDINATE GEOGRAFICHE BARICENTRICHE		
	WGS84	
Zone	LATITUDINE	LONGITUDINE
Zona 1 – SP 186	40.419999	15.294476
Zona 2 – SP 439	40.410965	15.298826
Zona 3 – SP 439	40.405119	15.298764
Zona 4 – SP 439	40.405051	15.294247
Zona 5 – SP 439	40.405774	15.292577
Zona 6 – SP 439	40.409302	15.281085
Zona 7 – SP 439	40.417507	15.274268

Le strade si sviluppano in gran parte a mezza costa, lungo superfici collinari in destra orografica del bacino idrografico del Torrente Pietra, affluente del torrente Fasanella, a sua volta affluente del Fiume Calore sempre in destra orografica.

L'intera rete stradale rientra in area del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano (Zone C1, C2) ed è sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi dell'art. 1 del Real Decreto del 30/12/23 n. 3267, per la quale e per i cui interventi è stato concesso lo svincolo da parte delle Autorità preposte.

D'altra parte, il territorio di Bellosguardo, su cui si sviluppa la rete stradale, ricade all'interno dell'ex Autorità di Bacino Campania Sud ed Interregionale per il bacino Idrografico del Fiume Sele e, quindi, nella relativa cartografia del PSAI.

Dalla sovrapposizione dei tracciati sulla cartografia del PSAI, emerge che nessun tratto della rete stradale, se pur interessato da qualche conoide, ricade in Pericolosità o Rischio Idraulico; mentre diversi tratti, e in particolare le zone oggetto di approfondimento, interferiscono per intero o marginalmente con aree a Pericolosità/Rischio da frane, secondo i seguenti schemi:

INTERFERENZE CON PERICOLOSITÀ ALLUVIONI E RISCHIO IDRAULICO			
Pericolosità Alluvioni	N. Zone	**Rischio Idraulico**	N. Zone
Fascia A	0	R1	0
Fascia B (1 – 2 - 3)	0	R2	0
Fascia C	0	R3 – R4	0
Zone di attenzione idraulica			
Aree interessate da Conoidi	0		
Aree inondate da alluvioni del Sele nel Novembre 2010	0		
Aree inondabili per esondazione dei canali di bonifica	0		
Aree fociali interessate da fenomeni di allagamento	0		
Aree depresse	0		

INTERFERENZE CON PERICOLOSITÀ DA FRANA		
Zone	**Pericolosità Reale**	**Pericolosità Potenziale**
Zona 1	Pf2	-
Zona 2	Pf2a	-
Zona 3	Pf2a	
Zona 4	Pf2a	-
Zona 5	Pf2	
Zona 6	-	Putr5
Zona 7	-	Putr5

INTERFERENZE CON RISCHIO DA FRANA		
Zone	**Rischio Reale**	**Rischio Potenziale**
Zona 1	Rf2	-
Zona 2	Rf2a	-
Zona 3	Rf2a	-
Zona 4	Rf2a	-
Zona 5	Rf2	-
Zona 6	-	Rutr5
Zona 7	-	Rutr5

Per tali aree, inoltre, la normativa PSAI definisce le linee guida per la mitigazione del rischio da frana ed idraulico e, quindi, la compatibilità degli interventi di cui all'oggetto.

Gli articoli 8 e 13, rispettivamente ai comma 8 e 7, stabiliscono che: "*la perimetrazione del rischio e le relative norme valgono esclusivamente per il patrimonio edilizio esistente. Per la realizzazione di nuovi interventi valgono invece le carte della pericolosità e le relative norme*".

Trattandosi di interventi su infrastrutture a rete pubblica non diversamente localizzabili, valgono le prescrizioni che riguardano la pericolosità e/o rischio idraulico o idrogeologico riportate nell'art. 49 delle N.T.A.: "***Disciplina per le infrastrutture, per gli impianti a rete pubblici o di interesse pubblico e per gli impianti tecnologici***", il quale stabilisce che: "*Nelle aree classificate a pericolosità e/o rischio idraulico, fermo restando quanto previsto dagli artt. 8 e 13, è consentita la realizzazione, l'ampliamento e la ristrutturazione di impianti a rete pubblici o di interesse pubblico (pubblica illuminazione, rete fognaria, rete idrica ecc.), quindi anche le reti stradali, e, fatta eccezione per gli impianti di depurazione, impianti tecnologici riferiti a servizi essenziali e/o non altrimenti localizzabili, purché sia salvaguardata l'integrità dell'opera*".

Gli interventi di progetto hanno il solo scopo di contribuire all'adeguamento e sistemazione delle sedi stradali, rispettando le linee di quota e la geometria attuale dei percorsi esistenti; per cui detti interventi non alterano sensibilmente le condizioni morfologiche ed idrogeologiche delle aree attraversate, ma tendono complessivamente a mitigare il rischio/pericolosità delle stesse, con opere volte a ridurre la vulnerabilità delle infrastrutture e, in particolare, al consolidamento e messa in sicurezza delle stesse.

Di conseguenza, in riferimento alle norme del PSAI, ovvero alle condizioni di rischio e pericolosità delle aree attraversate, gli interventi di progetto sono identificabili come opere mirate a ridurre le condizioni di pericolosità e vulnerabilità di infrastrutture non delocalizzabili, che non comportano carico urbanistico e/o insediativo, non interferiscono negativamente con le condizioni di pericolosità e non aggravano lo stato di rischio attuale dei territori attraversati.

Pertanto, premesso che gli interventi di cui all'oggetto, non costituiscono fattori di aumento della pericolosità attuale dei versanti; che detti interventi, come da previsioni progettuali, non costituiscono elementi di pregiudizio per l'attenuazione o l'eliminazione di eventuali cause di rischio esistenti al contorno e non pregiudicano la realizzazione di ulteriori interventi previsti dalla pianificazione di bacino o da altri strumenti di pianificazione, garantendo nello stesso tempo adeguata sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, così come dalla disposizioni degli artt.li 8 e 13 delle Norme di Attuazione,

- **L'ammissibilità delle opere di progetto sulla Rete Stradale costituita dalla SP 439 (Isca Tufolo) – SP 186 (Bellosguardo, Frascio, Innesto SS 166) e Strada di Collegamento da SS 166 a SP439 nel comune di Bellosguardo**, viene chiaramente attestata dall'art. 49, comma 1 e 5, che norma le infrastrutture, per gli impianti a rete pubblici o di interesse

pubblico in aree classificate a pericolosità e/o rischio idraulico, e in aree a Pericolosità/Rischio da frana, che testualmente recita:

Art. 49 – Comma 1 e 5:

ARTICOLO 49 - ***Disciplina per le infrastrutture ed impianti a rete pubblici o di interesse pubblico e per gli impianti tecnologici***

1. Nelle aree classificate a pericolosità e/o rischio idraulico, fermo restando quanto previsto dagli artt. 8 e 13, è consentita la realizzazione, l'ampliamento e la ristrutturazione di impianti a rete pubblici o di interesse pubblico (pubblica illuminazione, rete fognaria, rete idrica, ecc.) e, fatta eccezione per gli impianti di depurazione, impianti tecnologici riferiti a servizi essenziali e/o non altrimenti localizzabili, purché sia salvaguardata l'integrità dell'opera.

5. Nelle aree classificate a pericolosità e/o rischio idrogeologico, fermo restando quanto previsto dagli artt. 8, 13 e 27, è consentita la realizzazione, l'ampliamento e la ristrutturazione di infrastrutture non altrimenti localizzabili, purché siano soddisfatte le condizioni relative a ciascuna fattispecie di pericolosità/rischio idrogeologico. Nelle aree a pericolosità/rischio da frana molto elevato ed elevato, dovranno essere adottate soluzioni tecnico – costruttive e gestionali mirate a mitigare le condizioni di pericolosità, oltre a soluzioni tecniche atte a ridurre la vulnerabilità delle strutture.

Di conseguenza, sulla base di quanto esposto ed adottando gli accorgimenti e le opere necessarie per la riduzione della vulnerabilità delle infrastrutture, risulta la piena compatibilità e la piena ammissibilità degli interventi di progetto, in quanto pienamente conformi alle Norme di Attuazione del PSAI.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA GENERALE DEL TERRITORIO ATTRAVERSATO DALLA STRADA

4.1 - Inquadramento Geologico Strutturale

Il territorio comunale di Bellosguardo ricade sull'Unità geologico – strutturale Alburno-Cervati, ed in particolare della dorsale dei monti Soprano-Vesole-Chianiello e Cervati, appartenente alla più estesa struttura geologica della piattaforma Campano – Lucana, che a partire dal Langhiano subisce varie fasi regressive e traslative, con depositi e sovrascorrimenti di formazioni terrigene sui sedimenti carbonatici e fenomeni di carsificazione negli stessi; nel Serravalliano e Tortoniano la struttura subisce una progressiva migrazione ed accavallamento sui depositi del bacino

Lagonegrese, quindi su quelli del bacino Irpino a cui segue il sollevamento Plio – Pleistocene con smembramento e formazione della dorsale dei Monti Alburni e della dorsale dei Monti Soprano-Vesole-Chianiello-Cervati, separate dai depositi collinari argillosi arenacei e calcareo marnosi pre-orogeniche (unità Sicilidi e di Castel Nuovo Cilento) della valle del Fiume Calore e, in particolare, del Torrente Pietra-Ripiti e del Torrente Fasanella, su cui si sviluppa il territorio di Bellosguardo e la rete stradale oggetto del presente studio.

Le formazioni delle unità Sicilidi e di Castel Nuovo Cilento, a loro volta, sono ricoperte nelle aree vallive ed in varia misura da depositi continentali e di transizione del Pleistocene – Olocene, attribuibili a depositi eluvio colluviali pedemontani e depositi detritici o di conoidi; nonché ad alluvioni di corsi d'acqua e/o a depositi di frane antiche e/o recenti.

In particolare, nel territorio attraversato dalla rete stradale oggetto di sistemazione, possono essere identificati le seguenti unità geologico-strutturali:

- Unità Sicilidi (Successioni Pre-orogeniche);
- Unità di Castelnuovo Cilento (Successioni Pre-orogeniche);
- Depositi continentali e di transizione del Quaternario (Successioni del Quaternario);
- Depositi gravitativi di frana (Successioni del Quaternario).

Unità Tettoniche Sicilidi

Queste unità deriva dalla deformazione di un dominio bacinale interno, ovvero di mare pelagico, rispetto alla piattaforma campana e, unitamente alle unità di Castel Nuovo Cilento, rappresenta l'elemento di ricoprimento della catena appenninica, con età di ricoprimento attribuibile al tortoniano superiore.

L'età di questa successione viene riferita al Cretaceo Superiore. – Oligocene Superiore ed è l'unità prevalente sulla SP 439 e in buona parte della strada comunale Mortellito, dove costituisce il substrato relativo dei depositi continentali e di transizione del quaternario.

Le unità Sicilidi si presentano molto deformate e caoticizzate, e risultano prevalentemente costituite alla base da argille policrome, passanti superiormente a torbiditi calcareo marnose, quindi ad arenarie quarzoso micacee e/o feldspatiche che, nella visione attuale, possono essere rispettivamente correlabili per facies e posizione geometrica a:

- "*Argille Varicolori* della *Formazione di Tempa Rossa*";

- "*Torbiditi calcareo marnose, in argilla e argilliti grigio piombo"*, della *Formazione di Monte Sant'Arcangelo*".

La parte alta della successione, con caratteristiche di avanfossa, è data da "Arenarie quarzoso feldspatiche" gradate, con livelli di marne e calcari marnosi bianchi e rosati, noti in letteratura come "Formazione di Albanella" non rilevata nel territorio in esame, in quanto il "Complesso Arenaceo" presente nel territorio di Bellosguardo, sembra essere maggiormente attribuibile alle "Arenarie di Pianelli" delle Unità di Castel Nuovo Cilento di seguito descritte.

- ✓ ***Le Argille Varicolori*** – *della F. di Tempa Rossa (Cretaceo Sup. - Aquitaniano),* si presentano intensamente tettonizzate e litologicamente costituite da argille limose e argilliti foliate, di colore grigio piombo e/o cineree, con intervalli rosso scuro e verdastri nella parte inferiore, rosso mattone e grigie nella parte superiore; presentano, inoltre, intercalazioni di calcareniti, calcilutiti ed areniti in strati discontinui e/o di trovanti caoticizzati; sono, altresì, quasi sempre ricoperte da uno strato eluvio colluviale, a luogo destrutturato dello spessore variabile dai 5 ai 6 metri, costituito da argille limose marrone verdastre o grigio scure, con pezzame di marne e calcari marnosi, maggiormente soggetti a fenomeni gravitativi.

La formazione, come si è detto, impegna per intero la SP 439, nonché buona parte della strada comunale Mortellito dove, alla base dei versanti collinari, in prossimità del torrente Pietra, risulta essenzialmente ricoperta da depositi fluvio torrenziali del torrente omonimo.

- ✓ ***Le Torbiditi calcareo marnose, in argilla e argilliti grigio piombo,*** *della F. Monte Sant'Arcangelo (Eocene - Oligocene Sup.),* risultano geometricamente sovrapposti alle "Argille Varicolori", e sono prevalentemente costituiti da "*Calcari Marnosi grigio giallastri, con venature di calcite biancastra*" in trovanti, blocchi e strati mal conservati, alternati ad "*argille ed argilliti grigio piombo e/o cineree*", sempre più presenti verso il basso al passaggio con le argille varicolori.

L'aspetto è quello di una formazione torbiditica, costituita da grossi blocchi e trovanti litoidi a giacitura caotica, senza una stratificazione preferenziale.

Il limite inferiore è con le argille varicolori, mentre il limite superiore è prevalentemente associato alle "*Unità di Castel Nuovo Cilento*", ed in particolare con le *Marne e calcarenite del Torrente Trenico*, che è la formazione prevalente su cui sorge l'abitato di Bellosguardo e su cui si

sviluppa la SP 186, dove risulta essenzialmente in sovrascorrimento sulle "Argille varicolori di Tempa Rossa", e solo parzialmente sulla formazione di Monte Sant'Arcangelo delle Unità Sicilidi.

Unità Tettonica di Castel Nuovo Cilento

Questa unità, considerata nel passato affine alle Unità Sicilidi, nella visione attuale risulta costituita da tre litofacies corrispondenti alle seguenti formazioni geometricamente sovrapposte:

- ✓ *Argilliti di Genesio,* alla base;
- ✓ *Marne e calcarenite del Torrente Trenico,* nella posizione intermedia;
- ✓ *Arenarie di Pianelli,* al tetto.

Nel territorio interessato dalla rete stradale prevalgono essenzialmente le "*Marne e calcarenite del Torrente Trenico*" dell'oligocene sup. – miocene inf., che, come si è detto, impegnano la totalità della provinciale 186.

In particolare questa formazione risulta costituita da "*Torbiditi marnoso calcaree e marnoso arenacee*" di colore variabile dal marrone giallastro al grigiastro, con venature di calcite, in strati da medi a spessi, alternati ad "Argille e Argilliti siltose grigio cineree" a struttura scagliosa, con membri nerastri ad impregnazioni manganesifere, prevalenti nella parte superiore.

Tutta la formazione è interessata da una intensa tettonizzazione, con frequenti piani di frattura e clivaggio diffuso tipo *Pencil Slate*, con pieghe a raggio corto e brusche inversioni di immersioni nello spazio di pochi metri; è in sovrascorrimento sulle unità Sicilidi ed in particolare sulla *Formazione delle Argille Varicolori di Tempa Rossa*, prevalente lungo la SP 439 e parzialmente lungo la comunale Mortellito.

Depositi Continentali e di Transizione del Quaternario

Rientrano in questo gruppo i depositi di origine sedimentaria continentali e marini, nonché quelli vulcanici, che ricoprono le unità tettoniche precedentemente descritte.

In essi sono compresi i depositi di spiaggia e delle dune costiere, i depositi alluvionali dei corsi d'acqua, i depositi lacustri e palustri, le coperture detritiche e di conoide, i depositi di cavità carsiche ed eluvio colluviali di origine gravitativa.

Nel territorio attraversato dalla Rete Stradale, sono presenti essenzialmente i:

- Depositi alluvionali di corsi d'acqua (torrenziali e fluviali);

- Depositi gravitativi da frana.

✓ ***Depositi alluvionali dei corsi d'acqua*** - *(Pleistocene Sup – Olocene)*

In questa formazione vengono compresi le alluvioni torrenziali e fluviali del Pleistocene Superiore e quelle attuali dell'Olocene che, nel territorio in esame, e in corrispondenza del torrente Pietra e del torrente Fasanella, si rinvengono in forma di terrazzi poco al di sopra dell'alveo e prevalentemente nelle aree golenali o ai bordi delle stesse.

Detti depositi sono in prevalenza costituiti da ciottoli e ghiaia, e talora blocchi arrotondati di calcari, arenarie e calciruditi, in matrice limo sabbiosa, con inclusi lenti di limo sabbioso o di limo argilloso.

Sono prevalentemente ricoperti da un esiguo strato eluvio colluviale, pedogenizzato in superficie, maggiormente presente in aree interessate da attività agricole o da impianti arborei.

Si rinvengono immediatamente a valle della SP 439, a partire dalla Zona 4, sino alla confluenza con il torrente Fasanella, dove risultano a luogo ricoperte da formazioni detritiche di conoidi e/o di frane antiche e recenti.

✓ ***Depositi Gravitativi da Frana*** - *(Pleistocene - Olocene)*

Trattasi di depositi eterometrici ed eterogenei, a struttura caotica, con pezzame litoide del substrato, in matrice argillosa siltosa e/o limo argillosa, accumulatosi per effetto di movimenti gravitativi da profondi e mediamente profondi, nonché di movimenti superficiali della coltre agraria ed eluvio colluviale, che possono essere suddivisi in:

- Depositi di frana quiescente e/o in evoluzione;
- Creep e soliflussi.

o *Depositi di Frana Quiescente e/o in evoluzione (Olocene):*

Ad essi vengono attribuiti accumuli gravitativi dell'olocene, costituiti da *depositi eterometrici ed eterogenei, a struttura caotica, con pezzame litoide del substrato, in matrice argillosa limosa e/o argillosa siltosa*, i quali presentano indizi morfometrici e morfologici tipici di movimenti gravitativi in evoluzione o quiescenti, ma con possibilità di riattivazione in caso di eventi meteorici estremi, sismici e/o di alterazione dei versanti.

o *Creep e soliflussi (Olocene Attuale):*

Ad essi vengono attribuiti movimenti gravitativi superficiali della coltre agraria ed eluvio colluviale, a litologia limo argillosa sabbiosa, con pezzame poligenico, soggetti a deformazioni lente e diffuse, che non coinvolgono il substrato, ma che vengono accentuati dagli eventi meteorici stagionali e bonificabili mediante interventi di regimentazione delle acque.

A questi ultimi sono attribuibili i fenomeni di dissesti rilevati lungo la rete stradale e nelle zone di approfondimento che, nell'insieme, vengono identificati come "*Depositi colluviali destrutturati*", i quali sono stati oggetto di studio e misurazioni per valutare l'entità e la profondità dei fenomeni e, quindi, gli interventi e le opere più opportune per il loro consolidamento e sistemazione.

4.2- Caratterizzazione sismica generale del Territorio

Strutturalmente, nel territorio su cui si sviluppa la Rete Stradale Intercomunale non si rinvengono faglie sismicamente attive, ma solo piccoli lineamenti strutturali della fase distensiva post orogenica.

Dal punto di vista sismico si consideri che con la delibera della G.R.C. n. 5447 del 07/11/2002 "Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania" e dell'O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 – Allegato A, il territorio comunale di Bellosguardo è stato classificato in Zona 2 (Classe di sismicità S = 9 – Categoria II), con accelerazione di picco orizzontale ag = 0.25g a cui bisognava fare riferimento per il sisma di progetto.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 prima e successivamente del D.M. 17/01/2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzion*i", vengono stabiliti in modo dettagliato i parametri della pericolosità sismica di base (ag, Fo, T_o^*) a cui far riferimento per le "*Azioni Sismiche di Progetto*".

Tali parametri dovranno essere calcolati in funzione delle coordinate geografiche dei siti d'interventi, e dovranno essere definite sia per gli Stati Limiti di Esercizio (SLO e SLD), sia per gli Stati Limiti Ultimi (SLV e SLD), che a loro volta sono funzione delle rispettive probabilità di superamento del Periodo di Riferimento per l'azione sismica (V_R), dipendente dalla vita Nominale e Classe d'Uso dell'opera ($V_R = V_N x C_u$).

Nel caso specifico, in riferimento alle zone da sistemare, che ricadono sulle Provinciali 186 e 439, e su cui sono previsti gli interventi di consolidamento, trattandosi di reti viarie extraurbane del tipo C, di cui al D.M. 5 novembre 2001 n. 6792, non ricadenti in classe IV in quanto non

appartenente ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia, sulla scorta del D.M. 17.01.2018, la classe d'uso è "**Classe III** – Coefficiente d'uso **Cu = 1.5**" (NTC 2018 – par. 2.4.2), con vita nominale Vn ≥ 50 anni e periodo di riferimento Vr = 75 anni, ricadente in Zona 2 (classe di sismicità S = 9 – Categoria II), qual è il territorio di Bellosguardo.

Per quanto riguarda la tipologia dei siti, la maggioranza delle zone indagate rientrano in Classe B e solo una zona in classe C (Zona 4), con coefficiente topografico prevalente pari a T1, in quanto impegnano versanti con inclinazioni generalmente inferiori ai 15°.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE DEL TERRITORIO

5.1 - Caratterizzazione geomorfologica

Tutte le forme geomorfologiche ed i dissesti riscontrati lungo le arterie stradali sono in stretta connessione con la natura litologica, le condizioni giaciturali, la pendenza dei versanti, le condizioni idrogeologiche e non ultimo lo stato di manutenzione delle sedi viarie.

Infatti, gli agenti esodinamici, che influenzano lo sviluppo dei fenomeni franosi, agiscono in maniera diversificata a secondo della consistenza e della natura dei terreni e possono essere influenzati in maniera positiva o negativa a secondo dello stato di coltivazione o di abbandono delle aree; dalla presenza o meno di opere di sistemazione idraulica, e dalla presenza o meno di vegetazione, che si riflettono anche sulle condizioni statiche delle infrastrutture pubbliche ed in particolare sulla rete stradale oggetto del presente studio.

In particolare, la quasi totalità dei dissesti che coinvolgono i tracciati, sono presenti sui tratti a mezza costa, interessando sia i termini litoidi più competenti dell'Unita di Castel Nuovo Cilento, sia la formazione delle argille varicolori di Tempa Rossa delle unità Sicilidi; detti dissesti sono legati in modo particolare alle condizioni idrologiche dei luoghi, alla presenza o meno di significativi spessori di copertura destrutturata e alla pendenza dei versanti.

I termini litoidi appartenenti alla Formazione del T. Trenico dell'unità di Castel Nuovo Cilento, per l'intensa tettonizzazione, presentano una diffusa fessurazione e un generale allentamento meccanico; inoltre la giacitura contorta e caotica, con frequenti stratificazioni a franapoggio, favoriscono in generale, e per pendenze superiori al 30%, fenomeni d'instabilità in corrispondenza delle fratture e dei piani di stratificazione, con significativi movimento di copertura, che coinvolgono anche parte del substrato.

In questi litotipi le forme gravitative prevalenti sono di "scorrimento roto/traslativo", che evolvono a valle a "frane di colamento", dove si ha il passaggio a terreni argillosi o dove è predominante la matrice argillosa.

Nei termini argillosi, della Formazione di Tempa Rossa delle Unità Sicilidi, le principali forme di dissesto sono attribuibili a "Frane di Colamento", con limiti morfologici meno evidenti, ma ben evidenziati dalle forme concave e convesse, dai rivoli e solchi erosivi su versanti non sempre uniformi e caratterizzati un reticolo idrografico gerarchizzato, e per aree a pendenze quasi sempre maggiori del 20 - 25%.

Del resto la maggior parte dei dissesti presenti nel territorio sono quasi sempre incisi da rivoli e ruscelli, sono essenzialmente complessi del tipo "Colamento lento profondo", con associate fenomenologie di "Scivolamento Roto/traslative" nel corpo di frana, e con movimento da lento a moderato; alcuni sono allo stato quiescente, altri ancora in evoluzione e periodicamente attivati dagli eventi meteorici stagionali, che hanno coinvolto anche alcune zone della rete stradale, e sulle quali sono state accentrate le indagini geognostiche.

Fenomeni di "Deformazione lenta e diffusa", quali creep e soliflussi, si rilevano anche a pendenze inferiori al 20 - 25%, spesso a ridosso dei depositi di colamento o complessi, dove coinvolgono essenzialmente la copertura destrutturata, con stato evolutivo da attivo a parzialmente attivo, per l'inadeguatezza o mancanza di opere di regimentazione delle acque infiltrate o ruscellanti.

Infatti, la maggior parte delle formazioni rilevate lungo la rete stradale risultano ricoperte da una coltre di alterazione o colluviale, originatasi dalla disgregazione dei litotipi sottostanti, che per lo più risulta costituita da clasti eterogenei di diverso diametro, immersi in una matrice limo argillosa, con una giacitura caotica e non uniformemente distribuita sul substrato, tali da presentare in più zone spessori superiori ai 2 - 3 metri, che nelle aree più acclivi possono dar luogo a locali movimenti di copertura, i quali coinvolgono i tracciati stradali, con fenomeni di avvallamento e deformazioni delle sedi viarie, come più dettagliatamente descritto nel prosieguo.

Un ruolo determinate è svolto, in questo senso, dalle acque meteoriche e di circolazione superficiale che, con la loro azione erosiva e di imbibizione, contribuiscono ad innescare fenomeni d'instabilità, generalmente concentrati lungo gli assi stradali, soprattutto a valle delle carreggiate,

che andranno opportunamente mitigate con adeguate opere di smaltimento e regimentazione idrauliche.

5.2- Caratterizzazione Idrogeologica

Le caratteristiche idrogeologiche superficiali del territorio attraversato della rete stradale sono anch'esse legate alla natura litologica e strutturale dei terreni presenti; là dove affiorano litotipi prevalentemente impermeabili o scarsamente permeabili, quale la formazione argillosa di Tempa Rossa, si osserva una spiccata rete idrografica, costituita da valloni, torrenti e rivoli che, nel bacino idrografico su cui scorrono le arterie, confluiscono tutti nel Torrente Pietra o nel Torrente Fasanella.

Nei terreni pseudo litoidi, quali le marne e i calcari marnosi dell'unità di Castel Nuovo Cilento, la rete idrografica si sviluppa lungo linee di faglie e fratture preesistenti, anch'esse confluenti nei Torrenti Pietra e Fasanella; mentre nei depositi terrigeni eluvio colluviali, ed in quelli alluvionali fluvio-torrenziali, l'idrografia superficiale tende ad uniformarsi in pochi rivoli defluenti verso le quote più basse che, nell'insieme, hanno recapito finale sempre nei Torrenti Pietra e Fasanella.

Per quanto riguarda l'idrografia sotterranea, sia nella formazione delle Argille di Tempa Rossa, che impegna la SP 439 e buona parte della comunale Mortellito, sia in quella marnosa calcareo arenacea del Torrente Trenico, che impegna la SP 186, per la loro costituzione litologica sono generalmente prive di falde di particolare interesse, e solo a luogo, alla base della copertura, si possono rinvenire esigui e temporanei accumuli idrici dipendenti da eventi pluviali; del resto, i livelli permeabili sono discontinui e di limitato spessore, tale da non favorire la formazione di falde significative, ma che, comunque, vanno tenute in conto negli interventi di sistemazione, prevedendo adeguate opere di smaltimento delle acque episuperficiali.

Infatti, per la sistemazione delle sedi viarie, dove occorre, saranno adottati opportuni accorgimenti di smaltimento e regimentazione delle acque, tali da non interferire con le condizioni idrogeologiche dei luoghi, ma tendenti sicuramente a migliorarli.

6. TERRENI PREVALENTI RISCONTRATI NELLE ZONE INDAGATE

Nelle zone indagate, sulle quali si è ritenuto opportuno eseguire ulteriori approfondimenti, le formazioni e i terreni riscontrati al di sotto del riporto stradale ed interessati dagli interventi di sistemazione, sono sostanzialmente i seguenti:

➢ ***ZONA 1 – SP 186 – BELLOSGUARDO. FRASCIO, INNESTO SS 166***

a) ***Colluvio di Argilla limosa marrone verdastra destrutturata, con pietrame e trovanti caoticizzati di marne calcaree grigiastre, a venature di calcite***, appartenenti a depositi colluviali e/o di frana antiche o recenti del quaternario, ricoprenti la formazione del Torrente Trenico dell'Unità di Castel Nuovo Cilento.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:
- ***Campione S1C1***(prelevato in S1 – Prof. 3.00/3.40); **DPSH n. 1** (da 1 a 4.60 m.).

b) ***Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee grigiastre, a venature di calcite biancastra, alteranti a livelli decimetrici di limo sabbioso***,
appartenenti alla formazione del T. Trenico dell'Unità di Castel Nuovo Cilento, costituente il substrato.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:
- **DPSH n. 1** (da 4.60 a 6.60 m.).

c) ***Argille limose sabbiose e argilliti grigio cineree a struttura scagliosa, con notevole presenza di trovanti calcareo marnosi,***
appartenenti alla formazione del T. Trenico dell'Unità di Castel Nuovo Cilento, del substrato.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:
- ***Campione S1C2***(prelevato in S1 – Prof. 12.60/13.00); **DPSH n. 2** (da 4.40 a 7.00 m.).

d) ***Strati di marne calcaree ed arenacee, da medi a spessi, alternati a livelli di argilliti siltose grigiastre,***
appartenenti alla formazione del T. Trenico dell'Unità di Castel Nuovo Cilento, del substrato.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:
- ***A favore della sicurezza, si assumono le stesse caratteristiche dello strato b)***.

➢ ***ZONA 2 e 3 – SP 439 – ISCA TUFOLO***

a) ***Colluvio di Argilla limosa grigio verdastra, a venature marrone giallastra, destrutturata, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati,***
appartenenti a depositi colluviali e/o di frana antiche o recenti del quaternario, ricoprenti la formazione delle argille varicolori di Tempa Rossa delle unità sicilidi.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S2C1***(prelevato in S2 – Prof. 4.00/4.50); **DPSH n. 2** (da 1.00 a 4.40 m.); **DPSH n. 4** (da 1.40 a 5.20 m.).

b) ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri***,
appartenenti alla formazione delle argille varicolori di Tempa Rossa delle unità sicilidi, costituenti il substrato.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S2C2***(prelevato in S2 – Prof. 14.40/14.80); **DPSH n. 2** (da 4.40 a 7.00 m.); **DPSH n. 4** (da 5.20 a 10.60 m.).

➢ ***ZONA 4, 5, 6 e 7 – SP 439 – ISCA TUFOLO***

a) ***Colluvio di Argilla limosa debolmente sabbiosa destrutturata e plasticizzata, di colore variabile dal grigio scuro al verde oliva, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati,***
appartenenti a depositi colluviali e/o di frana antiche o recenti del quaternario, ricoprenti la formazione delle argille varicolori di Tempa Rossa delle unità sicilidi.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S4C1***(prelevato in S4 – Prof. 3.50/4.00); ***Campione S5C2***(prelevato in S5 – Prof. 4.30/4.80); **DPSH n. 5** (da 1.00 a 3.40 m.); **DPSH n. 6** (da 1.80 a 4.20 m.).

b) ***Limo con argilla sabbiosa verde oliva compatta a struttura scagliosa, con pezzame di marne e calcareo marnosi,***
appartenenti al tetto della formazione delle argille varicolori di Tempa Rossa delle unità sicilidi, costituente il substrato.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S4C2***(prelevato in S4 – Prof. 14.50/15.00); ***Campione S5C3***(prelevato in S5 – Prof. 7.00/7.50); **DPSH n. 5** (da 3.40 a 7.40 m.); **DPSH n. 6** (da 4.20 a 4.80 m.).

c) ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri***,
appartenenti alla formazione delle argille varicolori di Tempa Rossa delle unità sicilidi, costituente il substrato.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:
- ***Campione S5C4***(prelevato in S5 – Prof. 15.80/16.30); **DPSH n. 4** (da 5.20 a 10.60 m.).

Per l'intera rete stradale, **le caratteristiche fisico meccaniche del riporto stradale**, di spessore contenuto e non sempre significativo ai fini dei calcoli geotecnici, vengono valutate in base alle prove in sito e di laboratorio effettuate nelle singole zone sopra descritte, come segue:

a) ***Riporto stradale,*** costituito da***: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici.***

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:
- ***Campione S5C1***(prelevato in S5 – Prof. 3.00/3.50); **DPSH n. 1** (da 0.00 a 1.00 m.); **DPSH n. 2** (da 0.00 a 1.00 m.); **DPSH n. 4** (da 0.00 a 1.40 m.); **DPSH n. 5** (da 0.00 a 1.00 m.); **DPSH n. 6** (da 0.00 a 1.80 m.).

Nel paragrafo della descrizione delle singole zone indagate e della tipologia delle opere di sistemazione, per ciascuna delle suddette zone sarà riportata la sintesi delle opere e degli interventi consigliati; nonché la sintesi delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche ai fini dei calcoli fondali e di verifica.

7. DESCRIZIONE DELLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per ciascun terreno descritto nel precedente paragrafo, a seguito di una attenta analisi e valutazione effettuata con il progettista, viene definita la caratterizzazione geotecnica dei litotipi riscontrati, sulla base delle prove di laboratorio e delle prove DPSH ivi caratterizzanti, secondo quanto segue:

- Per gli strati terrigeni, compresi nel volume significativo d'interazione suolo struttura, vengono utilizzati i dati delle analisi e prove geotecniche certificate dei campioni rappresentativi prelevati durante la campagna d'indagini nelle rispettive zone, nonché i dati significativi delle prove DPSH eseguite nei rispettivi litotipi;
- La coesione non drenata ed il modulo edometrico vengono definiti assumendo i dati più deficitarii e significativi dell'elaborazione delle prove DPSH; mentre per il modulo elastico (Young) si assume cautelativamente lo stesso valore del modulo edometrico, riferito ad intervalli di pressione tra 1 e 2 Kg/cmq;
- L'angolo di attrito, che risulta dall'elaborazione delle prove DPSH, relativi a terreni incoerenti, e sottostanti il riporto stradale, viene cautelativamente ridotto del 10% in modo da assegnare tale aliquota alla coesione c' in condizioni drenate, pur presente nei litotipi terrigeni, considerando il 10% della corrispettiva coesione non drenata;
- Il coefficiente di Poisson viene valutato considerando i dati delle prove DPSH;
- I valori caratteristici di ciascun parametro geotecnico viene calcolato come media dei dati di laboratorio e dei dati risultanti dalle prove in sito (DPSH), così come previsto dalla circolare n. 617/2009 del C.S.LL.PP. al paragrafo C6.2.2 "*valori caratteristici dei parametri geotecnici*".

Pertanto, in riferimento alle zone e a ciascun litotipo ivi riscontrato, risulta il seguente schema riassuntivo:

➢ ***PER TUTTE LE ZONE***

a) ***Riporto stradale: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici.***
   - **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S5C1***(prelevato in S5 – Prof. 3.00/3.50); **DPSH n. 1** (da 0.00 a 1.00 m.); **DPSH n. 2** (da 0.00 a 1.00 m.); **DPSH n. 4** (da 0.00 a 1.40 m.); **DPSH n. 5** (da 0.00 a 1.00 m.); **DPSH n. 6** (da 0.00 a 1.80 m.).

Peso di volume nat. γ (g/cm^3)		Peso di volume sat. γ_s (g/cm^3)		Angolo di attrito φ' (°)		Coesione c' (Kg/cm^2)		Coesione non drenata Cu (Kg/cm^2)		Modulo Edometrico e Young Ed (Kg/cm^2)		Poisson
P. Lab	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**DPSH**
1.73	1.79	2.02	1.93	30.	23.41	0.0040	0.06		0.60		51.99	0.33
3	1.94	9	1.96	2	24.99	8	0.118		1.18		63.35	0.32
	1.97		1.97		25.44		0.129		1.29		66.55	0.32
	1.51		1.88		21.25		0.055		0.55		36.44	0.34
	1.83		1.94		23.74		0.164		1.64		54.37	0.33

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	1.77
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	1.98
Angolo di attrito φ'_k (°)	26.9
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.054
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	1.05
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	54.54
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	54.54
Poisson	0.33

➢ *ZONA 1 – SP 186 – BELLOSGUARDO. FRASCIO, INNESTO SS 166*

a) ***Colluvio di Argilla limosa marrone verdastra destrutturata, con pietrame e trovanti caoticizzati di marne calcaree grigiastre, a venature di calcite***.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S1C1***(prelevato in S1 – Prof. 3.00/3.40); **DPSH n. 1** (da 1 a 4.60 m.).

Peso di volume nat. γ (g/cm^3)		Peso di volume sat. γ_s (g/cm^3)		Angolo di attrito φ' (°)		Coesione c' (Kg/cm^2)		Coesione non drenata Cu (Kg/cm^2)		Modulo Edometrico e Young Ed (Kg/cm^2)		Poisson
P. Lab	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**DPSH**
1.968	1.95	2.029	2.14	23.5	20.40	0.0438	0.047		0.47		46.67	0.34

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	1.959
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	2.084
Angolo di attrito φ'_k (°)	21.95
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.045
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	0.47
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	46.67
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	46.67
Poisson	0.34

b) ***Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee grigiastre, a venature di calcite biancastra, alteranti a livelli decimetrici di limo sabbioso***.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:
- **DPSH n. 1** (da 4.60 a 6.60 m.).

Peso di volume nat. γ (g/cm^3)		Peso di volume sat. γ_s (g/cm^3)		Angolo di attrito φ' (°)		Coesione c' (Kg/cm^2)		Coesione non drenata Cu (Kg/cm^2)		Modulo Edometrico e Young Ed (Kg/cm^2)		Poisson
P. Lab	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**DPSH**
	2.50		2.50		28.17		0.198		1.98		108.68	0.28

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	2.50
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	2.50
Angolo di attrito φ'_k (°)	28.17
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.198
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	1.98
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	108.68
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	108.68
Poisson	0.28

c) ***Argille limose sabbiose e argilliti grigio cineree a struttura scagliosa, con notevole presenza di trovanti calcareo marnosi***.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S1C2***(prelevato in S1 – Prof. 12.60/13.00); **DPSH n. 2** (da 4.40 a 7.00 m.).

Peso di volume nat. γ (g/cm^3)		Peso di volume sat. γ_s (g/cm^3)		Angolo di attrito φ' (°)		Coesione c' (Kg/cm^2)		Coesione non drenata Cu (Kg/cm^2)		Modulo Edometrico e Young Ed (Kg/cm^2)		Poisson
P. Lab	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**DPSH**
2.008	2.10	2.172	2.12	22	23.44	0.0938	0.143		1.43		70.93	0.31

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	2.054
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	2.146
Angolo di attrito φ'_k (°)	22.72
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.118
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	1.43
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	70.93
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	70.93
Poisson	0.31

d) ***Strati di marne calcaree ed arenacee, da medi a spessi, alternati a livelli di argilliti siltose grigiastre,***

- ***Stesse caratteristiche dello strato b)***.

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	2.50
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	2.50
Angolo di attrito φ'_k (°)	28.17
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.198
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	1.98
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	108.68
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	108.68
Poisson	0.28

➢ *ZONA 2 e 3 – SP 439 – ISCA TUFOLO*

a) ***Colluvio di Argilla limosa grigio verdastra, a venature marrone giallastra, destrutturata, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati.***

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

− ***Campione S2C1***(prelevato in S2 – Prof. 4.00/4.50); **DPSH n. 2** (da 1.00 a 4.40 m.); **DPSH n. 4** (da 1.40 a 5.20 m.).

Peso di volume nat. γ (g/cm^3)		Peso di volume sat. γ_s (g/cm^3)		Angolo di attrito φ' (°)		Coesione c' (Kg/cm^2)		Coesione non drenata Cu (Kg/cm^2)		Modulo Edometrico e Young Ed (Kg/cm^2)		Poisson
P. Lab	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**DPSH**
1.86 6	1.79 2.00	1.93 7	1.88 2.20	19. 4	19.41 20.92	0.076 4	0.034 0.077		0.34 0.77		38.74 50.86	0.34 0.33

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	1.880
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	1.988
Angolo di attrito φ'_k (°)	19.78
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.066
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	0.55
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	44.80
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	44.80
Poisson	0.34

b) ***<u>Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri</u>***.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S2C2***(prelevato in S2 – Prof. 14.40/14.80); **DPSH n. 2** (da 4.40 a 7.00 m.); **DPSH n. 4** (da 5.20 a 10.60 m.).

Peso di volume nat. γ (g/cm^3)		Peso di volume sat. γ_s (g/cm^3)		Angolo di attrito φ' (°)		Coesione c' (Kg/cm^2)		Coesione non drenata Cu (Kg/cm^2)		Modulo Edometrico e Young Ed (Kg/cm^2)		Poisson
P. Lab	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**DPSH**
1.91 7	2.10 2.11	2.01 9	2.12 2.14	25. 8	23.44 23.58	0.148	0.143 0.147		1.43 1.47		70.93 72.06	0.31 0.31

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	2.011
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	2.074
Angolo di attrito φ'_k (°)	24.65
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.146
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	1.45
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	71.49
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	71.49
Poisson	0.31

➢ *ZONA 4, 5, 6 e 7 – SP 439 – ISCA TUFOLO*

a) ***Colluvio di Argilla limosa debolmente sabbiosa destrutturata e plasticizzata, di colore variabile dal grigio scuro al verde oliva, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati.***

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S4C1***(prelevato in S4 – Prof. 3.50/4.00); ***Campione S5C2***(prelevato in S5 – Prof. 4.30/4.80); **DPSH n. 5** (da 1.00 a 3.40 m.); **DPSH n. 6** (da 1.80 a 4.20 m.).

Peso di volume nat. γ (g/cm^3)		Peso di volume sat. γ_s (g/cm^3)		Angolo di attrito φ' (°)		Coesione c' (Kg/cm^2)		Coesione non drenata Cu (Kg/cm^2)		Modulo Edometrico e Young Ed (Kg/cm^2)		Poisson
P. Lab	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**DPSH**
1.764 1.784	1.52 1.72	1.937 1.815	1.85 1.87	15.2 14.8	18.36 19.09	0.0509 0.105	0.018 0.054		0.18 0.54		30.40 36.26	0.35 0.35

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	1.70
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	1.87
Angolo di attrito φ'_k (°)	16.86
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.057
Coesione non drenata Cu$_k$ (Kg/cm^2)	0.36
Modulo Edometrico Ed$_k$ (Kg/cm^2)	33.33
Modulo Elastico (Young) Ey$_k$ (Kg/cm^2)	33.33
Poisson	0.35

b) ***Limo con argilla sabbiosa verde oliva compatta a struttura scagliosa, con pezzame di marne e calcareo marnosi.***

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S4C2***(prelevato in S4 – Prof. 14.50/15.00); ***Campione S5C3***(prelevato in S5 – Prof. 7.00/7.50); **DPSH n. 5** (da 3.40 a 7.40 m.); **DPSH n. 6** (da 4.20 a 4.80 m.).

Peso di volume nat. γ (g/cm^3)		Peso di volume sat. γ_s (g/cm^3)		Angolo di attrito φ' (°)		Coesione c' (Kg/cm^2)		Coesione non drenata Cu (Kg/cm^2)		Modulo Edometrico e Young Ed (Kg/cm^2)		Poisson
P. Lab	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**DPSH**
1.95 7 1.82 5	1.85 2.01	2.05 9 1.94 7	1.94 2.05	15. 7 16. 2	21.59 23.41	0.138 6 0.285	0.175 0.263		1.75 2.63		56.16 70.74	0.33 0.31

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	1.91
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	2.00
Angolo di attrito φ'_k (°)	19.22
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.215
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	2.19
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	63.45
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	63.45
Poisson	0.32

c) ***<u>Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri.</u>***

.

- **Prove significative di laboratorio e in sito caratterizzanti**:

- ***Campione S5C4***(prelevato in S5 – Prof. 15.80/16.30); **DPSH n. 4** (da 5.20 a 10.60 m.).

Peso di volume nat. γ (g/cm^3)		Peso di volume sat. γ_s (g/cm^3)		Angolo di attrito φ' (°)		Coesione c' (Kg/cm^2)		Coesione non drenata Cu (Kg/cm^2)		Modulo Edometrico e Young Ed (Kg/cm^2)		Poisson
P. Lab	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**P. Lab**	**DPSH**	**DPSH**
1.998	2.11	2.131	2.14	25.5	23.58	0.273	0.147		1.47		72.06	0.31

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	2.05
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	2.135
Angolo di attrito φ'_k (°)	24.54
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.21
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	1.47
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	72.06
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	72.06
Poisson	0.31

8. SONDAGGI SISMICI

Sono stati effettuati n.7 sondaggi sismici con metodologia Masw e n. 7 Tomografie sismiche associate alle Masw, che vengono numerate con lo stesso valore delle zone indagate.

Le Masw e le Tomografie sismiche sono state effettuate nelle aree maggiormente bisognevoli di approfondimento, come ubicate nella carta delle indagini, indagando per ciascun sondaggio Masw due verticali dello stendimento di 50.00 m., in modo da costruire un profilo sismico e stratigrafico di ciascuna zona, per una profondità d'investigazione variabile dai 34.90 m. ai 35.20 m.

Le tomografie sismiche associate alle Masw, hanno permesso di valutare la profondità e l'andamento dello strato di copertura (*sismostrato S1*), eventualmente soggetto a movimenti gravitativi e, quindi, per una valutazione degli interventi necessari.

I dettagli delle due metodologie e dei diagrammi vengono descritti e riportati nell'allegata relazione, così come anche i dettagli dei risultati, che vengono riassunti nelle sottostanti tabelle:

Sismica Masw

Masw n. 1

Sismostrato	***Profondità (m)***	***V_S (m/s) Media acquisizione n. 1 – n. 2***
S1	0.0 – 1.4	202
S2	1.4 – 3.0	269
S3	3.0 – 5.2	419
S4	5.2 – 7.8	443
S5	7.8 – 11.1	532
S6	11.1 – 15.2	649
S7	15.2 – 20.4	747
S8	20.4 – 26.9	787
S9	26.9 – 34.9	883

Masw n. 2

Sismostrato	***Profondità (m)***	***V_S (m/s) Media acquisizione n. 1 – n. 2***
S1	0.0 – 1.4	**139**
S2	1.4 – 3.1	**218**
S3	3.1 – 5.2	**217**
S4	5.2 – 7.9	**313**
S5	7.9 – 11.2	**431**
S6	11.2 – 15.4	**570**
S7	15.4 – 20.6	**679**
S8	20.6 – 27.1	**716**
S9	27.1 – 35.1	**729**

Masw n. 3

Sismostrato	***Profondità (m)***	***V_S (m/s) Media acquisizione n. 1 – n. 2***
S1	0.0 – 1.4	**196**
S2	1.4 – 3.1	**206**
S3	3.1 – 5.2	**209**
S4	5.2 – 7.8	**319**
S5	7.8 – 11.2	**404**
S6	11.2 – 15.3	**494**
S7	15.3 – 20.5	**569**
S8	20.5 – 27.0	**565**
S9	27.0 – 35.1	**587**

Masw n. 4

Sismostrato	***Profondità (m)***	***V_S (m/s) Media acquisizione n. 1 – n. 2***
S1	0.0 – 1.4	**220**
S2	1.4 – 3.1	**231**
S3	3.1 – 5.2	**235**
S4	5.2 – 7.9	**237**
S5	7.9 – 11.2	**317**
S6	11.2 – 15.4	**389**
S7	15.4 – 20.6	**438**
S8	20.6 – 27.1	**496**
S9	27.1 – 35.1	**534**

Masw n. 5

Sismostrato	***Profondità (m)***	***V_S (m/s) Media acquisizione n. 1 – n. 2***
S1	0.0 – 1.4	**210**
S2	1.4 – 3.0	**217**
S3	3.0 – 5.2	**263**
S4	5.2 – 7.8	**342**
S5	7.8 – 11.1	**405**
S6	11.1 – 15.2	**429**
S7	15.2 – 20.4	**472**
S8	20.4 – 26.9	**510**
S9	26.9 – 34.9	**568**

Masw n. 6

Sismostrato	***Profondità (m)***	***V_S (m/s) Media acquisizione n. 1 – n. 2***
S1	0.0 – 1.4	**230**
S2	1.4 – 3.1	**247**
S3	3.1 – 5.2	**253**
S4	5.2 – 7.9	**261**
S5	7.9 – 11.2	**302**
S6	11.2 – 15.4	**415**
S7	15.4 – 20.6	**497**
S8	20.6 – 27.2	**535**
S9	27.2 – 35.2	**547**

Masw n. 7

Sismostrato	***Profondità (m)***	***V_S (m/s) Media acquisizione n. 1 – n. 2***
S1	0.0 – 1.4	**283**
S2	1.4 – 3.1	**292**
S3	3.1 – 5.2	**331**
S4	5.2 – 7.9	**339**
S5	7.9 – 11.2	**406**
S6	11.2 – 15.3	**588**
S7	15.3 – 20.5	**700**
S8	20.5 – 27.0	**708**
S9	27.0 – 35.1	**716**

Tomografia

Tomo n. 1

Sismostrato	Spessore medio (m)	V_P (m/s)
S1	4.9	548.8
S2	indefinito	2820.2

Tomo n. 2

Sismostrato	Spessore medio (m)	V_P (m/s)
S1	4.2	427.9
S2	indefinito	2082.2

Tomo n. 3

Sismostrato	Spessore medio (m)	V_P (m/s)
S1	5.0	423.5
S2	indefinito	2363.0

Tomo n. 4

Sismostrato	Spessore medio (m)	V_P (m/s)
S1	4.8	551.5
S2	indefinito	1949.6

Tomo n. 5

Sismostrato	Spessore medio (m)	V_P (m/s)
S1	4.0	540.4
S2	indefinito	1508.0

Tomo n. 6

Sismostrato	Spessore medio (m)	V_P (m/s)
S1	4.8	435.2
S2	indefinito	1475.9

Tomo n. 7

Sismostrato	Spessore medio (m)	V_P (m/s)
S1	5.2	483.9
S2	indefinito	2251.0

9. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E CARATTERIZZAZIONE DEI SITI

Come già accennato in precedenza, il territorio comunale di Bellosguardo, con la delibera della G.R.C. n. 5447 del 07/11/2002 "Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania" e dell'O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 – Allegato A, è stato classificato in Zona 2 (Classe di sismicità S = 9 – Categoria II), con accelerazione di picco orizzontale ag = 0.25g a cui bisognava fare riferimento per il sisma di progetto.

Con l'entrata in vigore prima del D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e la circolare esplicativa n. 617 del C.S.LL.PP. del 02/02/09 e, successivamente, del D.M. 17/01/2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*", vengono stabiliti in modo dettagliato i parametri della pericolosità sismica di base (ag, Fo, T_o^*) a cui far riferimento per le "*Azioni Sismiche di Progetto*".

Tali parametri dovranno essere calcolati in funzione delle coordinate geografiche del sito di costruzione e dovranno essere definite sia per gli Stati Limiti di Esercizio (SLO e SLD), sia per gli Stati Limiti Ultimi (SLV e SLD), che a loro volta sono funzione delle rispettive probabilità di superamento del Periodo di Riferimento per l'azione sismica (V_R), dipendente dalla vita Nominale e Classe d'Uso dell'opera ($V_R = V_N x C_u$).

Inoltre, situazioni geologiche locali, ed in particolare le caratteristiche stratigrafiche, topografiche ed idrogeologiche di ciascun sito, influiscono in maniera decisiva sui parametri della pericolosità sismica di base (ag, Fo, To*) e, quindi, sulle azioni sismiche di progetto; per cui unitamente alla definizione dei suddetti parametri di base, andrà definita la categoria di suolo e la categoria topografica, sulla cui base potrà essere calcolato lo Spettro di Risposta Elastico in accelerazione della componente Orizzontale e Verticale del Moto Sismico in superficie e sul Piano di Posa delle Fondazioni.

Per quanto riguarda la categoria di suolo, sulla base delle indagini geognostiche, e in particolare delle stratigrafie sismiche definite mediante le prospezioni sismiche Masw, viene applicata l'espressione definita dal NTC/2018 per il calcolo delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio Vs,eq (in m/s):

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

In cui:

h_i – spessore dell'i-esimo strato;
$V_{s,i}$ – 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, caratterizzato da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per le diverse zone indagate, risultano i seguenti valori di Vs,eq riferiti alla superficie su cui realizzare gli interventi di sistemazione:

Prospezione sismica	*$V_{S\ 0\text{-}26.9}$ (m/s)*	*$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)*
MASW n. 1 SP186	***[520]***	***-***
MASW n. 2 - SP439	***-***	***[417]***
MASW n. 3 - SP439	***-***	***[394 ÷ 395]***
MASW n. 4 - SP439	***-***	***[350 ÷ 351]***
MASW n. 5 - SP439	***-***	***[390]***
MASW n. 6 - SP439	***-***	***[370 ÷ 374]***
MASW n. 7 - SP439	***-***	***[492]***

Da cui si evince che, per la maggioranza delle zone, la velocità media delle onde di taglio (Vs,eq) tra il piano campagna e il substrato con Vs > 800 m/s (piano di posa delle opere di sistemazione e dell'eventuale testa dei pali) è compresa tra i 360 m/s e gli 800 m/s; mentre risulta tra i 180 m/s e i 360 m/s solo per la zona 4, e pienamente congruenti con la descrizione stratigrafica secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2018.

Pertanto, in coerenza con la suddetta tab. 3.2.II delle NTC 2018, la caratterizzazione di sottosuolo per le **zone 1, 2, 3, 5, 6 e 7** risultano in **Categoria B**; mentre per la **zona 4** risulta essere in **Categoria di Sottosuolo C**, così come da sottostante tabella:

Zona	*Prospezione sismica*	*$V_{S\ 0\text{-}26.9}$ (m/s)*	*$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)*	*Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)*
1	***MASW n. 1 SP186***	***[520]***	***-***	***B***
2	***MASW n. 2 - SP439***	***-***	***[417]***	***B***
3	***MASW n. 3 - SP439***	***-***	***[394 ÷ 395]***	***B***
4	***MASW n. 4 - SP439***	***-***	***[350 ÷ 351]***	***C***
5	***MASW n. 5 - SP439***	***-***	***[390]***	***B***
6	***MASW n. 6 - SP439***	***-***	***[370 ÷ 374]***	***B***
7	***MASW n. 7 - SP439***	***-***	***[492]***	***B***

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
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 m/s 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.

Per quanto riguarda la categoria topografica, la rete stradale impegna versati collinari in parte o in toto a pendenze generalmente inferiori ai 15° e, pertanto, la categoria topografica prevalente è T1.

Nel paragrafo della descrizione delle singole Zone, vengono riportate, per ciascuna di essa, le coordinate geografiche, la categoria di sito e la categoria topografica ai fini dei calcoli strutturali e di verifica degli interventi proposti per la sistemazione.

10. INTERVENTI

Come accennato in precedenza, le strade in oggetto presentano un fondo in conglomerato bituminoso ammalorato e disconnesso in più punti, derivante da un non coretto smaltimento delle acque meteoriche nei canali di scolo che costeggiano la sede viaria; il tappetino stradale si presenta usurato e, nei casi più gravi, con dislivelli anche di 10 – 15 cm, con segnaletica orizzontale inesistente o non più efficace, tale da rendere poco sicuro il traffico stradale, soprattutto durante la guida notturna e nei periodi invernali.

D'altra parte, alcuni tratti delle provinciali SP 439 e SP 186, sono coinvolte da significativi movimenti gravitativi, che hanno generato vistose deformazioni ed avvallamenti della sede viaria e, in alcuni casi, il ribassamento della carreggiata, tale da rendere precarie ed incerta la circolazione dei veicoli, con grave disagio per l'utenza che percorre quotidianamente queste arterie.

Gli interventi, oltre al ripristino e alla sistemazione della pavimentazione stradale e della segnalazione orizzontale, devono mirare da una parte al risanamento e ripristino delle opere di raccolta e regimentazione delle acque meteoriche lungo la sede viaria e in corrispondenza degli attraversamenti, dall'altra parte alla sistemazione e messa in sicurezza della carreggiata, con opere di consolidamento e contenimento dei dissesti che coinvolgono alcuni tratti della rete stradale, soprattutto delle arterie provinciali: SP 186 e SP 439.

Pertanto, dovranno essere previsti i seguenti interventi:

- La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso, nonché della fondazione stradale per alcuni tratti della SP 439;
- Il rifacimento del manto stradale, attualmente in conglomerato bituminoso, in modo da consentire l'eliminazione di zone dissestate o compromesse nella loro funzionalità lungo la maggioranza dei tratti della rete stradale;
- La risagomatura, con ricarico di materiale inerte oltre che al conglomerato bituminoso, per la sistemazione sia dei dislivelli che degli avvallamenti attualmente presenti sul manto stradale, con binder e tappetino su tutti i tratti;
- Opere di consolidamento dei tratti in frana con paratie associate ad opere di ingegneria naturalistica, quali palizzate e viminate, al fine di contenere e stabilizzare il terreno al di sotto dei tratti coinvolti dai movimenti gravitativi, soprattutto lungo la SP 186 e la SP 439;
- Risistemazione delle cunette stradali esistenti, prevedendo di migliorare la regimentazione delle acque piovane con l'allontanamento delle stesse verso i cigli stradali dove sono collocate le caditoie o i fossi stradali;
- Nuova segnaletica orizzontale;
- Posa in opera, ove necessario, delle protezioni di sicurezza " guard-rail" al fine di rendere sicuri i tratti di strada oggetto di intervento;
- Rifacimento di eventuali muri in pietra esistenti.

Gli interventi, di cui sopra, vengono riportati e ubicati nella cartografia di progetto, la cui elaborazione è il risultato di un accurato rilevo geologico e geomorfologico lungo la rete stradale,

privilegiando, in questa fase di studio, i punti e i tratti più bisognevoli di sistemazione e maggiormente coinvolti dai fenomeni franosi, su cui si è resa necessaria una più approfondita indagine geognostica, atta a definire l'entità e la profondità dei dissesti; nonché la caratterizzazione fisico meccanica dei terreni costituenti il sottosuolo, ai fini dei calcoli geotecnici per le opere di consolidamento e messa in sicurezza delle sedi viarie.

Le zone indagate sono 7, e vengono dettagliatamente descritte nel successivo paragrafo.

11. DESCRIZIONE DELLE SINGOLE ZONE INDAGATE E INDICAZIONI TIPOLOGICHE DEGLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE

In questo paragrafo, per ogni singola zona oggetto d'indagine, saranno descritte le caratteristiche e la tipologia dei dissesti rilevati; l'andamento e la profondità del substrato stabile, cui associare la superficie di scorrimento; quindi, le opere e gli interventi più opportuni per la loro sistemazione e, ai fini dei calcoli fondali e di verifica, le caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e sismiche, così come sono risultate dall'indagine geognostica.

ZONA 1 – SP 186 – BELLOSGUARDO. FRASCIO, INNESTO SS 166

Tratto interessato da fenomenologia gravitativa complessa, con fasi alternate da attiva a quiescente, riportata dal PSAI con Pf2, che coinvolge, oltre al riporto stradale, lo strato di colluvio destrutturato, su un substrato marnoso calcareo ed arenaceo delle unità di Castel Nuovo Cilento, la quale ha generato avvallamento e deformazione della sede stradale, soprattutto sul lato valle, marcato da fessurazioni longitudinali, che delineano movimenti differenziati in più tempi, e maggiormente attivi in concomitanza di eventi pluviali.

- ***Indagine eseguita***: Sondaggio **S1**; **DPSH n. 1; Masw e Tomo n. 1**;
- ***Profondità media del dissesto***: **m. 5.00** dal piano stradale;
- ***Interventi consigliati*:**
  - **Paratia e/o Palificata sul lato valle della sede viaria**, con trave di coronamento in testa ai pali, ancorata nel substrato stabile a – 15.00 m. circa dal piano stradale, atta a contenere lo strato in frana;
  - **Ripristino della carreggiata** con adeguato strato di sottofondo in misto granulare, binder e tappetino;

- **Ripristino e/o realizzazione delle opere di regimentazione** lungo la sede stradale per le acque pluviali e meteoriche, mediante cunette e zanelle, con eventuale ripristino dei tombini, delle griglie e dei pozzetti di recapito.

In riferimento ai calcoli della palificata risulta la seguente condizione stratigrafica e la seguente caratterizzazione fisico meccanica:

CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA A PARTIRE DAL PIANO STRADALE:

- ***N. 5 STRATI***

da 0.00 m. a 1.00 m. – ***Riporto stradale: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici***;

da 1.00 m. a 5.00 m. – ***Colluvio di Argilla limosa marrone verdastra destrutturata, con pietrame e trovanti caoticizzati di marne calcaree grigiastre, a venature di calcite;***

da 5.00 m. a 8.50 m. – ***Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee grigiastre, a venature di calcite biancastra, alteranti a livelli decimetrici di limo sabbioso***;

8.50 m. a 15.00 m. - ***Argille limose sabbiose e argilliti grigio cineree a struttura scagliosa, con notevole presenza di trovanti calcareo marnosi;***

8.50 m. a 34.90 m. - ***Strati di marne calcaree ed arenacee, da medi a spessi, alternati a livelli di argilliti siltose grigiastre.***

CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI LITOTIPI:

- ***Riporto stradale: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici***.

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.77**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.98**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**26.9**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.054**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.05**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Poisson	**0.33**

- ***Colluvio di Argilla limosa marrone verdastra destrutturata, con pietrame e trovanti caoticizzati di marne calcaree grigiastre, a venature di calcite.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.959**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**2.084**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**21.95**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.045**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**0.47**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**46.67**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**46.67**
Poisson	**0.34**

- ***Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee grigiastre, a venature di calcite biancastra, alteranti a livelli decimetrici di limo sabbioso.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**2.50**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**2.50**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**28.17**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.198**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.98**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**108.68**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**108.68**
Poisson	**0.28**

- ***Argille limose sabbiose e argilliti grigio cineree*** *a struttura scagliosa, con notevole presenza di trovanti calcareo marnosi.*

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	2.054
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	2.146
Angolo di attrito φ'_k (°)	22.72
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.118
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	1.43
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	70.93
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	70.93
Poisson	0.31

- ***Strati di marne calcaree ed arenacee****, da medi a spessi, alternati a livelli di argilliti siltose grigiastre.*

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	2.50
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	2.50
Angolo di attrito φ'_k (°)	28.17
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.198
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	1.98
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	108.68
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	108.68
Poisson	0.28

Caratterizzazione del sito secondo N.T.C. *(D.M. 17.01.2018)*

- Coordinate geografiche: ***Latitudine: 40,419999°*** ***Longitudine 15,294476°***
- Categoria del suolo: ***Sito B***
- Categoria Topografica: T_1

ZONA 2 – SP 439 – ISCA TUFOLO

Tratto interessato da fenomenologia gravitativa complessa, con fasi alternate da attiva a quiescente, riportata dal PSAI con Pf2a, che coinvolge, oltre al riporto stradale, lo strato di colluvio destrutturato, su un substrato essenzialmente argilloso delle Unità Sicilidi, che ha generato significativi avvallamenti e deformazioni dell'intera carreggiata, marcati da fessurazioni longitudinali e/o arcuate, che delineano movimenti differenziati più o meno profondi, tendenti a riattivarsi in concomitanza di eventi pluviali.

- ***Indagine eseguita***: Sondaggio **S2**; **DPSH n. 2; Masw e Tomo n. 2**;
- ***Profondità media del dissesto***: **m. 5.80** dal piano stradale;
- ***Interventi consigliati*:**
  - **Paratia e/o Palificata sul lato valle della sede viaria**, con trave di coronamento in testa ai pali, ancorata nel substrato stabile a – 15.00 m. circa dal piano stradale, atta a contenere lo strato in frana;
  - **Ripristino della carreggiata** con adeguato strato di sottofondo in misto granulare, binder e tappetino;
  - **Ripristino e/o realizzazione delle opere di regimentazione** lungo la sede stradale per le acque pluviali e meteoriche, mediante cunette e zanelle, con eventuale ripristino dei tombini, delle griglie e dei pozzetti di recapito.

In riferimento ai calcoli della palificata risulta la seguente condizione stratigrafica e la seguente caratterizzazione fisico meccanica:

CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA A PARTIRE DAL PIANO STRADALE:

- ***N. 3 STRATI***

da 0.00 m. a 1.20 m. – ***Riporto stradale: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici***;

da 1.20 m. a 5.80 m. – ***Colluvio di Argilla limosa grigio verdastra, a venature marrone giallastra, destrutturata, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati;***

da 5.80 m. a 35.10 m. – ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri***.

CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI LITOTIPI:

- ***<u>Riporto stradale</u>: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.77**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.98**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**26.9**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.054**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.05**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Poisson	**0.33**

- ***<u>Colluvio di Argilla limosa grigio verdastra</u>, a venature marrone giallastra, destrutturata, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.880**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.988**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**19.78**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.066**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**0.55**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**44.80**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**44.80**
Poisson	**0.34**

- ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**2.011**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**2.074**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**24.65**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.146**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.45**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**71.49**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**71.49**
Poisson	**0.31**

Caratterizzazione del sito secondo N.T.C. *(D.M. 17.01.2018)*

• Coordinate geografiche: ***Latitudine: 40,410965°*** ***Longitudine 15,298826°***
• Categoria del suolo: ***Sito B***
• Categoria Topografica: T_1

ZONA 3 – SP 439 – ISCA TUFOLO

Tratto interessato da fenomenologia gravitativa complessa, con fasi alternate da attiva a quiescente, riportata dal PSAI con Pf2a, che coinvolge, oltre al riporto stradale, lo strato di colluvio destrutturato, su un substrato essenzialmente argilloso delle Unità Sicilidi, che ha generato avvallamenti e ribassamenti di buona parte della carreggiata, marcati da fessurazioni longitudinali, che delineano movimenti differenziati più o meno profondi, tendenti a riattivarsi in concomitanza di eventi pluviali.

- ***Indagine eseguita***: Sondaggio **S3**; **DPSH n. 3 e DPSH n. 4; Masw e Tomo n. 3**;
- ***Profondità media del dissesto***: **m. 7.60** dal piano stradale;
- ***Interventi consigliati*:**
  - **Paratia e/o Palificata sul lato valle della sede viaria**, con trave di coronamento in testa ai pali, ancorata nel substrato stabile a – 15.00 m. circa dal piano stradale, atta a contenere lo strato in frana;
  - **Ripristino della carreggiata** con adeguato strato di sottofondo in misto granulare, binder e tappetino;
  - **Ripristino e/o realizzazione delle opere di regimentazione** lungo la sede stradale per le acque pluviali e meteoriche, mediante cunette e zanelle, con eventuale ripristino dei tombini, delle griglie e dei pozzetti di recapito.

In riferimento ai calcoli della palificata risulta la seguente condizione stratigrafica e la seguente caratterizzazione fisico meccanica:

CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA A PARTIRE DAL PIANO STRADALE:

- ***N. 3 STRATI***

da 0.00 m. a 2.00 m. – ***Riporto stradale: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici***;

da 2.00 m. a 7.60 m. – ***Colluvio di Argilla limosa grigio verdastra, a venature marrone giallastra, destrutturata, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati;***

da 7.60 m. a 35.10 m. – ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri***.

CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI LITOTIPI:

- ***<u>Riporto stradale</u>: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.77**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.98**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**26.9**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.054**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.05**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Poisson	**0.33**

- ***<u>Colluvio di Argilla limosa grigio verdastra</u>, a venature marrone giallastra, destrutturata, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.880**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.988**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**19.78**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.066**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**0.55**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**44.80**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**44.80**
Poisson	**0.34**

- ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**2.011**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**2.074**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**24.65**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.146**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.45**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**71.49**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**71.49**
Poisson	**0.31**

Caratterizzazione del sito secondo N.T.C. *(D.M. 17.01.2018)*

• Coordinate geografiche: ***Latitudine: 40,405119°*** ***Longitudine 15,298764°***
• Categoria del suolo: ***Sito B***
• Categoria Topografica: T_1

ZONA 4 – SP 439 – ISCA TUFOLO

Tratto interessato da fenomenologia gravitativa complessa attiva, inizialmente di soliflussione, evolvente a colamento in fase critica, riportata dal PSAI con Pf2a, che coinvolge, oltre al riporto stradale, lo strato di colluvio destrutturato, su un substrato essenzialmente argilloso delle Unità Sicilidi, che ha generato un vistoso ribassamento dell'intera carreggiata, marcato da fessurazioni longitudinali, che delineano movimenti differenziati più o meno profondi, e periodicamente riattivati in concomitanza di eventi pluviali.

- ***Indagine eseguita***: Sondaggio **S4**; **DPSH n. 5; Masw e Tomo n. 4**;
- ***Profondità media del dissesto***: **m. 6.00** dal piano stradale;
- ***Interventi consigliati*:**
  - **Paratia e/o Palificata sul lato valle della sede viaria**, con trave di coronamento in testa ai pali, ancorata nel substrato stabile a – 15.00 m. circa dal piano stradale, atta a contenere lo strato in frana;
  - **Ripristino della carreggiata** con adeguato strato di sottofondo in misto granulare, binder e tappetino;
  - **Ripristino e/o realizzazione delle opere di regimentazione** lungo la sede stradale per le acque pluviali e meteoriche, mediante cunette e zanelle, con eventuale ripristino dei tombini, delle griglie e dei pozzetti di recapito.

In riferimento ai calcoli della palificata risulta la seguente condizione stratigrafica e la seguente caratterizzazione fisico meccanica:

CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA A PARTIRE DAL PIANO STRADALE:

- ***N. 4 STRATI***

da 0.00 m. a 1.50 m. – ***Riporto stradale: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici***;

da 1.50 m. a 6.00 m. – ***Colluvio di Argilla limosa debolmente sabbiosa destrutturata e plasticizzata, di colore variabile dal grigio scuro al verde oliva, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati;***

da 6.00 m. a 8.40 m. – ***Limo con argilla sabbiosa verde oliva compatta a struttura scagliosa, con pezzame di marne e calcareo marnosi***;

da 8.40 m. a 35.10 m. – ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri***.

CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI LITOTIPI:

- ***<u>Riporto stradale</u>: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.77**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.98**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**26.9**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.054**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.05**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Poisson	**0.33**

- ***<u>Colluvio di Argilla limosa debolmente sabbiosa destrutturata e plasticizzata</u>, di colore variabile dal grigio scuro al verde oliva, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.70**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.87**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**16.86**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.057**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**0.36**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**33.33**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**33.33**
Poisson	**0.35**

- ***Limo con argilla sabbiosa verde oliva** compatta a struttura scagliosa, con pezzame di marne e calcareo marnosi.*

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	**1.91**
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	**2.00**
Angolo di attrito φ'_k (°)	**19.22**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.215**
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	**2.19**
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	**63.45**
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	**63.45**
Poisson	**0.32**

- ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri**.*

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	**2.05**
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	**2.135**
Angolo di attrito φ'_k (°)	**24.54**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.21**
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	**1.47**
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	**72.06**
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	**72.06**
Poisson	**0.31**

Caratterizzazione del sito secondo N.T.C. *(D.M. 17.01.2018)*

- Coordinate geografiche: ***Latitudine: 40,405051° Longitudine 15,294247°***
- Categoria del suolo: ***Sito C***
- Categoria Topografica: T_1

ZONA 5 – SP 439 – ISCA TUFOLO

Tratto interessato da fenomeno gravitativo di smottamento di copertura, in fase quiescente, riportata dal PSAI con Pf2, che coinvolge, oltre al riporto stradale, lo strato di colluvio destrutturato, su un substrato essenzialmente argilloso delle Unità Sicilidi, che ha generato l'avvallamento e il parziale ribassamento sul lato valle di parte della carreggiata priva di opere di sostegno, marcato da deboli fessurazioni longitudinali, che delineano movimenti poco profondi, ma che possono essere riattivati in concomitanza di eventi pluviali.

- ***Indagine eseguita***: Sondaggio **DPSH n. 6; Masw e Tomo n. 5**;
- ***Profondità media del dissesto***: **m. 4.70** dal piano stradale;
- ***Interventi consigliati*:**
  - **Prosecuzione del muro di sotto scarpa**, da impostare sul substrato stabile a – 5.00 m. circa dal piano stradale, atto a contenere la scarpata di valle, il riporto stradale e il sottostante strato destrutturato;
  - **Ripristino della carreggiata** con adeguato strato di sottofondo in misto granulare, binder e tappetino;
  - **Ripristino e/o realizzazione delle opere di regimentazione** lungo la sede stradale per le acque pluviali e meteoriche, mediante cunette e zanelle, con eventuale ripristino dei tombini, delle griglie e dei pozzetti di recapito.

In riferimento ai calcoli dell'opera di contenimento risulta la seguente condizione stratigrafica e la seguente caratterizzazione fisico meccanica:

CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA A PARTIRE DAL PIANO STRADALE:

- ***N. 4 STRATI***

da 0.00 m. a 1.80 m. – ***Riporto stradale: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici***;

da 1.80 m. a 4.70 m. – ***Colluvio di Argilla limosa debolmente sabbiosa destrutturata e plasticizzata, di colore variabile dal grigio scuro al verde oliva, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati;***

da 4.70 m. a 7.80 m. – ***Limo con argilla sabbiosa verde oliva compatta a struttura scagliosa, con pezzame di marne e calcareo marnosi***;

da 7.80 m. a 34.90 m. – ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri***.

CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI LITOTIPI:

- ***<u>Riporto stradale</u>: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.77**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.98**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**26.9**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.054**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.05**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Poisson	**0.33**

- ***<u>Colluvio di Argilla limosa debolmente sabbiosa destrutturata e plasticizzata</u>, di colore variabile dal grigio scuro al verde oliva, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.70**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.87**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**16.86**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.057**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**0.36**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**33.33**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**33.33**
Poisson	**0.35**

- ***Limo con argilla sabbiosa verde oliva** compatta a struttura scagliosa, con pezzame di marne e calcareo marnosi.*

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	**1.91**
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	**2.00**
Angolo di attrito φ'_k (°)	**19.22**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.215**
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	**2.19**
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	**63.45**
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	**63.45**
Poisson	**0.32**

- ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri**.*

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	**2.05**
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	**2.135**
Angolo di attrito φ'_k (°)	**24.54**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.21**
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	**1.47**
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	**72.06**
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	**72.06**
Poisson	**0.31**

Caratterizzazione del sito secondo N.T.C. *(D.M. 17.01.2018)*

- Coordinate geografiche: ***Latitudine: 40,405774°*** ***Longitudine 15,292577°***
- Categoria del suolo: ***Sito B***
- Categoria Topografica: T_1

ZONA 6 – SP 439 – ISCA TUFOLO

Tratto interessato da fenomenologia gravitativa complessa attiva, riportata dal PSAI con Putr5, inizialmente di soliflussione, evolvente a fenomeno di colamento nella fase critica, derivante dalla mal regimentazione e mal manutenzione delle acque pluviali e di ruscellamento lungo il tracciato e nell'incisione torrentizia intercettata dall'arteria, che ha coinvolto, oltre al riporto stradale, lo strato di colluvio destrutturato, su un substrato essenzialmente argilloso delle Unità Sicilidi, generando un vistoso ribassamento ed avvallamento dell'intera carreggiata, marcato da fessurazioni longitudinali, che delineano movimenti differenziati più o meno profondi, e periodicamente riattivati in concomitanza di eventi pluviali.

- ***Indagine eseguita***: Sondaggio **S5**; **Masw e Tomo n. 6**;
- ***Profondità media del dissesto***: **m. 5.00** dal piano stradale;
- ***Interventi consigliati*:**
  - **Paratia e/o Palificata sul lato valle della sede viaria**, con trave di coronamento in testa ai pali, ancorata nel substrato stabile a – 15.00 m. circa dal piano stradale, atta a contenere lo strato in frana;
  - **Ripristino della carreggiata** con adeguato strato di sottofondo in misto granulare, binder e tappetino;
  - **Ripristino e/o realizzazione delle opere di regimentazione** lungo la sede stradale per le acque pluviali e meteoriche, mediante cunette e zanelle, con eventuale ripristino dei tombini, delle griglie e dei pozzetti di recapito.

In riferimento ai calcoli della palificata risulta la seguente condizione stratigrafica e la seguente caratterizzazione fisico meccanica:

CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA A PARTIRE DAL PIANO STRADALE:

- ***N. 4 STRATI***

da 0.00 m. a 4.00 m. – ***Riporto stradale: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici***;

da 4.00 m. a 5.00 m. – ***Colluvio di Argilla limosa debolmente sabbiosa destrutturata e plasticizzata, di colore variabile dal grigio scuro al verde oliva, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati;***

da 5.00 m. a 9.50 m. – ***Limo con argilla sabbiosa verde oliva compatta a struttura scagliosa, con pezzame di marne e calcareo marnosi***;

da 9.50 m. a 35.20 m. – ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri***.

CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI LITOTIPI:

- ***Riporto stradale: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici***.

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	1.77
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	1.98
Angolo di attrito φ'_k (°)	26.9
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.054
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	1.05
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	54.54
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	54.54
Poisson	0.33

- ***Colluvio di Argilla limosa debolmente sabbiosa destrutturata e plasticizzata, di colore variabile dal grigio scuro al verde oliva, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k (g/cm^3)	1.70
Peso di volume sat. γ_{sk} (g/cm^3)	1.87
Angolo di attrito φ'_k (°)	16.86
Coesione c' (Kg/cm^2)	0.057
Coesione non drenata Cu_k (Kg/cm^2)	0.36
Modulo Edometrico Ed_k (Kg/cm^2)	33.33
Modulo Elastico (Young) Ey_k (Kg/cm^2)	33.33
Poisson	0.35

- ***Limo con argilla sabbiosa verde oliva** compatta a struttura scagliosa, con pezzame di marne e calcareo marnosi.*

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.91**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**2.00**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**19.22**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.215**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**2.19**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**63.45**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**63.45**
Poisson	**0.32**

- ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa**, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri*.

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**2.05**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**2.135**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**24.54**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.21**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.47**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**72.06**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**72.06**
Poisson	**0.31**

Caratterizzazione del sito secondo N.T.C. *(D.M. 17.01.2018)*

• Coordinate geografiche: ***Latitudine: 40,409302°*** ***Longitudine 15,281085°***
• Categoria del suolo: ***Sito B***
• Categoria Topografica: T_1

ZONA 7 – SP 439 – ISCA TUFOLO

Tratto interessato da fenomenologia gravitativa complessa con fasi alternate da attive a quiescenti, riportata dal PSAI con Putr5, che coinvolge, oltre al riporto stradale, lo strato di colluvio destrutturato, su un substrato essenzialmente argilloso delle Unità Sicilidi, che ha generato deformazioni, avvallamenti e parziale spostamento verso valle dell'intera carreggiata, marcato da fessurazioni longitudinali, che delineano movimenti differenziati relativamente profondi, che possono essere riattivati in concomitanza di eventi meteorici estremi.

- ***Indagine eseguita***: Sondaggio **Masw e Tomo n. 7**;
- ***Profondità media del dissesto***: **m. 5.20** dal piano stradale;
- ***Interventi consigliati*:**

  - **Paratia e/o Palificata sul lato valle della sede viaria**, con trave di coronamento in testa ai pali, ancorata nel substrato stabile a – 15.00 m. circa dal piano stradale, atta a contenere lo strato in frana;

  - **Ripristino della carreggiata** con adeguato strato di sottofondo in misto granulare, binder e tappetino;

  - **Ripristino e/o realizzazione delle opere di regimentazione** lungo la sede stradale per le acque pluviali e meteoriche, mediante cunette e zanelle, con eventuale ripristino dei tombini, delle griglie e dei pozzetti di recapito.

In riferimento ai calcoli della palificata risulta la seguente condizione stratigrafica e la seguente caratterizzazione fisico meccanica:

CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA A PARTIRE DAL PIANO STRADALE:

- ***N. 4 STRATI***

da 0.00 m. a 1.40 m. – ***Riporto stradale: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici***;

da 1.40 m. a 5.20 m. – ***Colluvio di Argilla limosa debolmente sabbiosa destrutturata e plasticizzata, di colore variabile dal grigio scuro al verde oliva, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati;***

da 5.20 m. a 11.20 m. – ***Limo con argilla sabbiosa verde oliva compatta a struttura scagliosa, con pezzame di marne e calcareo marnosi***;

da 11.20 m. a 35.10 m. – ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri***.

CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI LITOTIPI:

- ***<u>Riporto stradale</u>: Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa marrone giallastra, con ciottoli, pietrame e trovanti calcarenitici.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.77**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.98**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**26.9**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.054**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.05**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**54.54**
Poisson	**0.33**

- ***<u>Colluvio di Argilla limosa debolmente sabbiosa destrutturata e plasticizzata</u>, di colore variabile dal grigio scuro al verde oliva, con pietrame e trovanti calcareo marnosi caoticizzati.***

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.70**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**1.87**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**16.86**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.057**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**0.36**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**33.33**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**33.33**
Poisson	**0.35**

- ***Limo con argilla sabbiosa verde oliva** compatta a struttura scagliosa, con pezzame di marne e calcareo marnosi.*

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**1.91**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**2.00**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**19.22**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.215**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**2.19**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**63.45**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**63.45**
Poisson	**0.32**

- ***Argille limose e Argilliti grigio piombo a struttura scagliosa**, con brecciola calcarenitica, alteranti a trovanti e strati mal conservati di calcari marnosi grigiastri*.

	Valore medio caratteristico f_k
Peso di volume nat. γ_k **(g/cm^3)**	**2.05**
Peso di volume sat. γ_{sk} **(g/cm^3)**	**2.135**
Angolo di attrito φ'_k **(°)**	**24.54**
Coesione c' (Kg/cm^2)	**0.21**
Coesione non drenata Cu_k **(Kg/cm^2)**	**1.47**
Modulo Edometrico Ed_k **(Kg/cm^2)**	**72.06**
Modulo Elastico (Young) Ey_k **(Kg/cm^2)**	**72.06**
Poisson	**0.31**

Caratterizzazione del sito secondo N.T.C. *(D.M. 17.01.2018)*

• Coordinate geografiche: ***Latitudine: 40,417507°*** ***Longitudine 15,274268°***
• Categoria del suolo: ***Sito B***
• Categoria Topografica: T_1

12. CONCLUSIONI

Nel presente studio, in funzione delle evidenze o meno di movimenti in atto e delle condizioni ambientali e infrastrutturali delle aree interessate dalla rete stradale, sono state indagate i tratti di maggiore criticità; ovvero, le zone che, dal rilievo geologico e geomorfologico, sono risultate più bisognevoli di sistemazione, adeguamento e messa in sicurezza della sede viaria, valutando e definendo in esse l'entità dei dissesti, la loro caratterizzazione ed evoluzione in relazione alle infrastrutture pubbliche.

Per queste zone sono state definite la profondità e l'andamento del substrato stabile; gli interventi proposti di sistemazione e, ai fini dei calcoli fondali e di verifica, la caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica, come illustrato nel paragrafo precedente.

A riguardo dell'ammissibilità degli interventi di progetto, in relazione ai vincoli esistenti sul territorio, si consideri che trattasi di opere di sistemazione, adeguamento e messa in sicurezza di infrastrutture a rete pubblica già esistenti e non diversamente localizzabili, quindi pienamente conformi ed ammissibili dalle N.T.A. del PSAI, di cui all'art. 49, in quanto dette opere non modificano e non alterano sensibilmente le condizioni idrogeologiche superficiali e/o sotterranee del territorio su cui si sviluppa la rete stradale, ma, sicuramente, tendono a migliorale.

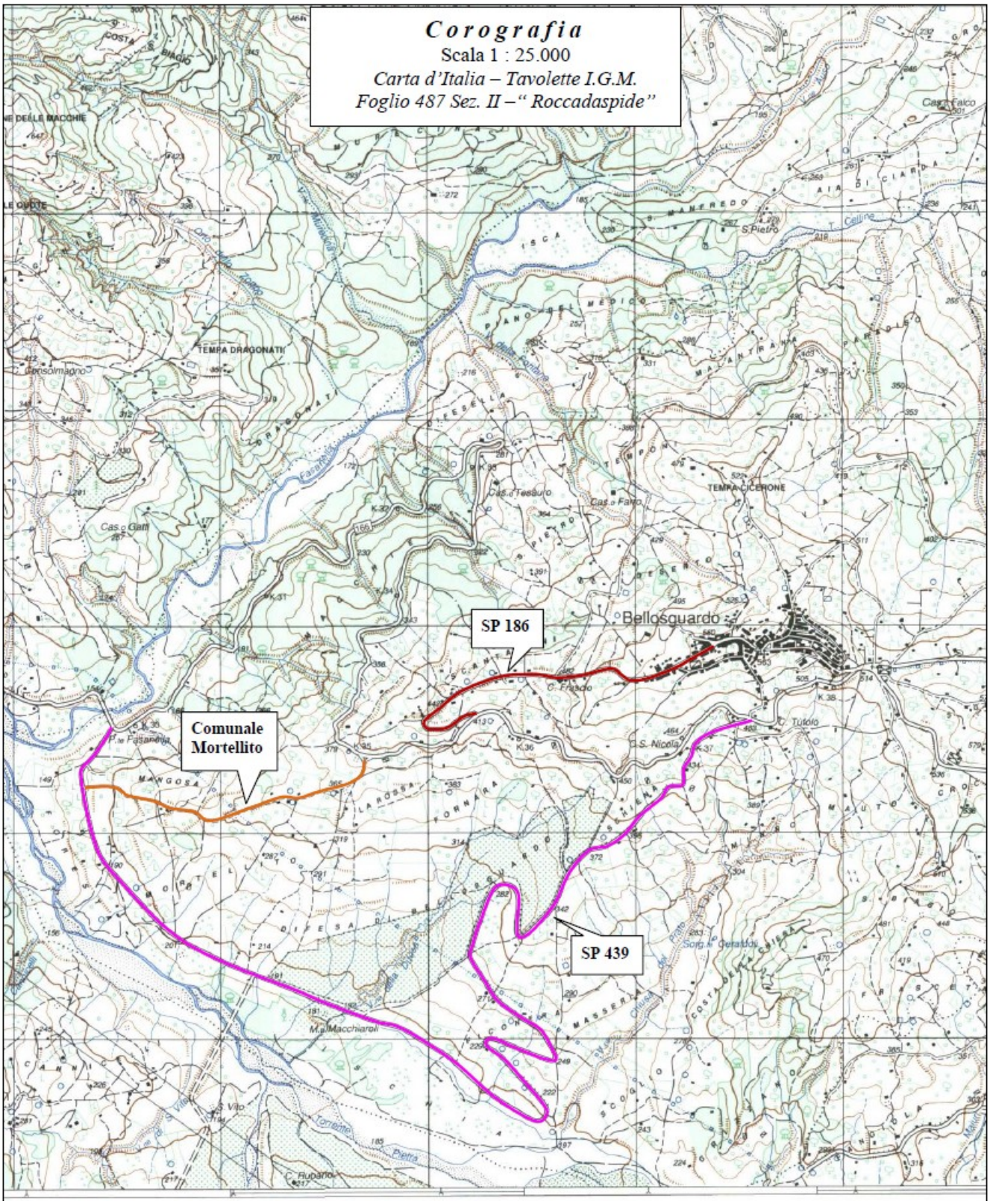
Tanto si doveva per l'incarico ricevuto, resto a disposizione per ulteriori ed eventuali chiarimenti.

Allegati alla presente: **Corografia al 25.000; Elaborazione Prove DPSH .**

Come allegati singoli si riportano: **Sondaggi geognostici, Prove penetrometriche DPSH e Prove di laboratorio certificate; Prospezioni sismiche MASW e TOMOGRAFIE; Cartografia tematica in scala al 10.000, costituita da:** Carte Pericolosità/Rischio da frana e Idraulico PSAI; Carta ubicazione indagini e delle zone di approfondimento; Carta Geolitologica e Carta Inventario dei Fenomeni Franosi.

Campora, gennaio 2019

Il tecnico
Geol. Emilio Vitale


Corografia
Scala 1 : 25.000
Carta d'Italia – Tavolette I.G.M.
Foglio 487 Sez. II – " Roccadaspide"
SP 186
Bellosguardo
Comunale Mortellito
SP 439
TEMPA DRAGONATI
TEMPA CICERONE
S.Pietro
C. Frascio
C. Tufolo
C.S. Nicola
Cas.o Tesauro
Cas.o Falco
Cas.o Gatti
M.a Macchiaroli
C. Fiubano

ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DPSH

Committente: Amministrazione comunale di Bellosguardo
Opera: Messa in sicurezza da frane e dal rischio idraulico della rete stradale intercomunale SP 439 – Isca Tufolo; SP 186 – Bellosguardo, Frascio, innesto SS 166, Strada di collegamento SS 166 – SP 439
Località: Comune di Bellosguardo

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH 63 DEEP DRILL

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,6 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	8 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	1,00 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

OPERATORE
Geosevi S.a.s.

RESPONSABILE ELABORAZIONE
dr. Emilio Vitale

Il tecnico
Geol. Emilio Vitale

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	**Sigla di riferimento**	**peso della massa M** *(kg)*	**prof. max indagine battente** *(m)*
Leggero	DPL (Light)	M ≤ 10	8
Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40 ≤ M < 60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M ≥ 60	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
  massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
  massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
  massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento δ=30 cm, punta conica (α = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm^2 rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
  massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento δ=20-30 cm, punta conica conica (α = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm^2, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con Nspt
Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.
L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd
Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (δ/ N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$
$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$(N_1)_{60} = \mathrm{CN} \cdot \mathrm{N60}$ con $\mathrm{CN} = \sqrt{(\mathrm{Pa}/'\sigma_{vo})}$ $\mathrm{CN} < 1.7$ $\mathrm{Pa} = 101.32\,\mathrm{kPa}$ *(Liao e Whitman 1986)*

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (\mathrm{ER}/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_S	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.
Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software.*
Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).
Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.
Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:
- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni
Elaborazione Statistica
Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :
Media
Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Media minima
Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Massimo
Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Minimo
Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Scarto quadratico medio
Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Media deviata
Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
***Media* (+ s)**
Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
***Media* (– s)**
Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Distribuzione normale R.C.
Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$Nspt,_k = Nspt,_{medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt})$$

dove σ_{Nspt} è la deviazione standard di Nspt

Distribuzione normale R.N.C.
Il valore di Nspt,k viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di Nspt distribuiti normalmente:

$$Nspt,_k = Nspt,_{medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile
Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immorsamento d = 1 m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione
Permette di calcolare utilizzando dati Nspt il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se Nspt dello strato considerato risulta inferiore a Nspt critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.
Correzione Nspt in presenza di falda

$$Nspt\ corretto = 15 + 0.5 \cdot (Nspt - 15)$$

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) σ >5 t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) σ >15 t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) s>15 t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young *(E_y)*

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo
- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson
- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione *(Stress Ratio)*
- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio *Vs (m/s)*
- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio *(G)*
- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione *(Ko)*
- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico *(Qc)*
- Robertson (1983) - Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi
Coesione non drenata
- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt < 8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *C*u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche

< 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con Nc = 20 e Qc/Nspt = 2.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico *(Qc)*
- Robertson (1983) - Qc

Modulo Edometrico-Confinato *(Mo)*

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP < 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP < 20) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt < 30) medie e molli (Nspt < 4) e argille sabbiose (Nspt = 6-12).

Modulo Di Young *(Ey)*

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

ELABORAZIONE PROVE SIGNIFICATIVE DPSH

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Riporto Stradale	11,94	0.00-1,00	A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	9,35	1,00-4,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee	39,54	4,60-6,60	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato (1) Riporto Stradale	11,94	0.00-1,00	Meyerhof	1,79
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	9,35	1,00-4,60	Meyerhof	1,95
Strato (3) Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee	39,54	4,60-6,60	Meyerhof	2,50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato (1) Riporto Stradale	11,94	0.00-1,00	Meyerhof	1,93
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	9,35	1,00-4,60	Meyerhof	2,14
Strato (3) Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee	39,54	4,60-6,60	Meyerhof	2,50

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Riporto Stradale	11,94	0.00-1,00	11,94	Meyerhof (1956)	23,41
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	9,35	1,00-4,60	9,35	Meyerhof (1956)	22,67 Rid. 10% **20.40**
Strato (3) Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee	39,54	4,60-6,60	39,54	Meyerhof (1956)	31,3 Rid. 10% **28.17**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto Stradale	11,94	0.00-1,00	Shioi - Fukui 1982	0,60
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	9,35	1,00-4,60	Shioi - Fukui 1982	0,47
Strato (3) Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee	39,54	4,60-6,60	Shioi - Fukui 1982	1,98

Coesione c' – Derivata (in condizioni drenate)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	c' (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto Stradale	11,94	0.00-1,00	10% di 0,60	0,060
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	9,35	1,00-4,60	10% di 0,47	0,047
Strato (3) Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee	39,54	4,60-6,60	10% di 1,98	0,198

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto Stradale	11,94	0.00-1,00	11,94	Begemann 1974	51,99
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	9,35	1,00-4,60	9,35	Begemann 1974	46,67
Strato (3) Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee	39,54	4,60-6,60	39,54	Begemann 1974	108,68

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Riporto Stradale	11,94	0.00-1,00	11,94	(A.G.I.)	0,33
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	9,35	1,00-4,60	9,35	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) Strati mal conservati di marne calcaree ed arenacee	39,54	4,60-6,60	39,54	(A.G.I.)	0,28

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Riporto stradale	17,47	0.00-1,00	A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	5,49	1,00-4,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,16	4,40-7,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato (1) Riporto stradale	17,47	0.00-1,00	Meyerhof	1,94
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	5,49	1,00-4,40	Meyerhof	1,79
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,16	4,40-7,00	Meyerhof	2,10

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato (1) Riporto stradale	17,47	0.00-1,00	Meyerhof	1,96
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	5,49	1,00-4,40	Meyerhof	1,88
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,16	4,40-7,00	Meyerhof	2,12

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Riporto stradale	17,47	0.00-1,00	17,47	Meyerhof (1956)	24,99
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	5,49	1,00-4,40	5,49	Meyerhof (1956)	21,57 Rid. 10% **19.41**
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,16	4,40-7,00	21,16	Meyerhof (1956)	26,05 Rid. 10% **23.44**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	17,47	0.00-1,00	Terzaghi-Peck	1,18
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	5,49	1,00-4,40	Terzaghi-Peck	0,34
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,16	4,40-7,00	Terzaghi-Peck	1,43

Coesione c' – Derivata (in condizioni drenate)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	c' (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	17,47	0.00-1,00	10% di 1,18	0,118
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	5,49	1,00-4,40	10% di 0,34	0,034
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,16	4,40-7,00	10% di 1,43	0,143

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	17,47	0.00-1,00	17,47	Begemann 1974	63,35
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	5,49	1,00-4,40	5,49	Begemann 1974	38,74
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,16	4,40-7,00	21,16	Begemann 1974	70,93

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Riporto stradale	17,47	0.00-1,00	17,47	(A.G.I.)	0,32
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	5,49	1,00-4,40	5,49	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,16	4,40-7,00	21,16	(A.G.I.)	0,31

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P4

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Riporto stradale	19,03	0.00-1,40	A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	11,39	1,40-5,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,71	5,20-10,60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato (1) Riporto stradale	19,03	0.00-1,40	Meyerhof	1,97
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	11,39	1,40-5,20	Meyerhof	2,00
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,71	5,20-10,60	Meyerhof	2,11

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato (1) Riporto stradale	19,03	0.00-1,40	Meyerhof	1,97
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	11,39	1,40-5,20	Meyerhof	2,20
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,71	5,20-10,60	Meyerhof	2,14

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Riporto stradale	19,03	0.00-1,40	19,03	Meyerhof (1956)	25,44
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	11,39	1,40-5,20	11,39	Meyerhof (1956)	23,25 Rid. 10% **20.92**
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,71	5,20-10,60	21,71	Meyerhof (1956)	26,2 Rid. 10% **23.58**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	19,03	0.00-1,40	Terzaghi-Peck	1,29
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	11,39	1,40-5,20	Terzaghi-Peck	0,77
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,71	5,20-10,60	Terzaghi-Peck	1,47

Coesione c' – Derivata (in condizioni drenate)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	c' (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	19,03	0.00-1,40	10% di 1,29	0,129
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	11,39	1,40-5,20	10% di 0,77	0,077
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,71	5,20-10,60	10% di 1,47	0,147

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	19,03	0.00-1,40	19,03	Begemann 1974	66,55
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	11,39	1,40-5,20	11,39	Begemann 1974	50,86
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,71	5,20-10,60	21,71	Begemann 1974	72,06

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Riporto stradale	19,03	0.00-1,40	19,03	(A.G.I.)	0,32
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	11,39	1,40-5,20	11,39	(A.G.I.)	0,33
Strato (3) Argilliti e argille limose sabbiose	21,71	5,20-10,60	21,71	(A.G.I.)	0,31

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P5

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Riporto stradale	4,37	0.00-1,00	A.G.I. (1977)	POCO ADDENSATO
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	1,43	1,00-3,40	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	13,97	3,40-7,40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato (1) Riporto stradale	4,37	0.00-1,00	Meyerhof	1,51
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	1,43	1,00-3,40	Meyerhof	1,52
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	13,97	3,40-7,40	Meyerhof	2,05

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato (1) Riporto stradale	4,37	0.00-1,00	Meyerhof	1,88
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	1,43	1,00-3,40	Meyerhof	1,85
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	13,97	3,40-7,40	Meyerhof	2,25

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Riporto stradale	4,37	0.00-1,00	4,37	Meyerhof (1956)	21,25
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	1,43	1,00-3,40	1,43	Meyerhof (1956)	20,41 Rid. 10% **18.36**
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	13,97	3,40-7,40	13,97	Meyerhof (1956)	23,99 Rid. 10% **21.59**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	4,37	0.00-1,00	Sanglerat	0,55
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	1,43	1,00-3,40	Sanglerat	0,18
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	13,97	3,40-7,40	Sanglerat	1,75

Coesione c' – Derivata (in condizioni drenate)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	c' (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	4,37	0.00-1,00	10% di 0,55	0,055
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	1,43	1,00-3,40	10% di 0,18	0,018
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	13,97	3,40-7,40	10% di 1,75	0,175

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	4,37	0.00-1,00	4,37	Begemann 1974	36,44
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	1,43	1,00-3,40	1,43	Begemann 1974	30,40
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	13,97	3,40-7,40	13,97	Begemann 1974	56,16

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Riporto stradale	4,37	0.00-1,00	4,37	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	1,43	1,00-3,40	1,43	(A.G.I.)	0,35
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	13,97	3,40-7,40	13,97	(A.G.I.)	0,33

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P6

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Riporto stradale	13,1	0.00-1,80	A.G.I. (1977)	MOERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	4,28	1,80-4,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	21,07	4,20-4,80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato (1) Riporto stradale	13,1	0.00-1,80	Meyerhof	1,83
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	4,28	1,80-4,20	Meyerhof	1,72
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	21,07	4,20-4,80	Meyerhof	2,10

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato (1) Riporto stradale	13,1	0.00-1,80	Meyerhof	1,94
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	4,28	1,80-4,20	Meyerhof	1,87
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	21,07	4,20-4,80	Meyerhof	2,12

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Riporto stradale	13,1	0.00-1,80	13,1	Meyerhof (1956)	23,74
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	4,28	1,80-4,20	4,28	Meyerhof (1956)	21,22 Rid. 10% **19.09**
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	21,07	4,20-4,80	21,07	Meyerhof (1956)	26,02 Rid. 10% **23.41**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	13,1	0.00-1,80	Sanglerat	1,64
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	4,28	1,80-4,20	Sanglerat	0,54
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	21,07	4,20-4,80	Sanglerat	2,63

Coesione c' – Derivata (in condizioni drenate)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	c' (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	13,1	0.00-1,80	10% di 1,64	0,164
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	4,28	1,80-4,20	10% di 0,54	0,054
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	21,07	4,20-4,80	10% di 2,63	0,263

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato (1) Riporto stradale	13,1	0.00-1,80	13,1	Begemann 1974	54,37
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	4,28	1,80-4,20	4,28	Begemann 1974	36,26
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	21,07	4,20-4,80	21,07	Begemann 1974	70,74

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Riporto stradale	13,1	0.00-1,80	13,1	(A.G.I.)	0,33
Strato (2) Colluvio argilloso limoso destrutturato	4,28	1,80-4,20	4,28	(A.G.I.)	0,35
Strato (3) Limo con argilla sabbiosa	21,07	4,20-4,80	21,07	(A.G.I.)	0,31