N° PAP-02885-2019

Si attesta che il presente atto è stato affisso all'Albo Pretorio on-line dal 07/10/2019 al 22/10/2019

L'incaricato della pubblicazione
MICHELE COVIELLO

PROVINCIA DI POTENZA

AREA: SETTORE 6 VIABILITA' E TRASPORTI

DETERMINAZIONE DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

N° DetSet 00779/2019 del 07/10/2019

Dirigente / P.O. Delegata: ANTONIO MANCUSI

Istruttore proponente: ANTONIO MANCUSI

OGGETTO: P.O. Val d'Agri – Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della SP n. 13 in agro del comune di Pietrapertosa - CUP H17H12002480002 - Approvazione progetto esecutivo – Determina a contrattare – Prenotazione e accertamento della spesa

---

ATTESTAZIONE DI CONFORMITA'

Il Sottoscritto .....
in qualità di .....
attesta che la presente copia cartacea della Determinazione Dirigenziale n° DSG 02481/2019, composta da n° ..... fogli, è conforme al documento informatico originale firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs N° 82/2005.

PROVINCIA DI POTENZA, lì _____

Firma e Timbro dell'Ufficio

_____

N.B. Da compilare a cura del Soggetto Autorizzato.

IL DIRIGENTE

VISTO:

- l'art. 107 del D.Lgs. 267/2000 che attribuisce i poteri di gestione ai dirigenti;
- il decreto Presidenziale n. 77 del 31/07/2015, con il quale è stata assegnata la responsabilità dell'Ufficio "Viabilità e Trasporti";
- la deliberazione del C.P. n. 7 del 26.03.2019 di approvazione del bilancio di previsione pluriennale 2019/2021;
- il D.P. n° 39 del 06.06.2019 con cui è stato approvato il PEG per l'Esercizio Finanziario 2019/21 e il Piano Dettagliato degli Obbiettivi (P.D.O);

PREMESSO:

- che la Giunta Regionale con propria deliberazione n. 428/2012 ha approvato lo schema definitivo dell'Accordo di Programma di adesione delle Province di Potenza e Matera all'Accordo di Programma Operativo Val D'Agri-Melandro-Sauro-Camastra.
- che con D.D. n.7132 del 20/12/2012 avente ad oggetto "Programma Operativo Val D'Agri. Definizione delle azioni e degli interventi di competenza delle due Province da realizzare nel territorio dei cinque comuni di cui alla D.G.R. n.428/2012", si è preso atto degli interventi infrastrutturali e delle azioni concordate di competenza dell'Amministrazione Provinciale di Potenza, da realizzarsi nel territorio dei comuni di propria competenza (Castelmezzano e Pietrapertosa), il cui importo complessivo è pari ad €. 2.000.000,00.
- che tra gli interventi strutturali previsti rientra quello in oggetto finanziato per un importo di €.1.000.000,00;
- che l'Ufficio Viabilità dell'Ente ha redatto il progetto degli interventi necessari alla messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa, sul quale sono stati acquisiti tutti i pareri e le autorizzazioni prescritte, il cui importo complessivo è pari ad €. 2.430.000,00, ripartito come da seguente quadro economico:

		QUADRO ECONOMICO	Valore		
		A) LAVORI			
1)	Lavori a misura		€	1.842.432,97	
2)	Lavori a corpo		€	0,00	
3)	Lavori in economia		€	0,00	
	Importo dei lavori a base di gara (*1+2+3*)		€	**1.842.432,97**	
4)	Oneri della sicurezza non soggetti a ribasso d'asta		€	11.402,43	
	TOTALE LAVORI DA APPALTARE (1+2+3+4)		€	**1.853.835,40**	
	B) SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE PER:				
1)	Ulteriori lavori, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura		€	35.479,12	
2)	Allacciamenti ai pubblici servizi		€	0,00	
3)	Imprevisti		€	2.000,00	
4)	Acquisizione e/o espropriazione di aree o immobili e pertinenti indennizzi		€	6.239,72	
5)	Adeguamento di cui all'articolo 106, comma 1 lett. A del codice (revisione dei prezzi)		€	0,00	
6)	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche, incluse quelle per la realizzazione e installazione di cartelloni e targhe relative al FSC 2014/2020		€	2.000,00	
7)	Spese di cui agli articoli 24, comma 4 del codice		€	1.500,00	
8)	Spese connesse all'attuazione e gestione dell'appalto, di cui:				
	a)	*Rilievi, accertamenti e indagini, comprese le eventuali prove di laboratorio per materiali (spese per accertamenti di laboratorio), di cui all'articolo 16, comma 1, lettera b) punto 11 del DPR 207/2010*	€	26.631,73	
	b)	*Spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizio, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, liquidazione e assistenza ai collaudi*	€	34.851,76	
	c)	*Importo relativo all'incentivo di cui all'articolo 113 del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente*	€	37.076,71	
	d)	*Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione*	€	0,00	
	e)	*Eventuali spese per commissioni giudicatrici*	€	0,00	
	f)	*Spese per collaudi (collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici)*	€	0,00	
	g)	*I.V.A. sulle spese connesse all'attuazione e gestione dell'appalto*	€	13.526,37	
		Totale "Spese connesse all'attuazione e gestione dell'appalto" *(a+b+c+d+e+f+g)*	€	**112.086,57**	
9)	I.V.A. sui lavori		€	407.843,79	
10)	I.V.A. sulle altre voci delle somme a disposizione della stazione appaltante		€	9.015,41	
11)	Eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge		€	0,00	
	Totale "Somme a disposizione" *(somma da 1 a 11)*		€	**576.164,60**	
	C) FORNITURE E SERVIZI FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERAZIONE:				
1)	Forniture		€	0,00	
2)	I.V.A. sulle forniture		€	0,00	
	Totale "Forniture" (somma da 1 a 2)		€	0,00	
	COSTO COMPLESSIVO PROGETTO (A+B+C)		€	**2.430.000,00**	

CONSIDERATO:

- che tra gli interventi previsti in progetto vi è quello, particolarmente urgente, di consolidamento del versante al km. 21+000 in località Pastena, interessato da un grosso movimento franoso che coinvolge per un tratto di circa 140 mt. il tracciato stradale; movimento che è tutt'ora in forte evoluzione e potrebbe, in presenza di eventi meteorici anche non eccezionali, determinarne il collasso con conseguente franamento di tutta la strada e l'isolamento del centro abitato di Pietrapertosa, per il quale la S.p. n. 13 rappresenta l'unica via di accesso.
- che le somme disponibili al momento (€. 1.000.000,00) non consentono l'esecuzione degli interventi necessari a risolvere le varie criticità evidenziate nel sopra citato progetto, né sono sufficienti a realizzare tutte le opere necessarie al definitivo consolidamento del versante in frana al km. 21+000 in località Pastena;
- che è indispensabile, nelle more del reperimento delle ulteriori risorse necessarie alla definitiva stabilizzazione del corpo di frana, procedere con urgenza all'esecuzione di un primo stralcio di opere idonee a rallentare la morfoevoluzione del

versante in modo da garantire una sorta di “convivenza” tra movimento franoso e percorribilità della strada, allontanando così il rischio di isolamento dell’abitato, in attesa della realizzazione del completamento degli interventi di consolidamento definitivo del versante stesso;

- che il progetto generale sopra citato è stato redatto in modo da poter suddividere gli interventi secondo le esigenze innanzi esplicitate, nell’ambito delle attuali disponibilità finanziarie dell’Ente;
- che l’Ufficio viabilità ha pertanto proceduto alla redazione di un progetto esecutivo stralcio che prevede la realizzazione delle opere necessarie a soddisfare le esigenze prospettate;

VISTO il progetto esecutivo dei lavori di “Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della SP n. 13 in agro del comune di Pietrapertosa” dell’importo complessivo di €. 1.000.000,00 di cui €.705.244,68 per lavori ed €. 294.755,32 a disposizione dell’Amministrazione, ripartiti come da seguente quadro economico :

		QUADRO ECONOMICO		Valore	
		A) LAVORI			
1)		Lavori a misura	€	700.345,33	
2)		Lavori a corpo	€	0,00	
3)		Lavori in economia	€	0,00	
		Importo dei lavori a base di gara (*1+2+3*)	€	**700.345,33**	
4)		Oneri della sicurezza non soggetti a ribasso d’asta	€	4.899,35	
		TOTALE LAVORI DA APPALTARE (1+2+3+4)	€	**705.244,68**	
		B) SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE PER:			
1)		Ulteriori lavori, previsti in progetto ed esclusi dall’appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€	32.900,00	
2)		Allacciamenti ai pubblici servizi	€	0,00	
3)		Imprevisti	€	1.500,00	
4)		Acquisizione e/o espropriazione di aree o immobili e pertinenti indennizzi	€	5.224,74	
5)		Adeguamento di cui all'articolo 106, comma 1 lett. A del codice (revisione dei prezzi)	€	0,00	
6)		Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche, incluse quelle per la realizzazione e installazione di cartelloni e targhe relative al FSC 2014/2020	€	1.500,00	
7)		Spese di cui agli articoli 24, comma 4 del codice	€	1.200,00	
8)		Spese connesse all’attuazione e gestione dell’appalto, di cui:			
	a)	*Rilievi, accertamenti e indagini, comprese le eventuali prove di laboratorio per materiali (spese per accertamenti di laboratorio), di cui all’articolo 16, comma 1, lettera b) punto 11 del DPR 207/2010*	€	26.631,73	
	b)	*Spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizio, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, liquidazione e assistenza ai collaudi*	€	34.851,76	
	c)	*Importo relativo all’incentivo di cui all’articolo 113 del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente*	€	14.104,89	
	d)	*Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione*	€	0,00	
	e)	*Eventuali spese per commissioni giudicatrici*	€	0,00	
	f)	*Spese per collaudi (collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici)*	€	0,00	
	g)	*I.V.A. sulle spese connesse all'attuazione e gestione dell'appalto*	€	13.526,37	
		Totale “Spese connesse all’attuazione e gestione dell’appalto” *(a+b+c+d+e+f+g)*	€	**89.114,75**	
9)		I.V.A. sui lavori	€	155.153,83	
10)		I.V.A. sulle altre voci delle somme a disposizione della stazione appaltante	€	8.162,00	
11)		Eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge	€	0,00	
		Totale “Somme a disposizione” *(somma da 1 a 11)*	€	**294.755,32**	
		C) FORNITURE E SERVIZI FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERAZIONE:			
1)		Forniture	€	0,00	
2)		I.V.A. sulle forniture	€	0,00	
		Totale “Forniture” (somma da 1 a 2)	€	0,00	
		COSTO COMPLESSIVO PROGETTO (A+B+C)	€	**1.000.000,00**	

e composto dai seguenti elaborati :

ELABORATI TECNICO-AMMINISTRATIVI

1. A01 RELAZIONE TECNICA E QUADRO ECONOMICO
2. A02 COMPUTO METRICO LAVORI E SICUREZZA
3. A03 ELENCO PREZZI LAVORI E SICUREZZA
4. A04 STIMA INCIDENZA DELLA MANODOPERA
5. A05 CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
6. B01 COROGRAFIA 1:10.000
7. B02 ORTOFOTO 1:10.000-1:5000
8. B03 CARTA DEI VINCOLI (SIC-ZPS) 1:10.000
9. B04 CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO E FORESTALE 1:10.000
10. B05 CARTA DEL VINCOLO AMBIENTALE P.T.P. 1:10000-1:5000
11. B06 PLANIMETRIA CATASTALE 1:4000
12. C02 STATO DI FATTO INTERVENTI
13. C02A ORTOFOTO INTERVENTI
14. C02B PROFILI INTERVENTI 1:500

ELABORATI GEOLOGICI

1. 00 RELAZIONE GEOLOGICA
2. 01a CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO I al km 21+500
3. 01b CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO II al km 21+000
4. 01c CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO III al km 20+500
5. 01d CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO V al km 17+500
6. 02 STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI
7. 03 INDAGINI GEOFISICHE
8. 04 ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO
9. 05 VERIFICHE DI STABILITA'

ELABORATI STRUTTURALI INTERVENTO KM. 18+000

1. 01 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE INTERVENTO AL KM 18+000
2. 02 RELAZIONE DI SINTESI INTERVENTO AL KM 18+000
3. 03 FASCICOLO DEI CALCOLI INTERVENTO AL KM 18+000
4. 04 RELAZIONE SISMICA INTERVENTO AL KM 18+000
5. 05 RELAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO AL KM 18+000
6. 06 RELAZIONE SUI MATERIALI INTERVENTO AL KM 18+000
7. 07 PIANO DI MANUTENZIONE INTERVENTO AL KM 18+000
8. 08 ESECUTIVI STRUTTURALI INTERVENTO AL KM 18+000
9. 09 GRAFICI STATO DI FATTO INTERVENTO AL KM 18+000
10. 10 PLANIMETRIA E SEZIONI DI PROGETTO INTERVENTO AL KM 18+000
11. 11 PARTICOLARE ARMATURA PARATIA INTERVENTO AL KM 18+000

ELABORATI STRUTTURALI INTERVENTO KM. 21+000

1. 01 RELAZIONE TECNICA INTERVENTO AL KM 21+000
2. 02 GRAFICI STATO DI PROGETTO INTERVENTO AL KM 21+000
3. 03 ELABORATO GRAFICO DI PROGETTO PARTICOLARI INTERVENTO AL KM 21+000

ELABORATI SICUREZZA

1. S01 P.S.C.-DIAGRAMMA DI GANTT

DATO ATTO che detto intervento è stato inserito nel programma triennale delle Opere Pubbliche 2019/2021 dell'Ente, approvato da parte del consiglio provinciale.

VISTO

- che la verifica preventiva della progettazione, redatta ai sensi dell'art. 26 comma 6 lett. d) del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. dal R.U.P., si è conclusa positivamente;
- che il Responsabile Unico del Procedimento ha provveduto alla validazione del progetto esecutivo di che trattasi ai sensi dell'art. 26 comma 8 D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. con verbale in data 03.10.2019;

VALUTATA

- l'impellenza di eseguire i lavori in parola per le ragioni compiutamente esplicitate in premessa;
- l'esigenza di procedere all'aggiudicazione dei lavori in tempo utile onde consentire l'immediata esecuzione dell'opera;

RITENUTO

- anche in considerazione delle suesposte necessità, la cui soddisfazione in tempi rapidi risulta confliggente con il ricorso a procedure aperte o ristrette attuate secondo le normative vigenti, di procedere all'individuazione del soggetto cui affidare i lavori di che trattasi mediante procedura negoziata ai sensi dell'art. 36, comma 2, lett. c-bis) del D. Lgs. n. 50/2016 e s.m.i., previa consultazione (ove disponibili) di almeno 30 operatori economici da individuarsi, nel rispetto di quanto previsto dalle Linee Guida ANAC n. 4 di attuazione del citato D. Lgs. n. 50/2016 e s.m.i., mediante apposita indagine di mercato da svolgersi tramite avviso di indagine esplorativa teso ad acquisire manifestazioni di interesse, adeguatamente pubblicizzato sul profilo di committente dell'Ente;
- di procedere all'aggiudicazione utilizzando il criterio del minor prezzo a norma dell'art. 36, comma 9-bis) del citato D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.;
- di individuare la soglia di anomalia con le modalità di cui all'art. 97, commi 2, 2 bis e 2 ter dello stesso D. Lgs. e di avvalersi dell'esclusione automatica delle offerte che presentano percentuale di ribasso pari o superiore alla predetta soglia di anomalia, ai sensi dell'art. 97 comma 8 D. Lgs. 50/2016;

VISTO il Decreto del Presidente della Provincia n. 38 del 27.06.2018 ad oggetto : "Atto di indirizzo - Criteri di scelta per l'individuazione degli operatori economici da invitare alle procedure sottosoglia";

VISTO che la competente U.O.S. "Contratti ed Espropri" deve predisporre gli atti per lo svolgimento dell'indagine esplorativa e della successiva procedura negoziata senza previa pubblicazione del bando di gara, sulla base dei dati e criteri stabiliti nel presente provvedimento;

DATO ATTO che, ai sensi dell'art. 32, comma 2, D.lgs del 18 aprile 2016 n. 50 e s.m.i. e dell'art. 192 del D. lgs 18 agosto 2000 n. 267, occorre adottare la presente determinazione a contrarre, indicando:

- il fine che con il contratto si intende perseguire;
- l'oggetto del contratto, la sua forma e le clausole ritenute essenziali;
- le modalità di scelta del contraente ammesse dalle disposizioni vigenti in materia di contratti delle pubbliche amministrazioni e le ragioni che ne sono alla base;

ACCERTATO che sussiste la copertura finanziaria della spesa complessiva, occorrente per l'esecuzione dei lavori in oggetto, di €. 967.509,29 (al netto di quanto già impegnato) per €. 567.509,29 sul bilancio 2019 e per €.400.000,00 sul bilancio 2020 alla Miss. 10, Prog. 05, Tit. 02, Macr. 202, C.C. 006-002, capitolo 21612 Art. 04;

RITENUTO:

- di dover provvedere all'accertamento della somma complessiva di €. 1.000.000,00 per €. 600.000,00 sul bilancio 2019 e per €. 400.000,00 sul bilancio 2020 al Tit. 4, Tip. 200 Cat. 01 CDR 006 Cap. 04366 Art. 04;
- di dover procedere all'approvazione del progetto di che trattasi ed all'appalto dell'intervento secondo le modalità innanzi specificate;

DATO ATTO che il presente atto sarà pubblicato sul sito istituzionale dell'Ente ai sensi del D. Lgs. n. 33/2013 e s.m.i.;

ATTESTATA la regolarità e correttezza amministrativa seguita nel presente procedimento ai sensi del comma 3 dell'art 5 del "Regolamento sui controlli interni" approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n° 6 del 30 Gennaio 2013

TANTO PREMESSO E RITENUTO ALLA LUCE DELLE MOTIVAZIONI SUESPOSTE

D E T E R M I N A

- Approvare il progetto esecutivo relativo ai lavori "Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della SP n. 13 in agro del comune di Pietrapertosa "di cui in narrativa, composto dagli elaborati sopra elencati, dell'importo complessivo di €.1.000.000,00 così suddiviso:

		QUADRO ECONOMICO	Valore		
		A) LAVORI			
1)		Lavori a misura	€	700.345,33	
2)		Lavori a corpo	€	0,00	
3)		Lavori in economia	€	0,00	
		Importo dei lavori a base di gara (*1+2+3*)	€	**700.345,33**	
4)		Oneri della sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	€	4.899,35	
		TOTALE LAVORI DA APPALTARE (1+2+3+4)	€	**705.244,68**	
		B) SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE PER:			
1)		Ulteriori lavori, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€	32.900,00	
2)		Allacciamenti ai pubblici servizi	€	0,00	
3)		Imprevisti	€	1.500,00	
4)		Acquisizione e/o espropriazione di aree o immobili e pertinenti indennizzi	€	5.224,74	
5)		Adeguamento di cui all'articolo 106, comma 1 lett. A del codice (revisione dei prezzi)	€	0,00	
6)		Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche, incluse quelle per la realizzazione e installazione di cartelloni e targhe relative al FSC 2014/2020	€	1.500,00	
7)		Spese di cui agli articoli 24, comma 4 del codice	€	1.200,00	
8)		Spese connesse all'attuazione e gestione dell'appalto, di cui:			
	a)	*Rilievi, accertamenti e indagini, comprese le eventuali prove di laboratorio per materiali (spese per accertamenti di laboratorio), di cui all'articolo 16, comma 1, lettera b) punto 11 del DPR 207/2010*	€	26.631,73	
	b)	*Spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizio, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, liquidazione e assistenza ai collaudi*	€	34.851,76	
	c)	*Importo relativo all'incentivo di cui all'articolo 113 del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente*	€	14.104,89	
	d)	*Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione*	€	0,00	
	e)	*Eventuali spese per commissioni giudicatrici*	€	0,00	
	f)	*Spese per collaudi (collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici)*	€	0,00	
	g)	*I.V.A. sulle spese connesse all'attuazione e gestione dell'appalto*	€	13.526,37	
		Totale "Spese connesse all'attuazione e gestione dell'appalto" *(a+b+c+d+e+f+g)*	€	**89.114,75**	
9)		I.V.A. sui lavori	€	155.153,83	
10)		I.V.A. sulle altre voci delle somme a disposizione della stazione appaltante	€	8.162,00	
11)		Eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge	€	0,00	
		Totale "Somme a disposizione" *(somma da 1 a 11)*	€	**294.755,32**	
		C) FORNITURE E SERVIZI FUNZIONALI ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERAZIONE:			
1)		Forniture	€	0,00	
2)		I.V.A. sulle forniture	€	0,00	
		Totale "Forniture" (somma da 1 a 2)	€	0,00	
		COSTO COMPLESSIVO PROGETTO (A+B+C)	€	**1.000.000,00**	
		COSTO COMPLESSIVO PROGETTO (A+B+C)	€	**1 000 000,00**	

- provvedere alla scelta del contraente, relativamente all'affidamento dei lavori in oggetto, mediante procedura negoziata ai sensi dell'art. 36, comma 2, lett. c-bis) del D. Lgs. n. 50/2016 e s.m.i., previa consultazione (ove disponibili) di almeno 30 operatori economici da individuarsi, nel rispetto di quanto previsto dalle Linee Guida ANAC n. 4 di attuazione del citato D. Lgs. n. 50/2016 e s.m.i., mediante apposita indagine di mercato da svolgersi tramite avviso di indagine esplorativa teso ad acquisire manifestazioni di interesse, adeguatamente pubblicizzato sul profilo di committente dell'Ente;
- procedere all'aggiudicazione utilizzando il criterio del minor prezzo a norma dell'art. 36, comma 9-bis del citato D. Lgs. 50/2016, con individuazione della soglia di anomalia con le modalità di cui all'art. 97, commi 2, 2 bis e 2 ter dello stesso D. Lgs. ed avvalendosi dell'esclusione automatica delle offerte che presentano percentuale di ribasso pari o superiore alla predetta soglia di anomalia, ai sensi dell'art. 97 comma 8 D. Lgs. 50/2016;
- stabilire che gli atti per lo svolgimento dell'indagine esplorativa e della successiva procedura negoziata siano predisposti dalla competente U.O.S. "Contratti ed Espropri" dell'Ente;
- stabilire che il contratto verrà stipulato in forma pubblica amministrativa a cura dell'Ufficiale rogante della stazione appaltante ovvero mediante scrittura privata;

- dare atto, ai sensi di quanto previsto dall'art. 192 del D. lgs. n. 267/2000, che il fine da perseguire, l'oggetto del contratto e le clausole essenziali sono evincibili dal progetto esecutivo che si approva con il presente atto;
- prenotare la somma complessiva occorrente per l'esecuzione dei lavori in oggetto, di €. 967.509,29 (al netto di quanto già impegnato) per €. 567.509,29 sul bilancio 2019 e per €.400.000,00 sul bilancio 2020 alla Miss. 10, Prog. 05, Tit. 02, Macr. 202, C.C. 006-002, capitolo 21612 Art. 04;
- provvedere all'accertamento della somma di €. 1.000.000,00 per €. 600.000,00 sul bilancio 2019 e per €. 400.000,00 sul bilancio 2020 al Tit. 4, Tip. 200 Cat. 01 CDR 006 Cap. 04366 Art. 04;
- trasmettere il presente provvedimento alla Regione Basilicata per gli adempimenti di competenza;
- trasmettere copia del presente atto al R.U.P. per i successivi adempimenti di competenza necessari per procedere all'affidamento dei lavori con le modalità innanzi specificate.
- dare mandato all'U.O.S. "Contratti ed Espropri" per l'espletamento della procedura di gara.

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del T.U. 445/2000 e del D.Lgs 82/2005 e rispettive norme collegate, il quale sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa; il documento informatico è memorizzato digitalmente ed è rintracciabile sul sito istituzionale per il periodo della pubblicazione.

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO CAMASTRA
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza
della S.P. n 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ)

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
A 0 4	Stima Incidenza della Manodopera

Scala:	Data: settembre 2019

Progettista:	Responsabile del Procedimento:
geom. Franco Libonati	*ing. Domenico Gerardo Tornincasa*

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:

PROVINCIA DI POTENZA - Ufficio Viabilità e Trasporti - Piazza delle Regioni,1 85100 POTENZA - www.provincia.potenza.it - tel. 0971417111 - fax 0971417250

Comune di Pietrapertosa
Provincia di Potenza

STIMA INCIDENZA MANODOPERA

OGGETTO: Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa

COMMITTENTE: Amministrazione provinciale

Data, _____

IL TECNICO

PriMus by Guido Cianciulli - copyright ACCA software S.p.A.

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	IMPORTI unitario	IMPORTI TOTALE	COSTO Manodopera	incid. %
	R I P O R T O					
	LAVORI A MISURA					
1 B.01.006.01	Scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico in terreni sciolti di qualsiasi natura, con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq, compreso trovanti e strutture ... e provvisionali, il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento: per profondita' fino a mt. 2; SOMMANO mc	4´657,75	9,59	44´667,82	14´494,71	32,450
2 B.01.006.02	Scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico in terreni sciolti di qualsiasi natura, con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq, compreso trovanti e strutture ... onali, il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento: per profondita' da mt. 2,01 a mt. 4,00; SOMMANO mc	1´795,90	13,13	23´580,17	7´656,48	32,470
3 B.01.006.03	Scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico in terreni sciolti di qualsiasi natura, con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq, compreso trovanti e strutture ... onali, il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento: per profondita' da mt. 4,01 a mt. 6,00; SOMMANO mc	897,95	19,16	17´204,72	5´156,26	29,970
4 B.01.021.01	Rinterro dei cavi eseguiti per la costruzione delle opere d'arte, fondazioni o dello scavo aperto per la posa delle tubazioni compresi gli oneri per il trasporto delle materie dai ... ura prima della ricopertura, la pistonatura o la compattazione meccanica: con terra o materiali provenienti dagli scavi; SOMMANO mc	3´591,80	5,24	18´821,03	8´045,99	42,750
5 B.01.021.02	Rinterro dei cavi eseguiti per la costruzione delle opere d'arte, fondazioni o dello scavo aperto per la posa delle tubazioni compresi gli oneri per il trasporto delle materie dai ... ne del fondo, la rincalzatura prima della ricopertura, la pistonatura o la compattazione meccanica: con materiale arido; SOMMANO mc	6,00	12,17	73,02	13,82	18,920
6 B.05.003.01	Calcestruzzo durevole preconfezionato per impieghi strutturali a prestazione garantita conforme a norme cogenti ed a norme UNI vigenti per calcestruzzi. D inerti max 32 mm. Compres ... orrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo.In Fondazione. Rck 30 - XC2 - rapporto a/c max 0,60. SOMMANO mc	196,00	106,71	20´915,16	957,91	4,580
7 B.05.032.01	Casseforme in legname per getti di conglomerati cementiti semplici o armati, di qualunque forma, compreso puntellamento, successivo disarmo e accatastamento; eseguite fino ad un'al ... o.(escluso onere del ponteggio). per muri di sostegno armati e non, in fondazione ed in elevazione fino al primo solaio; SOMMANO mq	145,60	15,24	2´218,94	1´524,19	68,690
8 B.05.038	Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio lavorato e tagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge. Del tipo B450C controllato in stabilimento. SOMMANO kg	83´791,99	1,50	125´687,99	61´775,64	49,150
9 B.25.006	Analisi chimiche necessarie alla caratterizzazione, ai sensi della normativa vigente in materia da scavo e/o rifiuti, compresa l'attribuzione del codice CER e l'indicazione delle modalità di smaltimento/recupero, per ciascun campione, escluso materiali contenente amianto. SOMMANO cad	3,00	258,16	774,48	0,00	
10 E.01.001	Fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso con impiego di particolare macchina fresatrice, per spessori di pavimentazione fino a 15 cm., per riquotature longitudinali e ... scarificato con macchina munita di spazzole rotanti e/o dispositivo aspiranti, nonche' il carico del materiale fresato. SOMMANO mq/cm	144,00	0,90	129,60	34,68	26,760
11 E.01.038.01	Trasporto a discarica autorizzata e/o ad impianto di trattamento rifiuti di materiali provenienti da : demolizioni stradali o demolizioni eseguite per lavori stradali , scavi , sco ... i con esclusione delle rimozioni, eseguite con autocarri di media/grande portata ovvero con portata superiore a 35 q.li; SOMMANO mc/km	12´411,00	0,58	7´198,39	2´347,39	32,610
12 E.02.007	Sistemazione in rilevato od in riempimento di materiali idonei, provenienti sia dagli scavi che dalle cave di prestito (esclusa fornitura) ed appartenenti ai gruppi A 1, A 2 - 4,					
	A R I P O R T A R E			261´271,32	102´007,07	

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	IMPORTI unitario	IMPORTI TOTALE	COSTO Manodopera	incid. %
	R I P O R T O			261´271,32	102´007,07	
	A ...), escluso la fornitura del materiale, escluso la fornitura del terreno vegetale e fino ad una distanza max di mt 2.000. SOMMANO mc	2´514,26	4,27	10´735,89	3´758,64	35,010
13 E.03.008.06	Pali trivellati di grande diametro eseguiti con fusto in calcestruzzo armato Rck 30, compresa la formazione del foro, l'onere della posa della gabbia metallica con l'uso di autogru ... 20 m: - in terreni autosostenenti con resistenza alla compressione inferiore a 60 kg/cmq: per diametro pari a 1.200 mm.; SOMMANO ml	770,00	175,89	135´435,30	19´760,01	14,590
14 E.03.017.06	Scapitozzatura testa di palo comprensivo di ogni onere e magistero per dare il palo finito a perfetta regola d'arte con la sola esclusione degli oneri per il trasporto e per il conferimento a discarica e/o ad impianto di trattamento di rifiuti: per diametro pari a 1200 mm. SOMMANO cad	70,00	85,94	6´015,80	3´267,18	54,310
15 E.04.003	Stabilizzazione di strati di fondazione mediante lo spandimento (o l'aggiunta) di cemento, miscelazione con idonee macchine (pulvimixer), aggiunta di acqua e se necessario inerti d ... A e compreso ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, misurato in opera dopo costipamento. SOMMANO mc	18,00	24,68	444,24	23,68	5,330
16 E.04.007	Fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo tipo Binder tradizionale con o senza riciclato proveniente dalle scarifiche, provvisto di marchiatura CE, avente caratt ... finitrici e compattato con rulli metallici di 8,0 t. Esclusa la mano d'attacco e misurato in opera dopo il costipamento. SOMMANO mq/cm	9´150,00	1,67	15´280,50	4´515,39	29,550
17 E.04.008	Fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo tipo Usura tradizionale con o senza riciclato proveniente dalle scarifiche, provvisto di marchiatura CE, avente caratte ... finitrici e compattato con rulli metallici di 8,0 t. Esclusa la mano d'attacco e misurato in opera dopo il costipamento. SOMMANO mq/cm	5´490,00	1,88	10´321,20	2´216,99	21,480
18 E.05.032.01	Riempimento dei drenaggi con pietrame o ciottolame, con l'onere di porre in opera materiale di dimensione decrescenti dal basso verso l'alto; compresa la fornitura del materiale: per profondità di scavo fino a m. 10.00. SOMMANO mc	3´591,80	28,49	102´330,38	11´675,90	11,410
19 H.04.082.07	Fornitura e posa in opera di pozzetto circolare d'ispezione del diametro interno di 800 mm in calcestruzzo vibrocompresso costruito secondo la norma UNI EN 1917:2004 provvisto di m ... e dei gradini di discesa a norma UNI EN 13101:2004. elemento di base con fondo in materiale plastico per innesti DN 300. SOMMANO cad	40,00	793,47	31´738,80	2´294,72	7,230
20 H.04.082.08	Fornitura e posa in opera di pozzetto circolare d'ispezione del diametro interno di 800 mm in calcestruzzo vibrocompresso costruito secondo la norma UNI EN 1917:2004 provvisto di m ... ere la predisposizione per l'innesto a pressione dei gradini di discesa a norma UNI EN 13101:2004. soletta di copertura. SOMMANO cad	40,00	155,51	6´220,40	983,45	15,810
21 H.04.082.09	Fornitura e posa in opera di pozzetto circolare d'ispezione del diametro interno di 800 mm in calcestruzzo vibrocompresso costruito secondo la norma UNI EN 1917:2004 provvisto di m ... sposizione per l'innesto a pressione dei gradini di discesa a norma UNI EN 13101:2004. elemento raggiungiquota da 50 mm. SOMMANO cad	240,00	38,17	9´160,80	1´311,83	14,320
22 L.02.048	Fornitura e posa in opera di geotessile non tessuto del tipo termosaldato a filo continuo in fibra di polipropilene avente la funzione di filtro separatore di terreni a diversa gra ... n inferiore a 335 N. Sono compresi sfridi, sormonti e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte. SOMMANO mq	14´367,20	6,56	94´248,83	45´672,98	48,460
23 L.02.056.08	Fornitura e posa in opera di tubi strutturati in PE a doppia parete, flessibili, aventi parete esterna corrugata e parete interna liscia prodotti per coestrusione continua delle du ... i giunzione e devono avere classe di rigidità anulare SN4 (4 kN/mq) determinata in base alla UNI EN ISO 9969. DN 200 mm. SOMMANO ml	897,95	19,09	17´141,87	6´508,77	37,970
24	Recinzione provvisionale di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in					
	A R I P O R T A R E			700´345,33	203´996,61	

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	IMPORTI unitario	IMPORTI TOTALE	COSTO Manodopera	incid. %
	R I P O R T O			700´345,33	203´996,61	
S.01.001.01	paletti di legno o tubi da ponteggio posti ad interasse di 1 ml. Completa delle necessarie co ... luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche: Montaggio per nolo con lamiera ondulata 3/10 mm su paletti di legno.					
	SOMMANO mq	150,00	17,47	2´620,50	1´400,40	53,440
25 S.02.001.01	Cartelli di divieto, conformi al Dlgs 493/96, attuazione della direttiva 92/58 CEE e simbologia a norme UNI in lameria di alluminio, con pellicola adesiva rifrangente grandangolare. Sfondo bianco 125x125 mm visibilità 4 m.					
	SOMMANO cad	8,00	4,99	39,92	18,29	45,820
26 S.02.002.01	Cartelli di pericolo, conformi al Dlgs 493/96, attuazione della direttiva 92/58 CEE e simbologia a norme UNI in lameria di alluminio, con pellicola adesiva rifrangente grandagolare: Sfondo giallo triangolare con lato da 140 mm visibilità 4 m.					
	SOMMANO cad	8,00	4,02	32,16	18,36	57,100
27 S.02.003.01	Cartelli di obbligo, conformi al Dlgs 493/96, attuazione della direttiva 92/58 CEE e simbologia a norme UNI in lamiera di alluminio, con pellicola adesiva rifrangente grandangolare: Sfondo bianco 125x125 mm visibilità 4 m.					
	SOMMANO cad	8,00	4,99	39,92	18,29	45,820
28 S.04.007.01	Box bagno, costituito da struttura in materiale plastico autoestinguente, pavimenti in lastre in pvc, porta esterna in materiale plastico e maniglia di sicurezza. Vaso avente siste ... ca e comando di lavaggio ed espulsione a leva. Montaggio e nolo per il 1°mese: Da minimo cm 100 x 100 con vaso a sedere.					
	SOMMANO cad	1,00	102,16	102,16	31,12	30,460
29 S.04.008.01	Box bagno, costituito da struttura in materiale plastico autoestinguente, pavimenti in lastre in pvc, porta esterna in materiale plastico e maniglia di sicurezza. Vaso avente siste ... successivi al primo, compreso gli oneri di manutenzione e tenuta in esercizio: Da minimo cm 100 x 100 con vaso a sedere.					
	SOMMANO cad/30g	5,00	63,89	319,45	37,70	11,800
30 S.04.013.01	Monoblocco prefabbricato per mense, spogliatoi, guardiole, uffici e locali infermeria: costituito da struttura in acciaio zincato a caldo e pannelli di tamponatura. Pareti in panne ... no semivetrato (esclusi gli arredi). Montaggio e nolo per il 1° mese: Dimensioni 450 x 240 cm con altezza pari a 240 cm.					
	SOMMANO cad	1,00	425,04	425,04	97,21	22,870
31 S.04.014.01	Monoblocco prefabbricato per mense, spogliatoi, guardiole, uffici e locali infermeria, costituito da struttura in acciaio zincato a caldo e pannelli di tamponatura. Pareti in panne ... i al primo, compreso gli oneri di manutenzione e tenuta in esercizio: Dimensioni 450 x 240 cm con altezza pari a 240 cm.					
	SOMMANO cad/30g	5,00	264,04	1´320,20	48,58	3,680
	Parziale LAVORI A MISURA euro			705´244,68	205´666,56	29,162
	T O T A L E euro			705´244,68	205´666,56	29,162

	A R I P O R T A R E

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	IMPORTI TOTALE	COSTO Manodopera	incid. %
	R I P O R T O			
	Riepilogo Strutturale CATEGORIE			
M	**LAVORI A MISURA euro**	705´244,68	205´666,56	29,162
M:000	<nessuna> euro	705´244,68	205´666,56	29,162
M:000.000	<nessuna> euro	705´244,68	205´666,56	29,162
M:000.000.004	Consolidamento corpo di frana al km 21+000 (Drenaggi) euro	375´087,09	107´050,74	28,540
M:000.000.005	Consolidamento corpo di frana al km 18+000 (Paratia) euro	299´082,70	90´155,13	30,144
M:000.000.006	Ripristino piattaforma stradale SP13 euro	26´175,54	6´790,74	25,943
M:000.000.007	ONERI SICUREZZA euro	4´899,35	1´669,95	34,085
	TOTALE euro	705´244,68	205´666,56	29,162

Data, _____

Il Tecnico

	A R I P O R T A R E			

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO CAMASTRA
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza
della S.P. n 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ)

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
A 0 3	Elenco Prezzi Lavori e Sicurezza

Scala:	Data: settembre 2019

Progettista:	Responsabile del Procedimento:
geom. Franco Libonati	*ing. Domenico Gerardo Tornincasa*

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:

PROVINCIA DI POTENZA - Ufficio Viabilità e Trasporti - Piazza delle Regioni,1 85100 POTENZA - www.provincia.potenza.it - tel. 0971417111 - fax 0971417250

Comune di Pietrapertosa
Provincia di Potenza

ELENCO PREZZI

OGGETTO: Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa

COMMITTENTE: Amministrazione provinciale

Data, _____

IL TECNICO

PriMus by Guido Cianciulli - copyright ACCA software S.p.A.

Num.Ord. TARIFFA	D E S C R I Z I O N E D E L L ' A R T I C O L O	unità di misura	P R E Z Z O UNITARIO
Nr. 1 B.01.006.01	Scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico in terreni sciolti di qualsiasi natura, con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq, compreso trovanti e strutture murarie od altri rinvenuti nello scavo, anche in presenza di acqua con un deflusso della stessa fino ad un battente massimo di cm. 20, le eliminazioni in secondo tempo di parti in precedenza escavate, compreso il carico del materiale eccedente quello occorrente per il rinterro, il trasporto all'interno del cantiere, escluse le eventuali ed occorrenti opere provvisionali, il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento: per profondita' fino a mt. 2; **euro (nove/59)**	mc	9,59
Nr. 2 B.01.006.02	Scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico in terreni sciolti di qualsiasi natura, con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq, compreso trovanti e strutture murarie od altri rinvenuti nello scavo, anche in presenza di acqua con un deflusso della stessa fino ad un battente massimo di cm. 20, le eliminazioni in secondo tempo di parti in precedenza escavate, compreso il carico del materiale eccedente quello occorrente per il rinterro, il trasporto all'interno del cantiere, escluse le eventuali ed occorrenti opere provvisionali, il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento: per profondita' da mt. 2,01 a mt. 4,00; **euro (tredici/13)**	mc	13,13
Nr. 3 B.01.006.03	Scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico in terreni sciolti di qualsiasi natura, con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq, compreso trovanti e strutture murarie od altri rinvenuti nello scavo, anche in presenza di acqua con un deflusso della stessa fino ad un battente massimo di cm. 20, le eliminazioni in secondo tempo di parti in precedenza escavate, compreso il carico del materiale eccedente quello occorrente per il rinterro, il trasporto all'interno del cantiere, escluse le eventuali ed occorrenti opere provvisionali, il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento: per profondita' da mt. 4,01 a mt. 6,00; **euro (diciannove/16)**	mc	19,16
Nr. 4 B.01.017.01	Armatura di parete di scavo a sezione obbligata a cassa chiusa compreso noleggio e sfrido del legname, eventuale suo parziale abbandono entro lo scavo, il montaggio ed il disarmo, chioderia ecc. da eseguire in terreni incoerenti, con approvazione della Direzion Lavori e compensato a metro quadrato di cassaforma eseguita: per altezza dell'armatura da 0 a 3 m.; **euro (undici/96)**	mq	11,96
Nr. 5 B.01.017.02	idem c.s. ...dell'armatura da 3 a 5 m.; **euro (quattordici/87)**	mq	14,87
Nr. 6 B.01.018	Formazione di rilevato con materiale proveniente dagli scavi, compreso il trasporto, la sistemazione dei materiali secondo le disposizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, nonchè ogni altro onere e magistero, esclusa la sola compattazione. **euro (tredici/19)**	mc	13,19
Nr. 7 B.01.021.01	Rinterro dei cavi eseguiti per la costruzione delle opere d'arte, fondazioni o dello scavo aperto per la posa delle tubazioni compresi gli oneri per il trasporto delle materie dai luoghi di deposito o di cava, la preparazione del fondo, la rincalzatura prima della ricopertura, la pistonatura o la compattazione meccanica: con terra o materiali provenienti dagli scavi; **euro (cinque/24)**	mc	5,24
Nr. 8 B.01.021.02	Rinterro dei cavi eseguiti per la costruzione delle opere d'arte, fondazioni o dello scavo aperto per la posa delle tubazioni compresi gli oneri per il trasporto delle materie dai luoghi di deposito o di cava, la preparazione del fondo, la rincalzatura prima della ricopertura, la pistonatura o la compattazione meccanica: con materiale arido; **euro (dodici/17)**	mc	12,17
Nr. 9 B.03.004.03	Pali trivellati di grande diametro eseguiti con fusto in calcestruzzo armato Rck 30, compresa la formazione del foro, l'onere della posa della gabbia metallica e gli eventuali sovraspessori di scavo, la fornitura di calcestruzzo con l'ausilio di tubi getto, sia alla base che lungo il fusto del palo, il carico e il trasporto del materiale di risulta nell'ambito del cantiere (esclusi gli oneri per il trasporto e gli oneri per il conferimento a discarica e/o ad impianto di trattamento di rifiuti), ed ogni eventuale altro onere per dare i pali completi in ogni loro parte con la sola esclusione del ferro di armatura, l'utilizzo del tuboforma e la fornitura di eventuale controcamicia in lamierino, per ogni metro di palo fino alla profondita' di 20 m: - in terreni autosostenenti con resistenza alla compressione inferiore a 60 kg/cmq: per diametro pari a 800 mm.; **euro (novantaquattro/34)**	ml	94,34
Nr. 10 B.03.004.04	Pali trivellati di grande diametro eseguiti con fusto in calcestruzzo armato Rck 30, compresa la formazione del foro, l'onere della posa della gabbia metallica e gli eventuali sovraspessori di scavo, la fornitura di calcestruzzo con l'ausilio di tubi getto, sia alla base che lungo il fusto del palo, il carico e il trasporto del materiale di risulta nell'ambito del cantiere (esclusi gli oneri per il trasporto e gli oneri per il conferimento a discarica e/o ad impianto di trattamento di rifiuti), ed ogni eventuale altro onere per dare i pali completi in ogni loro parte con la sola esclusione del ferro di armatura, l'utilizzo del tuboforma e la fornitura di eventuale controcamicia in lamierino, per ogni metro di palo fino alla profondita' di 20 m: - in terreni autosostenenti con resistenza alla compressione inferiore a 60 kg/cmq: per diametro pari a 1000 mm.; **euro (centotrenta/58)**	ml	130,58
Nr. 11 B.03.004.05	idem c.s. ...pari a 1.200 mm.; **euro (centosettantaotto/06)**	ml	178,06
Nr. 12 B.03.013.03	Scapitozzatura testa di palo, per un'altezza di cm. 40, comprensivo di ogni onere e magistero per dare il palo finito a perfetta regola d'arte con la sola esclusione degli oneri per il trasporto e per il conferimento a discarica e/o ad impianto di trattamento di rifiuti: per diametro pari a 800 mm. **euro (quaranta/90)**	cad	40,90
Nr. 13 B.03.020	Controcamicia in lamierino a perdere in opera. **euro (uno/34)**	kg	1,34
Nr. 14	Calcestruzzo non strutturale durevole a prescrizione garantita conforme alle norme e prescrizioni tecniche previste. D max inerti 32		

Num.Ord. TARIFFA	D E S C R I Z I O N E D E L L ' A R T I C O L O	unità di misura	P R E Z Z O UNITARIO
B.05.001.03	mm. Negli oneri sono compresi l'uso della pompa e del vibratore e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme, e ferro di armatura, con i seguenti dosaggi: Rck 15. **euro (ottantasei/86)**	mc	86,86
Nr. 15 B.05.003.01	Calcestruzzo durevole preconfezionato per impieghi strutturali a prestazione garantita conforme a norme cogenti ed a norme UNI vigenti per calcestruzzi. D inerti max 32 mm. Compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, l'uso di pompa, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte. Esclusi i soli ponteggi, casseforme e ferro di armatura.Caratteristiche dell'ambiente e rischi connessi: corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo.In Fondazione. Rck 30 - XC2 - rapporto a/c max 0,60. **euro (centosei/71)**	mc	106,71
Nr. 16 B.05.032.01	Casseforme in legname per getti di conglomerati cementiti semplici o armati, di qualunque forma, compreso puntellamento, successivo disarmo e accatastamento; eseguite fino ad un'altezza di m.4.00 dal piano di appoggio;realizzate a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo.(escluso onere del ponteggio). per muri di sostegno armati e non, in fondazione ed in elevazione fino al primo solaio; **euro (quindici/24)**	mq	15,24
Nr. 17 B.05.038	Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio lavorato e tagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge. Del tipo B450C controllato in stabilimento. **euro (uno/50)**	kg	1,50
Nr. 18 B.05.039	Rete in acciaio elettrosaldata a maglia quadra di qualsiasi dimensione per armature di conglomerato cementizio lavorata e tagliata a misura, posta in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc., diametro tondino da 4 mm a 12 mm. Del tipo B450C controllato in stabilimento. **euro (uno/40)**	kg	1,40
Nr. 19 B.06.001	Drenaggi e riempimenti in genere eseguiti con pietrame a secco di pezzatura idonea di natura calcarea. parzialmente assestati a mano, con l'onere di porre in opera materiale di dimensioni decrescenti dal basso all'alto, compresa la fornitura del materiale e l'onere della posa in opera di tubi in cemento, acciaio o polietilene, questi ultimi da pagarsi a parte, compreso ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte: **euro (trentauno/85)**	mc	31,85
Nr. 20 B.16.001.03	Profilati in acciaio della serie INP, IPE, HE ed UNP, per la realizzazione di solai ed impalcati, forniti e posti in opera a qualsiasi altezza, conforme alla norma UNI EN 10025, compresa una mano di antiruggine al cromato di piombo o zinco eventuali forature, saldature e quant'altro per dare l'opera finita. in acciaio S355 (Fe510B). **euro (due/06)**	kg	2,06
Nr. 21 B.25.005	Utilizzo di terre e rocce da scavo, prive di sostanze pericolose, per interventi di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, sostituzione di materiali da cava, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, previa caratterizzazione ambientale e chimico - fisica certificata, del tutto compatibile con il sito di destinazione, come disposto dalle normative vigenti. E' escluso il trasporto e la caratterizzazione da computarsi a parte. **euro (due/64)**	mc	2,64
Nr. 22 B.25.006	Analisi chimiche necessarie alla caratterizzazione, ai sensi della normativa vigente in materia da scavo e/o rifiuti, compresa l'attribuzione del codice CER e l'indicazione delle modalità di smaltimento/recupero, per ciascun campione, escluso materiali contenente amianto. **euro (duecentocinquantaotto/16)**	cad	258,16
Nr. 23 E.01.001	Fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso con impiego di particolare macchina fresatrice, per spessori di pavimentazione fino a 15 cm., per riquotature longitudinali e trasversali della piattaforma stradale, compreso la squadratura secondo superfici geometriche regolari ed i contorni retti verticali delle zone di intervento, pulizia totale delle superfici del piano scarificato con macchina munita di spazzole rotanti e/o dispositivo aspiranti, nonche' il carico del materiale fresato. **euro (zero/90)**	mq/cm	0,90
Nr. 24 E.01.038.01	Trasporto a discarica autorizzata e/o ad impianto di trattamento rifiuti di materiali provenienti da : demolizioni stradali o demolizioni eseguite per lavori stradali , scavi , scomposizioni e fresaggi con esclusione delle rimozioni, eseguite con autocarri di media/grande portata ovvero con portata superiore a 35 q.li; **euro (zero/58)**	mc/km	0,58
Nr. 25 E.02.007	Sistemazione in rilevato od in riempimento di materiali idonei, provenienti sia dagli scavi che dalle cave di prestito (esclusa fornitura) ed appartenenti ai gruppi A 1, A 2 - 4, A 2 - 5, A 3, sempre che siano ritenuti idonei dalla D.L:, oppure costituiti da materiali rocciosi o pozzolanici, compreso il compattamento a strati fino a raggiungere il costipamento prescritto; compreso l'eventuale inumidimento, comprese la sagomatura e profilatura dei cigli, delle banchine e delle scarpate rivestite con terra vegetale; compresa ogni lavorazione e onere per dare il rilevato compiuto a perfetta regola d'arte misurato secondo metodi geometrici (sezioni ragguagliate), escluso la fornitura del materiale, escluso la fornitura del terreno vegetale e fino ad una distanza max di mt 2.000. **euro (quattro/27)**	mc	4,27
Nr. 26 E.03.008.06	Pali trivellati di grande diametro eseguiti con fusto in calcestruzzo armato Rck 30, compresa la formazione del foro, l'onere della posa della gabbia metallica con l'uso di autogru e gli eventuali sovraspessori di scavo, la fornitura di calcestruzzo con l'ausilio di tubi getto, sia alla base che lungo il fusto del palo, il carico e il trasporto del materiale di risulta nell'ambito del cantiere (esclusi gli oneri per il trasporto e gli oneri per il conferimento a discarica e/o ad impianto di trattamento di rifiuti), ed ogni eventuale altro onere per dare i pali completi in ogni loro parte con la sola esclusione del ferro di armatura, l'utilizzo del tuboforma e la fornitura di eventuale controcamicia in lamierino, per ogni metro di palo fino alla profondita' di 20 m: - in terreni autosostenenti con resistenza alla compressione inferiore a 60 kg/cmq: per diametro pari a 1.200 mm.;		

Num.Ord. TARIFFA	D E S C R I Z I O N E D E L L ' A R T I C O L O	unità di misura	P R E Z Z O UNITARIO
	euro (centosettantacinque/89)	ml	175,89
Nr. 27 E.03.017.06	Scapitozzatura testa di palo comprensivo di ogni onere e magistero per dare il palo finito a perfetta regola d'arte con la sola esclusione degli oneri per il trasporto e per il conferimento a discarica e/o ad impianto di trattamento di rifiuti: per diametro pari a 1200 mm. **euro (ottantacinque/94)**	cad	85,94
Nr. 28 E.04.003	Stabilizzazione di strati di fondazione mediante lo spandimento (o l'aggiunta) di cemento, miscelazione con idonee macchine (pulvimixer), aggiunta di acqua e se necessario inerti di integrazione per un max del 20% in peso e successiva compattazione mediante rulli vibranti di idoneo peso, e la spruzzatura di un velo di emulsione bituminosa in ragione di 0,8-1,2 kg/mq, il tutto secondo il CSA e compreso ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, misurato in opera dopo costipamento. **euro (ventiquattro/68)**	mc	24,68
Nr. 29 E.04.007	Fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo tipo Binder tradizionale con o senza riciclato proveniente dalle scarifiche provvisto di marchiatura CE, avente caratteristiche meccaniche come prescritto dalle Norme Tecniche di Appalto, costituito da una miscela di aggregati totalmente frantumati, sabbie di sola frantumazione, filler, impastata a caldo con legante bituminoso tipo 50-70. Il legante dovrà essere chimicamente additivato con speciali sostanze attivanti di adesione bitume-inerti a base di Alkilamidopoliammina e di A.C.F. Attivante Chimico Funzionale per la rigenerazione del bitume presente nel fresato. Il conglomerato sarà confezionato in appositi impianti di produzione di tipo discontinuo o continuo (secondo una miscela approvata preventivamente dalla D.L.) con impiego fino al 15% dell'intera miscela, di materiali provenienti dalle scarifiche, posto in opera con apposite macchine vibrofinitrici e compattato con rulli metallici di 8,0 t. Esclusa la mano d'attacco e misurato in opera dopo il costipamento. **euro (uno/67)**	mq/cm	1,67
Nr. 30 E.04.008	Fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo tipo Usura tradizionale con o senza riciclato proveniente dalle scarifiche provvisto di marchiatura CE, avente caratteristiche meccaniche come prescritto dalle Norme Tecniche di Appalto, costituito da una miscela di aggregati totalmente frantumati, sabbie di sola frantumazione, filler, impastata a caldo con legante bituminoso tipo 50-70. Il legante dovrà essere chimicamente additivato con speciali sostanze attivanti di adesione bitume-inerti a base di Alkilamidopoliammina e di A.C.F. Attivante Chimico Funzionale per la rigenerazione del bitume presente nel fresato. Il conglomerato sarà confezionato in appositi impianti di produzione di tipo discontinuo o continuo (secondo una miscela approvata preventivamente dalla D.L.) con impiego fino al 10% dell'intera miscela, di materiali provenienti dalle scarifiche, posto in opera con apposite macchine vibrofinitrici e compattato con rulli metallici di 8,0 t. Esclusa la mano d'attacco e misurato in opera dopo il costipamento. **euro (uno/88)**	mq/cm	1,88
Nr. 31 E.05.028.04	Fornitura e posa in opera di Tubi metallici a sezione circolare e profilo ondulato, con onda di altezza 18 mm. passo 90 mm., costituiti da una banda in acciaio strutturale S280 GD secondo EN 10147, zincato a caldo secondo la Norma EN 10327 , di spessore variabile da mm. 0,8 a mm. 1,5, graffata in modo elicoidale e continuo su tutta la lunghezza. I tubi sono uniti tra loro mediante giunti metallici esterni a fascia, con serraggio a vite. Forniti in barre da 6 metri.(escluso lo scavo e la sabbia occorrente per la formazione del letto di posa). Diametro mm.1000 spessore mm.1,0. **euro (centotrentanove/49)**	ml	139,49
Nr. 32 E.05.032.01	Riempimento dei drenaggi con pietrame o ciottolame, con l'onere di porre in opera materiale di dimensione decrescenti dal basso verso l'alto; compresa la fornitura del materiale: per profondità di scavo fino a m. 10.00. **euro (ventiotto/49)**	mc	28,49
Nr. 33 E.07.001.01	Segnaletica orizzontale, a norma UNI EN 1436, di nuovo impianto costituita da strisce longitudinali o trasversali, eseguite mediante applicazione di vernice rifrangente premiscelata di colore bianca o gialla permanente, in quantità di 1,6 kg/mq, con aggiunta di microsfere di vetro per ottenere la retroriflessione della segnaletica nel momento in cui viene illuminata dai veicoli, in quantità pari a 0,2 kg/mq, in opera compreso ogni onere per la pulizia, il tracciamento e la fornitura del materiale. Misurate per ogni metro lineare effettivamente verniciato. striscia da cm 12. **euro (zero/61)**	ml	0,61
Nr. 34 E.07.002.01	Ripasso di segnaletica orizzontale, a norma UNI EN 1436, costituita da strisce longitudinali o trasversali, eseguite mediante applicazione di vernice rifrangente premiscelata di colore bianca o gialla permanente, in quantità di 1,3 kg/mq, con aggiunta di microsfere di vetro per ottenere la retroriflessione della segnaletica nel momento in cui viene illuminata dai veicoli, in quantità pari a 0,25 kg/mq, in opera compreso ogni onere per la pulizia, il tracciamento e la fornitura del materiale. Misurate per ogni metro lineare effettivamente verniciato. per strisce da 12 cm. **euro (zero/51)**	ml	0,51
Nr. 35 H.04.015.03	Tubazioni in PEAD a parete strutturata (superficie esterna corrugata e superficie interna liscia) Tipo B conformi alla norma Europea UNI EN 13476 per condotte fognarie civili ed industriali fornite e poste in opera , con sistema di giunzione a manicotto o a bicchiere e guarnizione di tenuta elastica conforme alla norme UNI EN 681/1. I tubi dovranno portare il marchio di conformità di prodotto (IIP o equivavalente) rilasciato da ente terzo riconosciuto ed accreditato nell'ambito della comunità europea. Compensato nel prezzo ogni onere per la posa in opera compresa l'esecuzione delle prove idrauliche, il lavaggio e la disinfezione.Escluso la fornitura di pezzi speciali, lo scavo , la formazione delletto di posa, i rinfianchi ed i rinterri. - Classe di rigidità 8 kN\mq. diametro esterno di 250 mm; - interno mm. 216,0. **euro (ventiquattro/22)**	ml	24,22
Nr. 36 H.04.082.07	Fornitura e posa in opera di pozzetto circolare d'ispezione del diametro interno di 800 mm in calcestruzzo vibrocompresso costruito secondo la norma UNI EN 1917:2004 provvisto di marcatura CE, atto a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni suo componente, realizzato con l'impiego di cemento tipo 42,5 R . Il pozzetto è composto da elemento di base in CLS con 2 fori di linea avente camera del diametro interno di 800 mm, spessore di parete non inferiore a 120 mm, altezza tale da consentire innesti fino al DN 300/350 mm, adatti per tubazioni in CLS, GRES, PVC, PEAD, GHISA, ecc, completo di manicotti e guarnizioni di tenuta in elastomero conformi alle norme UNI EN 681. La platea di base, incorporata in un unico getto con le pareti del pozzetto e di spessore non inferiore a 100 mm, sarà sagomata a cunicolo per la continuità idraulica della tubazione.- elemento di rialzo del diametro interno di 800 mm, spessore di parete non inferiore a 120 mm ed altezza variabile secondo le indicazioni di progetto. - elemento tronco conico		

Num.Ord. TARIFFA	D E S C R I Z I O N E D E L L ' A R T I C O L O	unità di misura	P R E Z Z O UNITARIO
	del diamentro interno di base di 800 mm e del diametro in sommità di 625 mm , spessore di parete non inferiore a 120 mm, ed altezza variabile compresa tra i 600 ed i 2000 mm-soletta circolare di copertura proporzionata per carichi stradali di 1 ° categoria con la formazione del passo d'uomo per il posizionamento del chiusino (da utilizarsi in alternativa all'elemento tronco conico per basse quote di scorrimento) avente spessore non inferiore a 150 mm- elementi raggiungiquota del diametro interno di 625 mm di altezza compresa tra i 50 mm e 200 mm. Le giunzioni tra i vari elementi del pozzetto saranno del tipo a bicchiere ricavate nello spessore delle pareti per consentire l'incastro a tenuta degli elementi successivi e della soletta di copertura e dovranno essere a tenuta ermetica affidata a guarnizioni in elastomero incorporate durante il getto, conformi alla norma UNI EN 681-1.L'elemento di base può essere rivestito, per aumentare la resistenza del calcestruzzo all'aggressione chimica, con un film di resina epossidica avente spessore non inferiore a 0,3 mm, oppure con vasca preformata in materiale plastico resa solidale al calcestruzzo in fase di produzione.Gli elementi di rialzo e a tronco di cono dovranno avere la predisposizione per l'innesto a pressione dei gradini di discesa a norma UNI EN 13101:2004. elemento di base con fondo in materiale plastico per innesti DN 300. **euro (settecentonovantatre/47)**	cad	793,47
Nr. 37 H.04.082.08	idem c.s. ...EN 13101:2004. soletta di copertura. **euro (centocinquantacinque/51)**	cad	155,51
Nr. 38 H.04.082.09	idem c.s. ...EN 13101:2004. elemento raggiungiquota da 50 mm. **euro (trentaotto/17)**	cad	38,17
Nr. 39 L.01.023	Disfacimento di vecchi gabbioni danneggiati o dissestati di qualsiasi forma e dimensione con l'onere dell'accatastamento del materiale riutilizzabile e l'allontanamento nell'ambito del cantiere. Sono esclusi gli oneri per il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento rifiuti. **euro (quattordici/27)**	mc	14,27
Nr. 40 L.02.034.04	Fornitura e posa in opera di gabbioni marcati CE in accordo con la direttiva Europea 89/106/CEE, in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale minima 8x10 in accordo con le "Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP. del 19/09/2013 e con le norme UNI EN 10223-3), tessuta con filo (conforme alle UNI EN 10218 e UNI -EN 10223-3) con carico di rottura compreso tra 350 e 500 N mmq e allungamento minimo pari al 10 %, galvanizzato con lega eutettica diZinco-Allumino (5%) - Cerio - Lantanio- (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab. 2) Gli elementi metallici dovranno essere collegati tra loro con idonee cuciture eseguite con filo avent le stesse caratteristiche di quello della rete e diametro pari a 2.20 mm o con punti metallici meccanizzati di diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 N/mmq.Compreso la fornitura, il riempimento e la sistemazione del pietrame proveniente da cave. Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP) rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La conformità dei prodotti dovrà essere certificata da un organismo notificato ai sensi della CPD 89/106 CEE o del CPR 305/2011, terzo ed indipendente, tramite certificato del controllo del processo di fabbrica CE. altezza 1 mt - filo di 3,00 mm galvanizzato con leg eutettica di Zinco-Allumino (5%) - Cerio - Lantanio- (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab. 2) (ricoprimento minimo 255 g/ mq). **euro (novantacinque/82)**	mc	95,82
Nr. 41 L.02.048	Fornitura e posa in opera di geotessile non tessuto del tipo termosaldato a filo continuo in fibra di polipropilene avente la funzione di filtro separatore di terreni a diversa granulometria marcato CE. Il geotessile con spessore sotto i 2kN/mq pari a circa 0,50mm e con spessore sorro i 200kN/mq paria a 0,40 mm in modo da ostacolare il fenomeno dell'intasamento superficiale del filtro, deve presentare una resistenza a punzonamento statico non inferiore a 1800 N (norma EN ISO 12236), un valore della resistenza alla lacerazione (norma ASTM D4533) non inferiore a 335 N. Sono compresi sfridi, sormonti e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte. **euro (sei/56)**	mq	6,56
Nr. 42 L.02.056.05	Fornitura e posa in opera di tubi strutturati in PE a doppia parete, flessibili, aventi parete esterna corrugata e parete interna liscia prodotti per coestrusione continua delle due pareti, provvisti di fessurazioni su file ad intervalli di 60ª su tutta la circonferenza (6 file d fessure a 360ª). I tubi corrugati per il drenaggio dei terreni devono essere forniti in matasse da 50 0 25 mt e complete di manicotti di giunzione e devono avere classe di rigidità anulare SN4 (4 kN/mq) determinata in base alla UNI EN ISO 9969. DN 125 mm. **euro (dieci/21)**	ml	10,21
Nr. 43 L.02.056.08	idem c.s. ...DN 200 mm. **euro (diciannove/09)**	ml	19,09
Nr. 44 NP.001	Sistemazione delle aste torrentizie anche con le opere in precedenza indicate e l'uso di opportuni accorgimenti volti al mantenimento della continuità biologica del corso d'acqua tra monte e valle b) - irampa a blocchi - Consolidamento di fondo di corso d'acqua in tratti di salto mediante pietrame o massi di diametro variabile a seconda dei parametri idraulici da 0,4 a 1-2 m, disposto a rampa su 1-2 file di massi fissati ulteriormente da file di piloti in acciaio o in legno di dimensioni tali da garantire la funzione di bloccaggio e la durata. La rampa è sostitutiva delle briglie e dei salti di fondo in calcestruzzo e garantisce gli spostamenti di risalita dei pesci e di altra fauna acquatica. La rampa a blocchi può essere realizzata: 1. lungo la sezione principale di deflusso e in tal caso verrà creato un allargament consolidato con pietrame nel punto di inserzione tra la rampa e la sponda; 2. quale by-pass laterale al corso principale in presenza di una preesistente briglia in calcestruzzo o altro sbarramento trasversale. In tal caso si collocano i massi al fine di creare diversi piccoli bacini a vari livelli in modo da consentire a tutta la fauna ittica di risalire l'ostacolo. La pendenza non dovrà superare il rapporto 1:10 e il dislivello tra due bacini contigui i 20-25 cm. I massi principali vanno collocati in piedi e fissati con putrelle o tondini in acciaio (va evitato il calcestruzzo) le vasche vanno riempite di pietrisco e ghiaia di ø 20-30 cm. Prezzo desunto dal prezziario delle Opere di Migliormento Fondiario della Regione Campania Anno 2010 voce 188.02 **euro (sessantasette/00)**	m³	67,00
Nr. 45 O.01.029.01	Perforazione a rotazione in muratura di pietrame, mattoni o cls, con attrezzatura elettrica o meccanica, per l'inserimento di barre ad aderenza migliorata, di acciaio Diwidag o di trefoli di acciaio armonico. Eseguite a qualsiasi altezza, sia orizzontalmente che comunqu inclinate; compreso il noleggio dei macchinari, l'eventuale uso di corone diamantate, la pulizia dei fori, l'eliminazione e		

Num.Ord. TARIFFA	D E S C R I Z I O N E D E L L ' A R T I C O L O	unità di misura	P R E Z Z O UNITARIO
	l'allontanamento del materiale di risulta, diametro foro 30-35 mm. lunghezza fino a ml. 1,50. **euro (quarantasette/99)**	ml	47,99
Nr. 46 O.01.029.02	idem c.s. ...30-35 mm. per lunghezze di fori da 1.51 cm fino a metri 4.00. **euro (cinquantasei/42)**	ml	56,42
Nr. 47 O.01.036	Fornitura e posa in opera di tiranti sulle murature, costituiti da tondini di ferro non inferiori a diam 16 mm, completi di filettatura alle estremita' e piastre di ancoraggio alle testate, pezzi speciali, bulloneria secondo dettagli costruttivi forniti dalla DL, escluso l'esecuzion dei fori e le iniezioni di miscele cementizie o di resine che saranno pagati a parte con i relativi prezzi di elenco. **euro (sei/15)**	kg	6,15
Nr. 48 O.01.044	Rabboccatura e stilatura dei giunti delle murature di pietrame a vista o in laterizio eseguita a filo di muro con malta bastarda e terra a lenta presa; compreso la profilatura, gli eventuali tagli o scalpellature, il lavaggio e la spazzolatura dei giunti. **euro (ventiuno/20)**	mq	21,20
Nr. 49 O.01.063.01	Magistero di scuci e cuci in muratura di qualsiasi spessore eseguito a qualsiasi altezza o profondita' con materiale di reimpiego od integrativo e con malta cementizia. Compreso le assicurazioni in legname, il taglio delle vecchie murature, la scelta del materiale riutilizzabile e l'allontanamento di quello irrecuperabile con relativo trasporto nei luoghi di cumulo nell'ambito del cantiere, nonche' ogni altro onere e magistero relativo per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. eseguito in muratura di pietrame. **euro (trecentocinquantadue/67)**	mc	352,67
Nr. 50 S.01.001.01	Recinzione provvisionale di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno o tubi da ponteggio posti ad interasse di 1 ml. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche: Montaggi per nolo con lamiera ondulata 3/10 mm su paletti di legno. **euro (diciassette/47)**	mq	17,47
Nr. 51 S.01.001.05	Recinzione provvisionale di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno o tubi da ponteggio posti ad interasse di 1 ml. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche: Montaggi per nolo con rete di plastica stampata su paletti di legno. **euro (quindici/77)**	mq	15,77
Nr. 52 S.01.023.01	Ponteggio o incastellatura realizzato con elementi a telaio sovrapponibili, valutato in verticale dal piano di appoggio del ponteggio alla linea di gronda e/o della quinta di copertura, più un metro e venti (mt 1.20) ed in orizzontale calcolando l'asse medio del ponteggio effettivamente montato. Per i primi 6° mesi. **euro (tre/01)**	mq	3,01
Nr. 53 S.01.035.01	Nolo di ponteggio tubolare metallico posto in opera con basette, supporti agganci, tavolato, fermapiede, schermature di messa a terra e modulo scala, realizzato con l'impego di telai ad H manicotti spinottati, valutato in verticale dal piano di appoggio del ponteggio alla linea di gronda e/o della quinta di copertura, più un metro e venti (mt 1.20) ed in orizzontale calcolando l'asse medio del ponteggio effettivamente montato, comprensivo di trasporto sul posto, montaggio e smontaggio ad opera ultimata.Fino ad un'altezza di metri 20. Per i primi 6° mesi. **euro (quattordici/17)**	mq	14,17
Nr. 54 S.02.001.01	Cartelli di divieto, conformi al Dlgs 493/96, attuazione della direttiva 92/58 CEE e simbologia a norme UNI in lameria di alluminio, con pellicola adesiva rifrangente grandangolare. Sfondo bianco 125x125 mm visibilità 4 m. **euro (quattro/99)**	cad	4,99
Nr. 55 S.02.002.01	Cartelli di pericolo, conformi al Dlgs 493/96, attuazione della direttiva 92/58 CEE e simbologia a norme UNI in lameria di alluminio, con pellicola adesiva rifrangente grandagolare: Sfondo giallo triangolare con lato da 140 mm visibilità 4 m. **euro (quattro/02)**	cad	4,02
Nr. 56 S.02.003.01	Cartelli di obbligo, conformi al Dlgs 493/96, attuazione della direttiva 92/58 CEE e simbologia a norme UNI in lamiera di alluminio, con pellicola adesiva rifrangente grandangolare: Sfondo bianco 125x125 mm visibilità 4 m. **euro (quattro/99)**	cad	4,99
Nr. 57 S.04.007.01	Box bagno, costituito da struttura in materiale plastico autoestinguente, pavimenti in lastre in pvc, porta esterna in materiale plastico e maniglia di sicurezza. Vaso avente sistema di scarico a fossa chimica e comando di lavaggio ed espulsione a leva. Montaggio e nolo per il 1°mese: Da minimo cm 100 x 100 con vaso a sedere. **euro (centodue/16)**	cad	102,16
Nr. 58 S.04.008.01	idem c.s. ...lavaggio ed esplulsione a leva. Nolo per i mesi successivi al primo, compreso gli oneri di manutenzione e tenuta in esercizio: Da minimo cm 100 x 100 con vaso a sedere. **euro (sessantatre/89)**	cad/30g	63,89
Nr. 59 S.04.013.01	Monoblocco prefabbricato per mense, spogliatoi, guardiole, uffici e locali infermeria: costituito da struttura in acciaio zincato a caldo e pannelli di tamponatura. Pareti in pannelli sandwich non inferiore a mm 40, con due lamiere d'acciaio zincate e preverniciate da 5/10 con poliuretano espanso autoestinguente, pavimenti in lastre di legno truciolare idrofugo rivestito in pvc, serramenti in alluminio anodizzato, impianto elettrico canalizzato con interruttore generale magnetotermico differenziale, tubazioni e scatole in materiale termoplastico autoestinguente. Soluzione: con una finestra e portoncino esterno semivetrato (esclusi gli arredi). Montaggio e nolo per i 1° mese: Dimensioni 450 x 240 cm con altezza pari a 240 cm. **euro (quattrocentoventicinque/04)**	cad	425,04
Nr. 60 S.04.014.01	Monoblocco prefabbricato per mense, spogliatoi, guardiole, uffici e locali infermeria, costituito da struttura in acciaio zincato a caldo e pannelli di tamponatura. Pareti in pannelli sandwich non inferiore a mm 40, con due lamiere d'acciaio zincate e preverniciate da 5/10		

Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	PREZZO UNITARIO
	con poliretano espanso autoestinguente, pavimenti in lastre di legno truciolare idrofugo rivestito in pvc, serramenti in alluminio anodizzato, impianto elettrico canalizzato con interruttore generale magnetotermico differenziale, tubazioni e scatole in materiale termoplastico autoestinguente. Soluzione: con una finestra e portocino esterno semivetrato (esclusi gli arredi). Nolo per i mesi successivi al primo, compreso gli oneri di manutenzione e tenuta in esercizio: Dimensioni 450 x 240 cm con altezza pari a 240 cm. **euro (duecentosessantaquattro/04)**	cad/30g	264,04

Data, _____

Il Tecnico

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO CAMASTRA
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza
della S.P. n 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ)

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
A 0 2	Computo Metrico Lavori e Sicurezza

Scala:	Data:
	settembre 2019

Progettista:	Responsabile del Procedimento:
geom. Franco Libonati	*ing. Domenico Gerardo Tornincasa*

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:

PROVINCIA DI POTENZA - Ufficio Viabilità e Trasporti - Piazza delle Regioni,1 85100 POTENZA - www.provincia.potenza.it - tel. 0971417111 - fax 0971417250

Comune di Pietrapertosa
Provincia di Potenza

COMPUTO METRICO

OGGETTO: Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa

COMMITTENTE: Amministrazione provinciale

Data, _____

IL TECNICO

PriMus by Guido Cianciulli - copyright ACCA software S.p.A.

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							
	LAVORI A MISURA							
	Consolidamento corpo di frana al km 21+000 (Drenaggi) (SbCat 4)							
1 / 1 B.01.006.01 29/06/2019	Scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico in terreni sciolti di qualsiasi natura, con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq, compreso trovanti e strutture murarie od altri rinvenuti nello scavo, anche in presenza di acqua con un deflusso della stessa fino ad un battente massimo di cm. 20, le eliminazioni in secondo tempo di parti in precedenza escavate, compreso il carico del materiale eccedente quello occorrente per il rinterro, il trasporto all'interno del cantiere, escluse le eventuali ed occorrenti opere provvisionali, il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento: per profondita' fino a mt. 2;							
	scavo area 1 *(lung.=110,55+42,2+64,6+48,7+42,9+75+48,35+ 42,65+5,8+59,75+62,8+65,55+120,2+108,9)*(H/peso=((3+5)*1)/2)		897,95		4,000	3´591,80		
	scavo area 2 *(lung.=110,55+42,2+64,6+48,7+42,9+75+48,35+ 42,65+5,8+59,75+62,8+65,55+120,2+108,9)		897,95	1,000	1,000	897,95		
	SOMMANO mc					4´489,75	9,59	43´056,70
2 / 2 B.01.006.02 28/09/2019	Scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico in terreni sciolti di qualsiasi natura, con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq, compreso trovanti e strutture murarie od altri rinvenuti nello scavo, anche in presenza di acqua con un deflusso della stessa fino ad un battente massimo di cm. 20, le eliminazioni in secondo tempo di parti in precedenza escavate, compreso il carico del materiale eccedente quello occorrente per il rinterro, il trasporto all'interno del cantiere, escluse le eventuali ed occorrenti opere provvisionali, il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento: per profondita' da mt. 2,01 a mt. 4,00;							
	scavo area 2 *(lung.=110,55+42,2+64,6+48,7+42,9+75+48,35+ 42,65+5,8+59,75+62,8+65,55+120,2+108,9)		897,95	1,000	2,000	1´795,90		
	SOMMANO mc					1´795,90	13,13	23´580,17
3 / 3 B.01.006.03 28/09/2019	Scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico in terreni sciolti di qualsiasi natura, con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq, compreso trovanti e strutture murarie od altri rinvenuti nello scavo, anche in presenza di acqua con un deflusso della stessa fino ad un battente massimo di cm. 20, le eliminazioni in secondo tempo di parti in precedenza escavate, compreso il carico del materiale eccedente quello occorrente per il rinterro, il trasporto all'interno del cantiere, escluse le eventuali ed occorrenti opere provvisionali, il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento: per profondita' da mt. 4,01 a mt. 6,00;							
	scavo area 2 *(lung.=110,55+42,2+64,6+48,7+42,9+75+48,35+ 42,65+5,8+59,75+62,8+65,55+120,2+108,9)		897,95	1,000	1,000	897,95		
	SOMMANO mc					897,95	19,16	17´204,72
4 / 4 B.25.006 28/09/2019	Analisi chimiche necessarie alla caratterizzazione, ai sensi della normativa vigente in materia da scavo e/o rifiuti, compresa l'attribuzione del codice CER e l'indicazione delle modalità di smaltimento/recupero, per ciascun campione, escluso materiali contenente amianto.							
						3,00		
	SOMMANO cad					3,00	258,16	774,48
5 / 5 L.02.048 29/06/2019	Fornitura e posa in opera di geotessile non tessuto del tipo termosaldato a filo continuo in fibra di polipropilene avente la funzione di filtro separatore di terreni a diversa granulometria marcato CE. Il geotessile con spessore sotto i 2kN/mq pari a circa 0,50mm e							
	A R I P O R T A R E							84´616,07

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							84´616,07
	con spessore sorro i 200kN/mq paria a 0,40 mm in modo da ostacolare il fenomeno dell'intasamento superficiale del filtro, deve presentare una resistenza a punzonamento statico non inferiore a 1800 N (norma EN ISO 12236), un valore della resistenza alla lacerazione (norma ASTM D4533) non inferiore a 335 N. Sono compresi sfridi, sormonti e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte. (larg.=1+1)*(H/peso=4+4)		897,95	2,000	8,000	14´367,20		
	SOMMANO mq					14´367,20	6,56	94´248,83
6 / 6 E.05.032.01 29/06/2019	Riempimento dei drenaggi con pietrame o ciottolame, con l'onere di porre in opera materiale di dimensione decrescenti dal basso verso l'alto; compresa la fornitura del materiale: per profondità di scavo fino a m. 10.00.		897,95	1,000	4,000	3´591,80		
	SOMMANO mc					3´591,80	28,49	102´330,38
7 / 7 L.02.056.08 29/06/2019	Fornitura e posa in opera di tubi strutturati in PE a doppia parete, flessibili, aventi parete esterna corrugata e parete interna liscia prodotti per coestrusione continua delle due pareti, provvisti di fessurazioni su file ad intervalli di 60ª su tutta la circonferenza (6 file di fessure a 360ª). I tubi corrugati per il drenaggio dei terreni devono essere forniti in matasse da 50 0 25 mt e complete di manicotti di giunzione e devono avere classe di rigidità anulare SN4 (4 kN/mq) determinata in base alla UNI EN ISO 9969. DN 200 mm.		897,95			897,95		
	SOMMANO ml					897,95	19,09	17´141,87
8 / 8 B.01.021.02 28/09/2019	Rinterro dei cavi eseguiti per la costruzione delle opere d'arte, fondazioni o dello scavo aperto per la posa delle tubazioni compresi gl oneri per il trasporto delle materie dai luoghi di deposito o di cava, la preparazione del fondo, la rincalzatura prima della ricopertura, la pistonatura o la compattazione meccanica: con materiale arido; misto stabilizzato fondazione pozzeti *(par.ug.=3,14*(0,4^2))	0,50	40,00		0,300	6,00		
	SOMMANO mc					6,00	12,17	73,02
9 / 9 H.04.082.07 29/06/2019	Fornitura e posa in opera di pozzetto circolare d'ispezione del diametro interno di 800 mm in calcestruzzo vibrocompresso costruito secondo la norma UNI EN 1917:2004 provvisto di marcatura CE, atto a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni suo componente, realizzato con l'impiego di cemento tipo 42,5 R . Il pozzetto è composto da elemento di base in CLS con 2 fori di linea avente camera del diametro interno di 800 mm, spessore di parete non inferiore a 120 mm, altezza tale da consentire innesti fino al DN 300/ 350 mm, adatti per tubazioni in CLS, GRES, PVC, PEAD, GHISA, ecc, completo di manicotti e guarnizioni di tenuta in elastomero conformi alle norme UNI EN 681. La platea di base, incorporata in un unico getto con le pareti del pozzetto e di spessore non inferiore a 100 mm, sarà sagomata a cunicolo per la continuità idraulica della tubazione.- elemento di rialzo del diametro interno di 800 mm, spessore di parete non inferiore a 120 mm ed altezza variabile secondo le indicazioni di progetto. - elemento tronco conico del diamentro interno di base di 800 mm e del diametro in sommità di 625 mm , spessore di parete non inferiore a 120 mm, ed altezza variabile compresa tra i 600 ed i 2000 mm-soletta circolare di copertura proporzionata per carichi stradali di 1 ° categoria con la formazione del passo d'uomo per il posizionamento del chiusino (da utilizarsi in alternativa all'elemento tronco conico per basse quote di scorrimento) avente spessore non inferiore a 150 mm- elementi raggiungiquota del diametro interno di 625 mm di altezza compresa tra i 50 mm e 200 mm. Le giunzioni tra i vari elementi del pozzetto saranno del tipo a bicchiere ricavate nello spessore delle pareti per consentire l'incastro a tenuta degli elementi successivi e della soletta di copertura e dovranno							
	A R I P O R T A R E							298´410,17

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							298´410,17
	essere a tenuta ermetica affidata a guarnizioni in elastomero incorporate durante il getto, conformi alla norma UNI EN 681-1.L'elemento di base può essere rivestito, per aumentare la resistenza del calcestruzzo all'aggressione chimica, con un film di resina epossidica avente spessore non inferiore a 0,3 mm, oppure con vasca preformata in materiale plastico resa solidale al calcestruzzo in fase di produzione.Gli elementi di rialzo e a tronco di cono dovranno avere la predisposizione per l'innesto a pressione dei gradini di discesa a norma UNI EN 13101:2004. elemento di base con fondo in materiale plastico per innesti DN 300.					40,00		
	SOMMANO cad					40,00	793,47	31´738,80
10 / 10 H.04.082.08 29/06/2019	Fornitura e posa in opera di pozzetto circolare d'ispezione del diametro interno di 800 mm in calcestruzzo vibrocompresso costruito secondo la norma UNI EN 1917:2004 provvisto di marcatura CE, atto a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni suo componente, realizzato con l'impiego di cemento tipo 42,5 R . Il pozzetto è composto da elemento di base in CLS con 2 fori di linea avente camera del diametro interno di 800 mm, spessore di parete non inferiore a 120 mm, altezza tale da consentire innesti fino al DN 300/ 350 mm, adatti per tubazioni in CLS, GRES, PVC, PEAD, GHISA, ecc, completo di manicotti e guarnizioni di tenuta in elastomero conformi alle norme UNI EN 681. La platea di base, incorporata in un unico getto con le pareti del pozzetto e di spessore non inferiore a 100 mm, sarà sagomata a cunicolo per la continuità idraulica della tubazione.- elemento di rialzo del diametro interno di 800 mm, spessore di parete non inferiore a 120 mm ed altezza variabile secondo le indicazioni di progetto. - elemento tronco conico del diamentro interno di base di 800 mm e del diametro in sommità di 625 mm , spessore di parete non inferiore a 120 mm, ed altezza variabile compresa tra i 600 ed i 2000 mm-soletta circolare di copertura proporzionata per carichi stradali di 1 ° categoria con la formazione del passo d'uomo per il posizionamento del chiusino (da utilizarsi in alternativa all'elemento tronco conico per basse quote di scorrimento) avente spessore non inferiore a 150 mm- elementi raggiungiquota del diametro interno di 625 mm di altezza compresa tra i 50 mm e 200 mm. Le giunzioni tra i vari elementi del pozzetto saranno del tipo a bicchiere ricavate nello spessore delle pareti per consentire l'incastro a tenuta degli elementi successivi e della soletta di copertura e dovranno essere a tenuta ermetica affidata a guarnizioni in elastomero incorporate durante il getto, conformi alla norma UNI EN 681-1.L'elemento di base può essere rivestito, per aumentare la resistenza del calcestruzzo all'aggressione chimica, con un film di resina epossidica avente spessore non inferiore a 0,3 mm, oppure con vasca preformata in materiale plastico resa solidale al calcestruzzo in fase di produzione.Gli elementi di rialzo e a tronco di cono dovranno avere la predisposizione per l'innesto a pressione dei gradini di discesa a norma UNI EN 13101:2004. soletta di copertura. Vedi voce n° 9 [cad 40.00]					40,00		
	SOMMANO cad					40,00	155,51	6´220,40
11 / 11 H.04.082.09 29/06/2019	Fornitura e posa in opera di pozzetto circolare d'ispezione del diametro interno di 800 mm in calcestruzzo vibrocompresso costruito secondo la norma UNI EN 1917:2004 provvisto di marcatura CE, atto a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni suo componente, realizzato con l'impiego di cemento tipo 42,5 R . Il pozzetto è composto da elemento di base in CLS con 2 fori di linea avente camera del diametro interno di 800 mm, spessore di parete non inferiore a 120 mm, altezza tale da consentire innesti fino al DN 300/ 350 mm, adatti per tubazioni in CLS, GRES, PVC, PEAD, GHISA, ecc, completo di manicotti e guarnizioni di tenuta in elastomero conformi alle norme UNI EN 681. La platea di base, incorporata in un unico getto con le pareti del pozzetto e di spessore non inferiore a 100 mm, sarà sagomata a cunicolo per la continuità idraulica della tubazione.- elemento di rialzo del diametro interno di 800 mm,							
	A R I P O R T A R E							336´369,37

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							336´369,37
	spessore di parete non inferiore a 120 mm ed altezza variabile secondo le indicazioni di progetto. - elemento tronco conico del diamentro interno di base di 800 mm e del diametro in sommità di 625 mm , spessore di parete non inferiore a 120 mm, ed altezza variabile compresa tra i 600 ed i 2000 mm-soletta circolare di copertura proporzionata per carichi stradali di 1 ° categoria con la formazione del passo d'uomo per il posizionamento del chiusino (da utilizarsi in alternativa all'elemento tronco conico per basse quote di scorrimento) avente spessore non inferiore a 150 mm- elementi raggiungiquota del diametro interno di 625 mm di altezza compresa tra i 50 mm e 200 mm. Le giunzioni tra i vari elementi del pozzetto saranno del tipo a bicchiere ricavate nello spessore delle pareti per consentire l'incastro a tenuta degli elementi successivi e della soletta di copertura e dovranno essere a tenuta ermetica affidata a guarnizioni in elastomero incorporate durante il getto, conformi alla norma UNI EN 681-1.L'elemento di base può essere rivestito, per aumentare la resistenza del calcestruzzo all'aggressione chimica, con un film di resina epossidica avente spessore non inferiore a 0,3 mm, oppure con vasca preformata in materiale plastico resa solidale al calcestruzzo in fase di produzione.Gli elementi di rialzo e a tronco di cono dovranno avere la predisposizione per l'innesto a pressione dei gradini di discesa a norma UNI EN 13101:2004. elemento raggiungiquota da 50 mm.							
	Vedi voce n° 10 [cad 40.00]	6,00				240,00		
	SOMMANO cad					240,00	38,17	9´160,80
12 / 12 B.01.021.01 29/06/2019	Rinterro dei cavi eseguiti per la costruzione delle opere d'arte, fondazioni o dello scavo aperto per la posa delle tubazioni compresi gl oneri per il trasporto delle materie dai luoghi di deposito o di cava, la preparazione del fondo, la rincalzatura prima della ricopertura, la pistonatura o la compattazione meccanica: con terra o materiali provenienti dagli scavi;							
	Vedi voce n° 1 [mc 4 489.75]					4´489,75		
	Vedi voce n° 2 [mc 1 795.90]					1´795,90		
	Vedi voce n° 3 [mc 897.95]					897,95		
	a detrarre trincee drenanti							
	Vedi voce n° 6 [mc 3 591.80]					-3´591,80		
	Sommano positivi mc					7´183,60		
	Sommano negativi mc					-3´591,80		
	SOMMANO mc					3´591,80	5,24	18´821,03
13 / 13 E.02.007 30/09/2019	Sistemazione in rilevato od in riempimento di materiali idonei, provenienti sia dagli scavi che dalle cave di prestito (esclusa fornitura) ed appartenenti ai gruppi A 1, A 2 - 4, A 2 - 5, A 3, sempre che siano ritenuti idonei dalla D.L:, oppure costituiti da materiali rocciosi o pozzolanici, compreso il compattamento a strati fino a raggiungere il costipamento prescritto; compreso l'eventuale inumidimento, comprese la sagomatura e profilatura dei cigli, delle banchine e delle scarpate rivestite con terra vegetale; compresa ogni lavorazione ed onere per dare il rilevato compiuto a perfetta regola d'arte misurato secondo metodi geometrici (sezioni ragguagliate), escluso la fornitura del materiale, escluso la fornitura del terreno vegetale e fino ad una distanza max di mt 2.000.							
	stesa di materiale proveniente dagli scavi per realizzazione modellazione sezione stradale							
	in ragione del 70% del materiale provente dallo scavo delle trincee							
	in ragione del 70% del materiale provente dallo scavo delle trincee * (par.ug.=(0,70*3591,806))	2514,26				2´514,26		
	SOMMANO mc					2´514,26	4,27	10´735,89
	Parziale Consolidamento corpo di frana al km 21+000 (Drenaggi) (SbCat 4) euro							375´087,09

	A R I P O R T A R E							375´087,09

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							375´087,09
	Consolidamento corpo di frana al km 18+000 (Paratia) (SbCat 5)							
14 / 14 E.03.008.06 29/06/2019	Pali trivellati di grande diametro eseguiti con fusto in calcestruzzo armato Rck 30, compresa la formazione del foro, l'onere della posa della gabbia metallica con l'uso di autogru e gli eventuali sovraspessori di scavo, la fornitura di calcestruzzo con l'ausilio di tubi getto, sia alla base che lungo il fusto del palo, il carico e il trasporto del materiale di risulta nell'ambito del cantiere (esclusi gli oneri per il trasporto e gli oneri per il conferimento a discarica e/o ad impianto di trattamento di rifiuti), ed ogni eventuale altro onere per dare i pali completi in ogni loro parte con la sola esclusione del ferro di armatura, l'utilizzo del tuboforma e la fornitura di eventuale controcamicia in lamierino, per ogni metro di palo fino alla profondita' di 20 m: - in terreni autosostenenti con resistenza alla compressione inferiore a 60 kg/cmq: per diametro pari a 1.200 mm.; Paratia	70,00			11,000	770,00		
	SOMMANO ml					770,00	175,89	135´435,30
15 / 15 E.01.038.01 29/06/2019	Trasporto a discarica autorizzata e/o ad impianto di trattamento rifiuti di materiali provenienti da : demolizioni stradali o demolizioni eseguite per lavori stradali , scavi , scomposizioni e fresaggi con esclusione delle rimozioni, eseguite con autocarri di media/grande portata ovvero con portata superiore a 35 q.li; si ipotizza discarica a 15 km Paratia *(H/peso=3,14*(0,5^2)*11)	70,00	15,00		8,635	9´066,75		
	SOMMANO mc/km					9´066,75	0,58	5´258,72
16 / 16 B.05.038 17/12/2018	Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio lavorato e tagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge. Del tipo B450C controllato in stabilimento. Paratia armatura palo ferri longitudinali 20Fi24	20,00	11,70		3,551	830,93		
	staffe Fi10/15	11,00			17,800	195,80		
	cerchi di irrigidimento F16	10,00	2,68		1,578	42,29		
	Parziale kg					1´069,02		
	altri 69 pali	69,00			1069,020	73´762,38		
	Parziale kg					73´762,38		
	SOMMANO kg					74´831,40	1,50	112´247,10
17 / 17 E.03.017.06 29/06/2019	Scapitozzatura testa di palo comprensivo di ogni onere e magistero per dare il palo finito a perfetta regola d'arte con la sola esclusione degli oneri per il trasporto e per il conferimento a discarica e/o ad impianto di trattamento di rifiuti: per diametro pari a 1200 mm. Paratia					70,00		
	SOMMANO cad					70,00	85,94	6´015,80
18 / 18 B.01.006.01 11/01/2019	Scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico in terreni sciolti di qualsiasi natura, con resistenza alla compressione inferiore a 60 Kg/cmq, compreso trovanti e strutture murarie od altri rinvenuti nello scavo, anche in presenza di acqua con un deflusso della stessa fino ad un battente massimo di cm. 20, le eliminazioni in secondo tempo di parti in precedenza escavate, compreso il carico del materiale eccedente quello occorrente per il rinterro, il trasporto all'interno del cantiere, escluse le eventuali ed occorrenti opere provvisionali, il trasporto ed il conferimento a discarica o ad impianto di trattamento: per profondita' fino a mt. 2;							
	A R I P O R T A R E							634´044,01

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							634´044,01
	TRAVE DI COLLEGAMENTO							
	Paratia		70,00	2,400	1,000	168,00		
	SOMMANO mc					168,00	9,59	1´611,12
19 / 19 E.01.038.01 29/06/2019	Trasporto a discarica autorizzata e/o ad impianto di trattamento rifiuti di materiali provenienti da : demolizioni stradali o demolizioni eseguite per lavori stradali , scavi , scomposizioni e fresaggi con esclusione delle rimozioni, eseguite con autocarri di media/grande portata ovvero con portata superiore a 35 q.li;							
	Vedi voce n° 17 [cad 70.00] *(H/peso=3,14*(0,5^2)*1)		15,00		0,785	824,25		
	Vedi voce n° 18 [mc 168.00]		15,00			2´520,00		
	SOMMANO mc/km					3´344,25	0,58	1´939,67
20 / 20 B.05.003.01 17/12/2018	Calcestruzzo durevole preconfezionato per impieghi strutturali a prestazione garantita conforme a norme cogenti ed a norme UNI vigenti per calcestruzzi. D inerti max 32 mm. Compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, l'uso di pompa, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte. Esclusi i soli ponteggi, casseforme e ferro di armatura.Caratteristiche dell'ambiente e rischi connessi: corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo.In Fondazione. Rck 30 - XC2 - rapporto a/c max 0,60.							
	TRAVE DI COLLEGAMENTO							
	Paratia		70,00	2,800	1,000	196,00		
	SOMMANO mc					196,00	106,71	20´915,16
21 / 21 B.05.032.01 17/12/2018	Casseforme in legname per getti di conglomerati cementiti semplici o armati, di qualunque forma, compreso puntellamento, successivo disarmo e accatastamento; eseguite fino ad un'altezza di m.4.00 dal piano di appoggio;realizzate a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo.(escluso onere del ponteggio). per muri di sostegno armati e non, in fondazione ed in elevazione fino al primo solaio;							
		2,00	70,00		1,000	140,00		
		2,00	2,80		1,000	5,60		
	SOMMANO mq					145,60	15,24	2´218,94
22 / 22 B.05.038 17/12/2018	Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio lavorato e tagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge. Del tipo B450C controllato in stabilimento.							
	staffe Fi10/10 *(par.ug.=(70/0,1)+1)*(lung.=5,68*2)	701,00	11,36		0,617	4´913,39		
	ferri logitudinali Fi20 *(lung.=(12*6)+2,6)	22,00	74,60		2,466	4´047,20		
	SOMMANO kg					8´960,59	1,50	13´440,89
	Parziale Consolidamento corpo di frana al km 18+000 (Paratia) (SbCat 5) euro							299´082,70
	A R I P O R T A R E							674´169,79

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							674´169,79
	Ripristino piattaforma stradale SP13 (SbCat 6)							
23 / 23 E.01.001 28/09/2019	Fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso con impiego di particolare macchina fresatrice, per spessori di pavimentazione fino a 15 cm., per riquotature longitudinali e trasversali della piattaforma stradale, compreso la squadratura secondo superfici geometriche regolari ed i contorni retti verticali delle zone di intervento, pulizia totale delle superfici del piano scarificato con macchina munita di spazzole rotanti e/o dispositivo aspiranti, nonche' il carico del materiale fresato.							
	INTERVENTO A - Km 17+280	2,00		6,000	3,000	36,00		
	INTERVENTO B - Km 17+400	2,00		6,000	3,000	36,00		
	INTERVENTO C - Km 17+800	2,00		6,000	3,000	36,00		
	INTERVENTO D - Km 18+300	2,00		6,000	3,000	36,00		
	SOMMANO mq/cm					144,00	0,90	129,60
24 / 24 E.04.003 28/09/2019	Stabilizzazione di strati di fondazione mediante lo spandimento (o l'aggiunta) di cemento, miscelazione con idonee macchine (pulvimixer), aggiunta di acqua e se necessario inerti di integrazione per un max del 20% in peso e successiva compattazione mediante rulli vibranti di idoneo peso, e la spruzzatura di un velo di emulsione bituminosa in ragione di 0,8-1,2 kg/mq, il tutto secondo il CSA e compreso ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, misurato in opera dopo costipamento.							
	INTERVENTO G - Km 21+100	0,30	10,00	6,000		18,00		
	SOMMANO mc					18,00	24,68	444,24
25 / 25 E.04.007 28/09/2019	Fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo tipo Binder tradizionale con o senza riciclato proveniente dalle scarifiche, provvisto di marchiatura CE, avente caratteristiche meccaniche come prescritto dalle Norme Tecniche di Appalto, costituito da una miscela di aggregati totalmente frantumati, sabbie di sola frantumazione, filler, impastata a caldo con legante bituminoso tipo 50-70. Il legante dovrà essere chimicamente additivato con speciali sostanze attivanti di adesione bitume-inerti a base di Alkilamidopoliammina e di A.C.F. Attivante Chimico Funzionale per la rigenerazione del bitume presente nel fresato. Il conglomerato sarà confezionato in appositi impianti di produzione di tipo discontinuo o continuo (secondo una miscela approvata preventivamente dalla D.L.) con impiego fino al 15% dell'intera miscela, di materiali provenienti dalle scarifiche, posto in opera con apposite macchine vibrofinitrici e compattato con rulli metallici di 8,0 t. Esclusa la mano d'attacco e misurato in opera dopo il costipamento.							
	INTERVENTO A - Km 17+280		70,00	6,000	5,000	2´100,00		
	INTERVENTO B - Km 17+400		35,00	6,000	5,000	1´050,00		
	INTERVENTO C - Km 17+800		100,00	6,000	5,000	3´000,00		
	INTERVENTO D - Km 18+300		100,00	6,000	5,000	3´000,00		
	SOMMANO mq/cm					9´150,00	1,67	15´280,50
26 / 26 E.04.008 28/09/2019	Fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo tipo Usura tradizionale con o senza riciclato proveniente dalle scarifiche, provvisto di marchiatura CE, avente caratteristiche meccaniche come prescritto dalle Norme Tecniche di Appalto, costituito da una miscela di aggregati totalmente frantumati, sabbie di sola frantumazione, filler, impastata a caldo con legante bituminoso tipo 50-70. Il legante dovrà essere chimicamente additivato con speciali sostanze attivanti di adesione bitume-inerti a base di Alkilamidopoliammina e di A.C.F. Attivante Chimico Funzionale per la rigenerazione del bitume presente nel fresato. Il conglomerato sarà confezionato in appositi impianti di produzione di tipo discontinuo o continuo (secondo una miscela approvata preventivamente dalla D.L.) con impiego fino al 10% dell'intera miscela, di materiali provenienti dalle scarifiche, posto in opera con apposite macchine vibrofinitrici e compattato con rulli							
	A R I P O R T A R E							690´024,13

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							690´024,13
	metallici di 8,0 t. Esclusa la mano d'attacco e misurato in opera dopo il costipamento.							
	INTERVENTO A - Km 17+280		70,00	6,000	3,000	1´260,00		
	INTERVENTO B - Km 17+400		35,00	6,000	3,000	630,00		
	INTERVENTO C - Km 17+800		100,00	6,000	3,000	1´800,00		
	INTERVENTO D - Km 18+300		100,00	6,000	3,000	1´800,00		
	SOMMANO mq/cm					5´490,00	1,88	10´321,20
	Parziale Ripristino piattaforma stradale SP13 (SbCat 6) euro							26´175,54
	A R I P O R T A R E							700´345,33

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							700´345,33
	ONERI SICUREZZA (SbCat 7)							
27 / 27 S.01.001.01 01/10/2019	Recinzione provvisionale di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno o tubi da ponteggio posti ad interasse di 1 ml. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche: Montaggio per nolo con lamiera ondulata 3/10 mm su paletti di legno.					150,00		
	SOMMANO mq					150,00	17,47	2´620,50
28 / 28 S.02.001.01 01/10/2019	Cartelli di divieto, conformi al Dlgs 493/96, attuazione della direttiva 92/58 CEE e simbologia a norme UNI in lameria di alluminio, con pellicola adesiva rifrangente grandangolare. Sfondo bianco 125x125 mm visibilità 4 m.				8,000	8,00		
	SOMMANO cad					8,00	4,99	39,92
29 / 29 S.02.002.01 01/10/2019	Cartelli di pericolo, conformi al Dlgs 493/96, attuazione della direttiva 92/58 CEE e simbologia a norme UNI in lameria di alluminio, con pellicola adesiva rifrangente grandagolare: Sfondo giallo triangolare con lato da 140 mm visibilità 4 m.				8,000	8,00		
	SOMMANO cad					8,00	4,02	32,16
30 / 30 S.02.003.01 01/10/2019	Cartelli di obbligo, conformi al Dlgs 493/96, attuazione della direttiva 92/58 CEE e simbologia a norme UNI in lamiera di alluminio, con pellicola adesiva rifrangente grandangolare: Sfondo bianco 125x125 mm visibilità 4 m.				8,000	8,00		
	SOMMANO cad					8,00	4,99	39,92
31 / 31 S.04.007.01 01/10/2019	Box bagno, costituito da struttura in materiale plastico autoestinguente, pavimenti in lastre in pvc, porta esterna in materiale plastico e maniglia di sicurezza. Vaso avente sistema di scarico a fossa chimica e comando di lavaggio ed espulsione a leva. Montaggio e nolo per il 1°mese: Da minimo cm 100 x 100 con vaso a sedere.					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	102,16	102,16
32 / 32 S.04.008.01 01/10/2019	Box bagno, costituito da struttura in materiale plastico autoestinguente, pavimenti in lastre in pvc, porta esterna in materiale plastico e maniglia di sicurezza. Vaso avente sistema di scarico a fossa chimica e comando di lavaggio ed esplulsione a leva. Nolo per i mesi successivi al primo, compreso gli oneri di manutenzione e tenuta in esercizio: Da minimo cm 100 x 100 con vaso a sedere.				5,000	5,00		
	SOMMANO cad/30g					5,00	63,89	319,45
33 / 33 S.04.013.01 01/10/2019	Monoblocco prefabbricato per mense, spogliatoi, guardiole, uffici e locali infermeria: costituito da struttura in acciaio zincato a caldo e pannelli di tamponatura. Pareti in pannelli sandwich non inferiore a mm 40, con due lamiere d'acciaio zincate e preverniciate da 5/10 con poliuretano espanso autoestinguente, pavimenti in lastre di legno truciolare idrofugo rivestito in pvc, serramenti in alluminio anodizzato, impianto elettrico canalizzato con interruttore generale magnetotermico differenziale, tubazioni e scatole in materiale termoplastico autoestinguente. Soluzione: con una finestra e							
	A RIPORTARE							703´499,44

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							703´499,44
	portoncino esterno semivetrato (esclusi gli arredi). Montaggio e nolo per il 1° mese: Dimensioni 450 x 240 cm con altezza pari a 240 cm.					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	425,04	425,04
34 / 34 S.04.014.01 01/10/2019	Monoblocco prefabbricato per mense, spogliatoi, guardiole, uffici e locali infermeria, costituito da struttura in acciaio zincato a caldo e pannelli di tamponatura. Pareti in pannelli sandwich non inferiore a mm 40, con due lamiere d'acciaio zincate e preverniciate da 5/10 con poliretano espanso autoestinguente, pavimenti in lastre di legno truciolare idrofugo rivestito in pvc, serramenti in alluminio anodizzato, impianto elettrico canalizzato con interruttore generale magnetotermico differenziale, tubazioni e scatole in materiale termoplastico autoestinguente. Soluzione: con una finestra e portocino esterno semivetrato (esclusi gli arredi). Nolo per i mesi successivi al primo, compreso gli oneri di manutenzione e tenuta in esercizio: Dimensioni 450 x 240 cm con altezza pari a 240 cm.					5,00		
	SOMMANO cad/30g					5,00	264,04	1´320,20
	Parziale ONERI SICUREZZA (SbCat 7) euro							4´899,35
	Parziale LAVORI A MISURA euro							705´244,68
	T O T A L E euro							705´244,68
	A R I P O R T A R E							

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	IMPORTI TOTALE
	RIPORTO	
	Riepilogo SUB CATEGORIE	
001	INTERVENTO 1 - Consolidamento ponte al km 18+200	
	euro 0,00 + (0,00 * 0%)	0,00
002	INTERVENTO 2 - Consolidamento corpo di frana al km 21+000 (Paratia)	
	euro 0,00 + (0,00 * 0%)	0,00
003	INTERVENTO 3 - Ripristino gabbionata al km 21+500	
	euro 0,00 + (0,00 * 0%)	0,00
004	Consolidamento corpo di frana al km 21+000 (Drenaggi)	
	euro 375´087,09 + (375´087,09 * 0%)	375´087,09
005	Consolidamento corpo di frana al km 18+000 (Paratia)	
	euro 299´082,70 + (299´082,70 * 0%)	299´082,70
006	Ripristino piattaforma stradale SP13	
	euro 26´175,54 + (26´175,54 * 0%)	26´175,54
007	ONERI SICUREZZA	
	euro 4´899,35 + (4´899,35 * 0%)	4´899,35
	Totale SUB CATEGORIE euro	705´244,68
	A RIPORTARE	

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	IMPORTI TOTALE	incid. %
	R I P O R T O		
	Riepilogo Strutturale CATEGORIE		
M	**LAVORI A MISURA euro**	705´244,68	100,000
M:000	<nessuna> euro	705´244,68	100,000
M:000.000	<nessuna> euro	705´244,68	100,000
M:000.000.004	Consolidamento corpo di frana al km 21+000 (Drenaggi) euro	375´087,09	53,185
M:000.000.005	Consolidamento corpo di frana al km 18+000 (Paratia) euro	299´082,70	42,408
M:000.000.006	Ripristino piattaforma stradale SP13 euro	26´175,54	3,712
M:000.000.007	ONERI SICUREZZA euro	4´899,35	0,695
	TOTALE euro	705´244,68	100,000

Data, _____

Il Tecnico

	A R I P O R T A R E

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO, CAMASTRA
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della
S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
S 0 1	P.S.C. - Diagramma di Gantt

Scala:	Data:
	settembre 2019

Progettista:	Responsabile del Procedimento:
geom. Franco Libonati	*ing. Domenico Gerardo Tornincasa*

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:

PROVINCIA DI POTENZA - Ufficio Viabilità e Trasporti - Piazza delle Regioni,1 85100 POTENZA - www.provincia.potenza.it - tel. 0971417111 - fax 0971417250

Piano di Sicurezza e Coordinamento

(art. 100, all.XV del D.Lgs. 81/08)

Descrizione dell'opera: Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa

Committente: Provincia di Potenza

Ente: Provincia di Potenza

Responsabile dei Lavori: Ging. Domenico Tornincasa

Coordinatore per la progettazione: Geom. Libonati -

Data: 02 ottobre 2019

Il Coordinatore per la progettazione

_____

Struttura del documento

- **Dati generali**
  - Premessa
  - Dati identificativi del cantiere
  - Soggetti
  - Descrizione dei lavori e dell'opera
  - Vincoli del sito e del contesto
- **Organizzazione del cantiere**
  - Relazione organizzazione cantiere
  - Fasi di organizzazione - allestimento
- **Prescrizioni sulle fasi lavorative**
  - Fasi di lavorazione
  - Fasi di organizzazione - smantellamento
- **Coordinamento lavori**
  - Diagramma di Gantt
  - Misure di coordinamento per uso comune
- **Allegati**
  - Gestione Emergenza
  - Segnaletica

Premessa

Il presente Piano di sicurezza e coordinamento (PSC) è redatto ai sensi dell'art. 131 c.3 del D.Lgs. n. 163/2006, dell'art. 100 c.1, del D.Lgs. n. 81/08 in conformità a quanto disposto dall'all XV dello stesso decreto sui contenuti minimi dei piani di sicurezza.

Nella sua redazione sono state inoltre contemplate le disposizioni legislative:

- Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. (GU n. 101 del 30-4-2008 - Suppl. Ordinario n.108) (art. 100);
- Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE” (art. 131);
- D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554 – Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici (art. 41) fino all'emanazione del nuovo Regolamento;
- D.Lgs. n. 81/08 All XV– Contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili.

L'obiettivo primario del PSC è stato quello di valutare tutti i rischi residui della progettazione e di indicare le azioni di prevenzione e protezione ritenute idonee, allo stato attuale, a ridurre i rischi medesimi entro limiti di accettabilità.

Il piano si compone delle seguenti sezioni principali:

- identificazione e descrizione dell'opera
- individuazione dei soggetti con compiti di sicurezza
- analisi del contesto ed indicazione delle prescrizioni volte a combattere i relativi rischi rilevati;
- organizzazione in sicurezza del cantiere, tramite:
  - relazione sulle prescrizioni organizzative;
  - lay-out di cantiere;
- analisi ed indicazione delle prescrizioni di sicurezza per le fasi lavorative interferenti;
- coordinamento dei lavori, tramite:
  - pianificazione dei lavori (diagramma di GANTT) secondo logiche produttive ed esigenze di sicurezza durante l'articolazione delle fasi lavorative;
  - prescrizioni sul coordinamento dei lavori, riportante le misure che rendono compatibili attività altrimenti incompatibili;
- stima dei costi della sicurezza;
- organizzazione del servizio di pronto soccorso,antincendio ed evacuazione qualora non sia contrattualmente affidata ad una delle imprese e vi sia una gestione comune delle emergenze
- allegati.

Le prescrizioni contenute nel presente piano, pur ritenute sufficienti a garantire la sicurezza e la salubrità durante l'esecuzione dei lavori, richiedono ai fini dell'efficacia approfondimenti e dettagli operativi da parte delle imprese esecutrici. Per tale motivo sarà cura dei datori di lavoro delle imprese esecutrici, nei rispettivi Piani operativi di sicurezza, fornire dettagli sull'organizzazione e l'esecuzione dei lavori, in coerenza con le prescrizioni riportate nel presente piano di sicurezza e coordinamento.

Dati identificativi cantiere

Committente:	Provincia di Potenza Piazza delle regioni n° 52 - 85100 POTENZA (PZ) Telefono: 0971/417197
Ente rappresentato:	Provincia di Potenza
Direttore dei lavori:	DA NOMINARE
Descrizione dell'opera:	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa
Indirizzo cantiere:	Comune di Pietrapertosa Telefono: 0971/417197
Collocazione urbanistica:	Zona Agricola
Data presunta inizio lavori:	02/03/2020
Durata presunta lavori (gg lavorativi):	180
Ammontare presunto dei lavori:	euro 705 244,68
Numero uomini/giorni:	100

Coordinatori/Responsabili

Coordinatore progettazione:	Geom. Libonati Piazze delle Regioni n° 52 - 85100 POTENZA (PZ) Telefono: 0971/417197
Coordinatore esecuzione:	DA NOMINARE
Responsabile dei lavori:	ing. Domenico Tornincasa Piazze delle Regioni n° 52 - 85100 POTENZA (PZ) Telefono: 0971/417197

Analisi del sito e del contesto

Opere aeree presenti

Linee elettriche di alta tensione: NON PRESENTE
Linee elettriche di bassa tensione: NON PRESENTE
Linee elettriche di media tensione: NON PRESENTE
Linee telefoniche: NON PRESENTE

Opere di sottosuolo presenti

Linee elettriche: NON PRESENTE
Linee telefoniche: NON PRESENTE
Rete d'acqua: NON PRESENTE
Rete gas: NON PRESENTE
Rete fognaria: NON PRESENTE

Rischi trasferibili all'esterno

Rischio: Caduta materiali dall'alto
Provenienza: dalle lavorazioni in elevazione
Precauzioni: tuttig li operai saranno muniti di idonei dispositivi DPI

RELAZIONE ORGANIZZAZIONE CANTIERE

RECINZIONE - RECINZIONE CON ELEMENTI IN FERRO, RETE, ...

L'area interessata dai lavori dovrà essere completamente recintata, allo scopo di garantire il divieto di accesso ai non addetti ai lavori.
La recinzione dovrà risultare sufficientemente robusta e visibile.
Allo scopo dovrà avere, salvo diverso avviso del regolamento edilizio comunale, un'altezza di metri 2,00 da terra e potrà essere costituita da reti plastiche colorate (arancione) e/o metalliche elettrosaldate impostate su strutture portanti lignee o in ferro ovvero da cesate in legno (tavole accostate, i in pannelli di lamiera.
Le partizioni piene, ma all'occorrenza anche le altre, devono essere opportunamente controventate, per contrastare efficacemente l'azione del vento e le altre eventuali forze orizzontali accidentali.
Per quanto concerne il dimensionamento, la tipologia e il numero degli accessi, con eventuale separazione tra accesso pedonale e veicolare, si rimanda alla lettura del lay-out di cantiere.
In ogni caso, per l'accesso unico di cantiere si dovrà realizzare un passo di larghezza che superi di almeno 1,40 metri il massimo limite di sagoma dei veicoli in transito, segnalando opportunamente il possibile transito dei pedoni.
Sugli accessi devono essere esposti i cartelli di divieto, pericolo e prescrizioni, in conformità al titolo IV del D.Lgs. n. 81/08 e il cartello d'identificazione di cantiere, conforme alla circolare del ministero dei lavori pubblici n. 1729/ul 01/06/1990.
In zona trafficata da pedoni e/o da veicoli la recinzione deve essere illuminata. L'illuminazione non dovrà costituire un pericolo elettrico, pertanto dovrà essere a bassissima tensione di alimentazione, fornita da sorgente autonoma o tramite trasformatore di sicurezza, o se posta ad un'altezza superiore a 200 centimetri da terra anche a bassa tensione (220 Volt) ma con idoneo grado d'isolamento e protezione.
Per la protezione dei pedoni, se non esiste un marciapiede o questo sarà occupato dal cantiere, si provvedere a delimitare (vedi lay-out di cantiere) un corridoio di transito pedonale, lungo il lato o i lati prospicienti il traffico veicolare, della larghezza di almeno 1,00 metro.
Detto marciapiede potrà essere costituito da marciapiede temporaneo costruito sulla carreggiata oppure da un striscia di carreggiata protetta, sul lato del traffico, da barriere o da un parapetto di circostanza segnalati dalla parte della carreggiata.
Se il cantiere o i suoi depositi determina (vedi lay-out di cantiere) un restringimento della carreggiata si provvederà ad apporre il segnale di pericolo temporaneo di strettoia.
Se la larghezza della strettoia è inferiore a 5,60 metri occorre istituire il transito a senso unico alternato, regolamentato a vista (con segnale dare precedenza nel senso unico alternato), da manovrieri (muniti di apposita paletta o bandiera di colore arancio fluorescente) o a mezzo semafori, in accordo con le autorità preposte (comune, provincia, ANAS).

SERVIZI CANTIERE - BAGNI CHIMICI

Il cantiere dovrà essere dotato di locali per i servizi igienico assistenziali di cantiere del tipo chimico (vedi lay-out di cantiere). Il numero di gabinetti, non potrà essere in ogni caso inferiore a 1 ogni 10 lavoratori occupati per turno .
Le caratteristiche dei bagni chimici adottate non dovranno essere inferiori alle seguenti:
- il bagno sarà costruito con materiali non porosi o a bassa porosità tale da permettere una rapida pulizia e decontaminazione;
- le dimensioni minime interne non saranno inferiori a 100x100 cm per la base e 240 cm per l'altezza;
- sarà provvisto di griglie di areazione che assicureranno un continuo ricambio d'aria;
- il tetto sarà costituito da materiale semitrasparente in modo da garantire un sufficiente passaggio della luce,
- la porta sarà dotata di sistema di chiusura a molla e di un sistema di segnalazione che indicherà quando il bagno è libero od occupato;
- il bagno sarà dotato di tubo di sfiato che, inserito nella vasca reflui, fuoriuscirà dal tetto evitando così che all'interno si formino cattivi odori;
- la vasca reflui sarà dotata di sistema di schermatura in grado di impedire eventuali schizzi di materiale fecale e/o urine. la schermatura avrà caratteristiche tali da consentire la pulizia e la decontaminazione;
- la vuotatura della vasca sarà effettuata almeno ogni 24/48 ore, tenendo conto anche della situazione meteorologica e della numerosità dell'utenza;
- in occasione della vuotatura sarà effettuato un lavaggio dell'intero bagno mediante uso di acqua sotto pressione.

BARACCAMENTI - BARACCHE DI CANTIERE

Il cantiere dovrà essere dotato di locali per i servizi igienico assistenziali di cantiere dimensionati in modo da risultare consoni al numero medio di operatori presumibilmente presenti in cantiere (vedi lay-out di cantiere) con caratteristiche rispondenti all'allegato XIII del D.Lgs. 81/08.

Nei cantieri dove più di 30 dipendenti rimangono durante gli intervalli di lavoro per i pasti o nei cantieri in cui i lavoratori sono esposti a sostanze particolarmente insudicianti o lavorano in ambienti molto polverosi ed insalubri devono essere costituiti uno o più ambienti destinati ad uso mensa, muniti di sedili e tavoli.

Per i lavori in aperta campagna, lontano dalle abitazioni, quando i lavoratori debbono pernottare sul luogo di lavoro e la durata del lavoro superi i 15 giorni nella stagione fredda ed i 30 giorni nelle altre stagioni, si deve provvedere all'allestimento di locali dormitorio. La superficie dei dormitori non può essere inferiore a 3,50 mq per persona.
A ciascun lavoratore deve essere assegnato un posto letto convenientemente arredato (sono vietati i letti a castello).

Nel calcolo dimensionale di detti locali si dovranno utilizzare i parametri che normalmente sono adoperati per i servizi nei luoghi di lavoro permanenti. (vedi lay-out di cantiere).

In ogni caso in cantiere si dovrà garantire:
- un numero sufficiente di gabinetti, in ogni caso non inferiore a 1 ogni 30 lavoratori occupati per turno (nei lavori in sotterraneo 1 ogni 20 lavoratori), separati (eventualmente) per sesso o garantendo un'utilizzazione separata degli stessi;
- un numero sufficiente di lavabi;
- deve essere garantita acqua in quantità sufficiente, tanto per uso potabile quanto per lavarsi, in ogni caso almeno 1 ogni 5 lavoratori;
- spogliatoi, distinti (eventualmente) per sesso;
- locali riposo, conservazione e consunzione pasti, fornito di sedili, tavoli, scaldavivande e lava recipienti;
- un numero sufficiente di docce (obbligatorie nei casi in cui i lavoratori sono esposti a sostanze particolarmente insudicianti o lavorano in ambienti molto polverosi od insalubri) dotate di acqua calda e fredda, provviste di mezzi detersivi e per asciugarsi, distinte (eventualmente) per sesso (nei lavori in sotterraneo, quando si occupano oltre 100 lavoratori, devono essere installate docce in numero di almeno 1 ogni 25 lavoratori).
Nel caso i locali per le docce, i lavandini e gli spogliatoi del cantiere siano separati, questi locali devono facilmente comunicare tra loro.

I servizi igienico assistenziali, i locali mensa, ed i dormitori devono essere costituiti entro unità logistiche (box prefabbricati o baracche allestite in cantiere), sollevati da terra, chiuse, ben protette dalle intemperie (impermeabilizzate e coibentate), areate, illuminate naturalmente ed artificialmente, riscaldate nella stagione fredda, convenientemente arredati, dotate di collegamento alle reti di distribuzione dell'energia elettrica, di adduzione dell'acqua direttamente da acquedotto o da altra fonte e di smaltimento della fognatura o, in alternativa, di proprio sistema di raccolta e depurazione delle acque nere.
In vicinanza dei dormitori, opportunamente collegati con essi, devono essere localizzati i servizi igienico assistenziali.

I locali destinati ai servizi igienico assistenziali, a mensa ed a dormitori devono essere mantenuti in stato di scrupolosa pulizia.

GESTIONE EMERGENZE

CASSETTA DI MEDICAZIONE

L'appaltatore, prima dell'inizio effettivo dei lavori deve provvedere a costituire in cantiere, nel luogo indicato nel lay-out di cantiere, in posizione fissa, ben visibile e segnalata, e facilmente accessibile un pacchetto di medicazione il cui contenuto è indicato allegato 1 del D.M. 15 luglio 2003, n. 388.
Il contenuto del pacchetto di medicazione dovrà essere mantenuto in condizioni di efficienza e di pronto impiego, nonché dovrà essere prontamente integrato quando necessario.
L'appaltatore dovrà provvedere, entro gli stessi termini , a designare un soggetto, opportunamente formato (art. 3, D.M. 15 luglio 2003, n. 388), avente il compito di prestare le misure di primo intervento interno al cantiere e per l'attivazione degli interventi di pronto soccorso.

GESTIONE EMERGENZA

Nel lay-out di cantiere è indicato il "luogo sicuro" che dovrà essere raggiunto nel caso in cui nel cantiere si verifichi un'emergenza.
Per emergenza si intende un evento nocivo che colpisce un gruppo (una squadra di operai per esempio), una collettività (l'intero cantiere).
Esempi di emergenze sono gli eventi legati agli incendi, le esplosioni, gli allagamenti, gli spargimenti di sostanze liquide pericolose, i franamenti e smottamenti.
Il percorso che conduce, dall'esterno e all'interno del cantiere, al "luogo sicuro" deve essere mantenuto sgombro e fruibile dalle persone e i mezzi di soccorso in ogni circostanza.
È obbligo del datore di lavoro dell'impresa esecutrice dei lavori (l'Appaltatore) provvedere a designare uno o più soggetti, opportunamente formati, incaricati di gestire le emergenze.
Il datore di lavoro deve inoltre provvedere a:
- organizzare i necessari rapporti con i servizi pubblici d'emergenza;
- informare i lavoratori circa le misure predisposte e le misure da adottare in caso d'emergenza;
- dare istruzioni affinché i lavoratori possano mettersi al sicuro in caso d'emergenza;
- stabilire le procedure d'emergenza da adottare nel cantiere.

Pur non essendo obbligatoria per legge la redazione del piano di emergenza per i cantieri temporanei o mobili, si fornisce a titolo esemplificato, una procedura che potrà essere adottata in cantiere nel caso in cui si verifichi un'emergenza:
1. dare l'allarme (all'interno del cantiere e allertare i Vigili del Fuoco)
2. verificare cosa sta accadendo
3. tentare un primo intervento (sulla base della formazione ricevuta)
4. mettersi in salvo (raggiungimento del "luogo sicuro")
5. effettuare una ricognizione dei presenti
6. avvisare i Vigili del Fuoco
7. attendere i Vigili del Fuoco e informarli sull'accaduto

Il datore di lavoro dell'impresa esecutrice deve designare, prima dell'inizio dei lavori, uno o più lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze, ai sensi dell'art.18 comma 1 lett. b del D.Lgs. 81/08 o se stesso, salvo nei casi previsti dall'art. 31, comma 6 del decreto medesimo.
I lavoratori designati devono frequentare un corso di formazione, di durata di 6 ore (durata 4 ore, di cui 2 ore di esercitazioni pratiche) per le aziende di livello di rischio basso, di 8 ore (durata 8 ore, di cui 3 ore di esercitazioni pratiche) per le aziende con rischio di livello medio, di 16 ore (durata 16 ore, di cui 4 ore di esercitazioni pratiche) per le aziende di rischio di livello alto.

Cantieri temporanei o mobili	Livello alto	Livello medio	Livello basso
Cantieri temporanei o mobili in sotterrano per la costruzione, manutenzione e riparazione di gallerie, caverne, pozzi ed opere simili di lunghezza superiore a 50 m	X		
Cantieri temporanei o mobili ove si impiegano esplosivi	X		
Cantieri temporanei o mobili ove si detengono ed impiegano sostanze infiammabili e si fa uso di fiamme libere, esclusi quelli interamente all'aperto		X	
Altri cantieri temporanei o mobili			X

Gli addetti al primo soccorso, ai sensi dell'art. 3 del DM n. 388/2003, designati ai sensi dell'art.18 comma 1 lett. b del D.Lgs. 81/08, devono essere formati da specifico corso di formazione, della durata di 14 ore per le aziende appartenenti al gruppo A, di 12 ore per le aziende appartenenti ai gruppi B e C, salvo gli addetti già formati alla data di entrata in vigore del DM n. 388/2003.

Cantieri temporanei o mobili	Gruppo A	Gruppo B	Gruppo C
Lavori in sotterraneo	X		
Lavori con tre o più lavoratori non rientranti nel gruppo A		X	
Lavori con meno di tre lavoratori non rientranti nel gruppo A			X

NUMERI UTILI

Numeri utili
(Tabella da completare a cura del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori)

SERVIZIO/SOGGETTO	TELEFONO
Polizia	113
Carabinieri	112
Comando dei Vigili Urbani	
Comando provinciale dei Vigili del Fuoco	115
Pronto soccorso ambulanza	118
Guardia medica	
ASL territorialmente competente	
ISPESL territorialmente competente	
Direzione provinciale del Lavoro territorialmente competente	
INAIL territorialmente competente	
Acquedotto (segnalazione guasti)	
Elettricità (segnalazione guasti)	
Gas (segnalazione guasti)	
Direttore dei lavori	
Coordinatore per l'esecuzione	
Responsabile della sicurezza cantiere (se previsto)	
Responsabile del servizio di prevenzione (appaltatore)	

ATTREZZATURE ED IMPIANTI DI CANTIERE

PER L'ALLESTIMENTO

RECINZIONE CON ELEMENTI IN FERRO, RETE, ...
BAGNI CHIMICI
BARACCHE DI CANTIERE
PONTEGGIO METALLICO FISSO

Nome

recinzione con elementi in ferro, rete, ...
Categoria: Recinzione

Descrizione allestimento

Recinzione di cantiere eseguita con paletti in ferro infissi nel terreno e rete metallica elettrosaldata e/o rete plastica colorata.

Attrezzature

Macchine per demolizione/martello demolitore
Macchine per il trasporto/autocarro
Macchine produzione di energia/compressore d'aria
Utensili manuali/utensili d'uso corrente

Altri

organizzazione cantiere -allestimento-/recinzione con elementi in ferro, rete, ...

Fase interferente

Servizi cantiere - bagni chimici (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
urti, colpi, impatti	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente

Baraccamenti - baracche di cantiere (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	grave
caduta di materiali dall'alto	probabile	gravissima
rumore	possibile	modesta
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente

Opere provvisionali - ponteggio metallico fisso (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
caduta di materiali dall'alto	probabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Valutazione rumore

Autista autocarro 77,6 dB(A)
Generico 83,3 dB(A)
Generico 101,4 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento

Nome: pericolo incendio
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Prescrizione

Nome: indumenti protettivi
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione dei piedi
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione delle mani
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione delle vie respiratorie
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome

bagni chimici
Categoria: Servizi cantiere

Descrizione allestimento

Montaggio di bagno chimico in cantiere.

Attrezzature

Macchine per il trasporto/autocarro con braccio gru
Utensili manuali/utensili d'uso corrente

Opere provvisionali

Servizio/scale a mano

Fase interferente

Recinzione - recinzione con elementi in ferro, rete, ... (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
esplosione	improbabile	grave
inalazione gas	possibile	modesta
inalazioni polveri	probabile	lieve
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	grave
rumore	possibile	modesta
schiacciamento	improbabile	grave
urti, colpi, impatti	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente

Baraccamenti - baracche di cantiere (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	grave
caduta di materiali dall'alto	probabile	gravissima
rumore	possibile	modesta
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente

Opere provvisionali - ponteggio metallico fisso (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
caduta di materiali dall'alto	probabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Adempimenti

UTENSILI D'USO COMUNE
Verificare preventivamente che le attrezzature di lavoro messe a disposizione dei lavoratori soddisfino le disposizioni legislative e regolamentari in materia di tutela della sicurezza e dei lavoratori.

Valutazione rumore

Autista autocarro 77,6 dB(A)
Generico 77,6 dB(A)

Nome

baracche di cantiere
Categoria: Baraccamenti

Descrizione allestimento

Montaggio di baracche da assemblare in cantiere o monoblocco.

Attrezzature

Macchine per il trasporto/autocarro
Macchine per il trasporto/autocarro con braccio gru
Macchine per sollevamento materiali/autogrù
Utensili manuali/utensili d'uso corrente

Opere provvisionali

Servizio/ponti su ruote
Servizio/scale a mano
Servizio/scale doppie

Altri

organizzazione cantiere -allestimento-/montaggio baracche di cantiere

Fase interferente

Recinzione - recinzione con elementi in ferro, rete, ... (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
esplosione	improbabile	grave
inalazione gas	possibile	modesta
inalazioni polveri	probabile	lieve
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	grave
rumore	possibile	modesta
schiacciamento	improbabile	grave
urti, colpi, impatti	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente

Servizi cantiere - bagni chimici (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
urti, colpi, impatti	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente

Opere provvisionali - ponteggio metallico fisso (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
caduta di materiali dall'alto	probabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Valutazione rumore

Autista autocarro 77,6 dB(A)
Addetto autogrù 84,0 dB(A)
Generico 77,6 dB(A)

Segnaletica

Prescrizione

Nome: protezione dei piedi
Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti.
Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione del cranio
Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti.
Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione delle mani
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome ponteggio metallico fisso
Categoria: Opere provvisionali

Descrizione allestimento Montaggio di ponteggio metallico fisso.

Attrezzature Utensili manuali/utensili d'uso corrente

Fase interferente Recinzione - recinzione con elementi in ferro, rete, ... (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
esplosione	improbabile	grave
inalazione gas	possibile	modesta
inalazioni polveri	probabile	lieve
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	grave
rumore	possibile	modesta
schiacciamento	improbabile	grave
urti, colpi, impatti	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente Servizi cantiere - bagni chimici (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
urti, colpi, impatti	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente Baraccamenti - baracche di cantiere (Allestimento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	grave
caduta di materiali dall'alto	probabile	gravissima
rumore	possibile	modesta
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Adempimenti PONTEGGIO METALLICO
Il responsabile del cantiere deve effettuare la manutenzione, la revisione periodica e straordinaria (dopo perturbazioni atmosferiche o prolungata interruzione del lavoro) del ponteggio, assicurandosi della verticalità dei montanti, del giusto serraggio dei giunti, dell'efficienza degli ancoraggi e dei controventamenti.

Valutazione rumore Generico 77,6 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento	Nome: caduta materiali dall'alto Posizione: Nei pressi del ponteggio.
Divieto	Nome: vietato gettare materiali dai ponteggi Posizione: Nei pressi del ponteggio.
	Nome: vietato passare o sostare Posizione: Nei pressi del ponteggio.
	Nome: vietato salire e scendere dai ponteggi Posizione: Nei pressi del ponteggio.
Prescrizione	Nome: cintura di sicurezza Posizione: Nei pressi del ponteggio.
	Nome: protezione dei piedi Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi del ponteggio.
	Nome: protezione del cranio Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi del ponteggio.
	Nome: protezione delle mani Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi del ponteggio.

SCHEDE FASI LAVORATIVE

INDICE DELLE FASI

PALI TRIVELLATI
SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA A MACCHINA
TRINCEE DRENANTI CON GEOTESSILE E INERTI
FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMOSO
COMPATTAZIONE DEL TERRENO A MACCHINA
FORMAZIONE DI SOTTOFONDO
FORMAZIONE DI STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA
FORMAZIONE DI STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO
SEGNALETICA ORIZZONTALE
FASI DI ORGANIZZAZIONE - SMANTELLAMENTO

Nome	pali trivellati Categoria: Strutture di fondazione
Descrizione	Esecuzione di pali trivellati. Attività contemplate: - preparazione del piano di lavoro; - formazione di foro trivellato; - inserimento delle gabbie di armatura; - inserimento del tubo-getto; - getto del calcestruzzo e recupero del tubo-getto.
Attrezzature	Macchine per calcestruzzi e malte/autobetoniera Macchine per pali di fondazione/trivellatrice Macchine per sollevamento materiali/autogrù Utensili elettrici/saldatrice elettrica
Altri	strutture di fondazione/pali trivellati
Valutazione rumore	Generico 78,0 dB(A) Addetto trivella 89,6 dB(A) Addetto gru 78,9 dB(A) Addetto autogrù 84,0 dB(A) Addetto saldatura 86,8 dB(A) Addetto autobetoniera 76,1 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento	Nome: macchine in movimento Posizione: In prossimità degli accessi all'area di lavoro interdetta.
Divieto	Nome: vietato l'accesso Posizione: In prossimità degli accessi all'area di lavoro interdetta.
Prescrizione	Nome: protezione degli occhi Posizione: Nel luogo d'uso della saldatrice. Nome: protezione dei piedi Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione del cranio Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione delle mani Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione dell'udito Posizione: Nei pressi della trivella.

Nome	scavi a sezione obbligata a macchina Categoria: Scavi e rinterri
Descrizione	Scavo eseguito a sezione ristretta con l'ausilio di escavatore in terreno di qualsiasi natura, carico e trasporto a rifiuto dei materiali.
Attrezzature	Macchine movimento di terra/escavatore idraulico Macchine movimento di terra/pala caricatrice cingolata o gommata Macchine per il trasporto/autocarro
Opere provvisionali	Sicurezza/sbatacchiatura scavi in legname
Altri	Movimenti di terra/scavi a sezione ristretta con mezzi
Adempimenti	Le macchine operatrici devono essere provviste di struttura di protezione in caso di ribaltamento (ROPS) e in caso di caduta di oggetti (FOPS), dotate di marcatura CE.
Valutazione rumore	Generico 82,7 dB(A) Operatore escavatore 88,1 dB(A) Operatore pala 89,7 dB(A) Autista autocarro 77,6 dB(A)

Segnaletica

Divieto	Nome: vietato avvicinarsi agli scavi Posizione: Nei pressi degli scavi. Nome: vietato passare nell'area dell'escavatore Posizione: Nell'area di azione dell'escavatore.
Prescrizione	Nome: protezione dei piedi Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione del cranio Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione delle mani Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome	Disfacimento di vecchi gabbioni Categoria: Demolizioni
Descrizione	Disfacimento di vecchi gabbioni
Attrezzature	Macchine movimento di terra/pala caricatrice cingolata o gommata Macchine movimento di terra/ruspa (scraper) Macchine per il trasporto/autocarro Macchine produzione di energia/compressore d'aria Utensili ad aria compressa/martello demolitore pneumatico Utensili elettrici/cannello per saldatura ossiacetilenica Utensili manuali/utensili d'uso corrente
Opere provvisionali	Servizio/ponteggio metallico fisso
Altri	demolizioni e rimozioni/demolizione di strutture residue
Adempimenti	Le modalità di intervento dovranno essere decise dopo le necessarie verifiche e formalizzate su apposito programma vistato dall'imprenditore e dal direttore dei lavori. Per ponteggio di altezza superiore a metri 20 o è difforme agli schemi riportati nel libretto d'uso rilasciato dal produttore deve essere eretto in base ad un progetto redatto da ingegnere o architetto abilitato e depositato in cantiere.
Valutazione rumore	Operatore pala 89,7 dB(A) Autista autocarro 77,6 dB(A) Generico 101,4 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento	Nome: carichi sospesi Posizione: Nei pressi del luogo di calo dei materiali a terra
Divieto	Nome: vietato l'accesso Posizione: Nell'area sottostante all'intervento di demolizione
Prescrizione	Nome: cintura di sicurezza Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento Nome: protezione degli occhi Posizione: Nei pressi del luogo di utilizzo del martello demolitore Nome: protezione dei piedi Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione del cranio Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione delle mani
Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti.
Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione delle vie respiratorie
Posizione: Nei pressi del luogo d'uso del cannello

Nome	trincee drenanti con geotessile e inerti Categoria: Consolidamento terreni e versanti
Descrizione	Realizzazione di trincea drenante in terreni a bassa permeabilità mediante Scavo a sezione obbligata, Posa in opera di geotessile in polipropilene geotessuto non tessuto all'interno di scavi Posizionamento del geotessile non tessuto come elemento filtro-separatore; Posa del tubo drenante; Riempimento con l'inerte di pezzatura assortita Chiusura superiore dell'inerte con il non tessuto al fine di evitarne l'intasamento; Posa dello strato superiore di terreno argilloso
Attrezzature	Macchine movimento di terra/terna
Opere provvisionali	Sicurezza/parapetto regolamentare
Altri	Lavori stradali/posa in opera di geotessile Lavori stradali/rinterri eseguiti con macchine operatrici Lavori stradali/scavi a macchina
Adempimenti	TERNA Le macchine operatrici devono essere provviste di struttura di protezione in caso di ribaltamento (ROPS) e in caso di caduta di oggetti (FOPS), dotate di marcatura CE.
Valutazione rumore	Generico 82,7 dB(A) Operatore escavatore 88,1 dB(A) Operatore terna 88,1 dB(A)

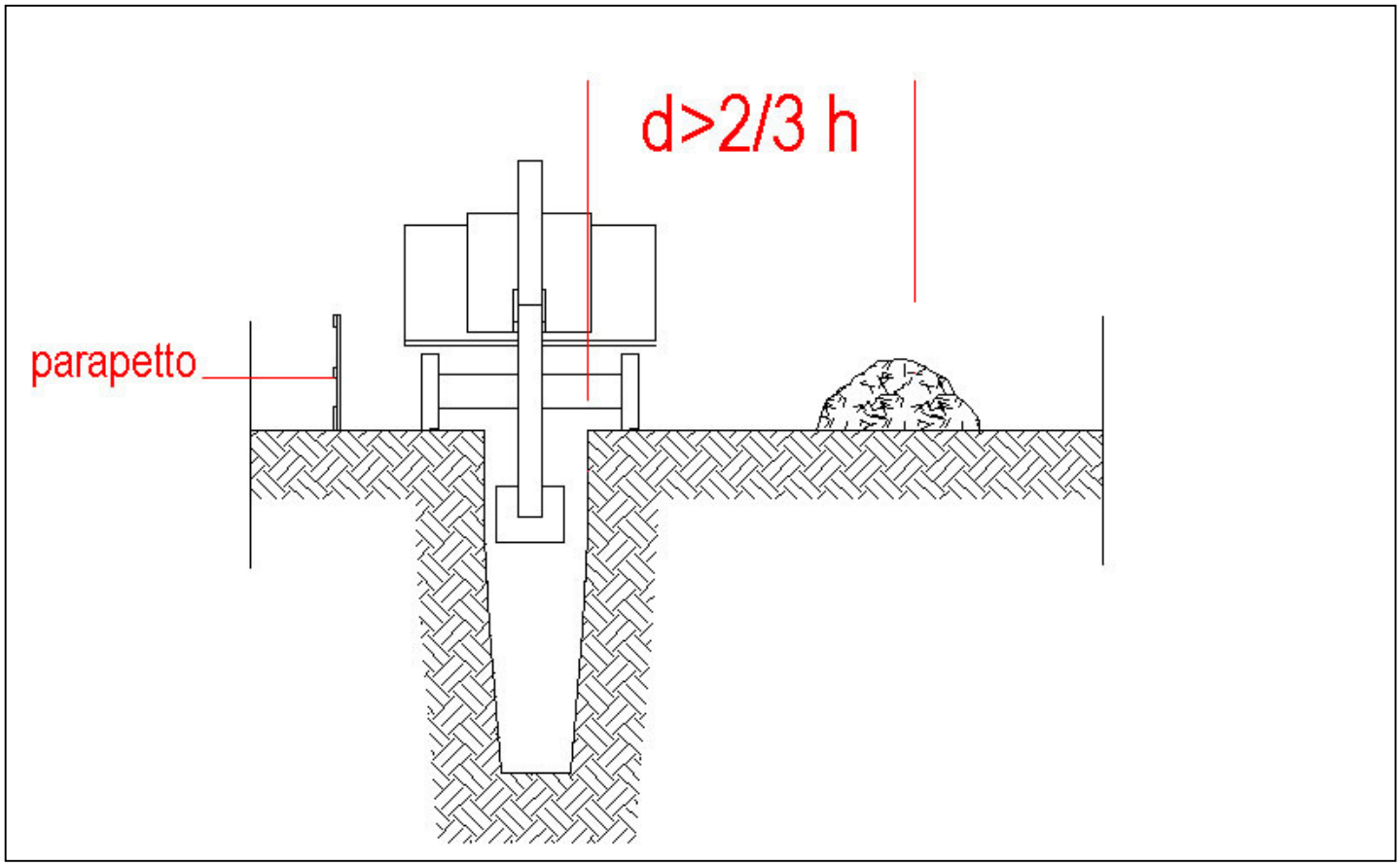
Segnaletica

Avvertimento	Nome: pericolo di caduta Posizione: In prossimità dell'apertura a cielo aperto. Nella zona di scavo. Nome: scavi Posizione: Nei pressi degli scavi.
Divieto	Nome: vietato avvicinarsi agli scavi Posizione: Nei pressi degli scavi. Nome: vietato passare nell'area dell'escavatore Posizione: Nell'area di azione dell'escavatore.
Prescrizione	Nome: protezione dei piedi Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Dove sostanze corrosive potrebbero intaccare il cuoio delle normali calzature. Quando vi è pericolo di punture ai piedi (chiodi, trucioli metallici, ecc.). Nome: protezione del cranio

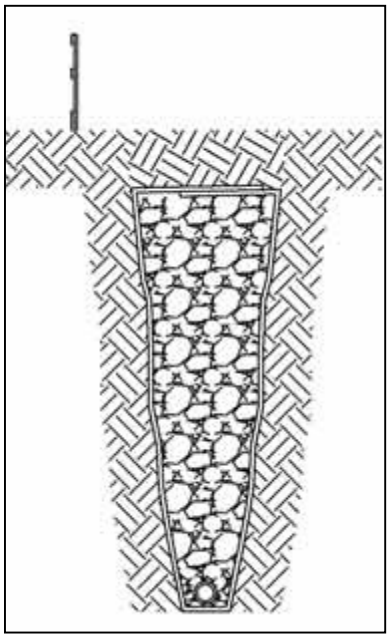
Posizione: Negli ambienti di lavoro dove esiste pericolo di caduta di materiali dall'alto o di urto con elementi pericolosi.

Nome: protezione delle mani
Posizione: Negli ambienti di lavoro, presso le lavorazioni o le macchine che comportino il pericolo di lesioni alle mani.

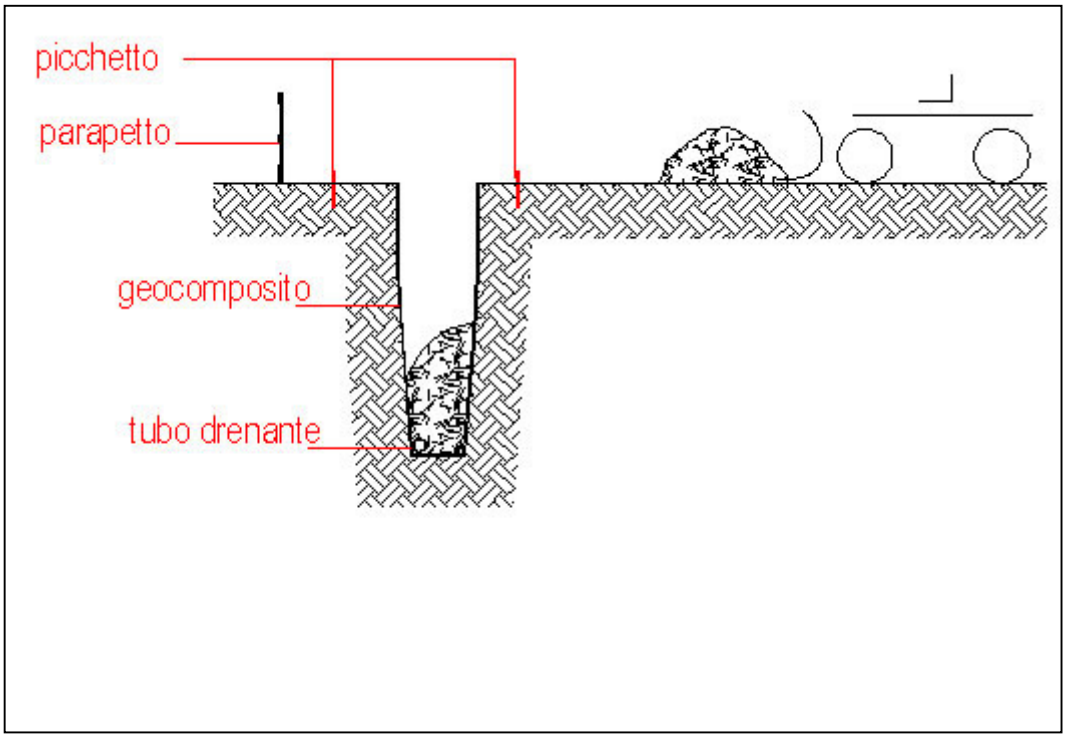
scavo



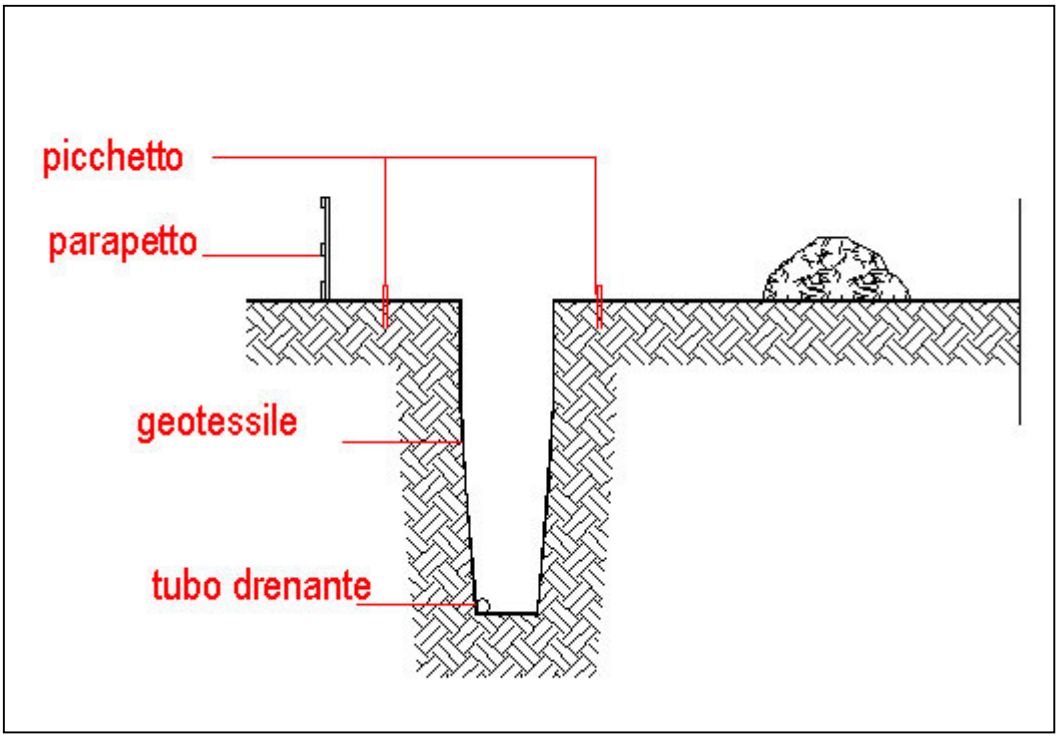
opera finita



geotessile rinterro



posa geotessile



Nome	fresatura di strati in conglomerato bitumoso Categoria: Strade
Descrizione	Esecuzione della fresatura di strati in conglomerato bituminoso.
Attrezzature	Macchine movimento di terra/scarificatrice (ripper) Macchine per demolizione/escavatore con martello demolitore Utensili elettrici/utensili elettrici portatili Utensili manuali/utensili d'uso corrente
Altri	Lavori stradali/fresatura di strati di conglomerato bituminoso
Adempimenti	Le macchine operatrici devono essere provviste di struttura di protezione in caso di ribaltamento (ROPS) e in caso di caduta di oggetti (FOPS), dotate di marcatura CE.
Valutazione rumore	Generico 82,7 dB(A) generico 86,5 db(A) generico 77,6 db(A) Generico 82,7 dB(A) Operatore scarificatrice 86,3 dB(A) Operatore escavatore 88,1 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento	Nome: macchine in movimento Posizione: Ovunque occorra indicare un pericolo non segnalabile con altri cartelli. E' completato di solito dalla scritta esplicativa del pericolo esistente (segnale complementare).
Divieto	Nome: vietato l'accesso Posizione: In prossimità degli accessi all'area di lavoro interdetta.
Prescrizione	Nome: protezione degli occhi Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione dei piedi Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione delle mani Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione delle vie respiratorie Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome	compattazione del terreno a macchina Categoria: Strade
Descrizione	Esecuzione della compattazione o costipamento del terreno a macchina.
Attrezzature	Macchine movimento di terra/pala caricatrice cingolata o gommata Macchine per il trasporto/autocarro Macchine per spandimento e compattazione/rullo compattatore Macchine per spandimento e compattazione/rullo compattatore vibrante
Altri	Lavori stradali/compattazione/costipamento del terreno a macchina
Adempimenti	Le macchine operatrici devono essere provviste di struttura di protezione in caso di ribaltamento (ROPS) e in caso di caduta di oggetti (FOPS), dotate di marcatura CE.
Valutazione rumore	Generico 82,7 dB(A) Operatore rullo 99,8 dB(A) Autista autocarro 77,6 dB(A) Operatore pala 89,7 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento	Nome: macchine in movimento Posizione: In prossimità degli accessi all'area di lavoro interdetta.
Divieto	Nome: vietato l'accesso Posizione: In prossimità degli accessi all'area di lavoro interdetta.
Prescrizione	Nome: protezione dei piedi Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione del cranio Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione delle mani Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione dell'udito Posizione: Nei pressi del luogo d'uso del rullo compattatore.

Nome formazione di sottofondo
Categoria: Strade

Descrizione Formazione del sottofondo.

Attrezzature
Macchine movimento di terra/pala caricatrice cingolata o gommata
Macchine movimento di terra/ruspa (scraper)
Macchine per il trasporto/autocarro
Macchine per il trasporto/dumper
Macchine per spandimento e compattazione/rullo compattatore
Utensili manuali/pala, mazza, piccone, badile, rastrello
Utensili manuali/utensili d'uso corrente

Altri Lavori stradali/formazione di sottofondo

Adempimenti Le macchine operatrici devono essere provviste di struttura di protezione in caso di ribaltamento (ROPS) e in caso di caduta di oggetti (FOPS), dotate di marcatura CE.

Valutazione rumore
Generico 86,5 dB(A)
Operatore pala 89,7 dB(A)
Operatore ruspa 89,8 dB(A)
Autista autocarro 77,6 dB(A)
Autista dumper 82,6 dB(A)
Operatore rullo 99,8 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento
Nome: macchine in movimento
Posizione: Ovunque occorra indicare un pericolo non segnalabile con altri cartelli.
E' completato di solito dalla scritta esplicativa del pericolo esistente (segnale complementare).

Divieto
Nome: vietato l'accesso
Posizione: In prossimità degli accessi all'area di lavoro interdetta.

Prescrizione
Nome: protezione dei piedi
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione del cranio
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione delle mani
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome	formazione di strati di collegamento e di usura Categoria: Strade
Descrizione	Formazione di strati di collegamento e di usura.
Attrezzature	Macchine movimento di terra/miniescavatore e/o minipala Macchine movimento di terra/pala caricatrice cingolata o gommata Macchine per il trasporto/autocarro Macchine per il trasporto/dumper Macchine per spandimento e compattazione/rullo compattatore Macchine per spandimento e compattazione/rullo compattatore vibrante Macchine per spandimento e compattazione/vibrofinitrice Utensili manuali/utensili d'uso corrente
Sostanze	Finitura dei pavimenti/inerti di bitume e mastice d'asflato
Altri	Lavori stradali/formazione strati di collegamento e di usura
Adempimenti	Le macchine operatrici devono essere provviste di struttura di protezione in caso di ribaltamento (ROPS) e in caso di caduta di oggetti (FOPS), dotate di marcatura CE.
Valutazione rumore	Generico 82,7 dB(A) Operatore escavatore 88,1 dB(A) Operatore pala 89,7 dB(A) Operatore pala 89,7 dB(A) Autista autocarro 77,6 dB(A) Autista dumper 82,6 dB(A) Addetto vibrofinitrice 87,9 dB(A) Operatore rullo 99,8 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento	Nome: macchine in movimento Posizione: Ovunque occorra indicare un pericolo non segnalabile con altri cartelli. E' completato di solito dalla scritta esplicativa del pericolo esistente (segnale complementare).
Divieto	Nome: vietato l'accesso Posizione: In prossimità degli accessi all'area di lavoro interdetta.
Prescrizione	Nome: indumenti protettivi Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione dei piedi Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione delle mani Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento. Nome: protezione delle vie respiratorie

Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione dell'udito
Posizione: Nei pressi del luogo d'uso del rullo compattatore.

Nome formazione di strati di fondazione in misto cementato
Categoria: Strade

Descrizione Formazione di strati di fondazione in misto cementato.

Attrezzature
Macchine movimento di terra/pala caricatrice cingolata o gommata
Macchine per il trasporto/autocarro
Macchine per il trasporto/dumper
Macchine per spandimento e compattazione/rullo compattatore
Macchine per spandimento e compattazione/rullo compattatore vibrante
Utensili manuali/pala, mazza, piccone, badile, rastrello
Utensili manuali/utensili d'uso corrente

Altri Lavori stradali/formazione strati di fondazione in misto cementato

Adempimenti Le macchine operatrici devono essere provviste di struttura di protezione in caso di ribaltamento (ROPS) e in caso di caduta di oggetti (FOPS), dotate di marcatura CE.

Valutazione rumore
Generico 86,5 db(A)
Autista autocarro 77,6 dB(A)
Autista dumper 82,6 dB(A)
Operatore pala 89,7 dB(A)
Operatore rullo 99,8 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento
Nome: macchine in movimento
Posizione: Ovunque occorra indicare un pericolo non segnalabile con altri cartelli.
E' completato di solito dalla scritta esplicativa del pericolo esistente (segnale complementare).

Divieto
Nome: vietato l'accesso
Posizione: In prossimità degli accessi all'area di lavoro interdetta.

Prescrizione
Nome: protezione dei piedi
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione delle mani
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione dell'udito
Posizione: Nei pressi del luogo d'uso del rullo compattatore.

Nome	segnaletica orizzontale Categoria: Strade
Descrizione	Verniciatura su superfici stradali per formazione di strisce con vernice rifrangente con perline di vetro premiscelate
Attrezzature	Utensili manuali/utensili d'uso corrente
Sostanze	Solventi/acqua ragia
Altri	Lavori stradali/segnaletica orizzontale
Adempimenti	UTENSILI D'USO COMUNE Verificare preventivamente che le attrezzature di lavoro messe a disposizione dei lavoratori soddisfino le disposizioni legislative e regolamentari in materia di tutela della sicurezza e dei lavoratori. Consultare preventivamente la scheda tecnica del prodotto
Valutazione rumore	Generico 77,6 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento	Nome: pericolo esplosione Posizione: deposito
	Nome: pericolo incendio Posizione: deposito
Divieto	Nome: vietato fumare Posizione: deposito - lavorazione
Prescrizione	Nome: indumenti protettivi Posizione: All'ingresso del cantiere.
	Nome: protezione dei piedi Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Dove sostanze corrosive potrebbero intaccare il cuoio delle normali calzature. Quando vi è pericolo di punture ai piedi (chiodi, trucioli metallici, ecc.).
	Nome: protezione delle mani Posizione: Negli ambienti di lavoro, presso le lavorazioni o le macchine che comportino il pericolo di lesioni alle mani.
	Nome: protezione delle vie respiratorie Posizione: Negli ambienti di lavoro dove esiste il pericolo di introdurre nell'organismo, mediante la respirazione, elementi nocivi sotto forma di gas, polveri, nebbie, fumi.

Nome recinzione con elementi in ferro, rete, ...
Categoria: Recinzione

Descrizione smantellamento Rimozione ed tallonamento degli elementi di recinzione provvisoria di cantiere, ritiro segnaletica e pulizia finale.

Attrezzature Macchine per il trasporto/autocarro
Utensili manuali/utensili d'uso corrente

Altri organizzazione cantiere -smantellamento-/smantellamento recinzioni e pulizia finale

Fase interferente Servizi cantiere - bagni chimici (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
caduta di materiali dall'alto	possibile	gravissima
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
urti, colpi, impatti	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente Baraccamenti - baracche di cantiere (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	gravissima
caduta di materiali dall'alto	possibile	gravissima
rumore	possibile	modesta
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente Opere provvisionali - ponteggio metallico fisso (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
caduta di materiali dall'alto	probabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Valutazione rumore Generico 77,6 db(A)
Autista autocarro 77,6 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento Nome: pericolo incendio
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Prescrizione Nome: indumenti protettivi
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione dei piedi

Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione delle mani
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione delle vie respiratorie
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome

bagni chimici
Categoria: Servizi cantiere

Descrizione smantellamento

Smontaggio di bagno chimico in cantiere.

Attrezzature

Macchine per il trasporto/autocarro con braccio gru
Utensili manuali/utensili d'uso corrente

Opere provvisionali

Servizio/scale a mano

Fase interferente

Recinzione - recinzione con elementi in ferro, rete, ... (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
inalazioni polveri	probabile	modesta
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	grave
rumore	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente

Baraccamenti - baracche di cantiere (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	gravissima
caduta di materiali dall'alto	possibile	gravissima
rumore	possibile	modesta
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente

Opere provvisionali - ponteggio metallico fisso (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
caduta di materiali dall'alto	probabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Adempimenti

UTENSILI D'USO COMUNE
Verificare preventivamente che le attrezzature di lavoro messe a disposizione dei lavoratori soddisfino le disposizioni legislative e regolamentari in materia di tutela della sicurezza e dei lavoratori.

Valutazione rumore

Autista autocarro 77,6 dB(A)
Generico 77,6 dB(A)

Nome

baracche di cantiere
Categoria: Baraccamenti

Descrizione smantellamento

Smontaggio ed allontanamento di baracche da assemblare in cantiere o monoblocco.

Attrezzature

Macchine per il trasporto/autocarro
Macchine per il trasporto/autocarro con braccio gru
Macchine per sollevamento materiali/autogrù
Utensili manuali/utensili d'uso corrente

Opere provvisionali

Servizio/ponti su ruote
Servizio/scale a mano
Servizio/scale doppie

Altri

organizzazione cantiere -smantellamento-/smontaggio baracche di cantiere

Fase interferente

Recinzione - recinzione con elementi in ferro, rete, ... (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
inalazioni polveri	probabile	modesta
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	grave
rumore	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente

Servizi cantiere - bagni chimici (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
caduta di materiali dall'alto	possibile	gravissima
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
urti, colpi, impatti	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente

Opere provvisionali - ponteggio metallico fisso (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
caduta di materiali dall'alto	probabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Valutazione rumore

Autista autocarro 77,6 dB(A)
Addetto autogrù 84,0 dB(A)
Generico 77,6 dB(A)

Segnaletica

Prescrizione

Nome: protezione dei piedi

Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti.
Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione del cranio
Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti.
Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome: protezione delle mani
Posizione: Nei pressi dell'area d'intervento.

Nome ponteggio metallico fisso
Categoria: Opere provvisionali

Descrizione smantellamento Smontaggio di ponteggio metallico fisso.

Attrezzature Utensili manuali/utensili d'uso corrente

Fase interferente Recinzione - recinzione con elementi in ferro, rete, ... (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
inalazioni polveri	probabile	modesta
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	grave
rumore	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente Servizi cantiere - bagni chimici (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
caduta di materiali dall'alto	possibile	gravissima
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave
investimento	improbabile	grave
urti, colpi, impatti	possibile	modesta

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Fase interferente Baraccamenti - baracche di cantiere (Smantellamento)

Rischio aggiuntivo	Probabilità	Magnitudo
investimento	improbabile	grave
ribaltamento	improbabile	gravissima
caduta di materiali dall'alto	possibile	gravissima
rumore	possibile	modesta
cesoiamento - stritolamento	improbabile	grave
incendio	improbabile	grave

Le due fasi benché contemporanee sono considerate compatibili tra loro.

Valutazione rumore Generico 77,6 dB(A)

Segnaletica

Avvertimento Nome: caduta materiali dall'alto
Posizione: Nei pressi del ponteggio.

Divieto Nome: vietato gettare materiali dai ponteggi
Posizione: Nei pressi del ponteggio.

Nome: vietato passare o sostare
Posizione: Nei pressi del ponteggio.

Nome: vietato salire e scendere dai ponteggi
Posizione: Nei pressi del ponteggio.

Prescrizione

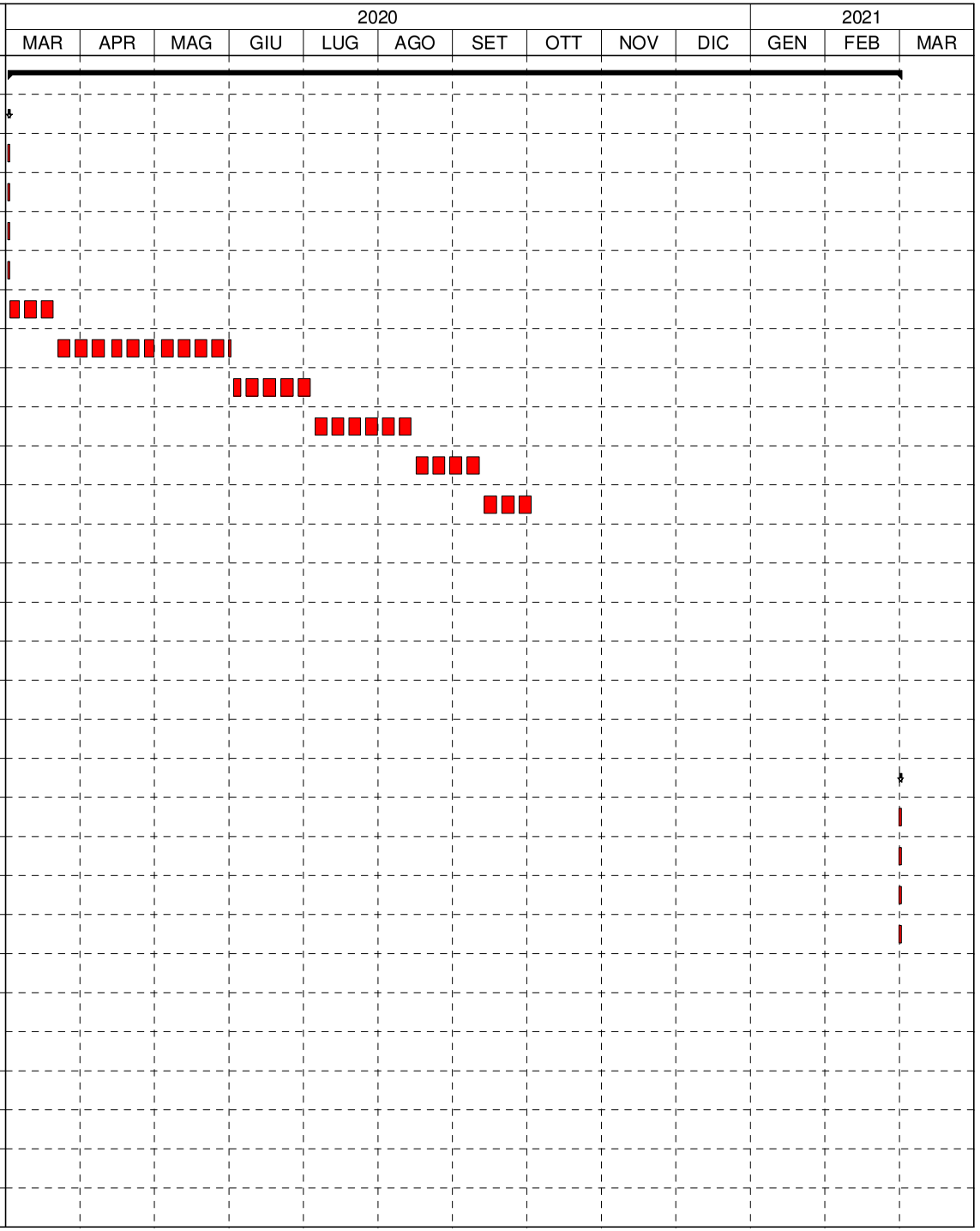
Nome: cintura di sicurezza
Posizione: Nei pressi del ponteggio.

Nome: protezione dei piedi
Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi del ponteggio.

Nome: protezione del cranio
Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi del ponteggio.

Nome: protezione delle mani
Posizione: Dove si compiono lavori di carico o scarico di materiali pesanti. Nei pressi del ponteggio.

Nr.	Descrizione	Durata	Inizio
1	**Diagramma di Gantt**	**254/365**	**02/03/2020**
2	**Allestimento cantiere**	**1/1**	**02/03/2020**
3	recinzione con elementi in ferro, rete, ...	1/1	02/03/2020
4	bagni chimici	1/1	02/03/2020
5	baracche di cantiere	1/1	02/03/2020
6	ponteggio metallico fisso	1/1	02/03/2020
7	fresatura d strati in conglomerato bitumoso	14/14	03/03/2020
8	pali trivellati	49/49	23/03/2020
9	scavi a sezione obbligata a macchina	23/23	03/06/2020
10	trincee drenanti con geotessile e inerti	30/30	06/07/2020
11	formazione di sottofondo	20/20	17/08/2020
12	formazione di strati di collegamento e di usura	20/20	14/09/2020
13	formazione di strati di fondazione in misto cementato		
14	segnaletica orizzontale		
15	**Smobilizzo cantiere**		
16	recinzione con elementi in ferro, rete, ...		
17	bagni chimici		
18	baracche di cantiere		
19	ponteggio metallico fisso		



Elenco dei presidi di sicurezza d'uso comune e relative misure di coordinamento

Ai sensi dell'articolo 4 comma 4 del DPR 222/2003, si fornisce l'elenco degli apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva di cui si prevede l'uso comune in cantiere e le relative prescrizioni.

bagni chimici

baracche di cantiere

ponteggio metallico fisso

recinzione con elementi in ferro, rete, ...

parapetto regolamentare

ponti su cavalletti

ponti su ruote

ponti su ruote (trabattelli)

sbatacchiatura scavi in legname

scale a mano

scale doppie

autocarro

autocarro con braccio gru

autogrù

dumper

pala caricatrice cingolata o gommata

pala, mazza, piccone, badile, rastrello

rullo compattatore

rullo compattatore vibrante

ruspa (scraper)

utensili d'uso corrente

GESTIONE EMERGENZA

Premessa

Qualora non venga disposto diversamente dal contratto di affidamento dei lavori, la gestione dell' emergenza è a carico dei datori di lavoro delle ditte esecutrici dell' opera, i quali dovranno designare preventivamente i lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei luoghi di lavoro in caso di pericolo grave e immediato, di salvataggio, di primo soccorso e, comunque, di gestione dell'emergenza (art. 1, comma 1, lett. b) D. Lgs. n. 81/08).

Le misure da attuare sono riportate di seguito.
Al fine di porre in essere gli adempimenti di cui sopra i datori di lavoro:

- Adottano le misure per il controllo delle situazioni di rischio in caso di emergenza e dare istruzioni affinche' i lavoratori, in caso di pericolo grave, immediato ed inevitabile, abbandonino il posto di lavoro o la zona pericolosa (art. 18, comma 1, lett. h) D. Lgs. n. 81/08) ;
- informano il piu' presto possibile i lavoratori esposti al rischio di un pericolo grave e immediato circa il rischio stesso e le disposizioni prese o da prendere in materia di protezione(art. 18, comma 1, lett. i) D. Lgs. n. 81/08);
- organizzano i necessari rapporti con i servizi pubblici competenti in materia di primo soccorso, salvataggio, lotta antincendio e gestione dell'emergenza (art. 43, comma 1, lett. a) D. Lgs. n. 81/08);
- informano tutti i lavoratori che possono essere esposti a un pericolo grave e immediato circa le misure predisposte e i comportamenti da adottare;
- programmano gli interventi, prendono i provvedimenti e danno istruzioni affinche' i lavoratori, in caso di pericolo grave e immediato che non puo' essere evitato, possano cessare la loro attivita', o mettersi al sicuro, abbandonando immediatamente il luogo di lavoro;
- adottano i provvedimenti necessari affinche' qualsiasi lavoratore, in caso di pericolo grave ed immediato per la propria sicurezza o per quella di altre persone e nell'impossibilita' di contattare il competente superiore gerarchico, possa prendere le misure adeguate per evitare le conseguenze di tale pericolo, tenendo conto delle sue conoscenze e dei mezzi tecnici disponibili

Obiettivi del Piano di emergenza

Il piano d' emergenza si pone l'obiettivo di indicare le misure di emergenza da attuare nei casi di pronta evacuazione dei lavoratori, al verificarsi di incendio o di altro pericolo grave ed immediato, e nei casi in cui è necessario fornire un primo soccorso al personale colpito da infortunio.
In particolare, prescrive:
a) le azioni che i lavoratori devono mettere in atto in caso d' incendio;
b) le procedure per l' evacuazione dal luogo di lavoro che devono essere attuate dai lavoratori e da altre persone presenti;
c) le disposizioni per richiedere l' intervento dei Vigili del fuoco e del Servizio di Pronto Soccorso pubblico;
d) gli interventi di primo soccorso da attuare nei confronti di eventuale infortunio.

Presidi antincendio Previsti

I presidi antincendio previsti in cantiere sono:

- estintori portatili

  a schiuma (luogo d' installazione)

  ad anidride carbonica (luogo d' installazione)

  a polvere (luogo d' installazione)

- gruppo elettrogeno
- illuminazione e segnaletica luminosa d' emergenza
- altro (specificare)

Azioni che i lavoratori devono mettere in atto in caso d' incendio

Nel caso il cui il lavoratore ravvisi un incendio deve:

- non perdere la calma;
- valutare l' entità dell' incendio;
- telefonare direttamente ai Vigili del Fuoco per la richiesta del pronto intervento;
- applicare le procedure di evacuazione.

Procedure di evacuazione fino al punto di raccolta

Nel caso in cui il lavoratore è avvisato dell' emergenza incendio, o di altra calamità deve porre in atto le seguenti azioni:

- non perdere la calma;
- abbandonare il posto di lavoro evitando di lasciare attrezzature che ostacoli il passaggio di altri lavoratori;
- percorrere la via d' esodo più opportuna in relazione alla localizzazione dell' incendio, evitando, per quanto possibile, di formare calca;
- raggiungere il luogo sicuro situato ed attendere l' arrivo dei soccorsi.

Gli addetti all' emergenza devono applicare le seguenti procedure:

- in caso di incendio di modesta entità intervengono con i mezzi estinguenti messi a loro disposizione;
- in caso di incendio valutato non domabile devono attivare le seguenti procedure di evacuazione rapida:
- valutare quale via d'esodo sia più opportuno percorrere e indicarla agli altri lavoratori;
- accertarsi che sia stato dato l'allarme emergenza;
- servirsi dell' estintore per aprire l'eventuale incendio che ostruisce la via d'esodo;
- attivare la procedura per segnalare l'incendio o altra emergenza ai Vigili del fuoco e/o ad altri Centri di coordinamento di soccorso pubblico e richiedere, se del caso, l'intervento del pronto soccorso sanitario;
- raggiungere il luogo sicuro di raccolta dei lavoratori e procedere alla identificazione delle eventuali persone mancanti servendosi dell' elenco dei presenti al lavoro;
- attendere l' arrivo dei soccorsi pubblici e raccontare l'accaduto.

Modalità di chiamata dei Soccorsi Pubblici

All' interno del cantiere sarà disponibile un telefono per chiamate esterne.

Colui che richiede telefonicamente l'intervento, deve comporre il numero appropriato alla necessità (vigili del fuoco per l' incendio, Prefettura per altra calamità, croce rossa o altro per richiesta ambulanza) tra quelli indicati nell' elenco sottostante. Deve comunicare con precisione l'indirizzo e la natura dell'evento, accertandosi che l' interlocutore abbia capito con precisione quanto detto.

Numeri esterni da comporre per la richiesta d' intervento dei servizi pubblici sono i seguenti:

Prefettura

Vigili del Fuoco 115

Unita di pronto soccorso (ospedale) 118

Croce Rossa

Soccorso pubblico d' emergenza (polizia) 113

Altri

Copia dell' elenco e delle relative procedure sopra riportate deve essere consegnata ad ogni lavoratore.

Verifiche e Manutenzioni

Il personale addetto all' emergenza deve effettuare i seguenti controlli periodici:

CONTROLLI	PERIODICITÀ
Fruibilità dei percorsi d' esodo (assenza di ostacoli)	settimanale
Funzionamento illuminazione d' emergenza e segnaletica di sicurezza	settimanale

Verifica estintori:

- presenza
- accessibilità
- istruzioni d' uso ben visibili
- sigillo del dispositivo di sicurezza non manomesso
- indicatore di pressione indichi la corretta pressione
- cartellino di controllo periodico sia in sede e correttamente compilato
- estintore privo di segni evidenti di deterioramento

Verifica di funzionamento gruppo elettrogeno	mensile
Verifica livello d' acqua del serbatoio antincendio	mensile
Altri (specificare)	

Verifiche periodiche da affidare a Ditte specializzate:

CONTROLLI	PERIODICITÀ
estintori portatili	semestrale
gruppo elettrogeno	semestrale
illuminazione e segnaletica luminosa d' emergenza	semestrale
altro (specificare):	

Esercitazioni

Il personale deve partecipare periodicamente (almeno una volta l' anno) ad una esercitazione antincendio per mettere in pratica le procedure di evacuazione.

L' esercitazione dovrà consistere nel percorrere la via d'esodo prevista, simulando quanto più possibile una situazione reale, ma evitando di mettere in pericolo il personale.

Nel caso in cui vi siano più vie d' esodo, è opportuno porsi come obbiettivo che una di essa non sia percorribile.

L' esercitazione avrà inizio dal momento in cui viene fatto scattare l' allarme e si concluderà una volta raggiunto il punto di raccolta e fatto l' appello dei partecipanti.

Procedure di Primo Soccorso

Infortuni possibili nell' ambiente di lavoro

In cantiere è statisticamente accertato che le tipologie di lesioni con accadimento più frequente sono le ferite, le fratture e le lussazioni, distrazioni e contusioni. Inoltre, richiedono particolare attenzione l'elettrocuzione e la intossicazione.

Per queste lesioni devono essere attuate le seguenti misure.

Norme a carico dei lavoratori

Il lavoratore che dovesse trovarsi nella situazione di essere il primo ad essere interessato da un infortunio accaduto ad un collega deve:

1) valutare sommariamente il tipo d' infortunio;
2) attuare gli accorgimenti sopra descritti;
3) avvisare prontamente l' addetto al pronto soccorso, accertandosi che l'avviso sia ricevuto con chiarezza.

Norme a carico dell' addetto al pronto soccorso

L' addetto al pronto soccorso deve inoltre provvedere alle seguenti misure di primo intervento.

a) Ferite gravi

- allontanare i materiali estranei quando possibile
- pulire l' area sana circostante la ferita con acqua e sapone antisettico
- bagnare la ferita con acqua ossigenata
- coprire la ferita con una spessa compressa di garza sterile
- bendare bene e richiedere l' intervento di un medico o inviare l' infortunato in ospedale.

b) Emorragie

- verificare nel caso di ***emorragie esterne*** se siano stati attuati i provvedimenti idonei per fermare la fuoriuscita di sangue.
- in caso di una emorragia controllata con la semplice pressione diretta sulla ferita, effettuare una medicazione compressiva, sufficientemente stretta da mantenere il blocco dell' emorragia, ma non tanto da impedire la circolazione locale
- in caso di sospetta emorragia interna mettere in atto le prime misure atte ad evitare l' insorgenza o l' aggravamento di uno stato di shock (distendere la vittima sul dorso od in posizione laterale con viso reclinato lateralmente, allentare colletti e cinture, rimuovere un' eventuale dentiera, coprire con una coperta...).
- sollecitare il trasporto in ospedale mediante autoambulanza.

c) Fratture

1) Non modificare la posizione dell' infortunato se non dopo avere individuato sede e nature della lesione;
2) evitare di fargli assumere la posizione assisa od eretta, se non dopo aver appurato che le stesse non comportino pericolo;
3) immobilizzare la frattura il più presto possibile;
4) nelle fratture esposte limitarsi a stendere sopra la ferita, senza toccarla, delle compresse di garza sterile;
5) non cercare mai di accelerare il trasporto del fratturato in ambulatorio e/o in ospedale con mezzi non idonei o pericolosi, onde evitare l' insorgenza di complicazioni;
6) mantenere disteso il fratturato in attesa di una barella e/o di un' autoambulanza.

d) Ustioni

Risulta necessario un pronto ricovero in ospedale, per un trattamento di rianimazione, quando l'ustione coinvolge il 20% della superficie corporea, con lesioni che interessano l'epidermide e il derma, con formazione di bolle ed ulcerazioni (secondo grado) od il 15%, con lesioni comportanti la completa distruzione della cute ed eventualmente dei tessuti sottostanti (terzo grado).

Si dovrà evitare:

a) di applicare grassi sulla parte ustionata, in quanto possono irritare la lesione, infettandola e complicandone poi la

pulizia;

b) di usare cotone sulle ustioni con perdita dell' integrità della cute, per non contaminarle con frammenti di tale materiale;

c) di rompere le bolle, per i rischi di infettare la lesione.

Primi trattamenti da praticare:

a) in caso di lesioni molto superficiali (primo grado), applicare compresse di acqua fredda, quindi pomata antisettica - anestetica, non grassa;

b) nelle ustioni di secondo grado, pulire l' area colpita dalle eventuali impurità presenti, utilizzando garza sterile e soluzioni antisettiche, immergere, poi, la lesione in una soluzione di bicarbonato di sodio, applicare, successivamente, pomata antisettica anestetica. Provvedere comunque ad inviare l' infortunato presso ambulatorio medico.

c) in caso di ustioni molto estese o di terzo grado, con compromissione dello stato generale, provvedere all' immediato ricovero ospedaliero, richiedendo l' intervento di un' autoambulanza. In attesa, sistemare l' ustionato in posizione reclinata, con piedi alzati (posizione antishock), allontanare con cautela indumenti, togliere anelli e braccialetti, somministrare liquidi nella maggior quantità possibile.

Nelle ustioni da agenti chimici:

1) allontanare immediatamente la sostanza con abbondante acqua;

2) se il prodotto chimico è un acido, trattare poi la lesione con una soluzione di bicarbonato di sodio;

3) se è una base, con una miscela di acqua ed aceto, metà e metà.

e) Elettrocuzioni

In caso di apnea, praticare la respirazione bocca - naso. Nel contempo, provvedere all'intervento di un' autoambulanza per poter effettuare, prima possibile, respirazione assistita con ossigeno e ricovero ospedaliero. Qualora mancasse il "polso", eseguire massaggio cardiaco.

Massaggio cardiaco esterno

Indicazione

arresto cardiocircolatorio (azione cardiaca non rilevabile): in caso di incidente da corrente elettrica, trauma arresto respiratorio primario, infarto cardiaco, ...

Tecnica:

1) far giacere il malato su di un piano rigido;

2) operatore in piedi o in ginocchio accanto al paziente;

3) gomiti estesi;

4) pressione al terzo inferiore dello sterno;

5) mani sovrapposte sopra il punto di pressione;

6) pressione verticale utilizzando il peso del corpo, con il quale lo sterno deve avvicinarsi di circa 5 cm alla colonna vertebrale;

7) frequenza: 80-100 al minuto;

8) controllare l' efficacia del massaggio mediante palpazione polso femorale;

9) associare ventilazione polmonare: il rapporto tra massaggio cardiaco e ventilazione deve essere di 5 ad 1;

10) non interrompere il massaggio cardiaco durante la respirazione artificiale.

Respirazione artificiale

Indicazione

Arresto respiratorio in caso di:

a) arresto circolatorio;

b) ostruzione delle vie aeree;

c) paralisi respiratoria centrale per emorragia, trauma, intossicazione;

d) paralisi respiratoria periferica, per paralisi neuromuscolare, farmaci.

Tecnica

1) Assicurare la pervietà delle vie aeree (iperestendere il collo del malato e tenere sollevata la mandibola); per favorire la fuoriuscita di secrezioni, alimenti, ..., dalla bocca porre il paziente su di un fianco, tenendo sempre la testa iperestesa.

2) Respirazione bocca naso:

a) estendere il capo indietro: una mano sulla fronte, l' altra a piatto sotto il mento;

b) spingere in avanti la mandibola e premere contro il mascellare in modo da chiudere la bocca;

c) la bocca dell' operatore circonda a tenuta l' estremità del naso, in modo da espirarvi dentro;

d) insufflare per tre secondi, lasciare il paziente espira spontaneamente per due secondi; la frequenza che ne risulta è di 12 respiri al minuto;

e) osservare che il torace del paziente si alzi e si abbassi.

Se non è possibile utilizzare il naso (ferite, ...), si può usare nella stessa maniera la bocca (respirazione bocca a bocca). In quest' ultimo caso è consigliabile l' uso di un tubo a due bocche.

f) Intossicazioni acute

- in caso di contatto con la cute verificare se siano stati asportati i vestiti e se è stato provveduto alla pulizia della cute con acqua saponata. Se il contatto è avvenuto con acidi lavare con una soluzione di bicarbonato di sodio. Se, invece, il contatto è stato con una sostanza alcalina, lavare con aceto diluito in acqua o con una soluzione di succo di limone.
- se la sostanza chimica lesiva è entrata in contatto con gli occhi lavare abbondantemente con acqua o soluzione fisiologica, se non si conosce la natura dell' agente chimico; con una soluzione di bicarbonato di sodio al 2,5% nel caso di sostanze acide, con una soluzione glucosata al 20% e succo di limone nel caso di sostanze alcaline.
- se il lavoratore vomita adagiarlo in posizione di sicurezza con la testa più in basso del corpo, raccogliendo il materiale emesso in un recipiente

togliere indumenti troppo stretti, protesi dentarie ed ogni altro oggetto che può creare ostacolo alla respirazione

- in caso di respirazione inadeguata con cianosi labiale praticare respirazione assistita controllando l' espansione toracica e verificando che non vi siano rigurgiti
- se vi è edema polmonare porre il paziente in posizione semieretta.
- se il paziente è in stato di incoscienza porlo in posizione di sicurezza

Richiedere sempre l'immediato intervento di un medico o provvedere al tempestivo ricovero dell' intossicato in ospedale, fornendo notizie dettagliate circa le sostanze con cui è venuto a contatto.

Segnaletica

Avvertimento

caduta materiali dall'alto

carichi sospesi

macchine in movimento

pericolo di caduta

pericolo esplosione

pericolo incendio

scavi

Divieto

vietato avvicinarsi agli scavi

vietato fumare

vietato gettare materiali dai ponteggi

vietato l'accesso

vietato passare nell'area dell'escavatore

vietato passare o sostare

vietato passare sotto il raggio della gru

vietato salire e scendere dai ponteggi

Prescrizione

cintura di sicurezza

indumenti protettivi

protezione degli occhi

protezione dei piedi

protezione del cranio

protezione delle mani

protezione delle vie respiratorie

protezione dell'udito

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO CAMASTRA
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza
della S.P. n 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ)

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
A 0 5	Capitolato Speciale di Appalto

Scala:	Data:
	settembre 2019

Progettista:	Responsabile del Procedimento:
geom. Franco Libonati	*ing. Domenico Gerardo Tornincasa*

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:

PROVINCIA DI POTENZA - Ufficio Viabilità e Trasporti - Piazza delle Regioni,1 85100 POTENZA - www.provincia.potenza.it - tel. 0971417111 - fax 0971417250

INDICE

CAPITOLO 1:
1) Oggetto, forma e ammontare dell'appalto - Designazione forma e principali dimensioni, variazioni delle opere.....
" 1) Oggetto dell'appalto .....
" 2) Forma dell'appalto .....
" 3) Ammontare dell'appalto .....

CAPITOLO 2:
2) Disposizioni particolari riguardanti l'appalto .....
" 1) Osservanza del capitolato speciale d'appalto e di particolari disposizioni.....
" 2) Documenti che fanno parte del contratto.....
" 3) Qualificazione dell'Appaltatore.....
" 4) Fallimento dell'Appaltatore.....
" 5) Risoluzione del contratto.....
" 6) Garanzia provvisoria.....
" 7) Garanzia definitiva .....
" 8) Coperture assicurative.....
" 9) Variazioni delle opere progettate.....
" 10) Disciplina del subappalto.....
" 11) Consegna lavori - Programma esecutivo lavori - Piano qualità costruzione installazione - Inizio e termine per l'esecuzione .....
" 12) Penali, premio di accelerazione.....
" 13) Sicurezza dei lavori.....
" 14) Obblighi dell'Appaltatore relativi alla tracciabilità dei flussi finanziari.....
" 15) Anticipazione e pagamenti in acconto .....
" 16) Conto finale.....
" 17) Collaudo.....
" 18) Certificato regolare esecuzione.....
" 19) Oneri ed obblighi diversi a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore .....
" 20) Cartelli all'esterno del cantiere.....
" 21) Proprietà dei materiali di escavazione e di demolizione.....
" 22) Rinvenimenti .....
" 23) Brevetti di invenzione.....
" 24) Definizione delle controversie - Accordo bonario - Arbitrato .....
" 25) Disposizioni generali relative ai prezzi .....

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 98 - p_pz_0035715/2019

PARTE PRIMA

CAPITOLO 1

OGGETTO DELL'APPALTO - AMMONTARE DELL'APPALTO - DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE - VARIAZIONI DELLE OPERE PROGETTATE

Art 1.1
OGGETTO DELL'APPALTO

1. L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per eseguire e dare completamente ultimati i lavori di: **" Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P.13 in agro di Pietrapertosa"**
2. Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto, secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo dell'opera di cui al precedente comma e relativi allegati dei quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.
3. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'Appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.
4. Ai fini dell'art. 3 comma 5 della Legge 136/2010 e s.m.i. il Codice identificativo della gara (CIG) relativo all'intervento è …….. e il Codice Unico di Progetto (CUP) dell'intervento è **H17H12002480002.**

Art 1.2
FORMA DELL'APPALTO

Il presente appalto è dato a: misura.
L'importo complessivo dei lavori ed oneri compresi nell'appalto, ammonta ad Euro **705.244,68** (Euro settecentocinquemiladuecentoquarantaquattromila/68) oltre IVA.

Importo per l'esecuzione delle Lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza e delle spese relative al costo del personale)

a)	Per lavori a CORPO	Euro	……..
b)	Per lavori a MISURA	Euro	705.244,68
c)	Per lavori in ECONOMIA	Euro	……..

Totale dei Lavori		**Euro**	**705.244,68**

- di cui per oneri della sicurezza Euro 4.899,35

Art 1.3
AMMONTARE DELL'APPALTO

1. L'importo complessivo dei lavori ed oneri compresi nell'appalto, ammonta ad Euro 705.244,68 (Euro settecentocinquemiladuecentoquarantaquattromila/68) oltre IVA come risulta dalla stima di progetto e come risulta nel prospetto sotto riportato:

	Euro
Importo dei lavori	700.345,33
Oneri della sicurezza	4.899,35
TOTALE	**705.244,68**

2. L'importo totale di cui al precedente comma comprende gli oneri della sicurezza di cui all'art. 100, del D. Lgs. 81/2008 e s.m.i., stimati in Euro 4.899,35(diconsi Euro quattromilaottocentonovantanove/35) somma che non è soggetta a ribasso d'asta, nonché l'importo di Euro 700.345,33 (diconsi Euro settecentomilatrecentoquarantacinque/33), per i lavori soggetti a ribasso d'asta.
Gli operatori economici partecipanti alla gara d'appalto dovranno indicare espressamente nella propria offerta gli oneri di sicurezza aziendali richiesti ai sensi dell'art. 95, comma 10, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. per la verifica di congruità dell'offerta.

3. Le categorie di lavoro previste nell'appalto sono le seguenti:

a) CATEGORIA PREVALENTE

Categoria OG.3 (Strade,autostrade, ponti, viadotti, derrovie, metropolitane…….) per Euro 406.161,98 (diconsi Euro quattrocentoseimilacentosessantuno/98) pari al 57,59% dell'importo complessivo

Categoria OS.21 (Opere strutturali speciali) per Euro 299.082,70 (diconsi Euro duecentonovantanovemilazerottantadue/70) pari al 42,41% dell'importo complessivo

4. L'offerta deve essere formulata con riferimento alle lavorazioni soggette a ribasso e tenuto conto che gli importi devono essere espressi al netto degli oneri per la sicurezza ancorché la descrizione delle singole voci, in alcuni casi, possa comprendere riferimenti anche ai dispositivi per la sicurezza stessa.

CAPITOLO 2

DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

Art. 2.1
OSSERVANZA DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO E DI PARTICOLARI DISPOSIZIONI DI LEGGE

L'appalto è soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e nel Capitolato Generale d'Appalto.

L'Appaltatore è tenuto alla piena e diretta osservanza di tutte le norme vigenti derivanti sia da leggi che da decreti, circolari e regolamenti con particolare riguardo ai regolamenti edilizi, d'igiene, di polizia urbana, dei cavi stradali, alle norme sulla circolazione stradale, a quelle sulla sicurezza ed igiene del lavoro vigenti al momento dell'esecuzione delle opere (sia per quanto riguarda il personale dell'Appaltatore stesso, che di eventuali subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi), alle disposizioni impartite dalle AUSL, alle norme CEI, UNI, CNR.

Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro, nonché le disposizioni di cui al D.P.C.M. 1 marzo 1991 e s.m.i. riguardanti i "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", alla legge 447/95 e s.m.i (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e relativi decreti attuativi, al D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i. (Regolamento concernente ...attivita' di installazione degli impianti all'interno degli edifici), al D.Lgs. 03 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale) e alle altre norme vigenti in materia.

Art. 2.2
DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO

Sono parte integrante del contratto di appalto, oltre al presente Capitolato Speciale d'Appalto, il Capitolato Generale d'Appalto, di cui al D.M. 145/2000 per quanto non in contrasto con il presente capitolato o non previsto da quest'ultimo, e la seguente documentazione:

a) Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti e le Circolari Ministeriali emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
b) Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti e le Circolari emanate e vigenti, per i rispettivi ambiti territoriali, nella Regione, Provincia e Comune in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;
c) Le norme emanate dal C.N.R., le norme U.N.I., le norme C.E.I., le tabelle CEI-UNEL, le altre norme tecniche ed i testi citati nel presente Capitolato;
d) L'elenco dei Prezzi Unitari ovvero modulo in caso di offerta prezzi;
e) Il Cronoprogramma;
f) Le polizze di garanzia;
g) Il Piano di Sicurezza e di Coordinamento ed i piani di cui all'art. 100 del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i.;
h) I seguenti disegni di progetto:

ELENCO ELABORATI SP 13 – PIETRAPERTOSA (PZ)

ELABORATI TECNICO-AMMINISTRATIVI

1.	A01	RELAZIONE TECNICA E QUADRO ECONOMICO	
2.	A02	COMPUTO METRICO LAVORI E SICUREZZA	
3.	A03	ELENCO PREZZI LAVORI E SICUREZZA	
4.	A04	STIMA INCIDENZA DELLA MANODOPERA	
5.	A04	CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO	
6.	B01	COROGRAFIA	1:10.000
7.	B02	ORTOFOTO	1:10.000-1:5000
8.	B03	CARTA DEI VINCOLI (SIC-ZPS)	1:10.000
9.	B04	CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO E FORESTALE	1:10.000
10.	B05	CARTA DEL VINCOLO AMBIENTALE P.T.P.	1:10000-1:5000

11. B06 PLANIMETRIA CATASTALE 1:4000
12. C02 STATO DI FATTO INTERVENTI
13. C02A ORTOFOTO INTERVENTI
14. C02B PROFILI INTERVENTI 1:500

ELABORATI GEOLOGICI

15. 00 RELAZIONE GEOLOGICA
16. 01a CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO I al km 21+500
17. 01b CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO II al km 21+000
18. 01c CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO III al km 20+500
19. 01d CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO V al km 17+500
20. 02 STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI
21. 03 INDAGINI GEOFISICHE
22. 04 ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO
23. 05 VERIFICHE DI STABILITA'

ELABORATI STRUTTURALI INTERVENTO KM. 18+000

24. 01 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE INTERVENTO AL KM 18+000
25. 02 RELAZIONE DI SINTESI INTERVENTO AL KM 18+000
26. 03 FASCICOLO DEI CALCOLI INTERVENTO AL KM 18+000
27. 04 RELAZIONE SISMICA INTERVENTO AL KM 18+000
28. 05 RELAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO AL KM 18+000
29. 06 RELAZIONE SUI MATERIALI INTERVENTO AL KM 18+000
30. 07 PIANO DI MANUTENZIONE INTERVENTO AL KM 18+000
31. 08 ESECUTIVI STRUTTURALI INTERVENTO AL KM 18+000
32. 09 GRAFICI STATO DI FATTO INTERVENTO AL KM 18+000
33. 10 PLANIMETRIA E SEZIONI DI PROGETTO INTERVENTO AL KM 18+000
34. 11 PARTICOLARE ARMATURA PARATIA INTERVENTO AL KM 18+000

ELABORATI STRUTTURALI INTERVENTO KM. 21+000

35. 01 RELAZIONE TECNICA INTERVENTO AL KM 21+000
36. 02 GRAFICI STATO DI PROGETTO INTERVENTO AL KM 21+000
37. 03 ELABORATO GRAFICO DI PROGETTO PARTICOLARI INTERVENTO AL KM 21+000

ELABORATI SICUREZZA

38. S01 P.S.C.-DIAGRAMMA DI GANTT

I documenti sopra elencati possono anche non essere materialmente allegati, fatto salvo il Capitolato Speciale d'Appalto e l'Elenco Prezzi unitari, purché conservati dalla Stazione Appaltante e controfirmati dai contraenti.

Eventuali altri disegni e particolari costruttivi delle opere da eseguire non formeranno parte integrante dei documenti di appalto. Alla Direzione dei Lavori è riservata la facoltà di consegnarli all'Appaltatore in quell'ordine che crederà più opportuno, in qualsiasi tempo, durante il corso dei lavori.

Qualora uno stesso atto contrattuale dovesse riportare delle disposizioni di carattere discordante, l'Appaltatore ne farà oggetto d'immediata segnalazione scritta alla Stazione Appaltante per i conseguenti provvedimenti di modifica.

Se le discordanze dovessero riferirsi a caratteristiche di dimensionamento grafico, saranno di norma ritenute valide le indicazioni riportate nel disegno con scala di riduzione minore. In ogni caso dovrà ritenersi nulla la disposizione che contrasta o che in minor misura collima con il contesto delle norme e disposizioni riportate nei rimanenti atti contrattuali.

Nel caso si riscontrassero disposizioni discordanti tra i diversi atti di contratto, fermo restando quanto stabilito nella seconda parte del precedente capoverso, l'Appaltatore rispetterà, nell'ordine, quelle indicate dagli atti seguenti: Contratto - Capitolato Speciale d'Appalto - Elenco Prezzi (ovvero modulo in caso di offerta prezzi) - Disegni.

Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente Capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate negli altri atti contrattuali.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **102**

Pagina 102 - p_pz_0035715/2019

Art. 2.3
QUALIFICAZIONE DELL'APPALTATORE

Per quanto riguarda i lavori indicati dal presente Capitolato, è richiesta la qualificazione dell'Appaltatore per le categorie e classifiche di cui al precedente articolo 1, così come richiesto dall'art. 84 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

Art. 2.4
FALLIMENTO DELL'APPALTATORE

Le stazione appaltante, in caso di fallimento, di liquidazione coatta e concordato preventivo, ovvero procedura di insolvenza concorsuale o di liquidazione dell'appaltatore, o di risoluzione del contratto ai sensi dell'articolo 108 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i. ovvero di recesso dal contratto ai sensi dell'articolo 88, comma 4-ter, del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159, ovvero in caso di dichiarazione giudiziale di inefficacia del contratto, interpella progressivamente i soggetti che hanno partecipato all'originaria procedura di gara, risultanti dalla relativa graduatoria, al fine di stipulare un nuovo contratto per l'affidamento del completamento dei lavori. L'affidamento avverrà alle medesime condizioni già proposte dall'originario aggiudicatario in sede in offerta.

Il curatore del fallimento, autorizzato all'esercizio provvisorio, ovvero l'impresa ammessa al concordato con continuità aziendale, potrà partecipare a procedure di affidamento o subappalto ovvero eseguire i contratti già stipulati dall'impresa fallita, fermo restando le condizioni dettate dall'articolo 110 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i.

Art. 2.5
RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

La Stazione Appaltante ha facoltà di risolvere il contratto con l'Appaltatore con le procedure di cui all'art. 108 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. in particolare se una o più delle seguenti condizioni sono soddisfatte:

a) il contratto ha subito una modifica sostanziale che avrebbe richiesto una nuova procedura di appalto ai sensi dell'articolo 106 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i.;

b) con riferimento alle modifiche di cui all'articolo 106, comma 1, lettere b) e c) del Codice in cui risulti impraticabile per motivi economici o tecnici quali il rispetto dei requisiti di intercambiabilità o interoperabilità tra apparecchiature, servizi o impianti esistenti forniti nell'ambito dell'appalto iniziale o comporti per l'amministrazione aggiudicatrice o l'ente aggiudicatore notevoli disguidi o una consistente duplicazione dei costi, ovvero siano intervenute circostanze impreviste e imprevedibili per l'amministrazione aggiudicatrice o per l'ente aggiudicatore ma sono state superate le soglie di cui al comma 7 del predetto articolo; con riferimento a modifiche non sostanziali sono state superate eventuali soglie stabilite dall'amministrazione aggiudicatrice ai sensi dell'articolo 106, comma 1, lettera e); con riferimento alle modifiche dovute a causa di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione, sono state superate le soglie di cui al comma 2, lettere a) e b) dell'articolo 106 ;

c) l'aggiudicatario si è trovato, al momento dell'aggiudicazione dell'appalto in una delle situazioni di esclusione di cui all'articolo 80, comma 1 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i., per quanto riguarda i settori ordinari ovvero di cui all'articolo 170, comma 3, per quanto riguarda le concessioni e avrebbe dovuto pertanto essere escluso dalla procedura di appalto o di aggiudicazione della concessione, ovvero ancora per quanto riguarda i settori speciali avrebbe dovuto essere escluso a norma dell'articolo 136, comma 1, secondo e terzo periodo;

d) l'appalto non avrebbe dovuto essere aggiudicato in considerazione di una grave violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unione europea in un procedimento ai sensi dell'articolo 258 TFUE, o di una sentenza passata in giudicato per violazione del Codice dei contratti.

Le stazioni appaltanti dovranno risolvere il contratto qualora:

a) nei confronti dell'appaltatore sia intervenuta la decadenza dell'attestazione di qualificazione per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci;

b) nei confronti dell'appaltatore sia intervenuto un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione di cui al codice delle leggi antimafia e delle relative misure di prevenzione, ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per i reati di cui all'articolo 80 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i..

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **103**

Pagina 103 - p_pz_0035715/2019

Quando il direttore dei lavori o il responsabile dell'esecuzione del contratto, se nominato, accerta un grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore, tale da comprometterne la buona riuscita delle prestazioni, invia al responsabile del procedimento una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando la stima dei lavori eseguiti regolarmente, il cui importo può essere riconosciuto all'appaltatore. Egli formula, altresì, la contestazione degli addebiti all'appaltatore, assegnando un termine non inferiore a quindici giorni per la presentazione delle proprie controdeduzioni al responsabile del procedimento. Acquisite e valutate negativamente le predette controdeduzioni, ovvero scaduto il termine senza che l'appaltatore abbia risposto, la stazione appaltante su proposta del responsabile del procedimento dichiara risolto il contratto.

Qualora l'esecuzione delle prestazioni ritardi per negligenza dell'appaltatore rispetto alle previsioni del contratto, il direttore dei lavori o il responsabile unico dell'esecuzione del contratto, se nominato, gli assegna un termine, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a dieci giorni, entro i quali l'appaltatore deve eseguire le prestazioni. Scaduto il termine assegnato, e redatto processo verbale in contraddittorio con l'appaltatore, qualora l'inadempimento permanga, la stazione appaltante risolve il contratto, fermo restando il pagamento delle penali.

Nel caso di risoluzione del contratto l'appaltatore ha diritto soltanto al pagamento delle prestazioni relative ai lavori, servizi o forniture regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.

Nei casi di risoluzione del contratto di appalto dichiarata dalla stazione appaltante l'appaltatore dovrà provvedere al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine a tale fine assegnato dalla stessa stazione appaltante; in caso di mancato rispetto del termine assegnato, la stazione appaltante provvede d'ufficio addebitando all'appaltatore i relativi oneri e spese.

Art. 2.6
GARANZIA PROVVISORIA

La garanzia provvisoria copre la mancata sottoscrizione del contratto dopo l'aggiudicazione, per fatto dell'affidatario riconducibile ad una condotta connotata da dolo o colpa grave, ai sensi di quanto disposto dall'art. 93 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto.

La garanzia provvisoria è pari al **2 per cento** del prezzo base indicato nel bando o nell'invito, sotto forma di cauzione o di fideiussione, a scelta dell'offerente. Al fine di rendere l'importo della garanzia proporzionato e adeguato alla natura delle prestazioni oggetto del contratto e al grado di rischio ad esso connesso, la stazione appaltante può motivatamente ridurre l'importo della cauzione sino all'1 per cento ovvero incrementarlo sino al 4 per cento.

Nel caso di procedure di gara realizzate in forma aggregata da centrali di committenza, l'importo della garanzia è fissato nel bando o nell'invito nella misura massima del **2 per cento** del prezzo base.

Tale garanzia provvisoria potrà essere prestata anche a mezzo di fidejussione bancaria od assicurativa, e dovrà coprire un arco temporale almeno di 180 giorni decorrenti dalla presentazione dell'offerta e prevedere l'impegno del fidejussore, in caso di aggiudicazione, a prestare anche la cauzione definitiva. Il bando o l'invito possono richiedere una garanzia con termine di validità maggiore o minore, in relazione alla durata presumibile del procedimento, e possono altresì prescrivere che l'offerta sia corredata dall'impegno del garante a rinnovare la garanzia, su richiesta della stazione appaltante nel corso della procedura, per la durata indicata nel bando, nel caso in cui al momento della sua scadenza non sia ancora intervenuta l'aggiudicazione.

La fidejussione bancaria o assicurativa di cui sopra dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della Stazione Appaltante.

L'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo, nei contratti relativi a lavori, è ridotto secondo le modalità indicate dall'articolo 93 comma 7 del Codice, per gli operatori economici in possesso delle certificazioni alle norme europee della serie UNI CEI ISO 9000, la registrazione al sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), la certificazione ambientale ai sensi della norma UNI EN ISO 14001 o che sviluppano un inventario di gas ad effetto serra ai sensi della norma UNI EN ISO 14064-1 o un'impronta climatica (carbon footprint) di prodotto ai sensi della norma UNI ISO/TS 14067.

Per fruire delle citate riduzioni l'operatore economico dovrà segnalare, in sede di offerta, il possesso dei relativi requisiti e lo documenta nei modi prescritti dalle norme vigenti.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **104**

Pagina 104 - p_pz_0035715/2019

Art. 2.7
GARANZIA DEFINITIVA

L'appaltatore per la sottoscrizione del contratto deve costituire una garanzia definitiva a sua scelta sotto forma di cauzione o fideiussione con le modalità di cui all'articolo 93, commi 2 e 3 e 103 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i., pari al **10 per cento** dell'importo contrattuale. Nel caso di procedure di gara realizzate in forma aggregata da centrali di committenza, l'importo della garanzia è indicato nella misura massima del **10 per cento** dell'importo contrattuale.

Al fine di salvaguardare l'interesse pubblico alla conclusione del contratto nei termini e nei modi programmati in caso di aggiudicazione con ribassi superiori al dieci per cento la garanzia da costituire è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento. Ove il ribasso sia superiore al venti per cento, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al venti per cento. La cauzione è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'appaltatore.

La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione. La stazione appaltante può richiedere al soggetto aggiudicatario la reintegrazione della garanzia ove questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'esecutore.

L'importo della garanzia nei contratti relativi a lavori, è ridotto secondo le modalità indicate dall'articolo 93 comma 7 del Codice, per gli operatori economici in possesso delle certificazioni alle norme europee della serie UNI CEI ISO 9000, la registrazione al sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), la certificazione ambientale ai sensi della norma UNI EN ISO 14001 o che sviluppano un inventario di gas ad effetto serra ai sensi della norma UNI EN ISO 14064-1 o un'impronta climatica (carbon footprint) di prodotto ai sensi della norma UNI ISO/TS 14067.

La garanzia definitiva è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo dell'80 per cento dell'iniziale importo garantito. L'ammontare residuo della cauzione definitiva deve permanere fino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione, o comunque fino a dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato. La garanzia deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, secondo comma, del codice civile, nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante. Lo svincolo è automatico, senza necessità di nulla osta del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore o del concessionario, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione. Sono nulle le pattuizioni contrarie o in deroga. Il mancato svincolo nei quindici giorni dalla consegna degli stati di avanzamento o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.

Le Stazioni Appaltanti hanno il diritto di valersi della cauzione fideiussoria per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'esecutore. Le Stazioni Appaltanti hanno inoltre il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'esecutore per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere.

Le stazioni appaltanti hanno il diritto di valersi della cauzione, nei limiti dell'importo massimo garantito, per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'esecutore e possono incamerare la garanzia per provvedere al pagamento di quanto dovuto dal soggetto aggiudicatario per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori addetti all'esecuzione dell'appalto.

In caso di raggruppamenti temporanei le garanzie fideiussorie e le garanzie assicurative sono presentate, su mandato irrevocabile, dalla mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti ferma restando la responsabilità solidale tra le imprese.

La mancata costituzione della garanzia definitiva di cui all'articolo 103 comma 1 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i. determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria presentata in sede di offerta da parte della stazione appaltante, che aggiudica l'appalto o la concessione al concorrente che segue nella graduatoria.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **105**

Pagina 105 - p_pz_0035715/2019

E' facoltà dell'amministrazione in casi specifici non richiedere una garanzia per gli appalti da eseguirsi da operatori economici di comprovata solidità. L'esonero dalla prestazione della garanzia deve essere adeguatamente motivato ed è subordinato ad un miglioramento del prezzo di aggiudicazione.

Art. 2.8
COPERTURE ASSICURATIVE

A norma dell'art. 103, comma 7, del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. l'Appaltatore è obbligato a costituire e consegnare alla stazione appaltante almeno dieci giorni prima della consegna dei lavori anche una polizza di assicurazione che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori. L'importo della somma da assicurare è fissato in Euro **500.000,00** (diconsi euro cinquecentomila/00). Tale polizza deve assicurare la stazione appaltante contro la responsabilità civile per danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori il cui massimale è pari al cinque per cento della somma assicurata per le opere con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro. La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato. Qualora sia previsto un periodo di garanzia, la polizza assicurativa è sostituita da una polizza che tenga indenni le stazioni appaltanti da tutti i rischi connessi all'utilizzo delle lavorazioni in garanzia o agli interventi per la loro eventuale sostituzione o rifacimento.

Per i lavori di importo superiore al doppio della soglia di cui all'articolo 35 del Codice (periodicamente rideterminate con provvedimento della Commissione europea), il titolare del contratto per la liquidazione della rata di saldo è obbligato a stipulare, con decorrenza dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato, una polizza indennitaria decennale a copertura dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi. La polizza deve contenere la previsione del pagamento in favore del committente non appena questi lo richieda, anche in pendenza dell'accertamento della responsabilità e senza che occorrano consensi ed autorizzazioni di qualunque specie. Il limite di indennizzo della polizza decennale non deve essere inferiore al venti per cento del valore dell'opera realizzata e non superiore al 40 per cento, nel rispetto del principio di proporzionalità avuto riguardo alla natura dell'opera.

Le fideiussioni di cui sopra devono essere conformi allo schema tipo approvato con decreto del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti e previamente concordato con le banche e le assicurazioni o loro rappresentanze.

Art. 2.9
VARIAZIONI DELLE OPERE PROGETTATE

Le eventuali modifiche, nonché le varianti, del contratto di appalto potranno essere autorizzate dal RUP con le modalità previste dall'ordinamento della stazione appaltante cui il RUP dipende e potranno essere attuate senza una nuova procedura di affidamento nei casi contemplati dal Codice dei contratti all'art. 106, comma 1.

Dovranno, essere rispettate le disposizioni di cui al D.lgs. n. 50/2016 s.m.i. ed i relativi atti attuativi, nonché agli articoli del D.P.R. n. 207/2010 ancora in vigore.

In ossequio a quanto stabilito dall'art. 106 comma 1 lettera e) del D.Lgs. 50/2016, sono ammesse, indipendentemente dalle cause che ne determinino la necessità, le varianti che comportano modifiche non sostanziali del contratto, così come definite al comma 4 dello stesso art. 106.

A tal fine si stabilisce che la soglia entro cui sono consentite tali modifiche è pari al 20% dell'importo contrattuale.

Dette modifiche non sono considerate varianti laddove relative ad interventi disposti dal direttore dei lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10 per cento delle categorie di lavoro dell'appalto e che non determinano un aumento dell'importo del contratto stipulato.

Le varianti saranno ammesse anche a causa di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione, senza necessità di una nuova procedura a norma del Codice, se il valore della modifica risulti al di sotto di entrambi i seguenti valori:

a) le soglie fissate all'articolo 35 del Codice dei contratti;

b) il 15 per cento del valore iniziale del contratto per i contratti di lavori sia nei settori ordinari che speciali.

Tuttavia la modifica non potrà alterare la natura complessiva del contratto. In caso di più modifiche successive, il valore sarà accertato sulla base del valore complessivo netto delle successive modifiche.

Qualora in corso di esecuzione si renda necessario un aumento o una diminuzione delle prestazioni fino a concorrenza del quinto dell'importo del contratto, la stazione appaltante può imporre all'appaltatore l'esecuzione alle stesse condizioni previste nel contratto originario. In tal caso l'appaltatore non può far valere il diritto alla risoluzione del contratto.

La violazione del divieto di apportare modifiche comporta, salva diversa valutazione del Responsabile del Procedimento, la rimessa in pristino, a carico dell'esecutore, dei lavori e delle opere nella situazione originaria secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori, fermo che in nessun caso egli può vantare compensi, rimborsi o indennizzi per i lavori medesimi.

Le varianti alle opere in progetto saranno ammesse solo per le motivazioni e nelle forme previste dall'art. 106 del D.lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

Le variazioni sono valutate ai prezzi di contratto; ove per altro debbano essere eseguite categorie di lavori non previste in contratto o si debbano impiegare materiali per i quali non risulti fissato il prezzo contrattuale si procederà alla determinazione ed al concordamento di nuovi prezzi secondo quanto previsto all'articolo "Disposizioni generali relative ai prezzi".

Art. 2.10
DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

L'affidamento in subappalto è subordinato al rispetto delle disposizioni di cui all'art. 105 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e deve essere sempre autorizzato dalla Stazione Appaltante.

Art. 2.11
CONSEGNA DEI LAVORI - PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI - PIANO DI QUALITA' DI COSTRUZIONE E DI INSTALLAZIONE - INIZIO E TERMINE PER L'ESECUZIONE - CONSEGNE PARZIALI - SOSPENSIONI

Divenuta efficace l'aggiudicazione ai sensi dell'articolo 32 comma 8 del D.Lgs. n.50/2016 e fatto salvo l'esercizio dei poteri di autotutela nei casi consentiti dalle norme vigenti, la stipulazione del contratto di appalto ha luogo entro i successivi sessanta giorni, salvo diverso termine previsto nel bando o nell'invito ad offrire, ovvero l'ipotesi di differimento espressamente concordata con l'aggiudicatario. Se la stipulazione del contratto non avviene nel termine fissato, l'aggiudicatario può, mediante atto notificato alla stazione appaltante, sciogliersi da ogni vincolo o recedere dal contratto. All'aggiudicatario non spetta alcun indennizzo, salvo il rimborso delle spese contrattuali documentate.

La consegna dei lavori all'Appaltatore verrà effettuata entro 45 giorni dalla data di registrazione del contratto, in conformità a quanto previsto nella prassi consolidata.

Nel giorno e nell'ora fissati dalla Stazione Appaltante, l'Appaltatore dovrà trovarsi sul posto indicato per ricevere la consegna dei lavori, che sarà certificata mediante formale verbale redatto in contraddittorio; dalla data di tale verbale decorre il termine utile per il compimento dell'opera o dei lavori.

Qualora l'Appaltatore non si presenti nel giorno stabilito, la Direzione dei Lavori fissa una nuova data. La decorrenza del termine contrattuale resta comunque quella della data della prima convocazione.

Nel caso di lavori, se è intervenuta la consegna dei lavori in via di urgenza, se si è dato avvio all'esecuzione del contratto in via d'urgenza, l'aggiudicatario ha diritto al rimborso delle spese sostenute per l'esecuzione dei lavori ordinati dal direttore dei lavori, ivi comprese quelle per opere provvisionali. L'esecuzione d'urgenza è ammessa esclusivamente nelle ipotesi di eventi oggettivamente imprevedibili, per ovviare a situazioni di pericolo per persone, animali o cose, ovvero per l'igiene e la salute pubblica, ovvero per il patrimonio storico, artistico, culturale ovvero nei casi in cui la mancata esecuzione immediata della prestazione dedotta nella gara determinerebbe un grave danno all'interesse pubblico che è destinata a soddisfare, ivi compresa la perdita di finanziamenti comunitari.

Fermo restando quanto previsto in materia di informativa antimafia dagli articoli 88, comma 4-ter e 92, comma 4, del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159, la stazione appaltante può recedere dal contratto in qualunque tempo previo il pagamento dei lavori eseguiti nonché del valore dei materiali utili esistenti in cantiere nel caso di lavoro, oltre al decimo dell'importo delle opere, dei servizi o delle forniture non eseguite.

La redazione del verbale di consegna è subordinata all'accertamento da parte del Responsabile dei Lavori, degli obblighi di cui al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.; in assenza di tale accertamento, il verbale di

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **107**

Pagina 107 - p_pz_0035715/2019

consegna è inefficace e i lavori non possono essere iniziati.

Le disposizioni di consegna dei lavori in via d'urgenza su esposte, si applicano anche alle singole consegne frazionate, in presenza di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; in tal caso si provvede di volta in volta alla compilazione di un verbale di consegna provvisorio e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati.

L'Appaltatore è tenuto a trasmettere alla Stazione Appaltante, prima dell'effettivo inizio dei lavori, la documentazione dell'avvenuta denunzia agli Enti previdenziali (inclusa la Cassa Edile) assicurativi ed infortunistici nonchè copia del piano di sicurezza di cui al decreto legislativo del 9 aprile 2008, n.81 e s.m.i.

Lo stesso obbligo fa carico all'Appaltatore, per quanto concerne la trasmissione della documentazione di cui sopra da parte delle proprie imprese subappaltatrici, cosa che dovrà avvenire prima dell'effettivo inizio dei lavori.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **108**

Pagina 108 - p_pz_0035715/2019

L'Appaltatore dovrà comunque dare inizio ai lavori entro il termine improrogabile di giorni 10 (dieci) dalla data del verbale di consegna fermo restando il rispetto del termine, di cui al successivo periodo, per la presentazione del programma di esecuzione dei lavori.

Entro 10 giorni dalla consegna dei lavori, l'Appaltatore presenterà alla Direzione dei Lavori una proposta di programma di esecuzione dei lavori, di cui all'art. 43 comma 10 del D.P.R. n. 207/2010, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa. Nel suddetto piano sono riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle scadenze contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento. Esso dovrà essere redatto tenendo conto del tempo concesso per dare le opere ultimate entro il termine fissato dal presente Capitolato.

Entro quindici giorni dalla presentazione, la Direzione dei Lavori d'intesa con la Stazione Appaltante comunicherà all'Appaltatore l'esito dell'esame della proposta di programma; qualora esso non abbia conseguito l'approvazione, l'Appaltatore entro 10 giorni, predisporrà una nuova proposta oppure adeguerà quella già presentata secondo le direttive che avrà ricevuto dalla Direzione dei Lavori.

Decorsi 10 giorni dalla ricezione della nuova proposta senza che il Responsabile del Procedimento si sia espresso, il programma esecutivo dei lavori si darà per approvato fatte salve indicazioni erronee incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

La proposta approvata sarà impegnativa per l'Appaltatore che dovrà rispettare i termini previsti, salvo modifiche al programma esecutivo in corso di attuazione per comprovate esigenze non prevedibili che dovranno essere approvate od ordinate dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso di sospensione dei lavori, parziale o totale, per cause non attribuibili a responsabilità dell'appaltatore, il programma dei lavori viene aggiornato in relazione all'eventuale incremento della scadenza contrattuale.

Eventuali aggiornamenti legati a motivate esigenze organizzative dell'Appaltatore e che non comportino modifica delle scadenze contrattuali, sono approvate dalla Direzione dei Lavori, subordinatamente alla verifica della loro effettiva necessità ed attendibilità per il pieno rispetto delle scadenze contrattuali.

Nel caso in cui i lavori in appalto fossero molto estesi, ovvero mancasse l'intera disponibilità dell'area sulla quale dovrà svilupparsi il cantiere o comunque per qualsiasi altra causa ed impedimento, la Stazione Appaltante potrà disporre la consegna anche in più tempi successivi, con verbali parziali, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni o trarre motivi per richiedere maggiori compensi o indennizzi.

La data legale della consegna dei lavori, per tutti gli effetti di legge e regolamenti, sarà quella dell'ultimo verbale di consegna parziale.

In caso di consegna parziale a causa di temporanea indisponibilità delle aree e degli immobili, l'Appaltatore è tenuto a presentare un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili.

Ove le ulteriori consegne avvengano entro il termine di inizio dei relativi lavori indicato dal programma esecutivo dei lavori redatto dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione dei Lavori, non si da luogo a spostamenti del termine utile contrattuale; in caso contrario, la scadenza contrattuale viene automaticamente prorogata in funzione dei giorni necessari per l'esecuzione dei lavori ricadenti nelle zone consegnate in ritardo, deducibili dal programma esecutivo suddetto, indipendentemente dall'ammontare del ritardo verificatosi nell'ulteriore consegna, con conseguente aggiornamento del programma di esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore è tenuto, quindi, non appena avuti in consegna i lavori, ad iniziarli, proseguendoli attenendosi al programma operativo di esecuzione da esso redatto in modo da darli completamente ultimati nel numero di giorni naturali consecutivi previsti per l'esecuzione indicato in precedenza, decorrenti dalla data di consegna dei lavori, eventualmente prorogati in relazione a quanto disposto dai precedenti punti.

La sospensione può essere disposta dal RUP disposta per il tempo strettamente necessario e per ragioni di necessità o di pubblico interesse, tra cui l'interruzione di finanziamenti per esigenze di finanza pubblica. Cessate le cause della sospensione, il RUP dispone la ripresa dell'esecuzione e indica il nuovo termine contrattuale. Qualora la sospensione, o le sospensioni, durino per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, o comunque quando superino sei mesi complessivi, l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto senza indennità; se la stazione appaltante si oppone, l'esecutore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti. Nessun indennizzo è dovuto all'esecutore negli altri casi.

In tutti i casi in cui ricorrano circostanze speciali che impediscono in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, e che non siano prevedibili al momento della stipulazione del contratto, il direttore dei lavori può disporre la sospensione dell'esecuzione del contratto, compilando, se possibile con l'intervento dell'esecutore o di un suo legale rappresentante, il verbale di sospensione, con l'indicazione delle ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori, nonché dello stato di avanzamento dei lavori, delle

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **109**

Pagina 109 - p_pz_0035715/2019

opere la cui esecuzione rimane interrotta e delle cautele adottate affinché alla ripresa le stesse possano essere continuate ed ultimate senza eccessivi oneri, della consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione. Il verbale è inoltrato al responsabile del procedimento entro cinque giorni dalla data della sua redazione.

Ove successivamente alla consegna dei lavori insorgano, per cause imprevedibili o di forza maggiore, circostanze che impediscano parzialmente il regolare svolgimento dei lavori, l'esecutore è tenuto a proseguire le parti di lavoro eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale dei lavori non eseguibili, dandone atto in apposito verbale. Le contestazioni dell'esecutore in merito alle sospensioni dei lavori sono iscritte a pena di decadenza nei verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, salvo che per le sospensioni inizialmente legittime, per le quali è sufficiente l'iscrizione nel verbale di ripresa dei lavori; qualora l'esecutore non intervenga alla firma dei verbali o si rifiuti di sottoscriverli, deve farne espressa riserva sul registro di contabilità. Quando la sospensione supera il quarto del tempo contrattuale complessivo il responsabile del procedimento dà avviso all'ANAC.

L'esecutore che per cause a lui non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato può richiederne la proroga, con congruo anticipo rispetto alla scadenza del termine contrattuale. In ogni caso la sua concessione non pregiudica i diritti spettanti all'esecutore per l'eventuale imputabilità della maggiore durata a fatto della stazione appaltante. Sull'istanza di proroga decide il responsabile del procedimento, sentito il direttore dei lavori, entro trenta giorni dal suo ricevimento. L'esecutore deve ultimare i lavori nel termine stabilito dagli atti contrattuali, decorrente dalla data del verbale di consegna ovvero, in caso di consegna parziale dall'ultimo dei verbali di consegna. L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, è comunicata dall'esecutore per iscritto al direttore dei lavori, il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.

L'esecutore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla stazione appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.

Nel caso di sospensioni totali o parziali dei lavori disposte dalla stazione appaltante per cause diverse da quelle esposte sopra, l'esecutore può chiedere il risarcimento dei danni subiti, quantificato sulla base di quanto previsto dall'articolo 1382 del codice civile.

Con la ripresa dei lavori sospesi parzialmente, il termine contrattuale di esecuzione dei lavori viene incrementato, su istanza dell'Appaltatore, soltanto degli eventuali maggiori tempi tecnici strettamente necessari per dare completamente ultimate tutte le opere, dedotti dal programma operativo dei lavori, indipendentemente dalla durata della sospensione.

Ove pertanto, secondo tale programma, l'esecuzione dei lavori sospesi possa essere effettuata, una volta intervenuta la ripresa, entro il termine di scadenza contrattuale, la sospensione temporanea non determinerà prolungamento della scadenza contrattuale medesima.

Le sospensioni dovranno risultare da regolare verbale, redatto in contraddittorio tra Direzione dei Lavori ed Appaltatore, nel quale dovranno essere specificati i motivi della sospensione e, nel caso di sospensione parziale, le opere sospese.

L'Appaltatore dovrà comunicare, per iscritto a mezzo lettera raccomandata R.R. alla Direzione dei Lavori, l'ultimazione dei lavori non appena avvenuta. La Direzione dei Lavori procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.

L'Appaltatore dovrà dare ultimate tutte le opere appaltate entro il termine di giorni **180 (centottanta)** naturali e consecutivi dalla data del verbale di consegna dei lavori.

Art. 2.12
PENALI

Al di fuori di una accertato grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore, qualora l'esecuzione delle prestazioni ritardi per negligenza dell'appaltatore rispetto alle previsioni del contratto, il direttore dei lavori o il responsabile unico dell'esecuzione del contratto, se nominato gli assegna un termine, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a dieci giorni, entro i quali l'appaltatore deve eseguire le prestazioni. Scaduto il termine assegnato, e redatto processo verbale in contraddittorio con l'appaltatore, qualora l'inadempimento permanga, la stazione appaltante risolve il contratto, fermo restando il pagamento delle penali. (vedi art. 108 comma 4 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i.)

In caso di mancato rispetto del termine stabilito per l'ultimazione dei lavori, sarà applicata una penale giornaliera di Euro **1** per mille (diconsi Euro **uno** ogni mille) dell'importo netto contrattuale.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **110**

Pagina 110 - p_pz_0035715/2019

Relativamente alla esecuzione della prestazione articolata in più parti, come previsto dal progetto esecutivo e dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, nel caso di ritardo rispetto ai termini di una o più d'una di tali parti, le penali su indicate si applicano ai rispettivi importi.

Tutte le penali saranno contabilizzate in detrazione, in occasione di ogni pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo, e saranno imputate mediante ritenuta sull'importo della rata di saldo in sede di collaudo finale.

Per il ritardato adempimento delle obbligazioni assunte dagli esecutori, l'importo complessivo delle penali da applicare non potrà superare il dieci per cento dell'importo netto contrattuale, da determinare in relazione all'entità delle conseguenze legate all'eventuale ritardo.

Art. 2.13
SICUREZZA DEI LAVORI

L'Appaltatore, prima della consegna dei lavori e, in caso di consegna d'urgenza, entro 10 (dieci) giorni dalla data fissata per la consegna medesima, dovrà presentare al Coordinatore per l'esecuzione (ai sensi dell'art. 100 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.) le eventuali proposte di integrazione al Piano di Sicurezza e coordinamento allegato al progetto.

L'Appaltatore dovrà redigere il Piano Operativo di Sicurezza, in riferimento al singolo cantiere interessato, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza sopra menzionato.

L'Appaltatore, nel caso in cui i lavori in oggetto non rientrino nell'ambito di applicazione del Titolo IV "Cantieri temporanei o mobili" D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., è tenuto comunque a presentare un Piano di Sicurezza Sostitutivo del Piano di Sicurezza e Coordinamento conforme ai contenuti dell'Allegato XV del citato decreto.

Nei casi in cui è prevista la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, le imprese esecutrici possono presentare, per mezzo dell'impresa affidataria, al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori proposte di modificazioni o integrazioni al Piano di Sicurezza e di Coordinamento loro trasmesso al fine di adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'Appaltatore, che per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano stesso.

Il Piano di Sicurezza dovrà essere rispettato in modo rigoroso. E' compito e onere dell'Appaltatore ottemperare a tutte le disposizioni normative vigenti in campo di sicurezza ed igiene del lavoro che gli concernono e che riguardano le proprie maestranze, mezzi d'opera ed eventuali lavoratori autonomi cui esse ritenga di affidare, anche in parte, i lavori o prestazioni specialistiche in essi compresi.

All'atto dell'inizio dei lavori, e possibilmente nel verbale di consegna, l'Appaltatore dovrà dichiarare esplicitamente di essere perfettamente a conoscenza del regime di sicurezza del lavoro, ai sensi del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., in cui si colloca l'appalto e cioè:

- che il committente è **PROVINCIA DI POTENZA** per esso in forza delle competenze attribuitegli il sig. **DIRIGENTE UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI**;
- che il Responsabile dei Lavori, eventualmente incaricato dal suddetto Committente (ai sensi dell'art. 89 D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81) è il sig. **RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**;
- che i lavori appaltati rientrano nelle soglie fissate dall'art. 90 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., per la nomina dei Coordinatori della Sicurezza;
- che il Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione è il sig. Geom. Franco Libonati;
- che il Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione è il sig.(da nominare);
- di aver preso visione del Piano di Sicurezza e Coordinamento in quanto facente parte del progetto e di avervi adeguato le proprie offerte.

Nella fase di realizzazione dell'opera il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, ove previsto ai sensi dell'art. 92 D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.:

- verificherà, tramite opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione da parte delle imprese appaltatrici (e subappaltatrici) e dei lavoratori autonomi delle disposizioni contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento di cui all'art. 100, D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. ove previsto;
- verificherà l'idoneità dei Piani Operativi di Sicurezza;
- adeguerà il piano di sicurezza e coordinamento ove previsto e il fascicolo, in relazione all'evoluzione dei lavori e alle eventuali modifiche;
- organizzerà, tra tutte le imprese presenti a vario titolo in cantiere, la cooperazione ed il coordinamento delle attività per la prevenzione e la protezione dai rischi;
- sovrintenderà all'attività informativa e formativa per i lavoratori, espletata dalle varie imprese;

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **111**

Pagina 111 - p_pz_0035715/2019

- controllerà la corretta applicazione, da parte delle imprese, delle procedure di lavoro e, in caso contrario, attuerà le azioni correttive più efficaci;
- segnalerà al Committente o al responsabile dei lavori, previa contestazione scritta, le inadempienze da parte delle imprese e dei lavoratori autonomi;
- proporrà la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o la risoluzione del contratto.

Nel caso in cui la Stazione Appaltante o il responsabile dei lavori non adottino alcun provvedimento, senza fornire idonea motivazione, provvede a dare comunicazione dell'inadempienza alla ASL e alla Direzione Provinciale del Lavoro. In caso di pericolo grave ed imminente, direttamente riscontrato, egli potrà sospendere le singole lavorazioni, fino alla verifica degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.

Il piano (o i piani) dovranno comunque essere aggiornati nel caso di nuove disposizioni in materia di sicurezza e di igiene del lavoro, o di nuove circostanze intervenute nel corso dell'appalto, nonché ogni qualvolta l'Appaltatore intenda apportare modifiche alle misure previste o ai macchinari ed attrezzature da impiegare.

L'Appaltatore dovrà portare a conoscenza del personale impiegato in cantiere e dei rappresentanti dei lavori per la sicurezza il piano (o i piani) di sicurezza ed igiene del lavoro e gli eventuali successivi aggiornamenti, allo scopo di informare e formare detto personale, secondo le direttive eventualmente emanate dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori.

Art. 2.14
OBBLIGHI DELL'APPALTATORE RELATIVI ALLA TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI

L'Appaltatore assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 della legge 13 agosto 2010, n. 136 e s.m.i, a pena di nullità del contratto.

L'Appaltatore si impegna, inoltre, a dare immediata comunicazione alla stazione appaltante ed alla prefettura-ufficio territoriale del Governo della provincia ove ha sede la stazione appaltante, della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria. Il mancato utilizzo del bonifico bancario o postale ovvero degli altri strumenti idonei a consentire la piena tracciabilita' delle operazioni costituisce causa di risoluzione del contratto.

Art. 2.15
ANTICIPAZIONE E PAGAMENTI IN ACCONTO

Ai sensi dell'art. 35 comma 18 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i., sul valore stimato dell'appalto verrà calcolato l'importo dell'anticipazione del prezzo pari al **20 per cento** da corrispondere all'appaltatore entro quindici giorni dall'effettivo inizio dei lavori.

L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma dei lavori. La predetta garanzia è rilasciata da imprese bancarie autorizzate ai sensi del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385, o assicurative autorizzate alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'assicurazione e che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano la rispettiva attività. La garanzia può essere, altresì, rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo degli intermediari finanziari di cui all'articolo 106 del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385.

L'importo della garanzia verrà gradualmente ed automaticamente ridotto nel corso dei lavori, in rapporto al progressivo recupero dell'anticipazione da parte delle stazioni appaltanti. Il beneficiario decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione dei lavori non procede, per ritardi a lui imputabili, secondo i tempi contrattuali. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.

L'Appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto, in corso d'opera, ogni qual volta il suo credito, al netto del ribasso d'asta e delle prescritte ritenute, raggiunga la cifra di **Euro 120.000,00** (euro centoventimila/00)

La Stazione Appaltante acquisisce d'ufficio, anche attraverso strumenti informatici, il documento unico di regolarità contributiva (DURC) dagli istituti o dagli enti abilitati al rilascio in tutti i casi in cui è richiesto dalla legge.

Il certificato per il pagamento dell'ultima rata del corrispettivo, qualunque sia l'ammontare, verrà rilasciato dopo l'ultimazione dei lavori.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **112**

Pagina 112 - p_pz_0035715/2019

Ai sensi dell'art. 30 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i., in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva relativo a personale dipendente dell'affidatario o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, impiegato nell'esecuzione del contratto, la stazione appaltante trattiene dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza per il successivo versamento diretto agli enti previdenziali e assicurativi, compresa, nei lavori, la cassa edile. Sull'importo netto progressivo delle prestazioni è operata una ritenuta dello 0,50 per cento; le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo o di verifica di conformità, previo rilascio del documento unico di regolarità contributiva.

In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale di cui al comma precedente, il responsabile unico del procedimento invita per iscritto il soggetto inadempiente, ed in ogni caso l'affidatario, a provvedervi entro i successivi quindici giorni. Ove non sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta entro il termine sopra assegnato, la stazione appaltante paga anche in corso d'opera direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'affidatario del contratto ovvero dalle somme dovute al subappaltatore inadempiente nel caso in cui sia previsto il pagamento.

In caso di ritardo nella emissione dei certificati di pagamento o dei titoli di spesa relativi agli acconti e alla rata di saldo rispetto alle condizioni e ai termini stabiliti dal contratto, spettano all'esecutore dei lavori gli interessi, legali e moratori, ferma restando la sua facoltà, trascorsi i richiamati termini contrattuali o, nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'art. 1460 del codice civile, ovvero, previa costituzione in mora dell'amministrazione aggiudicatrice e trascorsi sessanta giorni dalla data della costituzione stessa, di promuovere il giudizio arbitrale per la dichiarazione di risoluzione del contratto.

Art. 2.16
CONTO FINALE

Si stabilisce che il conto finale verrà compilato entro 30 (trenta) giorni dalla data dell'ultimazione dei lavori.

Il conto finale dei lavori dovrà essere sottoscritto dall'Appaltatore, su richiesta del Responsabile del procedimento entro il termine perentorio di trenta giorni. All'atto della firma, non potrà iscrivere domande per oggetto o per importo diverse da quelle formulate nel registro di contabilita' durante lo svolgimento dei lavori, e dovrà confermare le riserve gia' iscritte sino a quel momento negli atti contabili. Se l'Appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il Responsabile del procedimento in ogni caso formula una sua relazione al conto finale.

All'atto della redazione del certificato di ultimazione dei lavori il responsabile del procedimento darà avviso al Sindaco o ai Sindaci del comune nel cui territorio si eseguiranno i lavori, i quali curano la pubblicazione, nei comuni in cui l'intervento sarà stato eseguito, di un avviso contenente l'invito per coloro i quali vantino crediti verso l'esecutore per indebite occupazioni di aree o stabili e danni arrecati nell'esecuzione dei lavori, a presentare entro un termine non superiore a sessanta giorni le ragioni dei loro crediti e la relativa documentazione. Trascorso questo termine il Sindaco trasmetterà al responsabile del procedimento i risultati dell'anzidetto avviso con le prove delle avvenute pubblicazioni ed i reclami eventualmente presentati. Il responsabile del procedimento inviterà l'esecutore a soddisfare i crediti da lui riconosciuti e quindi rimetterà al collaudatore i documenti ricevuti dal Sindaco o dai Sindaci interessati, aggiungendo il suo parere in merito a ciascun titolo di credito ed eventualmente le prove delle avvenute tacitazioni.

Art. 2.17
COLLAUDO

La Stazione Appaltante entro trenta giorni dalla data di ultimazione dei lavori, ovvero dalla data di consegna dei lavori in caso di collaudo in corso d'opera, attribuisce l'incarico del collaudo a soggetti di specifica qualificazione professionale commisurata alla tipologia e categoria degli interventi, alla loro complessità e al relativo importo.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **113**

Pagina 113 - p_pz_0035715/2019

Il collaudo stesso deve essere concluso entro sei mesi dalla data di ultimazione dei lavori, salvi i casi di particolare complessità dell'opera da collaudare, per i quali il termine può essere elevato sino ad un anno. Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e assume carattere definitivo decorsi due anni dalla sua emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia stato emesso entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

I termini di inizio e di conclusione delle operazioni di collaudo dovranno comunque rispettare le disposizioni di cui al D.P.R. n. 207/2010, nonché le disposizioni dell'art. 102 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

L'esecutore, a propria cura e spesa, metterà a disposizione dell'organo di collaudo gli operai e i mezzi d'opera necessari ad eseguire le operazioni di riscontro, le esplorazioni, gli scandagli, gli esperimenti, compreso quanto necessario al collaudo statico. Rimarrà a cura e carico dell'esecutore quanto occorre per ristabilire le parti del lavoro, che sono state alterate nell'eseguire tali verifiche. Nel caso in cui l'esecutore non ottemperi a tali obblighi, l'organo di collaudo potrà disporre che sia provveduto d'ufficio, in danno all'esecutore inadempiente, deducendo la spesa dal residuo credito dell'esecutore.

Nel caso di collaudo in corso d'opera, l'organo di collaudo, anche statico, effettuerà visite in corso d'opera con la cadenza che esso ritiene adeguata per un accertamento progressivo della regolare esecuzione dei lavori in relazione a quanto verificato. In particolare sarà necessario che vengano effettuati sopralluoghi durante l'esecuzione delle fondazioni e di quelle lavorazioni significative la cui verifica risulti impossibile o particolarmente complessa successivamente all'esecuzione. Di ciascuna visita, alla quale dovranno essere invitati l'esecutore ed il direttore dei lavori, sarà redatto apposito verbale.

Se i difetti e le mancanze sono di poca entita' e sono riparabili in breve tempo, l'organo di collaudo prescriverà specificatamente le lavorazioni da eseguire, assegnando all'esecutore un termine; il certificato di collaudo non sarà rilasciato sino a che non risulti che l'esecutore abbia completamente e regolarmente eseguito le lavorazioni prescrittegli. Nel caso di inottemperanza da parte dell'esecutore, l'organo di collaudo disporrà che sia provveduto d'ufficio, in danno all'esecutore.

Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla stazione appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

Art. 2.18
CERTIFICATO REGOLARE ESECUZIONE

1. Il certificato di regolare esecuzione è essere emesso entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio. Esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il certificato di regolare esecuzione si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto.
2. Trova applicazione la disciplina di cui all'articolo 237 del Regolamento generale.
3. Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di controllo o di collaudo parziale o ogni altro accertamento, volti a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel presente Capitolato speciale o nel contratto.
4. Ai sensi dell'articolo 234, comma 2, del Regolamento generale, La stazione appaltante, preso in esame l'operato e le deduzioni dell'organo di collaudo e richiesto, quando ne sia il caso, i pareri ritenuti necessari all'esame, effettua la revisione contabile degli atti e si determina con apposito provvedimento, entro 60 (sessanta) giorni dalla data di ricevimento degli atti di collaudo, sull'ammissibilità del certificato di collaudo, sulle domande dell'appaltatore e sui risultati degli avvisi ai creditori. In caso di iscrizione di riserve sul certificato di collaudo per le quali sia attivata la procedura di accordo bonario, il termine di cui al precedente periodo decorre dalla scadenza del termine di cui all'articolo 240, comma 12, del Codice dei contratti. Il provvedimento di cui al primo periodo è notificato all'appaltatore.
5. Finché all'approvazione del certificato di cui al comma 1, la stazione appaltante ha facoltà di procedere ad un nuovo collaudo.

Art. 2.19
ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE
RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE

Sono a carico dell'Appaltatore, oltre gli oneri e gli obblighi di cui al D.M. 145/2000 Capitolato Generale d'Appalto, alla vigente normativa e al presente Capitolato Speciale d'Appalto, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, anche quelli di seguito elencati:

- la nomina, prima dell'inizio dei lavori, del Direttore tecnico di cantiere, che dovrà essere professionalmente abilitato ed iscritto all'albo professionale e dovrà fornire alla Direzione dei Lavori apposita dichiarazione di accettazione dell'incarico del Direttore tecnico di cantiere;
- i movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni ed avanzati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite; la recinzione del cantiere con solido steccato in materiale idoneo, secondo le prescrizioni del Piano di Sicurezza ovvero della Direzione dei Lavori, nonché la pulizia e la manutenzione del cantiere, l'inghiaiamento ove possibile e la sistemazione dei suoi percorsi in modo da renderne sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone;
- la sorveglianza sia di giorno che di notte del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutti i beni di proprietà della Stazione Appaltante e delle piantagioni consegnate all'Appaltatore. Per la custodia di cantieri allestiti per la realizzazione di opere pubbliche, l'Appaltatore dovrà servirsi di personale addetto con la qualifica di guardia giurata;
- la costruzione, entro la recinzione del cantiere e nei luoghi che saranno designati dalla Direzione dei Lavori, di locali ad uso ufficio del personale, della Direzione ed assistenza, sufficientemente arredati, illuminati e riscaldati, compresa la relativa manutenzione. Tali locali dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici con relativi impianti di scarico funzionanti;
- le prove sui prelievi di materiale strutturale posto in opera (es. provini di calcestruzzo, spezzoni d'acciaio), a proprie spese, per i quali i laboratori legalmente autorizzati rilasceranno i relativi certificati;
- l'esecuzione, presso gli istituti incaricati, di tutte le esperienze e i saggi che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione dei Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi nella costruzione, in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio direttivo munendoli di suggelli a firma della Direzione dei Lavori e dell'Appaltatore nelle modalità più adatte a garantirne l'autenticità;
- l'esecuzione di ogni prova di carico che sia ordinata dalla Direzione dei Lavori su pali di fondazione, solai, balconi, e qualsiasi altra struttura portante, di notevole importanza statica;
- la fornitura e manutenzione di cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro venisse particolarmente indicato dalla Direzione dei Lavori o dal Coordinatore in fase di esecuzione, allo scopo di migliorare la sicurezza del cantiere;
- il mantenimento, fino al collaudo, della continuità degli scoli delle acque e del transito sulle vie o sentieri pubblici o privati latistanti le opere da eseguire;
- la fornitura di acqua potabile per il cantiere;
- l'osservanza delle norme, leggi e decreti vigenti, relative alle varie assicurazioni degli operai per previdenza, prevenzione infortuni e assistenza sanitaria che potranno intervenire in corso di appalto;
- la comunicazione all'Ufficio da cui i lavori dipendono, entro i termini prefissati dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della manodopera;
- l'osservanza delle norme contenute nelle vigenti disposizioni sulla polizia mineraria di cui al D.P.R. 128/59 e s.m.i.;
- le spese per la realizzazione di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numero indicato dalla Direzione dei Lavori;
- l'assicurazione che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti;
- il pagamento delle tasse e di altri oneri per concessioni comunali (titoli abilitativi per la costruzione, l'occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, ecc.), nonché il pagamento di ogni tassa presente e futura inerente i materiali e mezzi d'opera da impiegarsi, ovvero alle stesse opere finite, esclusi, nei Comuni in cui essi sono dovuti, i diritti per gli allacciamenti e gli scarichi;
- la pulizia quotidiana dei locali in costruzione e delle vie di transito del cantiere, col personale necessario, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre Ditte;
- il libero accesso ed il transito nel cantiere e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette ed a qualunque altra Impresa alla quale siano stati affidati lavori per conto diretto della Stazione Appaltante;
- l'uso gratuito parziale o totale, a richiesta della Direzione dei Lavori, da parte di dette Imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, ed apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori;
- il ricevimento, lo scarico ed il trasporto in cantiere e nei luoghi di deposito o a piè d'opera, a sua cura e spese, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori nonché alla buona conservazione ed alla perfetta custodia, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre Ditte per conto della Stazione Appaltante. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati a tali materiali e manufatti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'Appaltatore;

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **115**

Pagina 115 - p_pz_0035715/2019

- la predisposizione, prima dell'inizio dei lavori, del piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori di cui al comma 17 dell'art. 105 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i.;
- l'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nel D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. e di tutte le norme in vigore in materia di sicurezza;
- il consenso all'uso anticipato delle opere qualora venisse richiesto dalla Direzione dei Lavori, senza che l'Appaltatore abbia perciò diritto a speciali compensi. Egli potrà, però, richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, per essere garantito dai possibili danni che potrebbero derivarne dall'uso. Entro 30 (trenta) giorni dal verbale di ultimazione l'Appaltatore dovrà completamente sgombrare il cantiere dai materiali, mezzi d'opera ed impianti di sua proprietà;
- la fornitura e posa in opera nel cantiere, a sua cura e spese, delle apposite tabelle indicative dei lavori, anche ai sensi di quanto previsto dall'art. 105 comma 15 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.;
- la trasmissione alla Stazione Appaltante, a sua cura e spese, degli eventuali contratti di subappalto che dovesse stipulare, almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni, ai sensi del comma 7 dell'art. 105 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. La disposizione si applica anche ai noli a caldo ed ai contratti similari;
- la disciplina e il buon ordine dei cantieri. L'appaltatore è responsabile della disciplina e del buon ordine nel cantiere e ha l'obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico formalmente incaricato dall'appaltatore. In caso di appalto affidato ad associazione temporanea di imprese o a consorzio, l'incarico della direzione di cantiere è attribuito mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere; la delega deve indicare specificamente le attribuzioni da esercitare dal direttore anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere. La Direzione dei Lavori ha il diritto, previa motivata comunicazione all'appaltatore, di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale per indisciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è comunque responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, e risponde nei confronti dell'amministrazione committente per la malafede o la frode dei medesimi nell'impiego dei materiali.

Il corrispettivo per tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati è conglobato nei prezzi dei lavori e nell'eventuale compenso di cui all'articolo "*Forma e Ammontare dell'Appalto*" del presente Capitolato. Detto eventuale compenso è fisso ed invariabile, essendo soggetto soltanto alla riduzione relativa all'offerto ribasso contrattuale.

L'Appaltatore si obbliga a garantire il trattamento dei dati acquisiti in merito alle opere appaltate, in conformità a quanto previsto dalla normativa sulla privacy di cui al D.Lgs. 30 giugno 2003, n. 196 e s.m.i.

Art. 2.20
CARTELLI ALL'ESTERNO DEL CANTIERE

L'Appaltatore ha l'obbligo di fornire in opera a sua cura e spese e di esporre all'esterno del cantiere, come dispone la Circolare Min. LL.PP. 1 giugno 1990, n. 1729/UL, due cartelli di dimensioni non inferiori a m. 1,00 (larghezza) per m. 2,00 (altezza) in cui devono essere indicati la Stazione Appaltante, l'oggetto dei lavori, i nominativi dell'Impresa, del Progettista, della Direzione dei Lavori e dell'Assistente ai lavori; in detti cartelli, ai sensi dall'art. 105 comma 15 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., devono essere indicati, altresì, i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici e dei cottimisti nonché tutti i dati richiesti dalle vigenti normative nazionali e locali.

Art. 2.21
PROPRIETA' DEI MATERIALI DI ESCAVAZIONE E DI DEMOLIZIONE

In attuazione dell'art. 36 del Capitolato generale d'appalto D.M. 145/2000, i materiali provenienti da escavazioni o demolizioni, salvo diversa disposizione contrattuale, sono di proprietà della Stazione Appaltante.

L'Appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli in luogo indicato dalla direzione lavori intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **116**

Pagina 116 - p_pz_0035715/2019

Qualora detti materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

Art. 2.22
RINVENIMENTI

Al rinvenimento di tutti gli oggetti di pregio intrinseco ed archeologico che si rinvenissero nelle demolizioni, negli scavi e comunque nella zona dei lavori, si applica l'art. 35 del Capitolato generale d'appalto D.M. 145/2000; essi spettano di pieno diritto alla Stazione Appaltante, salvo quanto su di essi possa competere allo Stato. L'Appaltatore dovrà dare immediato avviso dei loro rinvenimento, quindi depositarli negli uffici della Direzione dei Lavori che redigerà regolare verbale in proposito, da trasmettere alle competenti autorità.

L'appaltatore avrà diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il diligente recupero.

L'appaltatore non può demolire o comunque alterare i reperti, né può rimuoverli senza autorizzazione della stazione appaltante.

Per quanto detto, però, non saranno pregiudicati i diritti spettanti per legge agli autori della scoperta.

Art. 2.23
BREVETTI DI INVENZIONE

Nel caso la Stazione Appaltante prescriva l'impiego di disposizioni o sistemi protetti da brevetti d'invenzione, ovvero l'Appaltatore vi ricorra di propria iniziativa con il consenso della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore deve dimostrare di aver pagato i dovuti canoni e diritti e di aver adempiuto a tutti i relativi obblighi di legge.

Art. 2.24
DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE – ACCORDO BONARIO

Accordo bonario

Qualora in seguito all'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dell'opera possa variare tra il 5 ed il 15 per cento dell'importo contrattuale, si attiverà il procedimento dell'accordo bonario di tutte le riserve iscritte fino al momento dell'avvio del procedimento stesso.

Prima dell'approvazione del certificato di collaudo ovvero del certificato di regolare esecuzione, qualunque sia l'importo delle riserve, il responsabile unico del procedimento

attiverà l'accordo bonario per la risoluzione delle riserve e valuterà l'ammissibilità e la non manifesta infondatezza delle riserve ai fini dell'effettivo raggiungimento del limite di valore del 15 per cento del contratto. Non potranno essere oggetto di riserva gli aspetti progettuali che sono stati oggetto di verifica ai sensi dell'articolo 26 del D.Lgs. n. 50/2016.

Il direttore dei lavori darà immediata comunicazione al responsabile unico del procedimento delle riserve, trasmettendo nel più breve tempo possibile una propria relazione riservata.

Il responsabile unico del procedimento, acquisita la relazione riservata del direttore dei lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo, provvederà direttamente alla formulazione di una proposta di accordo bonario ovvero per il tramite degli esperti segnalati dalla Camera arbitrale istituita presso l'ANAC con le modalità previste dall'articolo 205 comma 5 del D.Lgs. n. 50/2016.

Se la proposta è accettata dalle parti, entro quarantacinque giorni dal suo ricevimento, l'accordo bonario è concluso e viene redatto verbale sottoscritto dalle parti. L'accordo ha natura di transazione. Sulla somma riconosciuta in sede di accordo bonario sono dovuti gli interessi al tasso legale a decorrere dal sessantesimo giorno successivo alla accettazione dell'accordo bonario da parte della stazione appaltante. In caso di reiezione della proposta da parte del soggetto che ha formulato le riserve ovvero di inutile decorso del termine di cui al secondo periodo possono essere aditi gli arbitri o il giudice ordinario.

Collegio consultivo tecnico

In via preventiva, al fine di prevenire le controversie relative all'esecuzione del contratto, le parti possono convenire che prima dell'avvio dell'esecuzione, o comunque non oltre novanta giorni da tale data, sia

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **117**

Pagina 117 - p_pz_0035715/2019

costituito un collegio consultivo tecnico con funzioni di assistenza per la rapida risoluzione delle dispute di ogni natura suscettibili di insorgere nel corso dell'esecuzione del contratto. Le proposte di transazione formulate del collegio costituito con le modalità dell'art. 207 del D.Lgs. n. 50/2016, non saranno comunque vincolanti per le parti.

Arbitrato

Ove non si proceda all'accordo bonario e l'appaltatore confermi le riserve, la definizione di tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto è devoluta al Tribunale ordinario competente presso il Foro di **POTENZA** ed è esclusa la competenza arbitrale.

La decisione dell'Autorità giudiziaria sulla controversia dispone anche in ordine all'entità delle spese di giudizio e alla loro imputazione alle parti, in relazione agli importi accertati, al numero e alla complessità delle questioni.

Art. 2.25
DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI DEI LAVORI A MISURA E DELLE SOMMINISTRAZIONI PER OPERE IN ECONOMIA - INVARIABILITA' DEI PREZZI

I prezzi unitari in base ai quali, dopo deduzione del pattuito ribasso d'asta calcolato sull'importo complessivo a base d'asta (o sulle singole voci di elenco nel caso di affidamento mediante offerta a prezzi unitari), saranno pagati i lavori appaltati a misura e le somministrazioni, sono quelli risultanti dall'elenco prezzi allegato al contratto.

Essi compensano:

a) circa i materiali, ogni spesa (per fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi, ecc.), nessuna eccettuata, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera;

b) circa gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonché per premi di assicurazioni sociali, per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno;

c) circa i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso;

d) circa i lavori a misura ed a corpo, tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, indennità di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e d'altra specie, mezzi d'opera provvisionali, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa, ecc., e per quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi del presente Capitolato.

I prezzi medesimi, per lavori a misura ed a corpo, nonché il compenso a corpo, diminuiti del ribasso offerto, si intendono accettati dall'Appaltatore in base ai calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio e sono fissi ed invariabili.

E' esclusa ogni forma di revisione prezzi se le modifiche del contratto, a prescindere dal loro valore monetario, non sono previste in clausole chiare, precise e inequivocabili, comprensive di quelle relative alla revisione dei prezzi. Tali clausole fissano la portata e la natura di eventuali modifiche nonché le condizioni alle quali esse possono essere impiegate, facendo riferimento alle variazione dei prezzi e dei costi standard, ove definiti. Esse non apportano modifiche che avrebbero l'effetto di alterare la natura generale del contratto o dell'accordo quadro.

Per i contratti relativi ai lavori, le variazioni di prezzo in aumento o in diminuzione possono essere valutate, sulla base dei prezzari predisposti dalle regioni e dalle province autonome territorialmente competenti, solo per l'eccedenza rispetto al dieci per cento rispetto al prezzo originario e comunque in misura pari alla metà.

Per quanto riguarda eventuali categorie di lavoro non contemplate nelle voci dell'elenco prezzi allegato, si procederà alla determinazione di nuovi prezzi con le seguenti modalità:

a) desumendoli dai prezzari di cui al periodo precedente;

b) ragguagliandoli a quelli di lavorazioni consimili compresi nel contratto;

c) quando sia impossibile l'assimilazione, ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove regolari analisi.

Le nuove analisi andranno effettuate con riferimento ai prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta. I nuovi prezzi saranno determinati in contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'esecutore, ed approvati dal responsabile del procedimento.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **118**

Pagina 118 - p_pz_0035715/2019

PARTE SECONDA – SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

Capitolo 3 – QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI – MODALITA' DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO – ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

Art. 01 Qualità e provenienza dei materiali
Art. 02 Occupazione, apertura e sfruttamento delle cave
Art. 03 Tracciamenti
Art. 04 Scavi e rilevati in genere
Art. 05 Rilevati compattati
Art. 06 Rilevati e rinterri addossati alle murature e riempimenti con pietrame
Art. 07 Scavi di sbancamento
Art. 08 Scavi di fondazione
Art. 09 Armature e sbadacchiature speciali per gli scavi di fondazione
Art. 10 Paratie o casseri in legname per fondazioni
Art. 11 Palificazioni
Art. 12 Malte e conglomerati
Art. 13 Murature di getto o calcestruzzi
Art. 14 Opere in conglomerato cementizio armato e cemento armato precompresso
Art. 15 Acciaio per cemento armato
Art. 16 Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio
Art. 17 Rabboccature
Art. 18 Demolizioni
Art. 19 Drenaggi
Art. 20 Acquedotti e tombini tubolari
Art. 21 Gabbioni e loro riempimento
Art. 22 Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli
Art. 23 Lavori eventuali non previsti
Art. 24 Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori

Capitolo 4 – DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

Art. 25 Designazione sommaria delle opere
Art. 26 Paracarri
Art. 27 Macadam ordinario,trattamenti superficiali rivestimenti e penetrazioni, pavimentazioni in genere
Art. 28 Variazione alle opere progettate
Art. 29 Carreggiata: Premessa
Art. 30 Preparazione del sottofondo
Art. 31 Fondazioni
Art. 32 Operazioni preliminari
Art. 33 Fondazioni in pietrame e ciottolami
Art. 34 Fondazioni in ghiaia o pietrisco e sabbia
Art. 35 Strati di base in massicciata di pietrisco
Art. 36 Cilindrature delle massicciate
Art. 37 Massicciate a macadam ordinario
Art. 38 Massicciata a macadam bituminoso mescolato in posto
Art. 39 Preparazione delle superfici delle massicciate cilindrate
Art. 40 Trattamenti superficiali ancorati eseguiti con emulsione bituminosa
Art. 41 Trattamento superficiale con bitume a caldo
Art. 42 Strati di collegamento (Binder) e usura
Art. 43 Scarificazione di pavimentazioni esistenti
Art. 44 Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature
Art. 45 Ricostruzione di vecchie massicciate previa scarificazione ed aggiunta
Art. 46 Rinforzi di zone particolari mediante conglomerati bituminosi
Art. 47 Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi
Art. 48 Paracarri indicatori chilometrici termine di confine in pietra e barriere in c.a. ed in acciaio
Art. 49 Segnaletica

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **119**

Pagina 119 - p_pz_0035715/2019

Capitolo 5 – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

Art. 50 Norme per la misurazione e valutazione dei lavori
Art. 51 Carreggiata
Art. 52 Cigli e cunette
Art. 53 Lavori in economia

PARTE SECONDA – SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPITOLO 3
QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI MODALITA' DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

Art. 1. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.

L'appalto non prevede categorie di prodotti ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'art. 2, comma 1 lettera d) del D.M. dell'ambiente n.

Quando la Direzione dei Lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

a) Acqua. - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

b) Calce. - Le calci aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme vigenti.
La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassetto tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti.
La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita, e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.
L'estinzione della calce viva dovrà farsi con i migliori sistemi conosciuti ed, a seconda delle prescrizioni della Direzione dei Lavori, in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego.

c) Leganti idraulici. - Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione di cui alle norme vigenti.
Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall'umidità o in sili.

d) Pozzolana. - La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme vigenti.
Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

e) Ghiaia, pietrisco e sabbia. - Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti.

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivati da rocce resistenti, il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.
La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere assolutamente scevra di materie terrose ed organiche e ben lavata. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da 1 a 5 mm.
La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'Appaltatore dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.
Per i lavori di notevole importanza I'Appaltatore dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione dei Lavori i normali controlli.
In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie questi dovranno essere da 40 a 71 mm per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno da 40 a 60 mm se si tratta di volti o getti di un certo spessore da 25 a 40 mm se si tratta di volti o getti di limitato spessore.
Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.
Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo: e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee.
Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.
Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.
I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche. Le graniglie saranno quelle indicate nelle norme di buona tecnica per la tipologia edilizia in oggetto.
Di norma si useranno le seguenti pezzature:

1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
3) pietrischetto da 15 a 25 mm per l'esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fiuidi;
4) pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati;
5) graniglia normale da 5 a 20 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei Lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti di prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.
Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

f) Terreni per soprastrutture in materiali stabilizzati. - Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 A.S.T.M.) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonché dall'indice di plasticità (differenze fra il limite di fluidità L.L. e il limite di plasticità L.P.).

Tale indice, da stabilirsi in genere per raffronto con casi similari di strade già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione dei Lavori si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board):

1) strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M.; il detto passante al n. 10, dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 A.S.T.M., dal 35 al 70% passante al n. 40 A.S.T.M. e dal 10 al 25% passante al n. 200 A.S.T.M.;
2) strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm ed essere almeno passante per il 50 % al setaccio da 10 mm, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40 e dal 3 al 10% al setaccio n. 200.
3) negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 A.S.T.M. deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i due terzi di essa.
4) strato superiore della sovrastruttura: tipo miscela sabbia-argilla: valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al paragrafo 1);
5) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40 e dal 10 al 25% al setaccio n. 200;
6) negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4; il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al n. 40.

Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (Californian bearing ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo. In linea di massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione e sottoposto ad un sovraccarico di 9 kg, dovrà risultare per gli strati inferiori non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70. Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

g) Detrito di cava o tout-venant di cava o di frantoio. - Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto l'impiego di detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm.

Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

h) Pietrame. - Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate.

Saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasi e di perfetta lavorabilità.

Il profilo dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a 1600 kg/cm² ed una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di S. Fedelino, preso come termine di paragone.

i) Tufi. - Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili, nonché i cappellacci e saranno impiegati solo in relazione alla loro resistenza.

l) Cubetti di pietra. - I cubetti di pietra da impiegare per la pavimentazione stradale debbono rispondere alle norme di accettazione emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

m) Mattoni. - I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.

I mattoni, inoltre, debbono resistere all'azione delle basse temperature, cioè se sottoposti quattro mattoni segati a metà, a venti cicli di immersione in acqua a 35 °C, per la durata di 3 ore e per altre 3 ore posti in frigorifero alla temperatura di - 10°, i quattro provini fatti con detti laterizi sottoposti alla prova di compressione debbono offrire una resistenza non minore dell'80% della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto.

I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento di almeno 160 Kg/cm².

Essi dovranno corrispondere alle prescrizioni vigenti in materia.

n) Materiali ferrosi. - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalle vigenti disposizioni legislative, dal D.M. 17 gennaio 2018, nonché dalle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1° Ferro. - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.

2° Acciaio dolce laminato. - L'acciaio extradolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra.

Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare ed aspetto sericeo.

3° Acciaio fuso in getti. - L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

4° L'acciaio sagomato ad alta resistenza dovrà essere del tipo qualificato e controllato e con caratteristiche conformi al D.M. 17 gennaio 2018.

Le caratteristiche e le modalità degli acciai ad aderenza migliorata saranno quelle indicate nel D.M. 17 gennaio 2018.

5° Ghisa. - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.

E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

o) Legname. - I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni della vigente normativa, saranno provveduti tra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I requisiti e le prove dei legnami saranno quelli contenuti nelle vigenti norme UNI.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smusso di sorta.

p) Geotessili. - I prodotti da utilizzarsi per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.).

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **123**

Pagina 123 - p_pz_0035715/2019

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.
Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego. Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare.
Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Il geotessile dovrà essere conforme alle seguenti norme UNI EN 13249, UNI EN 13251, UNI EN 13252, UNI EN 13253, UNI EN 13254, UNI EN 13255, UNI EN 13256, UNI EN 13257, UNI EN 13265 ove applicabili.

Prove dei materiali

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Appaltatore sarà tenuto a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli istituti stessi.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma della Direzione dei lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Art. 2. *OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE*

Fermo restando quanto prescritto nel presente Capitolato circa la provenienza dei materiali, resta stabilito che tutte le pratiche e gli oneri inerenti alla ricerca, occupazione, apertura e gestione delle cave sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, rimanendo la Stazione Appaltante sollevata dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che l'Appaltatore potesse incontrare a tale riguardo. Al momento della Consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà indicare le cave di cui intende servirsi e garantire che queste siano adeguate e capaci di fornire in tempo utile e con continuità tutto il materiale necessario ai lavori con le prescritte caratteristiche.

L'Impresa resta responsabile di fornire il quantitativo e di garantire la qualità dei materiali occorrenti al normale avanzamento dei lavori anche se, per far fronte a tale impegno, l'Impresa medesima dovesse abbandonare la cava o località di provenienza, già ritenuta idonea, per attivarne altre ugualmente idonee; tutto ciò senza che l'Impresa possa avanzare pretese di speciali compensi o indennità.

In ogni caso all'Appaltatore non verrà riconosciuto alcun compenso aggiuntivo qualora, per qualunque causa, dovesse variare in aumento la distanza dalle cave individuate ai siti di versamento in cantiere.

Anche tutti gli oneri e prestazioni inerenti al lavoro di cava, come pesatura del materiale, trasporto in cantiere, lavori inerenti alle opere morte, pulizia della cava con trasporto a rifiuto della terra vegetale e del cappellaccio, costruzione di strade di servizio e di baracche per ricovero di operai o del personale di sorveglianza della Stazione Appaltante e quanto altro occorrente sono ad esclusivo carico dell'Impresa.

L'Impresa ha la facoltà di adottare, per la coltivazione delle cave, quei sistemi che ritiene migliori nel proprio interesse, purché si uniformi alle norme vigenti ed alle ulteriori prescrizioni che eventualmente fossero impartite dalle Amministrazioni statali e dalle Autorità militari, con particolare riguardo a quella mineraria di pubblica sicurezza, nonché dalle Amministrazioni regionali, provinciali e comunali.

L'Impresa resta in ogni caso l'unica responsabile di qualunque danno od avaria potesse verificarsi in dipendenza dei lavori di cava od accessori.

Art. 3. *TRACCIAMENTI*

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti. A tempo debito dovrà pure stabilire, nei tratti indicati dalla Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

Art. 4.*SCAVI E RILEVATI IN GENERE*

Gli scavi ed i rilevati saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che fossero disposte dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

In particolare si prescrive:

a) Scavi. - Nell'esecuzione degli scavi I'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitegli.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorra, con canali fugatori.

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, depositandole su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

b) Rilevati. - Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla precedente lettera a), se disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita ed alla eliminazione del materiale non ritenuto idoneo. Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte e sempreché disponibile ed egualmente ritenute idonee e previa cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si suol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla Direzione dei Lavori.

Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese delI'Appaltatore al quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo I'Appaltatore, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al quindici per cento, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anch'essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle murature.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **125**

Pagina 125 - p_pz_0035715/2019

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Qualora gli scavi ed il trasporto avvengano meccanicamente, si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 o i 50 centimetri. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua, e si eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione dei Lavori.

Art. 5. *RILEVATI COMPATTATI*

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali (vedi norme di cui all'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*" lettera f), da mettersi in opera a strati non eccedenti i 25-30 cm costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, od a griglia, nonché quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione - o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua (innaffiamento) in modo da ottenere ancor qui una densità pari al 90% di quella Proctor. Ogni strato sarà costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato ed avrà superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitarsi ristagni di acqua e danneggiamenti. Qualora nel materiale che costituisce il rilevato siano incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme dello strato: comunque nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto della sovrastruttura tali pietre non dovranno avere dimensioni superiori a 10 cm.

Il terreno di impianto dei rilevati compattati che siano di altezza minore di 0,50 m, qualora sia di natura sciolta o troppo umida, dovrà ancor esso essere compattato, previa scarificazione, al 90% della densità massima, con la relativa umidità ottima. Se detto terreno di impianto del rilevato ha scarsa portanza lo si consoliderà preliminarmente per l'altezza giudicata necessaria, eventualmente sostituendo il terreno in posto con materiali sabbiosi o ghiaiosi.

Particolare cura dovrà aversi nei riempimenti e costipazioni a ridosso dei piedritti, muri d'ala, muri andatori ed opere d'arte in genere.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Fa parte della formazione del rilevato oltre la profilatura delle scarpate e delle banchine e dei cigli, e la costruzione degli arginelli se previsti, il ricavare nella piattaforma, all'atto della costruzione e nel corso della sistemazione, il cassonetto di dimensione idonea a ricevere l'ossatura di sottofondo e la massicciata.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque ne sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere spurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

In corso di lavoro I'Appaltatore dovrà curare l'apertura di fossetti di guardia a monte scolanti, anche provvisori, affinché le acque piovane non si addossino alla base del rilevato in costruzione.

Nel caso di rilevati compattati su base stabilizzata, i fossi di guardia scolanti al piede dei rilevati dovranno avere possibilmente il fondo più basso dell'impianto dello strato stabilizzato.

Art. 6. *RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE E RIEMPIMENTI CON PIETRAME*

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature dei manufatti o di altre opere qualsiasi, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in

modo da caricare uniformemente la murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico mal distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese e poi trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi per quella larghezza e secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

E' vietato di addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a tutto carico dell'Appaltatore.

Nella effettuazione dei rinterri l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni ed oneri:

a) La bonifica del terreno dovrà essere eseguita, oltre quando prevista dal progetto, ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare delle zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.
b) Se il terreno in sito risultasse altamente compressibile, non compattabile, dotato di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, esso dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi secondo UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1:
   - A1, A2, A3 se proveniente da cave di prestito;
   - A1, A2, A3, A4 se proveniente dagli scavi.

   Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO. Per il materiale dei gruppi A2 ed A4 gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto). Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 200 kg/cm2 su ogni strato finito.
c) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto b) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa; per il rinterro dovrà essere utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 secondo UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1.
d) Al di sotto del piano di posa dei rilevati dovrà essere eseguito un riempimento di spessore non inferiore a 50 cm (materiale compattato) avente funzione di drenaggio. Questo riempimento sarà costituito da ghiaietto o pietrischetto di dimensioni comprese fra 4 e 20 mm con percentuale massima del 5% di passante al crivello 4 UNI.

Il materiale dovrà essere steso in strati non superiori a 50 cm (materiale soffice) e costipato mediante rullatura fino ad ottenere un modulo di deformazione non inferiore a 200 kg/cm2.

I riempimenti di pietrame a secco per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera a mano e ben costipate, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni per impiegarle nella copertura dei sottostanti pozzetti e cunicoli, ed usare negli strati inferiori il pietrame di maggiori dimensioni, impiegando, nell'ultimo strato superiore, pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare o scendere, otturando così gli interstizi fra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione delle fognature o drenaggi.

Art. 7. *SCAVI DI SBANCAMENTO*

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **127**

Pagina 127 - p_pz_0035715/2019

Art. 8. *SCAVI DI FONDAZIONE*

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere l'Appaltatore senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie d'appoggio la Direzione dei Lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra detto circa l'obbligo dell'Appaltatore, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm (di seguito contemplato), l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei Lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da scavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da lasciare quindi in loco in proprietà della Stazione Appaltante, resterà di proprietà dell'Appaltatore, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Appaltatore se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale od anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di 20 cm (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle cennate profondità d'acqua di 20 cm. Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.

Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli occorrenti aggottamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.

In mancanza del prezzo suddetto e qualora si stabilissero acque nei cavi in misura superiore a quella di cui sopra, l'Appaltatore dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno: e tali esaurimenti saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua.

L'Appaltatore sarà però tenuto ad evitare l'affluenza entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterà a suo totale carico la spesa per i necessari aggottamenti.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **128**

Pagina 128 - p_pz_0035715/2019

Art. 9. *ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER GLI SCAVI DI FONDAZIONI*

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie. Esse restano a totale carico dell'Appaltatore, essendo compensate col prezzo di elenco per lo scavo finché il volume del legname non supera il ventesimo del volume totale dello scavo nella parte le cui pareti vengono sostenute da armature. Quando il volume dei legnami supera invece tale limite, le armature sono pagate col compenso previsto in elenco e che si applica al volume dei legnami e tavole in opera per la parte eccedente il ventesimo di cui sopra, rimanendo gli eventuali materiali di ricavo dalla demolizione delle armature in proprietà dell'Appaltatore.

Art. 10. *PARATIE O CASSERI IN LEGNAME PER FONDAZIONI*

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere estratto e sostituito a cura ed a spese dell'Appaltatore; esso può essere reinserito regolarmente se ancora utilizzabile a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere munite di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze di ferro quando la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendo la parte sporgente quando sia stata riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

Art. 11. *PALIFICAZIONI*

Art. 11.1. Palificazione eseguita in opera con tubo infisso (pali trivellati)

Per i pali eseguiti in opera con tubi infissi mediante trivellazione, con procedimento quindi che non modifica le proprietà meccaniche e la consistenza in genere del terreno entro il quale verrà eseguito il getto del conglomerato, si eseguirà la perforazione del terreno facendo scendere via via un tubo metallico (tubo forma) con elemento di estremità con ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo. Il tubo metallico, ove non sia di un sol pezzo, dovrà essere formato con elementi filettati che assicurino la perfetta direzione del palo e garantiscano la perfetta coassialità. Comunque dovrà essere possibile applicare all'estremità superiore un coperchio con presa per tubazione ad aria compressa ove occorresse adoperarlo o per espellere l'acqua o per provvedere, con tale metodo, all'esecuzione e costipamento della base e primo tronco del fusto sino a che non vi sia più introduzione di acqua. Si dovrà avere la possibilità di proseguire la perforazione mediante appositi scalpelli ove si incontrassero trovanti e vecchie murature.

Quando sia stata raggiunta la profondità voluta, si fermerà l'affondamento del palo e, senza sollevarlo o ritirare il tubo e messa in opera la gabbia metallica se questa sia prevista per tutta la lunghezza, si inizierà la formazione della base gettando con una benna (chiusa all'estremità inferiore da una valvola automatica o con altro sistema idoneo) piccole e successive quantità di calcestruzzo, costipandole o mediante battitura (con maglio di peso variabile da 1200 kg, per tubi del diametro di 45 cm, a 600 kg, per tubi del diametro di 30 cm) o con uno dei pestoni in uso. Prima di procedere al getto sarà resa stagna l'estremità inferiore del tubo provvedendo alla costruzione di un tappo di conglomerato alla base del palo e sarà estratta l'acqua eventualmente penetrata nel tubo. La sbulbatura di base, ottenuta con la pilonatura del calcestruzzo o in qualsiasi altro modo che la natura del terreno e le modalità di esecuzione possono consigliare, sarà la maggiore possibile.

Eseguita la base, si procederà poi all'esecuzione del fusto mediante piccole successive introduzioni di calcestruzzo per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno, e sollevando gradatamente il tubo-forma metallico, in modo tale che restino nel tubo almeno 50 cm di conglomerato, senza abbandonarlo mai in modo da evitare che nel tubo si introducano acqua o terra: dopo il getto di ciascuno dei tratti si procederà al costipamento del calcestruzzo o con battitura con uno dei sistemi brevettati e riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori in relazione alla lunghezza dei pali.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **129**

Pagina 129 - p_pz_0035715/2019

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti si effettuerà l'incamiciatura del tratto di palo con un controtubo di lamierino leggero esterno al tubo forma, che verrà lasciato in posto. Cura particolare dovrà usarsi affinché non si verifichino soluzioni di continuità nel getto di calcestruzzo, in particolare quando il costipamento avviene per pestonatura e cioè specialmente al momento della sfilatura del tubo forma.

In presenza di terre sciolte in acqua potrà procedersi al getto del conglomerato per maggiori altezze, senza pestonamento al fine di evitare sifonamenti nel tubo.

Per pali trivellati la portata limite verrà determinata in sede di progetto in relazione alle caratteristiche geognostiche degli strati attraversati e con l'uso di formule ben conosciute (Dorr, Cagnot, Kerisel o altre) considerando nella sua probabile realtà l'attrito laterale. La portata di esercizio sarà data dalla portata limite divisa per il coefficiente di sicurezza derivante dalla formula usata. L'effettiva portata verrà valutata all'atto esecutivo mediante prove di carico su prototipi.

I pali saranno sottoposti a prove di carico statico o a prove di ribattitura in relazione alle condizioni ed alle caratteristiche del suolo e secondo la normativa stabilita dal D.M. 17 gennaio 2018.

Art. 11.2. Prove sui pali

Tutte le prove sui pali sono a carico dell'impresa e dovranno essere eseguite da laboratori o strutture accettate dalla Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione delle prove oltre a quanto prescritto nel presente capitolato e negli elaborati progettuali devono essere rispettate le vigenti norme.

Pali di prova

Prima dell'inizio della costruzione della palificata devono essere eseguiti pali pilota, nel numero di 1 l'ubicazione di tali pali deve essere stabilita dalla Direzione dei Lavori e risultare esattamente dai verbali che verranno redatti sulle prove eseguite.

Le prove di carico per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno, o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi abbassamenti-carichi e abbassamenti-tempi.

Prove di collaudo statico

Per le prove di collaudo, i pali di prova vanno prescelti fra quelli costituenti l'intera palificata e indicati dalla Direzione dei Lavori o dal Collaudatore: il loro numero deve essere pari ad almeno l'1% del numero totale dei pali, con un minimo di due.

Le prove di collaudo dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte fino a 1,5 volte il carico ammissibile del palo singolo, con applicazione graduale del carico sul palo.

Ove previsto in progetto, l'Impresa è tenuta ad effettuare sui pali prove di carico orizzontale, prove estensimetriche, carotaggi sonici, ecc.; le prove di carico verticale di cui alle norme vigenti sono integralmente a carico dell'impresa, mentre per le prove di altro tipo sarà applicata la corrispondente voce dell'elenco dei prezzi unitari.

Art. 11.3. Pali Trivellati di Grande Diametro

Sui pali trivellati si eseguiranno prove tipo Cross Hole. Il metodo di prova si basa sulla registrazione continua di segnali di frequenza ultrasonica dopo l'attraversamento di sezioni di calcestruzzo: esso richiede la predisposizione del palo su tutta l'altezza, prima del getto, con tre (o più) tubi diametro 1' ed un quarto neri, filettati e manicottati tipo Fretz-Moon e similari.

Tali tubi saranno inseriti nella gabbia d'armatura prima della sua posa in opera, ai vertici di un triangolo equilatero, legati all'interno delle spirali e dovranno restare approssimativamente parallele anche dopo la loro messa in opera ed il getto successivo del palo. Entro tali tubi verranno fatte scorrere, durante l'esecuzione delle prove, apposite sonde da 25 mm di diametro e 30 cm di lunghezza: i tubi dovranno quindi essere liberi da ostacoli e successivamente riempiti con acqua chiara.

Il metodo adottato dovrà consentire di rappresentare il segnale di ricezione in maniera globale per la valutazione dell'omogeneità delle sezioni esaminate.

Sui pali trivellati è prevista inoltre una prova di carico non distruttiva con celle di Osterrberg.

Compreso la predisposizione di idoneo sistema idraulico necessario per la messa in pressione della cella per tutta la lunghezza del palo, l'impiego di trasduttori di tipo LVWDTs nel numero non inferiore a 3 unità posizionati tra la piastra inferiore e la piastra superiore della cella di carico, l'impiego di n. 2 strain gauges e relativi materiali accessori per il collegamento tra la piastra superiore della cella e la testa del palo, i collegamenti necessari, le attrezzature di carico e misura adeguate. Compreso altresì ogni altro materiale di consumo, ogni onere e magistero per lo svolgimento della prova, ogni attrezzatura necessaria, l'assistenza e

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **130**

Pagina 130 - p_pz_0035715/2019

la supervisione per le varie fasi di svolgimento dell'intervento, l'impiego di personale tecnico specializzato, la redazione dell'apposita relazione descrittiva, nonché il rilascio del report finale sulla prova svolta.

Art. 11.4. Ancoraggi

Nella costruzione di ancoraggi e nell'esecuzione delle prove di carico per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio e delle prove di collaudo – al fine di controllare il comportamento degli ancoraggi eseguiti – devono essere osservate le specifiche norme geotecniche vigenti.

Le prove per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio devono essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno.

La prova di collaudo consiste in un ciclo semplice di carico e scarico, sottoponendo l'ancoraggio ad una forza pari ad 1,3 volte la prevista forza di esercizio.

La tipologia di prove da eseguire (a rottura o di collaudo) ed eventuali modifiche da apportare ai carichi di prova, dovute a quanto riscontrato durante l'esecuzione dei micropali, saranno definite in cantiere dalla Direzione dei Lavori.

Art. 11.5. Tiranti di ancoraggio

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nel progetto esecutivo.

Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi:

a) Testata

È il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sulla opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con i relativi dispositivi di bloccaggio, ed il condotto di iniezione.

b) Armatura

È l'elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli o barre, a seconda del tipo di ancoraggio.

c) Tratto libero

È la parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.

d) Fondazione (Bulbo di ancoraggio)

È il tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito.

e) Canna di iniezione

È costituito da un tubo generalmente in PVC, dotato o meno di valvole a manchettes, che viene collegato al circuito di iniezione per la solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno o alla roccia. Nei tiranti di ancoraggio fra il tratto libero e la fondazione è di norma interposto un dispositivo di separazione, chiamato sacco otturatore, tenuto in sede da due tamponi posti alle estremità. La funzione del sacco otturatore è di bloccare le eventuali fughe di miscela cementizia attraverso il tratto libero; esso dunque è particolarmente necessario nei tiranti aventi inclinazione prossima all'orizzontale. Nei tiranti definitivi sono presenti dispositivi atti a realizzare la protezione delle armature anche in corrispondenza del tratto di fondazione. Questo dispositivo è in genere costituito da una guaina in PVC corrugata, dotata di centratori esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva o puntale terminale, ed al tampone del sacco otturatore. Un condotto di iniezione,dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno). Nel caso di tiranti a iniezioni selettive, la guaina grecata è collegata alla canna di iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes.

Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Impresa,dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura, mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova. Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo. Il numero minimo per le varie tipologie di tiranti di prova potrà essere riferito alle indicazioni fornite in tal senso dalle raccomandazioni A.I.C.A.P..I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico. Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni A.I.C.A.P su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (maggio 1993).I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto. Nel caso l'impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **131**

Pagina 131 - p_pz_0035715/2019

sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5 % del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante prova.

Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali. La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.

Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Impresa.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti < 3 °F;
- il valore del pH dell'acqua risulti < 6;
- il contenuto in CO, disciolta nell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in NH, dell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti > 300 mg/l;
- il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti > 600 mg/l oppure > 6000 mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza < 300 m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'impresa dovrà certificarne l'idoneità.

Materiali ed elementi costruttivi

Acciai e dispositivo di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M. 09.01.1996 e successivi aggiornamenti emanate in applicazione dell'art.21della Legge 5/11/1971 n. 1086.

I dispositivo di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30/06/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

Armature metalliche

Trefoli tipo c.a.p.

Si utilizzeranno trefoli Φ 6/10" in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

- componenti : 7 fili Φ 5 mm
- diametro nominale : 15.20 mm
- sezione nominale : 139 mm2
- tensione effettiva all'1% di allungamento : 225 kN
- tensione di rottura effettiva : 250 kN
- modulo elastico : E=200 ÷ 205 kN/mm2
- limite elastico convenzionale allo 0.1% : fp(1)k 1600N/mm2
- tensione di rottura : fptk ≥ 1800 N/mm2
- allungamento a rottura su 610 mm : 5.2 ÷ 5.1%
- peso : 1.1 kg/m

Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:

- in esercizio : σa ≤ 0.6 fptk
- in fase provvisoria : σai ≤ 0.85 fp(1)k a cui corrispondono i seguenti valori dei carichi di trazione:
- in esercizio : T ≤ 150 kN
- in fase transitoria (*) : T ≤ 180 kN

Barre - Barre in acciai speciali

Le barre saranno in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nella Sez. VI.

E' consentito, ove espressamente previsto dai disegni di progetto, l'impiego di barre in acciai speciali ed a filettatura continua, tipo Dywidag o simili. Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore, e verificate a norma dei regolamenti già richiamati.

Apparecchi di testata

(*) Per prove di collaudo o per brevi fasi di carico temporanee.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **132**

Pagina 132 - p_pz_0035715/2019

Dispositivi di bloccaggio

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento al D.M. del 9 gennaio 1996.

Piastre di ripartizione

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza ed deformabilità del materiale di contrasto.

Miscele di iniezione

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione per 1 m3 di prodotto:

- acqua: 600 kg;
- cemento: 1200 kg;
- additivi: 10÷20 kg.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni.

Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione. La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura ne loro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la iniezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione dei condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a interessi di 2,0-2,5m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature. I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici(materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;
- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di ±2°;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

Perforazione

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il foro potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'impresa dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature, rispondenti a tutte le indicazioni di Legge.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature;

in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **133**

Pagina 133 - p_pz_0035715/2019

• l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;

• la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite.

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso coi terreni con prevalente componente argillosa, di rocce marnose tenere e terreni argillosi sovraconsolidati, il lavaggio sarà eseguito con sola aria, evitando l'utilizzo di fluidi di perforazione.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante.

In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

• portata ≥ 10 m3/min;

• pressione ≥ 8 bar.

Allestimento del tirante

Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà all'allestimento del tirante:

• riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1^ fase), se necessaria;

• introduzione del tirante;

• riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);

• esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati;

• posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;

• prove di carico di collaudo;

• tensionamento del tirante;

• iniezione della parte libera;

• protezione della testata.

Se presente l'iniezione di 1a fase l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorchè:

• la perforazione sia interamente rivestita;

• il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;

• il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli eventuali rabbocchi finali;

• i trefoli ed i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;

• il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati (i ≤ 25°), sia presente.

Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

Cementazione di 1^ fase

Se necessaria sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al precedente punto; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi. Completata l'iniezione di 1^ fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola si darà luogo all'iniezione in pressione

fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. La pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I valori di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno della canna.

Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione dovranno essere utilizzate delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : ≈ 100 bar
- portata max : ≈ 2 m3/ora
- n. max pistonate/minuto : ≈ 60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

Elementi di protezione

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

• classe 1 per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;

• classe 2 per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm.

Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

Gli spazi residui tra armatura e guaina dovrà essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

Tesatura e collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

La trazione di collaudo (Nc) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio (Nes).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento No=0,10 Nes e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

I tiranti che non soddisferanno i requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la Direzione Lavori, sentito il Progettista.

In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Impresa.

Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiatura impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio (Nes).

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **135**

Pagina 135 - p_pz_0035715/2019

Esse dovranno essere tarate presso un laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori rivedere a cura dell'Impresa la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

Protezioni anticorrosive in opera

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela utilizzata nelle operazioni di iniezione dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni.

Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

Art. 12. MALTE E CONGLOMERATI

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno essere tali da garantire la classe di esposizione ambientale di progetto in conformità a quanto disposto dalla norma UNI EN 206-1:2006.

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione dei Lavori e che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malta di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del D.M. 17 gennaio 2018.

Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore allo 0,4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

I getti debbono essere convenientemente vibrati.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **136**

Pagina 136 - p_pz_0035715/2019

dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 13. *MURATURE DI GETTO O CALCESTRUZZI*

Il calcestruzzo da impiegarsi nelle fondazioni delle opere d'arte o in elevazione, o per qualsiasi altro lavoro, sarà composto nelle proporzioni indicate nel presente capitolato e che potranno essere meglio precisate dalla Direzione dei Lavori.

Il calcestruzzo sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali dell'altezza da 20 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo nella sua massa.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto incassati o a pozzo, dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.

Solo in caso di cavi molto larghi, la Direzione dei Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura. per ogni strato di 30 cm di altezza dovrà essere ripreso dal fondo del cavo rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia gettato sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge casse apribili, o quegli altri mezzi di immersione che la Direzione dei Lavori prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi e perda, sia pur minimamente, della sua energia.

Finito il getto e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori riterrà necessario per reggere la pressione che il calcestruzzo dovrà sopportare.

Quando il calcestruzzo sarà impiegato in rivestimento di scarpate, si dovrà aver cura di coprirlo con uno strato di sabbia di almeno 10 cm e di bagnarlo con frequenza ed abbondanza per impedire il troppo rapido prosciugamento.

E' vietato assolutamente l'impiego di calcestruzzi che non si potessero mettere in opera immediatamente dopo la loro preparazione; quelli che per qualsiasi motivo non avessero impiego immediato dopo la loro preparazione debbono senz'altro essere gettati a rifiuto.

Art. 14. *OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO E CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO*

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme vigenti per l'accettazione dei cementi e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio e a struttura metallica (D.M. 17 gennaio 2018 e D.P.R. 380/2001 e s.m.i.).

Nella formazione dei conglomerati di cemento si deve avere la massima cura affinché i componenti riescano intimamente mescolati, bene incorporati e ben distribuiti nella massa.

Gli impasti debbono essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato e cioè debbono essere preparati di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

Per ogni impasto si devono misurare le quantità dei vari componenti, in modo da assicurare che le proporzioni siano nella misura prescritta, mescolando da prima a secco il cemento con la sabbia, poi questa con la ghiaia o il pietrisco ed in seguito aggiungere l'acqua con ripetute aspersioni, continuando così a rimescolare l'impasto finché assuma l'aspetto di terra appena umida.

Costruito ove occorra il cassero per il getto, si comincia il versamento dello smalto cementizio che deve essere battuto fortemente a strati di piccola altezza finché l'acqua affiori in superficie. Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 cm.

Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi.

I casseri occorrenti per le opere di getto debbono essere sufficientemente robusti da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati.

La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori e comunque non superiore a 15 cm ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre un'ora dopo il sottostante.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **137**

Pagina 137 - p_pz_0035715/2019

I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (vibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme.

I vibratori interni sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature.

La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo 20 cm).

Quando sia necessario vibrare la cassaforma è consigliabile fissare rigidamente il vibratore alla cassaforma stessa che deve essere opportunamente rinforzata. Sono da consigliarsi vibratori a frequenza elevata (da 4.000 a 12.000 cicli al minuto ed anche più).

I vibratori interni vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti; nei due percorsi si potrà avere una velocità media di 8-10 cm/sec; lo spessore del singolo strato dipende dalla potenza del vibratore e dalla dimensione dell'utensile.

Il raggio di azione viene rilevato sperimentalmente caso per caso e quindi i punti di attacco vengono distanziati in modo che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea (distanza media 50 cm).

Si dovrà mettere particolare cura per evitare la segregazione del conglomerato; per questo esso dovrà essere asciutto con la consistenza di terra umida debolmente plastica.

La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione: con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti in strati di diversa pezzatura, con malta in difetto si ha precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori.

La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.

Man mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere periodicamente innaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme, e, quando occorra, anche coperta con sabbia o tela mantenuta umida per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.

Le riprese debbono essere, per quanto possibile, evitate.

Quando siano veramente inevitabili, si deve umettare bene la superficie del conglomerato eseguito precedentemente se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o fatta si deve raschiare la superficie stessa e prima di versare il nuovo conglomerato, applicare un sottile strato di malta di cemento e sabbia nelle proporzioni che, a seconda della natura dell'opera, saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione dei Lavori, in modo da assicurare un buon collegamento dell'impasto nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.

In tutti i casi il conglomerato deve essere posto in opera per strati disposti normalmente agli sforzi dai quali la massa muraria di calcestruzzo è sollecitata.

Quando l'opera venga costruita per tratti o segmenti successivi, ciascuno di essi deve inoltre essere formato e disposto in guisa che le superfici di contatto siano normali alla direzione degli sforzi a cui la massa muraria, costituita dai tratti o segmenti stessi, è assoggettata.

Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a garantire che la solidità dell'opera non abbia per tale operazione a soffrirne neanche minimamente.

Per lavori da eseguirsi con smalt cementizio in presenza di acqua marina, si debbono usare tutte le cure speciali atte particolarmente ad impedire la penetrazione di acqua di mare nella massa cementizia.

Per il cemento armato da eseguirsi per opere lambite dalle acque marine ovvero da eseguirsi sul litorale marino ovvero a breve distanza dal mare, l'armatura metallica dovrà essere posta in opera in modo da essere protetta da almeno uno spessore di 4 centimetri di calcestruzzo, e le superfici esterne delle strutture in cemento armato dovranno essere boiaccate.

Per il cemento armato precompresso si studieranno la scelta dei componenti e le migliori proporzioni dell'impasto con accurati studi preventivi di lavori.

Per le opere in cemento armato precompresso devono essere sempre usati, nei calcestruzzi, cementi ad alta resistenza con le prescritte caratteristiche degli inerti da controllarsi continuamente durante la costruzione, impasti e dosaggi da effettuarsi con mezzi meccanici, acciai di particolari caratteristiche meccaniche, osservando scrupolosamente in tutto le norme di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e al D.P.R. 380/2001 e s.m.i.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità del progetto appaltato e degli elaborati di esecutivi che gli saranno consegnati mediante ordini di servizio dalla Direzione dei lavori in corso di appalto e prima dell'inizio delle costruzioni.

L'Appaltatore dovrà avere a disposizione per la condotta effettiva dei lavori un ingegnere competente per i lavori in cemento armato, il quale risiederà sul posto per tutta la durata dei lavori medesimi. Spetta in ogni

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **138**

Pagina 138 - p_pz_0035715/2019

caso all'Appaltatore la completa ed unica responsabilità della regolare ed esatta esecuzione delle opere in cemento armato.

Le prove di carico verranno eseguite a spese dell'Appaltatore e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione dei Lavori, tenendo presente che tutte le opere dovranno essere atte a sopportare i carichi fissati nelle norme sopra citate.

Le prove di carico non si potranno effettuare prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto.

Art. 15. *ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO*

Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Reti elettrosaldate: gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario – barre e rotoli

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e secondo quanto disposto al punto 11.3.2.10 del D.M. 17 gennaio 2018 devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura della Direzione dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- un'identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **139**

Pagina 139 - p_pz_0035715/2019

- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario – reti elettrosaldate

Controlli di accettazione in cantiere
I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.
Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di accettazione non soddisfi i requisiti previsti nelle norme tecniche relativamente ai valori di snervamento, resistenza a trazione del filo, allungamento, rottura e resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta il prelievo di nuovi saggi secondo la procedura di cui al punto 11.3.2.11.4 D.M. 17 gennaio 2018.

Art. 16. *ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.*

(canalette di scarico, mantellate di rivestimento scarpate, cunette e fossi di guardia)

Generalità.
Per tutti i manufatti di cui al presente articolo, da realizzare in conglomerato cementizio vibrato, il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando, da ogni partita, un manufatto dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 5 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini. Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.
a) Canalette.
Saranno costituite da elementi prefabbricati aventi le misure di cm 50x50x20 e spessore di cm 5, secondo i disegni tipo di progetto. Gli elementi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 25 N/mm2. Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di canaletta per ogni partita di 500 elementi o per fornitura numericamente inferiore. Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dal fosso di guardia fino alla banchina. Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di calcestruzzo, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento e in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.
Alla testata dell'elemento a quota inferiore, ossia al margine con il fosso di guardia, qualora non esista idonea opera muraria di ancoraggio, l'impresa avrà cura di infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio ∅ 24, della lunghezza minima di m. 0,80. Questi verranno infissi nel terreno per una lunghezza minima di cm 60, in modo che sporgano dal terreno per circa 20 cm. Analoghi ancoraggi saranno infissi ogni tre elementi di canaletta in modo da impedire lo slittamento delle canalette stesse. La sommità delle canalette che si dipartono dal piano viabile dovrà risultare raccordata con la pavimentazione mediante apposito imbocco da eseguirsi in calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 250, prefabbricato o gettato in opera La sagomatura dell'invito dovrà essere fatta in modo che l'acqua non trovi ostacoli e non si crei quindi un'altra via di deflusso.
b) Mantellate di rivestimento scarpate.
Le mantellate saranno composte da lastre di cm 25x50, spessore di 5 cm, affiancate in modo da ottenere giunti ricorrenti aperti verso l'alto, dove verrà inserita l'armatura di acciaio tanto in senso orizzontale quanto in senso verticale. Le lastre costituenti il rivestimento dovranno essere prefabbricate in calcestruzzo vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 25 N/lmm2. Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini sarà fatto in ragione di una lastra per ogni partita di 500 lastre o fornitura numericamente inferiore. Dovranno essere usati stampi metallici levigati

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **140**

Pagina 140 - p_pz_0035715/2019

affinché la superficie in vista delle lastre risulti particolarmente liscia e piana e gli spigoli vivi. I bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro. L'armatura metallica incorporata nella mantellata dovrà essere composta da barre tonde lisce di acciaio del tipo Fe B 32 k del diametro di 6 mm, disposte nei giunti longitudinali e trasversali ed annegate nella malta di sigillatura nei giunti stessi. L'armatura dovrà essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione. Le lastre dovranno essere sigillate l'una all'altra con malta di cemento normale dosata a Kg. 500, previa bagnatura dei giunti, lisciata a cazzuola in modo tale da rendere i detti giunti pressoché inavvertibili. Durante i primi giorni il rivestimento dovrà essere bagnato, onde permettere alla malta di fare una presa razionale e, se occorre, dovrà essere ricoperto con stuoie. I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni 45 metri trasversalmente all'asse del canale in modo da interrompere la continuità del rivestimento. Lo spazio risultante dal giunto sarà riempito con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche e tale da aderire in maniera perfetta alle lastre cementizie. Nella scelta del bitume si dovrà avere particolare cura, onde evitare colamenti. Il terreno di posa delle lastre dovrà essere accuratamente livellato e costipato.

c) Mantellate in grigliato articolato.

Saranno formate da elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo vibrato avente resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm2, opportunamente armato con tondini di acciaio Fe B 32 K del diametro di mm 6.Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di mantellata per ogni partita di 500 elementi o fornitura numericamente inferiore. Ogni elemento avrà dimensioni di circa m2 0,25, con naselli ad incastro a coda di rondine sporgenti dal perimetro, che consentano di ottenere una mantellata continua ed articolata in grado di seguire gli assestamenti delle superfici di posa; lo spessore dell'elemento sia compreso fra i 9 ed i 10 cm e di peso tra i 30 e 35 Kg cadauno, in modo da ottenere una superficie di mantellata con peso di Kg 120 ÷ 140 per m2. Ogni elemento dovrà presentare un congruo numero di cavità a tutto spessore la cui superficie globale risulti fra il 35% ed il 40% dell'intera superficie dell'elemento stesso. Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di incastro a snodo articolato su pezzi in calcestruzzo armato, da utilizzarsi in quelle particolari posizioni ove siano previsti sforzi di trazione specie in corrispondenza di cambiamento di pendenza del rivestimento. Potranno essere richiesti inoltre pezzi speciali per la protezione di superfici coniche. La posa in opera sarà realizzata, previa regolarizzazione e costipamento delle superfici di posa, con il successivo riempimento delle cavità della mantellata con terra vegetale e la semina con idonei miscugli di specie erbacee. L' Ente si riserva eventualmente di provvedere direttamente in proprio o a mezzo Ditta specializzata, alla fornitura di elementi prefabbricati di mantellate, nel quale caso l'Impresa ne curerà il trasporto dai luoghi di deposito a piè d'opera e la posa in opera come sopra specificato.

d) Cunette e fossi di guardia in elementi prefabbricati.

Saranno costituiti da elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato, avente resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm2 ed armato con rete a maglie saldate di dimensioni cm 12x12 in fili di acciaio del ∅mm 5. Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di cunetta per ogni partita di 100 elementi o fornitura numericamente inferiore. Gli elementi di forma trapezoidale o ad L, a norma dei disegni tipo di progetto ed a seconda che trattasi di rivestire cunette e fossi in terra di forma trapezoidale o cunette ad L, dovranno avere spessore di cm 6 ed essere sagomati sulle testate con incastro a mezza pialla. La posa in opera degli elementi dovrà essere fatta sul letto di materiale arido costipato, avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle canalette. E' compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg. 500.

Art. 17. *RABBOCCATURE*

Le rabboccature che occorresse eseguire sui muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco saranno formate con malta del tipo di cui all'articolo "*Malte e Conglomerati*"

Prima dell'applicazione della malta, le connessure saranno diligentemente ripulite, fino ad una conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e poi riscagliate, ove occorra, e profilate con apposito ferro.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **141**

Pagina 141 - p_pz_0035715/2019

Art. 18. *DEMOLIZIONI*

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni verso la Stazione Appaltante.

I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà della Stazione Appaltante la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

L'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito, ecc. intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Qualora detti materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Impresa, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme o cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie di cui all'articolo "*Scavi e Rilevati in Genere*", lettera a).

Art. 19. *DRENAGGI.*

I drenaggi, comunque effettuati, dovranno tenere conto di quanto disposto nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

A)DRENAGGI O VESPAI TRADIZIONALI

I drenaggi o vespai dovranno essere formati con pietrame o ciottolame misto di fiume, posti in opera su platea in calcestruzzo del tipo per fondazione; il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato. Il pietrame ed i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiore dimensione dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino dovrà essere impiegato negli strati superiori. La Direzione dei Lavori dovrà ordinare l'intasamento con sabbia lavata del drenaggio o del vespaio già costituito. L'eventuale copertura con terra dovrà essere convenientemente assestata. Il misto di fiume, da impiegare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali eterogenei e terrosi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

Art. 20. *ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI*

Per gli acquedotti tubolari, qualora siano eseguiti in conglomerato cementizio gettati in opera, nella parte inferiore della canna verranno usati semplici sagome; nella parte superiore verranno usate apposite barulle di pronto disarmo. Essi non dovranno avere diametro inferiore a 80 cm qualora siano a servizio del corpo stradale.

Qualora vengano impiegati tubi di cemento per i quali è valida sempre quest'ultima prescrizione, questi dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e gli spessori corrispondenti alle prescrizioni sottospecificate, saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

I tubi saranno posati in opera alle livellette e piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo magro a 2 q di cemento per m³ di impasto in opera dello spessore più sotto indicato, salvo diversa prescrizione della Direzione dei Lavori. Verranno inoltre rinfiancati di calcestruzzo a 2,50 q di cemento per m³ di impasto in opera a seconda della sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **142**

Pagina 142 - p_pz_0035715/2019

Dimensione dei tubi e spessore della platea

Ø Tubi in cm	Spessore dei tubi in mm	Spessore della platea in cm
80 100 120	70 85 100	20 25 30

Manufatti tubolari in lamiera zincata

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.

L'acciaio della lamiera ondulata sarà dello spessore di 1,5 mm con tolleranza UNI (Norma UNI EN 10162 e UNI 8661), con carico unitario di rottura non minore di 34 Kg\mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento in quantità non inferiore a 305 g\m² per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati adottando uno dei metodi della scienza delle costruzioni (anello compresso, stabilità dall'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfiture, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso, asfaltico o equivalente avente uno spessore minimo di 1,5 mm inserito sulla cresta delle ondulazioni, che dovrà corrispondere ad un peso di 1,5 Kg/m² per faccia applicato a spruzzo o a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

Alla Direzione dei Lavori è riservato di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare presso lo stabilimento di produzione le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO4, nella misura di 36 g ogni 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle UNI EN 10244-1 e UNI EN 10244-2). Essi dovranno resistere all'immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso che gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del ± 5%.

Agli effetti contabili sarà compensato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio purché la partita rientri nei limiti di tolleranza sopraindicati. Qualora il peso effettivo sia inferiore al peso diminuito della tolleranza, la Direzione dei Lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo fosse invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato solo il peso teorico aumentato dei valori della tolleranza.

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

1) Ad elementi incastrati per tombini.

L'ampiezza dell'onda sarà di 67,7 mm (pollici 2 e 3/4) e la profondità di 12,7 mm (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 m (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto-filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.
Gli opposti elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale mediante appositi ganci in acciaio zincato.
Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da 0,30 m a 1,50 m e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro, la policentrica anche ribassata con luce minima di 0,30 e luce massima di 1,75 m.

2) A piastre multiple per tombini e sottopassi.

L'ampiezza dell'onda sarà di 152,4 mm (pollici 6) e la profondità di 50,8 mm (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di 28,6 mm (pollici 1/8).
Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di 0,61 m.
I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenere alla classe G 8 (Norme UNI 3740-1-9-12; UNI EN ISO 4759-1; UNI EN ISO 898-1; UNI EN ISO 898-6; UNI EN 20898-2; UNI EN ISO 4042; UNI EN ISO 3269; UNI EN ISO 4759-1 e UNI 7323-1).
Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti, da realizzarsi mediante piastre multiple circolari, con diametro compreso da 1,50 m a 6,40 m, potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da 1,80 m a 6,50 m; ad arco con luce variabile da 1,80 m a 9,00 m; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da 2,20 m a 7,00 m.

Art. 21. *GABBIONI E LORO RIEMPIMENTO*

I gabbioni metallici per l'esecuzione di opere di consolidamento o sbancamento saranno di forma prismatica e costituita da maglie esagonali a doppia torsione della dimensione di 8 x 10 cm. Le dimensioni del filo, il peso e la capacità dei gabbioni verranno precisati di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

I fili metallici saranno protetti da zincatura forte, conforme alla norma UNI EN 10223-3, per quanto riguarda le caratteristiche della maglia, e alle Linee guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Per gabbioni lavoranti in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore 0.4 ÷ 0.6 mm.

Nel prezzo al kg sono compresi tutti gli oneri per la fornitura della rete del filo zincato di conveniente spessore per la rilegatura degli spigoli, la formazione dei tiranti e quanto altro occorresse per il montaggio ed il riempimento dei gabbioni.

Il riempimento dei gabbioni verrà effettuato con pietrame o ciottoli (di dimensioni tali che non possano passare in alcun senso attraverso le maglie della rete) collocati a mano e le fronti in vista saranno lavorate analogamente alle murature a secco con analogo onere di paramento.

Art. 22. *LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI*

Per tutti gli altri lavori diversi previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli che si rendessero necessari, si seguiranno le seguenti norme previste dalla legislazione tecnica vigente e dalle regole di buona esecuzione.

Art. 23. *LAVORI EVENTUALI NON PREVISTI*

Per la esecuzione di categorie di lavoro non previste, e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, si procederà alla determinazione ed approvazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'art. 163 del D.P.R. 207/2010.

Se l'Appaltatore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la Stazione Appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'appaltatore non iscriva riserva negli atti contabili nei modi previsti, i prezzi s'intendono definitivamente accettati.

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi. Le macchine ed attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

Art. 24. *ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI*

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamento di strade esistenti, l'Appaltatore è tenuto ad informarsi presso gli enti proprietari delle strade interessate dall'esecuzione delle opere (Compartimento dell'A.N.A.S., Province, Comuni, Consorzi) se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono le opere stesse esistano cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, oleodotti, metanodotti ecc.).

In caso affermativo l'Appaltatore dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Circolo Costruzioni Telegrafiche Telefoniche, Comuni, Province, Consorzi, Società ecc.) la data presumibile dell'esecuzione delle opere nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità) necessari al fine di potere eseguire i lavori evitando danni alle cennate opere.

Il maggiore onere al quale l'Appaltatore dovrà sottostare per l'esecuzione delle opere in dette condizioni si intende compreso e compensato coi prezzi di elenco.

Qualora nonostante le cautele usate si dovessero manifestare danni ai cavi od alle condotte, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade, che agli enti proprietari delle opere danneggiate ed alla Direzione dei Lavori.

Nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unico responsabile rimane l'Appaltatore, rimanendo del tutto estranea la Stazione Appaltante da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della Direzione dei Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione Appaltante.

La Stazione Appaltante si riserva ad ogni modo il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Appena costatata l'ultimazione dei lavori, la strada sarà aperta al pubblico transito. La Stazione Appaltante però si riserva la facoltà di aprire al transito i tratti parziali del tronco che venissero progressivamente ultimati a partire dall'origine o dalla fine del tronco, senza che ciò possa dar diritto all'Appaltatore di avanzare pretese all'infuori della rivalsa, ai prezzi di elenco, dei ricarichi di massicciata o delle riprese di trattamento superficiale e delle altre pavimentazioni che si rendessero necessarie.

CAPITOLO 4
DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

Art. 25. *DESIGNAZIONE SOMMARIA DELLE OPERE*

Le opere, oggetto dell'appalto, possono riassumersi come appresso, salvo le prescrizioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori, tenendo conto, per quanto possibile, delle norme UNI e UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1:

Le forme e dimensioni da assegnare alle varie strutture sono quelle previste negli elaborati grafici e nel computo metrico estimativo allegati al contratto ed alle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori e nei paragrafi che seguono.

Art. 26. *PARACARRI*

I paracarri esistenti danneggiati e divelti dovranno essere sostituiti come da indicazioni previste nel Computo metrico estimativo con le stesse caratteristiche di quelle esistenti.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **145**

Pagina 145 - p_pz_0035715/2019

All'atto esecutivo la Direzione dei Lavori potrà disporre l'esecuzione di paracarri di altro tipo e ad ogni modo indicherà le tratte in cui sia necessaria la sostituzione, dando le opportune disposizioni scritte all'Appaltatore.

Art. 27. *MACADAM ORDINARIO - TRATTAMENTI SUPERFICIALI RIVESTIMENTI E PENETRAZIONI - PAVIMENTAZIONI IN GENERE*

I tratti di sede stradale danneggiata dovranno essere ripristinati mediante fresatura, strato di collegamento in binder chiuso da 7 cm e strato di tappeto di usura da 3 cm.

Art. 28. *VARIAZIONI ALLE OPERE PROGETTATE*

La Stazione Appaltante si riserva la insindacabile facoltà di introdurre nelle opere, all'atto esecutivo, quelle varianti che riterrà opportune, nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi, di qualsiasi natura e specie, non stabiliti nel presente Capitolato Speciale.

Dovranno, essere rispettate le disposizioni di cui al D.Lgs. n. 163/2006 s.m.i. e al D.P.R. n. 207/2010.

Non sono considerate varianti e modificazioni, gli interventi disposti dalla Direzione dei Lavori per risolvere aspetti di dettaglio e che siano contenuti entro un importo non superiore al 10% per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione e restauro e al 5% per tutti gli altri lavori delle categorie dell'appalto, sempreché non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

Sono considerate varianti, e come tali ammesse, nell'esclusivo interesse della Stazione Appaltante, quelle in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento o alla migliore funzionalità delle prestazioni oggetto del contratto, a condizione che tali varianti non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5 % dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera al netto del 50% dei ribassi d'asta conseguiti. Codeste varianti, sono approvate dal Responsabile del Procedimento ovvero dal soggetto competente secondo l'ordinamento della singola Stazione Appaltante.

Ove le varianti derivanti da errori od omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione, eccedono il quinto dell'importo originario del contratto, si dovrà andare alla risoluzione del contratto ed alla indizione di una nuova gara, alla quale dovrà essere invitato a partecipare l'aggiudicatario iniziale.

La risoluzione darà luogo al pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10% dei lavori non eseguiti calcolato fino all'ammontare dei 4/5 dell'importo del contratto originario.

La violazione del divieto di apportare modifiche comporta, salva diversa valutazione del Responsabile del Procedimento, la rimessa in pristino, a carico dell'esecutore, dei lavori e delle opere nella situazione originaria secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori, fermo che in nessun caso egli può vantare compensi, rimborsi o indennizzi per i lavori medesimi.

Le varianti alle opere in progetto saranno ammesse solo per le motivazioni e nelle forme previste dall'art. 132 del D.Lgs. n. 163/2006 e s.m.i.

Le variazioni sono valutate ai prezzi di contratto; ove per altro debbano essere eseguite categorie di lavori non previste in contratto o si debbano impiegare materiali per i quali non risulti fissato il prezzo contrattuale si procederà alla determinazione di nuovi prezzi secondo le modalità fissate dall'art. 163 del D.P.R. n. 207/2010.

Ferma l'impossibilità di introdurre modifiche essenziali alla natura dei lavori oggetto dell'appalto, qualora le variazioni comportino, nei vari gruppi di categorie ritenute omogenee di cui all'art. 3, comma 1, lettera s) del D.P.R. n. 207/2010, modifiche tali da produrre un notevole pregiudizio economico all'esecutore è riconosciuto un equo compenso, comunque non superiore al quinto dell'importo dell'appalto. Ai fini del presente comma si considera notevolmente pregiudizievole la variazione del singolo gruppo che supera il quinto del corrispondente valore originario e solo per la parte che supera tale limite.

CARREGGIATA

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **146**

Pagina 146 - p_pz_0035715/2019

Art. 29. *CARREGGIATA: PREMESSA*

Per le terminologie e definizioni relative alle pavimentazioni e ai materiali stradali si fa riferimento alle norme tecniche del C.N.R. – B.U. n. 169 del 1994. Le parti del corpo stradale sono così suddivise:

- sottofondo (terreno naturale in sito o sull'ultimo strato del rilevato);
- sovrastruttura, così composta:
  1) strato di fondazione;
  2) strato di base;
  3) strato di collegamento (ovvero binder);
  4) strato di usura (o tappetino).

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettifilo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 1,5÷2,0%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,0÷5,0%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia della Stazione Appaltante. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi Laboratori ufficiali.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleverà l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 0,3 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Art. 30. *PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO*

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilita dalla Direzione dei Lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Appaltatore, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tale scopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni, ai fini della loro possibilità d'impiego e delle relative modalità, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'A.N.A.S.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **147**

Pagina 147 - p_pz_0035715/2019

c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Art. 31. FONDAZIONI

La fondazione sarà costituita dalla miscela del tipo approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei Lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate. Il sistema di lavorazione e miscelazione del materiale potrà essere modificato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegata. Durante il periodo di costipamento dovranno essere integrate le quantità di acqua che evaporano per vento, sole, calore, ecc.

Il materiale da usarsi dovrà corrispondere ai requisiti di cui al punto "*Prescrizioni per la Costruzione di Strade con Sovrastruttura in Terra Stabilizzata*" e dovrà essere prelevato, ove sia possibile, sul posto.

L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre detrimenti alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3°C.

Qualsiasi area che risultasse danneggiata, per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun particolare compenso aggiuntivo.

La superficie di ciascun strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

Art. 32. OPERAZIONI PRELIMINARI

L'area sulla quale dovranno costruirsi le fondazioni dovrà essere sistemata come indicato nell'articolo "*Preparazione del Sottofondo*".

Le buche lasciate nel terreno di impianto dopo l'estirpazione delle radici saranno riempite con cura ed il materiale di riempimento dovrà essere costipato fino a raggiungere una densità uguale a quella delle zone adiacenti.

Art. 33. FONDAZIONE IN PIETRAME E CIOTTOLAMI

Per la formazione della fondazione in pietrame e ciottolame entro apposito cassonetto scavato nella piattaforma stradale, dovranno costruirsi tre guide longitudinali di cui due laterali ed una al centro e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di metri 15, eseguite accuratamente con pietre e ciottoloni scelti ed aventi le maggiori dimensioni, formando così dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame o ciottoloni di altezza non minore di 20 cm e non superiore a 25 cm, assestati a mano, con le code in alto e le facce più larghe in basso bene accostati fra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie.

Ove la Direzione dei Lavori, malgrado l'accurata esecuzione dei sottofondi, reputi necessario che prima di spargere su di essi il pietrisco o la ghiaia si provveda alla loro rullatura e sagomatura, tale lavoro sarà eseguito in economia (qualora non esista all'uopo apposito prezzo di elenco) e pagato a parte in base ai prezzi di elenco per la fornitura ed impiego di compressori di vario peso.

Ove tale rullatura si renda invece necessaria per deficienze esecutive nella tessitura dei sottofondi, l'Impresa sarà obbligata a provvedere a sua totale cura e spesa alla cilindratura.

A lavoro ultimato, la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitivo si dovrà dare alla superficie della carreggiata, o al pavimento sovrapposto che dovrà costituire la carreggiata stessa.

Qualora, per la natura del terreno di sottofondo e le per condizioni igrometriche, possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorre stendere preventivamente su detto terreno uno strato di sabbia o materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore ed in ogni caso non inferiore a 10 cm.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **148**

Pagina 148 - p_pz_0035715/2019

Art. 34. *FONDAZIONE IN GHIAIA O PIETRISCO E SABBIA*

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Lo strato deve essere assestato mediante cilindratura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo e che, per le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) non danneggi la qualità dello strato stabilizzato, il quale dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Appaltatore in caso di danni di questo tipo.

Le cilindrature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.

Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di risulta. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare a contatto con l'acqua.

Art. 35. *STRATI DI BASE IN MASSICCIATA DI PIETRISCO*

Le massicciate tanto se debbano svolgere la funzione di diretta pavimentazione, quanto se debbano servire a sostegno di ulteriori strati con trattamenti protetti, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, indicate in via di massima nell'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*", lettera e), o dimensioni convenientemente assortite, secondo quanto disposto dalla Direzione dei Lavori o specificato nell'Elenco Prezzi.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame o i ciottoloni di elevata durezza da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determinino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.

Alla Direzione dei Lavori è riservata la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'Impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente: altrettanto dicasi nel caso che il detto materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità che saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere.

Il materiale di massicciata, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica o in cataste pure geometriche sui bordi della strada o in adatte località adiacenti agli effetti della misurazione, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massicciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettifilo, ed a seconda dei casi, il profilo indicato nell'articolo "*Dimensioni, Forma Trasversale e Caratteristiche della Strada*", e nelle curve il profilo che ai sensi dello stesso articolo sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massicciata stradale dovranno soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali» di cui al «Fascicolo n. 4» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, edizione 1953.

Per la formazione della massicciata il materiale, dopo la misura, deve essere steso in modo regolare ed uniforme, ricorrendo alle comuni carriole o forche e se possibile, mediante adatti distributori meccanici.

L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.

Qualora la massicciata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare ad essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama di vari elementi sotto un traffico moderato.

Art. 36. *CILINDRATURA DELLE MASSICCIATE*

Salvo quanto è detto all'articolo "*Massicciata a Macadam Ordinario*" per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciate a macadam ordinario, quando si tratti di cilindrare a fondo le stesse massicciate da conservare a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrature da eseguire per preparare la massicciata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà all'uopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **149**

Pagina 149 - p_pz_0035715/2019

Per la chiusura e rifinitura della cilindratura si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14 e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'Appaltatore con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte della Stazione Appaltante).

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Appaltatore dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massicciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrature queste vengono distinte in 3 categorie:

1° *di tipo chiuso*;
2° *di tipo parzialmente aperto*;
3° *di tipo completamente aperto*;

a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura - fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice - tutte le cilindrature in genere debbono essere eseguite in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La cilindratura di tipo chiuso dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato per evitare ristagni nella massicciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che possa perciò essere rammollito, e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione, pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, o almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza dei materiali prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate.

La cilindratura di tipo semiaperto, a differenza della precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare, al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;
b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 150 - p_pz_0035715/2019

preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura; qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

La cilindratura di tipo completamente aperto differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, all'uopo prescritte nell'articolo "*Prescrizioni per la Costruzione di Strade con Sovrastruttura in terra stabilizzata*"; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente all'applicazione del trattamento in penetrazione, come è indicato nel citato articolo.

Art. 37. *MASSICCIATA A MACADAM ORDINARIO*

Le massicciate da eseguire e conservare a macadam ordinario saranno semplicemente costituite con uno strato di pietrisco o ghiaia di qualità, durezza e dimensioni conformi a quelle indicate nell'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiall*", lettera e), o da mescolanza di dimensioni assortite secondo gli ordini che saranno impartiti in sede esecutiva dalla Direzione dei Lavori. I materiali da impiegare dovranno essere scevri di materie terrose, detriti, sabbie e comunque di materie eterogenee. Essi saranno posti in opera nell'apposito cassonetto spargendoli sul fondo e sottofondo eventuale per un'altezza di $MANUAL$ cm configurati accuratamente in superficie secondo il profilo assegnato alla sagoma trasversale in rettifilo fissata nei precedenti articoli per queste massicciate, e a quello in curva che sarà ordinato dalla Direzione dei Lavori.

Se per la massicciata è prescritta o sarà ordinata in sede esecutiva la cilindratura a fondo, questa sarà eseguita con le modalità relative al tipo chiuso descritto nel precedente articolo. ln entrambi i casi si dovrà curare di sagomare nel modo migliore la superficie della carreggiata secondo i prescritti profili trasversali sopraindicati.

Art. 38. *MASSICCIATA A MACADAM BITUMINOSO MESCOLATO IN POSTO*

Quando la particolare natura dei materiali a disposizione e l'economia generale dell'opera lo suggerisca, al comune strato superiore di soprastruttura a macadam (massicciata), di cui fosse previsto il finimento con trattamento protetto, può sostituirsi una massicciata costruita con materiale lapideo granulometricamente assortito, mescolato in posto con legante bituminoso.

A tale scopo, approvvigionati i materiali miscelabili tali da realizzare una curva granulometrica continua a partire dagli aggregati fini sino al massimo pietrisco passante al vaglio di 60 mm, si provvederà al loro ammannimento lungo la strada: dopo di che, a mezzo di apposito macchinario, si procederà al mescolamento dell'aggregato con emulsione bituminosa in quantità dal 6 all'8% in peso dell'aggregato asciutto o con bitume flussato in ragione dal 3 al 5% in peso. Eseguito il mescolamento si procederà a scopare e pulire accuratamente il primo strato della massicciata (comunque costituito o con ossatura di sottofondo cilindrata o con materiale granulare misto) già in precedenza sottoposto a traffico e su di esso si procederà allo spandimento di 0,800 kg/m² di emulsione bituminosa che non si rompa subito in superficie.

Dopo effettuata tale spalmatura d'ancoraggio, il materiale miscelato verrà steso a mezzo di apposita macchina livellatrice e rullato con adatto compressore in modo che a cilindratura ultimata si costituisca uno strato omogeneo di spessore non inferiore a 8 cm dopo compresso. Aperta poi definitivamente al traffico la strada, dopo alcune settimane si procederà al trattamento di sigillo con 1,5 kg di emulsione al 55% con

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **151**

Pagina 151 - p_pz_0035715/2019

l'aggiunta di pietrischetto da 5 a 15 mm e rullatura leggera, ovvero con 0,800 kg di bitume a caldo e 10 litri di pietrischetto.

Art. 39. *PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLE MASSICCIATE CILINDRATE*

L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate di qualsiasi rivestimento, a base di leganti bituminosi, catramosi od asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.

Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata conseguita attraverso un accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la pulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei Lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata.

Sarà di norma prescritto il lavaggio quando, in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dall'azione del getto d'acqua sotto pressione, e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni.

Per leganti a caldo, peraltro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo esigono, una massicciata perfettamente asciutta.

Art. 40. *TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE*

La preparazione della superficie stradale dovrà essere effettuata come prescritto dall'articolo "*Preparazione della Superficie delle Massicciate Cilindrate*".

La prima applicazione di emulsione bituminosa sarà fatta generalmente a spruzzo di pompe a piccole dimensioni da applicarsi direttamente ai recipienti, eccezionalmente a mano con spazzoloni di piassava, regolando comunque l'uniformità della stesa del legante; rinunciandosi, ormai, quasi sempre, per avere una sufficiente durata del manto, al puro trattamento superficiale semplice, ed effettuandosi, quindi, una vera e propria, sia pur limitata, semipenetrazione parziale (onde il nome di trattamento superficiale ancorato), non si dovrà mai scendere, nella prima mano, sotto 3 Kg/m² e dovranno adoperarsi emulsioni al 55% sufficientemente viscose. Si dovrà poi sempre curare che all'atto dello spandimento sia allentata la rottura dell'emulsione perché esso spandimento risulti favorito: e quindi, ove nella stagione calda la massicciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita.

Di norma, in luogo di procedere alla stesa dell'emulsione in un sol tempo, tanto per evitare dispersione di legante nella massicciata quanto per assicurarsi che la massicciata sia stata ben cilindrata a fondo, senza che si faccia assegnamento sull'azione del legante per ovviare a difetti di frettolosa cilindratura, e soprattutto onde ottenere che già si costituisca una parte di manto di usura, si suddividerà in due successivi spandimenti la prima mano: spandendo in un primo tempo 2 kg di emulsione per metro quadrato di superficie di carreggiata e praticando subito dopo un secondo spandimento di 1kg di emulsione facendo seguire sempre ai trattamenti una leggera cilindratura. La quantità complessiva di graniglia di saturazione delle dimensioni da 10 a 15 mm per la prima stesa e di 5 mm circa per la seconda mano, salirà ad almeno 20 litri per metro quadrato per i due tempi e di ciò si terrà conto nel prezzo. Aperta la strada al traffico, dopo i due tempi, l'Appaltatore dovrà provvedere perché per almeno otto giorni dal trattamento il materiale di copertura venga mantenuto su tutta la superficie, provvedendo se del caso ad aggiunta di pietrischetto.

Dopo otto giorni si provvederà al recupero di tutto il materiale non incorporato.

L'applicazione della seconda mano (spalmatura che costituirà il manto di usura) sarà effettuata a non meno di un mese dallo spargimento dell'emulsione del secondo tempo della prima mano, dopo aver provveduto all'occorrenza ad un'accurata rappezzatura della già fatta applicazione ed al nettamento della superficie precedentemente bitumata. Tale rappezzatura sarà preferibilmente eseguita con pietrischetto bituminato.

Il quantitativo di emulsione bituminosa da applicare sarà non minore di 1,2 kg/m² salvo maggiori quantitativi che fossero previsti nell'elenco dei prezzi.

Allo spandimento dell'emulsione seguirà - immediatamente dopo o con un certo intervallo di tempo, a seconda della natura dell'emulsione stessa - lo spargimento della graniglia (normale o pietrischetto) di

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 152 - p_pz_0035715/2019

saturazione della dimensione di circa 8 mm della quantità complessiva di circa un metro cubo per ogni 100 m² di carreggiata e lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem.

Detto pietrischetto o graniglia proverrà prevalentemente da idonee rocce di natura ignea comunque aventi resistenza alla compressione non inferiore a 1500 Kg/cm², coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente di qualità non inferiore a 14.

I quantitativi di emulsione bituminosa e di graniglia potranno variare all'atto esecutivo con susseguente variazione dei prezzi. E' tassativamente vietato il reimpiego del materiale proveniente dalla prima mano rimasto libero che viene raccolto mediante scopatura del piano viabile prima dell'applicazione della seconda mano.

Nella pezzatura della graniglia si dovrà essere assolutamente esigenti evitando il moniglio così da avere una superficie sufficientemente scabra a lavoro finito. Lo spandimento del materiale di ricoprimento dovrà preferibilmente essere fatto con macchine che assicurino una distribuzione perfettamente uniforme.

Il quantitativo di materiale bituminoso sparso verrà controllato per confronto della capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Si compileranno comunque, secondo le disposizioni che impartirà la Direzione dei Lavori, verbali e rapportini circa i fusti giunti in cantiere, il loro peso medio accertato, il loro essere più o meno pieni, e il peso dei fusti vuoti dopo l'uso.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno campioni che saranno avviati ai laboratori per le occorrenti analisi e prove.

Indipendentemente da quanto potrà risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benestare della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Appaltatore resta sempre contrattualmente obbligato a rifare tutte quelle applicazioni che dopo la loro esecuzione non abbiano dato sufficienti risultati e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segno di rammollimenti, stemperamento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

Art. 41. *TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO*

Quando si voglia seguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adotterà il medesimo sistema indicato nell'articolo "*Trattamenti Superficiali Ancorati Eseguiti con una Prima Mano di Emulsione Bituminosa a Freddo e la Seconda a Caldo*" per la seconda mano di bitume a caldo. Di norma si adopererà per la prima mano 1,5 kg/m² di bitume a caldo, e per la seconda mano 0,800 kg/m² con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

Art. 42. *STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA*

Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo CNR, fascicolo IV/1953, mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e metallici lisci.

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle presenti prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione del Lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Appaltatore il rifacimento degli strati non ritenuti idonei.

Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme CNR, Capitolo II del Fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta con il metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n° 34 (28.03.1973) anziché con il metodo Deval.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 153 - p_pz_0035715/2019

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere ottenuto da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura pertografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le Norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi o invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0.5%.

Per strati di usura

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguito sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm2, nonché resistenza all'usura minima di 0.6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.85;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953 inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0.5%.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbia naturale o di frantumazione che dovranno in particolare soddisfare ai seguenti requisiti:

- equivalente in sabbia determinato con la prova AASHO T 176 non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2- 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n°.30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n° 200 ASTM.

Per lo strato di usura, richiesta della Direzione dei Lavori il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6-8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25° C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

Miscele

1) Strato di collegamento (BINDER).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	**Miscela passante:** **% totale in peso**
Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
Crivello 5	30 - 60

Crivello 2	20 - 45
Crivello 0.4	7 - 25
Crivello 0.18	5 - 15
Crivello 0.075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4.5% e il 5.5% riferito al peso totale degli aggregati.
Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati (UNI EN 12697-34).
Il conglomerato bituminoso dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà non risultare inferiore a 900 kg. (950 kg. per conglomerati Confezionati con bitume mod.); inoltre il valore della rigidezza Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 300;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra il 3% ed il 7%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.
Riguardo alle misure di stabilità e rigidezza, sia per i conglomerati bituminosi di usura che per quelli tipo Binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.
2) Strato di usura.
La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	**Miscela passante:** **% totale in peso**
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Crivello 2	25 - 45
Crivello 0.4	12 - 24
Crivello 0018	7 - 15
Crivello 0.075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5.0% e il 6.5% riferito al peso totale degli aggregati.
Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consente il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata (UNI EN 12697-34).
Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. CNR n°. 30 (15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà non risultare inferiore a 1000 kg. (1050 kg. per conglomerato confezionato con bitume mod.); inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 300.
La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa tra il 3% e il 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza:

il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso tra il 4% e 8%.

Controllo dei requisiti di accettazione

L'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione.

L'Appaltatore è poi tenuto a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione dei Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Dopo che la Direzione dei Lavori ha accettato la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a ± 5% e di sabbia superiore ± 3% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di ± 1,5% sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di ± 0,3%.

Tali valori dovranno essere verificati con le prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione dei Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Formazione e confezione degli impasti

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente, e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato e alle indicazioni tecniche del fornitore.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 156 - p_pz_0035715/2019

posizione geografica rispetto agli impianti di produzione, è tanto distante da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate avrà dato i migliori risultati, e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio sarà variabile in funzione del tipo di prodotto tra lo 0.3% e lo 0.6% rispetto al peso del bitume.

Tutte le scelte e le procedure di utilizzo dovranno essere approvate preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 43. *SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI*

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Appaltatore.

Art. 44. *FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE*

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Sarà facoltà della Direzione dei Lavori accettare eccezionalmente l'impiego di attrezzature tradizionali quali ripper, demolitori, escavatori ecc.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e funzionamento approvato preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivo aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Art. 45. *RICOSTRUZIONE DI VECCHIE MASSICCIATE PREVIA SCARIFICAZIONE ED AGGIUNTA DI MATERIALI GRANULOMETRICAMENTE ASSORTITI SECONDO IL "RETREAD PROCESS" CON MISCELA DI LEGANTI BITUMINOSI*

Per le strade secondarie a macadam sottoposte a non grande traffico, dotate di buon sottofondo ormai fermo, in luogo di procedersi alla trasformazione a pavimentazione protetta con semplice ricarico cilindrato di materiale lapideo nuovo, là dove non sia facile procurarsi convenientemente buon pietrisco, potrà disporsi di ricostruire la massicciata stradale mediante la scarifica dello strato superiore e l'aggiunta di materiale locale.

Si procederà a tale scopo ad una totale scarificazione profonda, in quelle strade ove esista un'ossatura di sottofondo, sino a raggiungere l'ossatura stessa, senza peraltro intaccarla; in caso contrario la scarificazione deve essere molto superficiale; determinata la natura del materiale di risulta e sminuzzatolo

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **157**

Pagina 157 - p_pz_0035715/2019

convenientemente con adatto macchinario, dopo provveduto a regolarizzare con livellatrice il profilo trasversale (sagoma stradale), si procederà, ove occorra, all'aggiunta del materiale che si renderà necessario sia per portare lo spessore della nuova pavimentazione alla dimensione voluta (di norma 12 cm prima della compressione), sia per avere un misto granulometrico assortito di dimensioni da 0,05 mm a 70 mm: ciò si ottiene di consueto con semplice "tout venant" di cava, che non dovrà essere argilloso e la cui granulometria sarà fissata in relazione alla deficienza od all'eccesso di materiali litici provenienti dalla scarifica.

Il materiale così approvvigionato sarà sparso sulla strada con idoneo macchinario, innaffiato se il tempo sarà secco, ed erpicato; su di esso si procederà poi allo spandimento di una prima dose di legante (2 kg/m² di idonea emulsione bituminosa al 55% o bitume flussato in ragione di 1 kg/m²). Dopo un nuovo rimescolamento in posto ed erpicatura meccanica si procederà poi allo spandimento di una seconda dose di legante (in ragione di 2 kg/m² di emulsione come sopra o di 1,5 kg/m² di emulsione idonea o di bitume liquido) e si procederà alla copertura con 5-7 litri di pietrischetto della pezzatura da 5 a 10 mm per metro quadrato ed alla successiva cilindratura definitiva, leggera all'inizio e da spingersi a fondo nei giorni successivi secondo l'indurimento della pavimentazione.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 46. *RINFORZI DI ZONE PARTICOLARI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI, CON PIETRISCHETTI ED EMULSIONI A FREDDO E MANTI CON TAPPETI DI PIETRISCHETTO E GRANIGLIA BITUMINATI A CALDO*

Particolarmente per rinforzi di strisce laterali o curve o sistemazione di zone di superfici stradali che in confronto dei correnti trattamenti superficiali ancorati necessitino di un manto più consistente, potrà procedersi all'esecuzione di manti di un certo spessore formati con pietrischetto (o ghiaietto) bitumato con emulsione di bitume al 55%, sufficientemente stabiliti e di notevole viscosità (5 gradi Engler almeno).

Dopo provveduto all'opportuna ripulitura della massicciata cilindrata, previamente consolidata, si spruzzerà su di essa emulsione bituminosa al 55% in quantità non inferiore a 1,5 kg/m² e si stenderà uno strato di pietrischetto o ghiaietto o pietrisco minuto, della pezzatura da 15 a 30 mm avente un coefficiente di qualità Dèval non inferiore a 12, già impastato con emulsione bituminosa al 55% nella proporzione di 70 kg/m³ di pietrischetto. Tale strato avrà uno spessore medio non inferiore a 3 cm e verrà accuratamente livellato e poi pestonato con mazzeranghe del peso non inferiore a 10 kg ove non si ricorra a cilindratura leggera.

Quando tale strato sarà compiutamente raffermato e livellato, comunque non prima di 15 giorni, si procederà ad una ripulitura a secco della superficie del primo impasto e lo si umetterà con spruzzatura di emulsione bituminosa al 55%, in ragione di 0,5 kg/m². Dopo di che si provvederà alla distesa di un secondo strato di graniglia e pietrischetto o ghiaietto bituminato, di pezzatura da 5 a 15 mm, derivanti da rocce con resistenza alla compressione di 1500 K/cm² coefficiente di frantumazione non superiore a 125 coefficiente di qualità non inferiore a 14, impastato con emulsione bituminosa al 55 % sempre nella proporzione di 70 kg/m³. Lo spessore medio di tale secondo strato non sarà inferiore a 15 mm: si procederà ad un accurato livellamento e compressione preferibilmente mediante cilindratura leggera.

I manti a tappeto di pietrischetti e graniglia bitumati a caldo sono invece di regola da impiegarsi per pavimentazioni di intere strade nelle quali siano previsti traffici, anche se intensi, non molto pesanti, purché si abbiano condizioni ambientali favorevoli; così in regioni umide dovranno aversi sottofondi ben drenati e non potrà prescindersi da un trattamento superficiale di finitura che serve a correggere il loro essere conglomerati bituminosi a messe aperte. Detti manti dovranno avere pendenze trasversali piuttosto forti, con monte dell'ordine di 1/60 ed inclinazione di almeno il 2,5%.

I pietrischetti e le graniglie da usare dovranno essere per quanto più possibile omogenei e provenienti da rocce di elevata durezza: qualora ciò non fosse possibile (materiale proveniente dalla frantumazione delle ghiaie) si dovranno adoperare quantità maggiori di legante in modo che frantumandosi alcuni elementi per effetto del traffico si possa così far fronte all'aumento di superficie dei materiali litici. Generalmente, eseguendosi due strati, si adopereranno per lo strato inferiore aggregati della pezzatura da 10 a 20 mm e per quello superiore aggregati della pezzatura da 5 a 10 mm. Le dimensioni massime dell'aggregato non dovranno comunque superare i due terzi dell'altezza della pavimentazione. Si richiederà sempre per i pietrischetti e le graniglie resistenza alla compressione delle rocce da cui provengono non inferiore a 1250 kg/cm² coefficiente di qualità (Deval) non inferiore a 12 per il pietrischetto bitumato e non inferiore a 14 per la graniglia di copertura.

I bitumi solidi da impiegare per il trattamento degli aggregati avranno penetrazioni minime di 80/100 per i conglomerati di spessore di qualche centimetro; per manti sottili si useranno bitumi di tipi a più elevata viscosità.

I quantitativi di legante per ogni m³ di impasto dovranno essere almeno i seguenti:

- per bitume a caldo minimo 40 kg/m³ per pezzatura da 10 a 15 mm; 45 kg/m³ per pezzatura da 5 a 10 mm; 50 kg/m³ per pezzatura da 3 a 5 mm;
- per emulsioni bituminose rispettivamente 70, 80, 90 kg/m³ per i tre tipi delle suindicate pezzature.

Ciò corrisponderà, per aggregato grosso con pietrischetto pezzatura da 5 a 20 mm, al 3% di bitume e, per conglomerato con sola graniglia passante al setaccio n. 10 al 3,5% di bitume, con aggiunta in entrambi i casi di additivo per lo 0,3% che sale al 2% per i bitumi liquidi.

I pietrischetti e graniglie bitumati saranno preparati a caldo, con mescolatori, previo riscaldamento dei materiali litici a temperatura tra i 120 °C e i 160 °C per garantire un buon essiccamento; la dosatura dei componenti sarà fatta di preferenza a peso per impasti di carattere uniforme; ove venisse fatta a volume si terrà conto della variazione di volume del bitume con la temperatura (coefficiente medio di dilatazione cubica 0,00065). Il bitume, in caldaie idonee non a fiamma diretta, sarà scaldato a temperatura tra i 150 °C e i 180 °C.

I bitumi liquidi non dovranno essere scaldati oltre i 90 °C.

Lo strato di pietrischetto o graniglia impastata dovrà essere posto in opera previa accurata ripulitura del piano di posa. I lavori di formazione del manto si succederanno così:

- spalmatura di emulsione bituminosa o bitume a caldo sulla superficie della massicciata ripulita, nella quantità necessaria ad ottenere l'ancoraggio del manto;
- provvista e stesa dell'aggregato bituminato in quantità tale da dare uno spessore finito non inferiore a 2,5 cm;
- cilindratura, iniziando dai bordi con rullo di almeno 5 tonnellate spruzzando le ruote d'acqua perché non aderiscano al materiale se posto in opera caldo;
- spalmatura di emulsione di bitume a caldo nella quantità necessaria per sigillare il manto e permettere l'incorporazione di parte del materiale di copertura;
- copertura con graniglia e successiva rullatura.

Ove si adoperino particolari macchinari per la posa del conglomerato si potrà rinunciare alle spalmature.

Nell'esecuzione dell'impasto e della sua posa dovrà aversi la massima cura onde evitare la formazione di ondulazioni che darebbero motivo per richiedere il rifacimento del manto; le ondulazioni o irregolarità non dovranno essere superiori ai 5 mm misurate con asta rettilinea di 3 metri.

L'Appaltatore stabilirà d'intesa con la Direzione dei Lavori la quantità di emulsione per ancoraggio e sigillo. Essa provvederà alla manutenzione gratuita dalla data di ultimazione, assumendo la garanzia, per un triennio, all'infuori del collaudo. Alla fine del triennio la diminuzione di spessore del manto non potrà essere superiore agli 8 mm.

Art. 47. *MANTI SOTTILI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIUSI*

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità, potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.

Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, ed a fine tessitura; debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico; debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto; la loro dimensione massima non deve superare i 2/3 dello spessore del manto finito.

Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm² nella direzione del piano di cava ed in quella normale, coefficiente di Dèval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.

La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm, con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% - da 5 a 10 mm dal 20 al 35% - da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere di argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di 2 mm (n. 10 della serie A.S.T.M.); la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.

La granulometria dell'aggregato fino sarà in peso:

- dal 10 al 40% fra 2 mm e 0,42 mm (setacci n. 10 e n. 40 sabbia grossa)

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **159**

Pagina 159 - p_pz_0035715/2019

- dal 30 al 55% fra 0,42 mm e 0,297 mm (setacci n. 40 e n. 80 sabbia media)
- dal 16 al 45% fra 0,297 mm e 0,074 mm (setacci n. 80 e n. 200 sabbia fine).

L'additivo minerale (filler) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n. 80 (0,297 mm) e per il 90% al setaccio n. 200 (0,074 mm) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.

I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20-22% del volume totale.

Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.

L'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;
b) aggregato fino delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;
c) additivo, dal 4 al 10%;
d) bitume, dal 5 all'8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottare sarà proposta dall'Appaltatore e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.

Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume - all'1,5% in più o in meno per gli additivi - al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.

Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse e a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazioni antiscivolosi.

Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenienti da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura. Dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati: del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante al setaccio da 2 mm; dal 36% all'82% di passante al setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante al setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante al setaccio 0,177 mm; dal 4 al 14% di passante al setaccio da 0,074 mm.

Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 o un cut-back medium curring di viscosità 400/500, l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del 6 o 7,5%, del peso degli aggregati secchi; dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.

Gli aggregati dovranno essere scaldati ad una temperatura non superiore a 120 °C ed il legante del secondo tipo da 130 °C a 110 °C.

Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti, e alla prova Hobbard Field si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cm².

Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.

Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato ad una temperatura fra i 130 °C ed i 170 °C, il bitume sarà riscaldato ad una temperatura fra 160 °C e 180 °C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura, in tre sili separati, uno per l'aggregato fino e due per quello grosso.

Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a 200 kg ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti e ad assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti.

Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi, ma il legante andrà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90 °C ed i 110 °C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra 50 °C e 80 °C.

Per tali conglomerati è inoltre consentito all'Appaltatore di proporre apposita formula nella quale l'aggregato fino venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda; in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.

Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'Appaltatore, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla Direzione dei Lavori.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **160**

Pagina 160 - p_pz_0035715/2019

Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massicciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per m² ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto, comunque mai inferiore a 66 kg/m² per manti di tre centimetri ed a 44 kg/m² per manti di due centimetri.

Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindratura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzeria, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi di acqua, qualora il materiale aderisca ad esse.

La cilindratura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e altresì, quando si possa, trasversalmente); essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento.

Al termine delle opere di cilindratura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,7 kg/m² di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi di graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.

E' tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni del manto; questo sarà rifiutato se, a cilindratura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di tre mm al controllo effettuato con aste lunghe tre metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.

Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi e comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm ad opera finita. Il suo spessore sarà relativo allo stato della massicciata ed al preesistente trattamento protetto da essa.

La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%; dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.

A garanzia dell'esecuzione l'Appaltatore assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre 1 mm, al termine del triennio di oltre 4 mm.

Art. 48. *PARACARRI-INDICATORI CHILOMETRICI TERMINI DI CONFINE IN PIETRA E BARRIERE IN C.A. ED IN ACCIAIO*

I paracarri, gli indicatori chilometrici ed i termini di confine in pietra, della forma e dimensioni indicate nei tipi allegati al contratto, per la parte fuori terra, saranno lavorati a grana ordinaria secondo le prescrizioni di cui all'articolo "*Pietra da taglio*".

Il loro collocamento in opera avrà luogo entro fosse di convenienti dimensioni, sopra un letto di ghiaia o di sabbia di altezza di 10 cm e si assicureranno nella posizione prescritta riempiendo i vani laterali contro le pareti della fossa con grossa ghiaia, ciottoli, o rottami di pietre fortemente battuti. Allorquando i paracarri siano posti a difesa di parapetti in muratura, si dovrà evitare ogni contatto immediato con i medesimi lasciando un conveniente intervallo.

In alcuni tratti del ciglio stradale a valle, o nei luoghi che la Direzione dei Lavori crederà opportuno designare, verranno eseguiti parapetti o barriere in cemento armato, della forma e dimensioni indicate sui disegni.

Nei bordi esterni dei tornanti, in tutte le curve a piccolo raggio, nei tratti a scarpata ripida o fiancheggianti corsi d'acqua, trincee ferroviarie, ecc., a richiesta della Direzione dei Lavori, potranno impiegarsi barriere di acciaio ondulato.

Ove previsto da progetto, dovranno essere installate apposite barriere di sicurezza, con o senza mancorrente, in acciaio zincato costituite da una fascia orizzontale avente categoria sagomata a doppia onda fissata a montanti in profilato metallico, infissi su manufatti o nel terreno, e da eventuale mancorrente in tubo d'acciaio zincato da 50 mm; le barriere dovranno essere complete di pezzi speciali, bulloneria, catarifrangenti ed ogni altro accessorio necessario.

Le barriere di sicurezza dovranno avere caratteristiche tali da impedire la fuoriuscita del veicolo dalla sede stradale e nello stesso tempo da non respingerlo sulla corsia di traffico; a tale fine è necessario che la struttura della barriera presenti una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto, in modo tale che sia i sostegni sia le fasce presentino uguale deformazione sotto l'azione degli urti.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **161**

Pagina 161 - p_pz_0035715/2019

Le fasce, di altezza non inferiore a mm 300, dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro asse risulti ad un'altezza di cm 45 dal piano della pavimentazione finita; l'interasse dei sostegni dovrà, di norma, essere compreso tra i m 3 e i m 4; nelle curve o in altri casi particolari, l'interasse dovrà essere ridotto secondo le indicazioni del progettista.

Le fasce dovranno essere collegate tra loro ed ai sostegni mediante bulloni, staffe ed altri sistemi che non comportino saldature da fare in opera in modo che ogni pezzo della fascia possa essere sostituito senza demolizione e ricostruzione di giunti, ma esclusivamente con operazioni meccaniche di smontaggio e montaggio.

I giunti, ottenuti con sovrapposizione delle fasce di cm 30 collegate fra loro e fissate al montante con bulloni atti a garantire la resistenza richiesta, non dovranno presentare risvolti e risalti in senso contrario alla marcia dei veicoli. Ad intervalli non superiori a m 4,00, dovranno essere installati dispositivi rifrangenti aventi area non inferiore a cm2 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

I manufatti di attraversamento superiori alla sede ferroviaria dovranno essere muniti di barriere di sicurezza del tipo a doppio stadio di deformazione e così costituite:

- il primo stadio soffice, costituito da un profilato o ondulato e da sostegni deformabili fissati al secondo stadio, non in corrispondenza dei montanti di sostegno;
- il secondo stadio, costituito da profilati orizzontali direttamente collegati ai montanti di sostegno, con caratteristiche di maggior rigidezza.

I montanti delle barriere, nel caso in cui sia previsto il mancorrente, dovranno essere forati nella parte terminale in modo da poter contenere il tubo di acciaio zincato costituente il mancorrente.

Lungo le strade ove sia previsto il transito di persone, dovranno essere previsti appositi percorsi preferenziali per la viabilità pedonale realizzati mediante marciapiedi.

Le dimensioni e la categoria trasversale dei marciapiedi saranno definiti dai disegni di progetto; le caratteristiche principali dei materiali e quelle inerenti la realizzazione sono di seguito definite.

I marciapiedi saranno di norma delimitati (verso il piano viario) da un cordolo in conglomerato cementizio prefabbricato (o in pietra da taglio); le dimensioni del cordolo saranno specificate nei disegni di progetto.

Gli elementi costituenti i cordoli, rettilinei o curvilinei con spigoli vivi o arrotondati, dovranno essere dotati di idonei sistemi di incastro (maschiofemmina) ed i giunti dovranno essere sigillati con malta cementizia. I cordoli dovranno essere posati su malta di allettamento di tipo cementizio e dovranno essere realizzati in maniera tale da consentire il convogliamento ed il regolare deflusso delle acque meteoriche.

Per tutte le categorie di strade dovranno essere realizzate idonee opere per la captazione e lo smaltimento delle acque piovane. A tale scopo, contemporaneamente alla formazione della sede stradale, dovranno essere predisposte apposite cunette secondo le tipologie previste da progetto.

Di norma le cunette, i pozzetti di raccolta e gli imbocchi di raccordo al piano stradale saranno realizzati in conglomerato cementizio vibrato. Le condotte di allontanamento saranno realizzate in conformità delle prescrizioni.

Le cunette saranno di norma costituite da elementi prefabbricati, di forma trapezoidale o ad L, in conglomerato cementizio armato con maglia 12 x 12 cm in fili di acciaio da □5 mm. Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza minima a compressione Rck = 25 MPa.

I pozzetti di raccolta e i raccordi d'imbocco potranno essere realizzati con elementi prefabbricati o direttamente gettati in opera. Il conglomerato cementizio dovrà avere caratteristiche analoghe a quelle delle cunette e le armature dovranno essere proporzionate alla dimensione degli elementi.

La posa degli elementi prefabbricati dovrà essere realizzata, previa effettuazione di uno scavo di categoria corrispondente a quella dei prefabbricati, su sottofondo di materiale arido debitamente regolarizzato e costipato. I giunti tra i vari elementi dovranno essere sigillati con malta cementizia. Al fine di garantire la stabilità degli elementi prefabbricati, dovranno essere previsti idonei sistemi di ancoraggio al terreno opportunamente intervallati.

Art. 49. *SEGNALETICA*

Per quanto riguarda la segnaletica, l'Appaltatore dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

Dovrà garantirsi il rispetto delle norme tecniche vigenti in materia nonché del vigente Codice della Strada.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

CAPITOLO 5
NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

Art. 50. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Nel caso di gara esperita con offerta con unico ribasso e appalto di lavori esclusivamente a misura o esclusivamente a corpo, l'importo di ciascuno Stato di Avanzamento dei Lavori deve essere calcolato come descritto di seguito:

a) Per i lavori esclusivamente a misura, moltiplicando i prezzi di progetto di ciascuna lavorazione per le quantità di lavorazioni realizzate; all'importo così calcolato viene detratto il ribasso d'asta.

b) Per i lavori esclusivamente a corpo, moltiplicando le aliquote d'incidenza di ciascun Corpo d'Opera riportate nel Capitolato Speciale d'Appalto, per le percentuali di avanzamento dei Corpi d'Opera realizzati e per il prezzo globale offerto dall'appaltatore.

All'importo così calcolato viene aggiunta (sia nel caso a) che nel caso b)) la percentuale dell'importo degli oneri della sicurezza corrispondente all'avanzamento dei lavori.

Nel caso di gara esperita con offerta a prezzi unitari e appalto di lavori a corpo e a misura, l'importo di ciascuno Stato di Avanzamento dei Lavori deve essere calcolato come descritto di seguito:

a) Per la parte dei lavori a misura, moltiplicando i prezzi offerti per ciascuna lavorazione nella lista per le quantità di lavorazioni realizzate;

b) Per la parte dei lavori a corpo, moltiplicando le aliquote d'incidenza di ciascun Corpo d'Opera rilevate dal Capitolato Speciale d'Appalto per l'importo dei lavori a corpo offerto dall'appaltatore nella lista e per le percentuali di Corpo d'Opera realizzate.

All'importo così calcolato viene aggiunta (sia nel caso a) che nel caso b)) la percentuale dell'importo degli oneri della sicurezza corrispondente all'avanzamento dei lavori.

Nel caso di gara esperita con offerta a prezzi unitari e appalto di lavori esclusivamente a misura lo Stato di Avanzamento Lavori va calcolato come descritto nel caso a) dell'appalto misto e **nel caso di appalto di lavori esclusivamente a corpo** con la metodologia descritta nel caso b).

Contabilizzazione delle varianti

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede di gara.

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate.

Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti:

Art. 51. CARREGGIATA

a) Compattazione meccanica dei rilevati. - La compattazione meccanica dei rilevati sarà valutata a metro cubo, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

b) Massicciata. - La ghiaia ed il pietrisco ed in generale tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo, coi prezzi di elenco relativi .

Normalmente la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera; il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada oppure in cataste di forma geometrica; la misurazione a scelta della Direzione dei Lavori verrà fatta o con canne metriche oppure col mezzo di una cassa parallelepipeda senza fondo che avrà le dimensioni di m. 1,00 x 1,00 x 0,50.

All'atto della misurazione sarà in facoltà della Direzione dei Lavori di dividere i cumuli in tante serie, ognuna di un determinato numero, e di scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **163**

Pagina 163 - p_pz_0035715/2019

Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e se l'Appaltatore non avrà ottemperato all'obbligo dell'uguaglianza dei cumuli dovrà sottostare al danno che potesse derivargli da tale applicazione.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'Appaltatore e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindrature, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

Potrà anche essere disposta la misura in opera con convenienti norme e prescrizioni.

c) Impietramento od ossatura. - L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'Appaltatore s'intenderà compensato di tutti gli oneri ed obblighi prescritti nell'articolo "*Fondazione in Pietrame e Ciottolami*".

- La misura ed il pagamento possono riferirsi a volume misurato in opera od in cataste come per la precedente lettera b).

d) Cilindratura di massicciata e sottofondi. - Il lavoro di cilindratura di massicciate con compressore a trazione meccanica sarà pagato in ragione di metro cubo in pietrisco cilindrato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.

Coi prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindrature indicati nel precedente articolo "*Cilindratura delle Massicciate*", s'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per il ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

Nel prezzo stesso è compreso il consumo dei combustibili e lubrificanti per l'esercizio dei rulli, lo spandimento e configurazione dei materiali di massicciata, la fornitura e l'impiego dell'acqua per la caldaia e per l'innaffiamento, dove occorra, del pietrisco durante la rullatura, la fornitura e lo spandimento dei materiali di saturazione o di aggregazione, ove occorrano, ogni spesa per il personale addetto alle macchine, la necessaria manovalanza occorrente durante il lavoro, nonché di tutto quanto altro potrà occorrere per dare compiuto il lavoro a perfetta regola d'arte.

La cilindratura di sottofondo, qualora venga ordinata, ai sensi dell'articolo "*Cilindratura delle Massicciate*" sarà pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra (oppure a superficie cilindrata col prezzo di elenco).

e) Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata.-

Anche per queste voci la valutazione è prevista a metro cubo di opera finita. Il prezzo a metro cubo della fondazione e pavimentazione comprende tutti gli oneri per:

- studio granulometrico della miscela;
- la fornitura e stesa di un centimetro di sabbia quale letto di posa del calcestruzzo, e dello strato di cartone catramato isolante;
- la fornitura degli inerti nelle qualità e quantità prescritte dal Capitolato speciale d'Appalto, nonché la fornitura del legante e dell'acqua;
- il nolo del macchinario occorrente per la confezione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo;
- la vibrazione e stagionatura del calcestruzzo;
- la formazione e sigillatura dei giunti;
- tutta la mano d'opera occorrente per i lavori suindicati ed ogni altra spesa ed onere per il getto della lastra, ivi compreso quello del getto in due strati, se ordinato.

Lo spessore sarà valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm purché le differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.

Per armatura del calcestruzzo verrà fornita e posta in opera una rete d'acciaio a maglie che verrà valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza a mezzo di pesatura diretta.

Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte. Si precisa ad ogni modo che il prezzo comprende:

- gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela, nonché da quelle richieste durante l'esecuzione del lavoro;
- l'eventuale fornitura di terre e sabbie idonee alla formazione della miscela secondo quanto prescritto e richiesto dalla Direzione dei Lavori;
- il macchinario e la mano d'opera necessari e quanto altro occorra come precedentemente prescritto.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

f) Trattamenti protettivi delle pavimentazioni - Manti di conglomerato - Pavimentazioni di cemento. - I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti, e nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per dare il lavoro completo secondo le modalità e norme indicate. Per i conglomerati, ove l'elenco dei prezzi lo prescriva, la valutazione sarà fatta a volume. Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero ovvero, nel caso di manti a tappeto o a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie, si modificassero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a come sopra previsto. I cordoli laterali (bordi), se ordinati, saranno valutati a parte.

La Stazione Appaltante si riserva comunque di rifiutare emulsioni aventi più dell'1% in meno di bitume prescritta. Qualora la partita venisse egualmente accettata, verranno effettuate negli stati di avanzamento detrazioni come segue: per percentuali tra l'1 ed il 3%: il 10% del prezzo di emulsione per ogni kg di emulsione impiegata; per percentuali maggiori del 3 sino al 5%: il 25% del prezzo dell'emulsione per ogni kg di emulsione impiegata.

g) Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido. - Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti saranno anch'essi pagati a metro quadrato coi prezzi di elenco.

Sarà pagata la loro superficie vista, limitata cioè dal vivo dei muri o dai contorni, esclusa quindi ogni incassatura anche se necessaria e prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Nei prezzi relativi è sempre compreso il letto di sabbia o di malta, ogni compenso per riduzione, tagli e sfridi di lastre, pietre e ciottoli, per maggior difficoltà di costruzione dovuta ad angoli rientranti o sporgenti, per la preparazione, battitura e regolazione del suolo, per la stuccatura e profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e per qualunque altra opera o spesa per dare i lavori ultimati ed in perfetto stato.

I prezzi di tariffa sono applicabili invariabilmente qualunque sia, o piana o curva, la superficie vista e qualunque sia il fondo su cui sono posti in opera.

Se l'acciottolato, selciato, lastricato o pavimentazione in cubetti dovessero posare sopra sottofondo di sabbia, malta, macadam cilindrato o calcestruzzo, questo verrà valutato a parte ai prezzi di elenco relativi a questi vari sottofondi e sostegni in muratura di calcestruzzo.

h) Soprastrutture stabilizzate. - Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso e in pozzolana stabilizzata con calce idrata verranno valutate a metro quadrato di piano viabile completamente sistemato.

Art. 52. *CIGLI E CUNETTE*

I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, saranno pagati a metro cubo, comprendendo nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite fresche al frattazzo.

Art. 53. *LAVORI IN ECONOMIA*

La Stazione Appaltante ha il diritto di chiedere all'Appaltatore, che ne ha l'obbligo, di fornire mano d'opera, mezzi d'opera e materiali per lavori e servizi le cui prestazioni saranno contabilizzate in economia.

Per i lavori in economia nel costo orario della mano d'opera si intende compresa ogni incidenza per attrezzi ed utensili di lavoro e quanto altro occorra per il loro impiego.

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere qualificati per i lavori da eseguire e provvisti degli attrezzi ed utensili necessari che dovranno essere sempre in perfetta efficienza e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Nella contabilizzazione non verranno riconosciuti oneri per spese di trasporto e di trasferta.

Per le prestazioni in economia l'Appaltatore ha l'obbligo di consegnare quotidianamente alla Direzione dei Lavori le liste con le ore di impiego relative agli operai, noli e materiali utilizzati. Le prestazioni non preventivamente autorizzate e/o non dichiarate dall'Appaltatore nei modi e nei termini di cui sopra non saranno in alcun modo riconosciute.

Le prestazioni e le forniture in economia saranno disposte dalla Direzione dei Lavori, mediante apposito ordine di servizio, solo per lavori secondari ed accessori e nei casi e nei limiti previsti dal D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163 e s.m.i.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **165**

Pagina 165 - p_pz_0035715/2019

L'importo di tali prestazioni, e provviste non potrà superare quello debitamente autorizzato nei limiti definiti dall'art. 125 del D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163 e s.m.i.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 166 - p_pz_0035715/2019

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

INTERVENTO AL KM 21+000 - Relazione tecnica

N. articolo/Riferimento

Data Settembre 2019	Scala/e /	Tavola n. **01**	Revisione n. 0

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

INDICE

PREMESSA 2

1. INTERVENTO AL KM 21+000 4

2. ASPETTI COSTRUTTIVI DELLE TRINCEE DRENANTI 9

2.1. DIMENSIONAMENTO 10

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 168 - p_pz_0035715/2019

PREMESSA

Nella presente verranno descritte le tecniche di intervento atte a ridurre le pressioni neutre agenti lungo il pendio incombente sulla SP 13, precisamente al km 21+000.

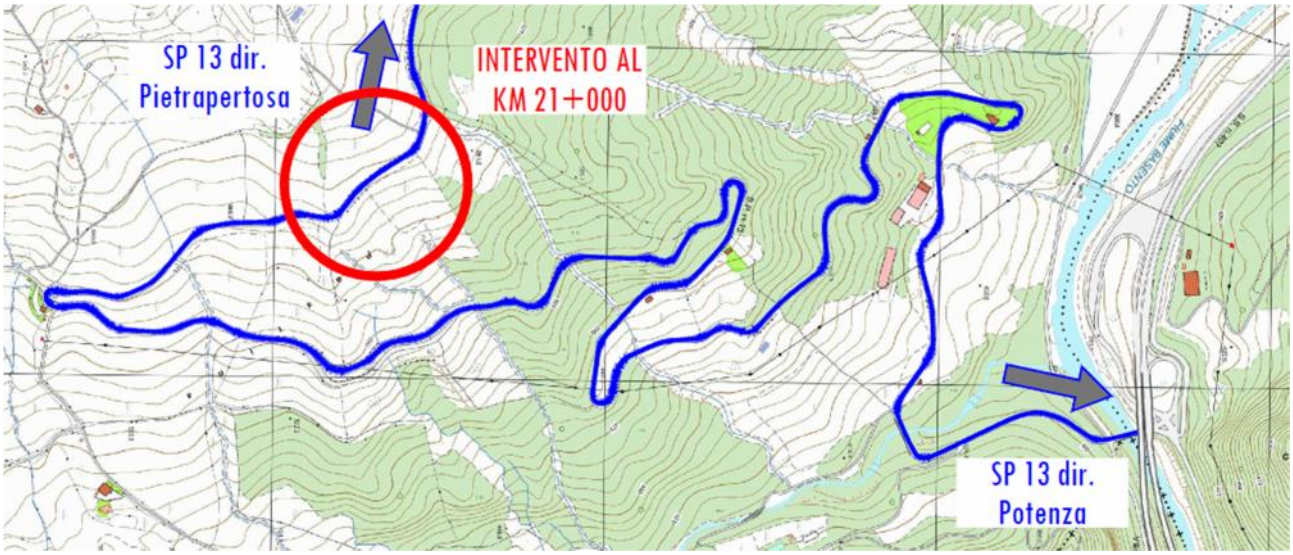
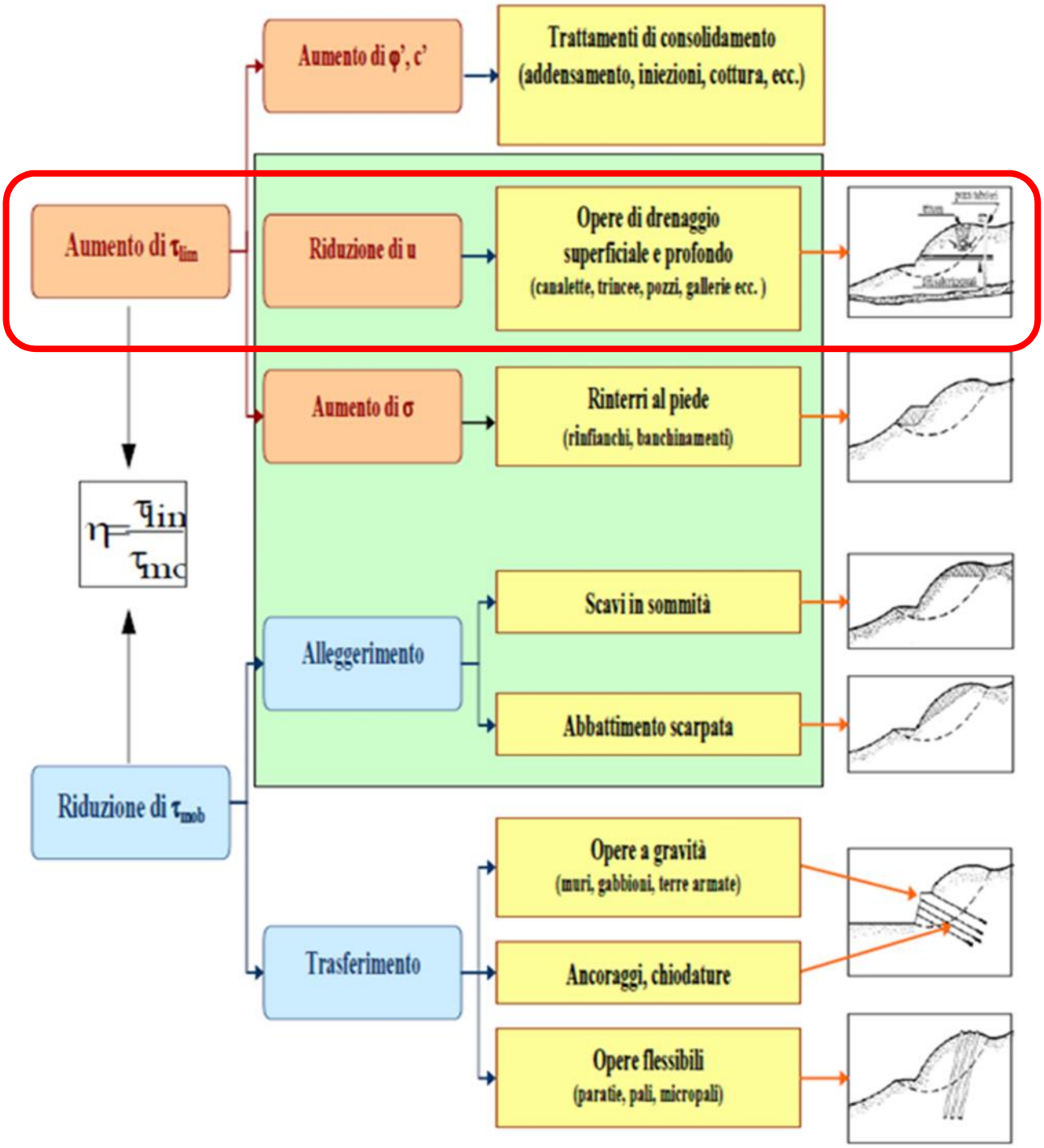


Figura 1 - Localizzazione area d'intervento 1

In particolare, si è proceduti al dimensionamento di trincee drenanti superficiali da disporre lungo il pendio secondo una geometria in pianta "a spina di pesce". Tali trincee permetteranno di ridurre le pressioni neutre nei primi metri del sottosuolo, incrementando la resistenza al taglio del terreno (τ_{lim})e pertanto incrementando il fattore di sicurezza globale dello stesso.

$$FS = \frac{\tau_{lim}}{\tau_{es}}$$

Pagina 169 - p_pz_0035715/2019



Pagina 170 - p_pz_0035715/2019

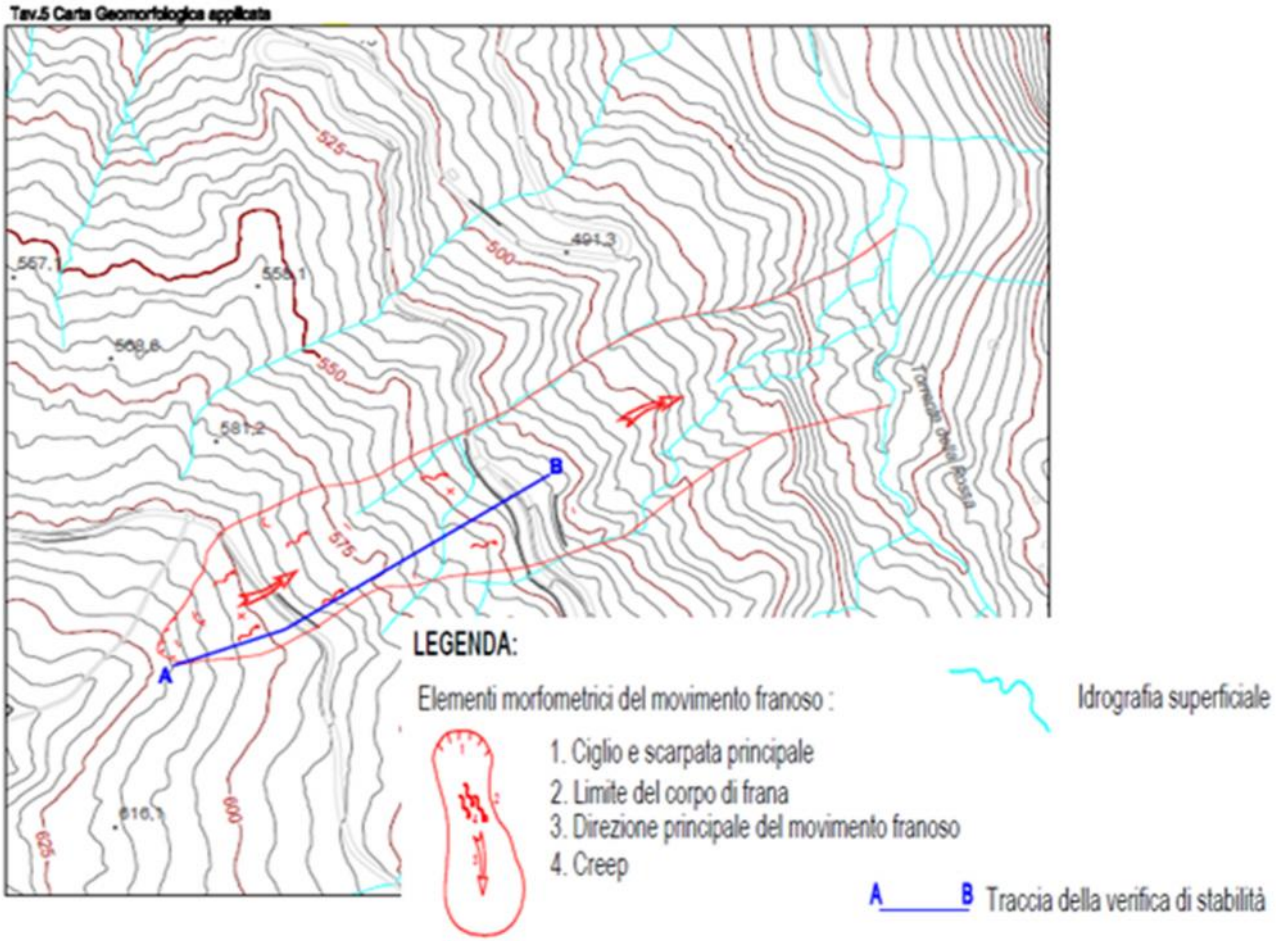
1. INTERVENTO AL KM 21+000

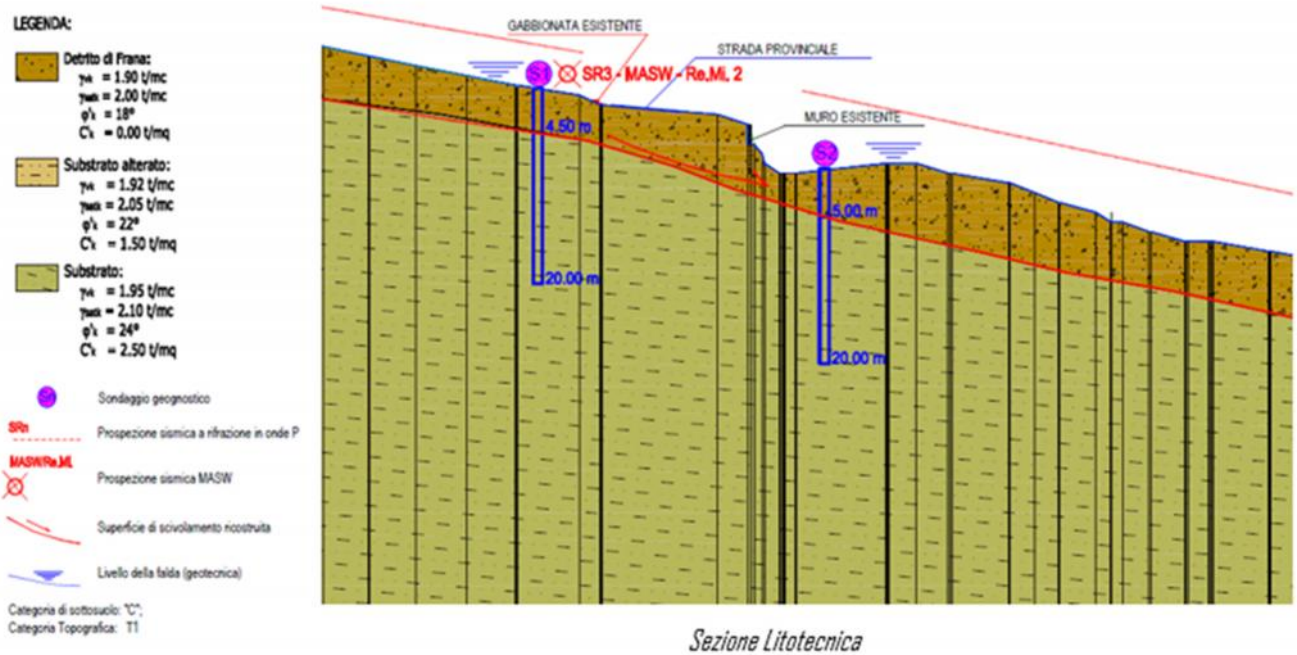
In questo tratto la strada insiste sulla parte medio-alta di un grosso movimento franoso il cui piede raggiunge il Torrente La Rossa. Si tratta di una frana del tipo rototraslativo evolvente in colata nel settore a valle del km 21+000, tanto che una colata di fango e terra si è riversata sulla stessa strada in corrispondenza del km 19+800 circa.

Lo spessore del detrito di frana mobilitato e di circa 5-6.00 m. La strada sviluppa sulla frana con una sezione prevalentemente a "mezza costa", con lieve scavo a monte e riporto a valle. Il riporto in alcuni punti raggiunge spessori anche di 4/5.00 m, tanto da essere sostenuto, nel punto con maggior spessore ed in cui si è avuto anche il cedimento più significativo della sede stradale, da un'opera di sottoscarpa costituita da un muro su pali di grande diametro, che risulta gravemente dissestato con evidenze di un quadro fessurativo riconducibile agli eccessivi sforzi di taglio indotti dal movimento franoso.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 171 - p_pz_0035715/2019





Sezione Litotecnica

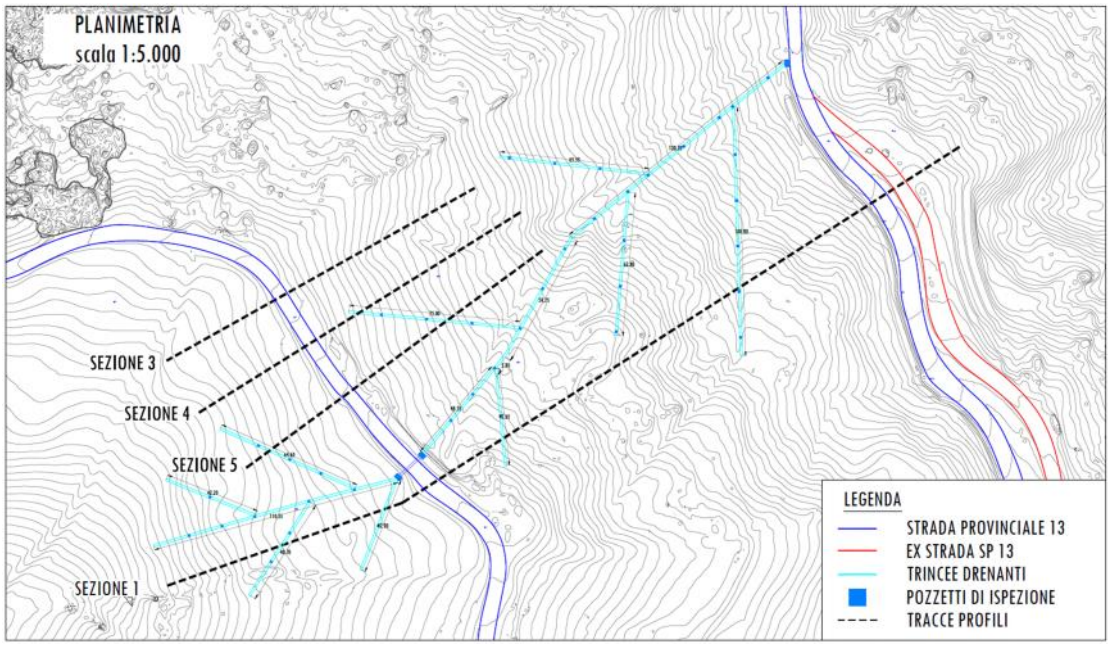
Pagina 172 - p_pz_0035715/2019

Nr.	Peso specifico [kN/m³]	Peso specifico saturo [kN/m³]	Coesione [kN/m²]	Angolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	19,0	20,0	0,0	18,0	1,0	1470,0	12,0	-12,0	7,0	8,0	DETRITO DI FRANA
2	19,5	21,0	25,0	24,0	1,0	5883,0	16,0	-16,0	25,0	0,0	ARGILLA VARICOLORI

MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO

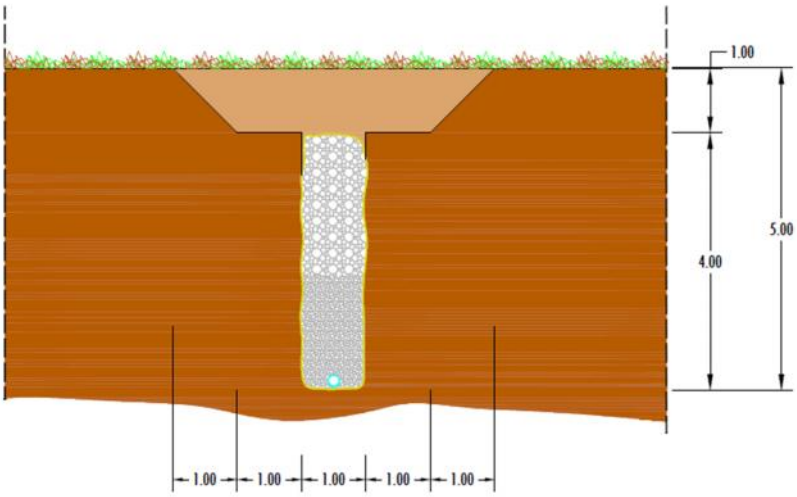
Pertanto al fine di arrestare il fenomeno in atto è stata progettata una paratia di pali in CA, disposti a quinconce, avente una estensione longitudinale pari a 130,85 mt.

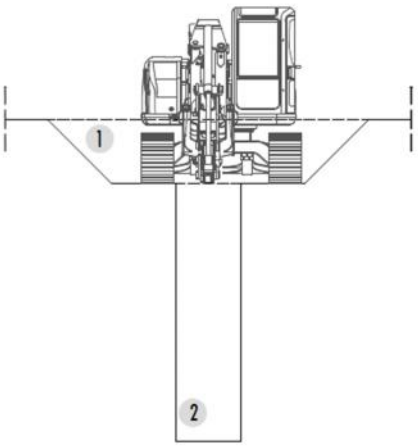
Inoltre, in tale area di intervento è stato progettato un sistema di drenaggio delle acque subsuperficiali, costituito da trincee drenanti distribuite secondo uno schema a pettine.



Pagina 173 - p_pz_0035715/2019

INTERVENTO 4 - Particolare costruttivo trincea drenante
scala 1:50



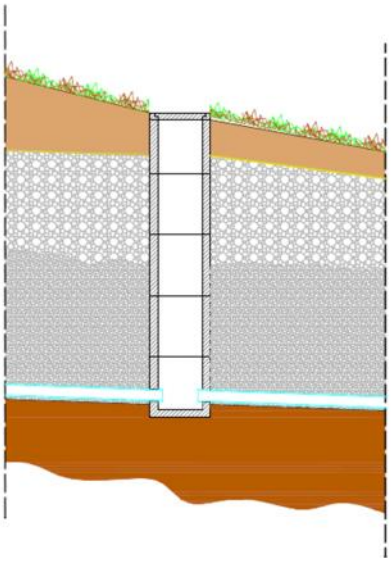


Sequenza cronologica operazioni di scavo

Legenda

- Tubazione drenante in PE a doppia parete (esterna corrugata interna liscia), flessibile a rigidità anulare SN4
- Riempimento trincea drenante con materiale arido di cava (misto 4/7)
- Tessuto non tessuto in geotessile termosaldato a filo continuo in fibra di polipropilene avente funzione di filtro separatore
- Rinterro con materiale proveniente dagli scavi

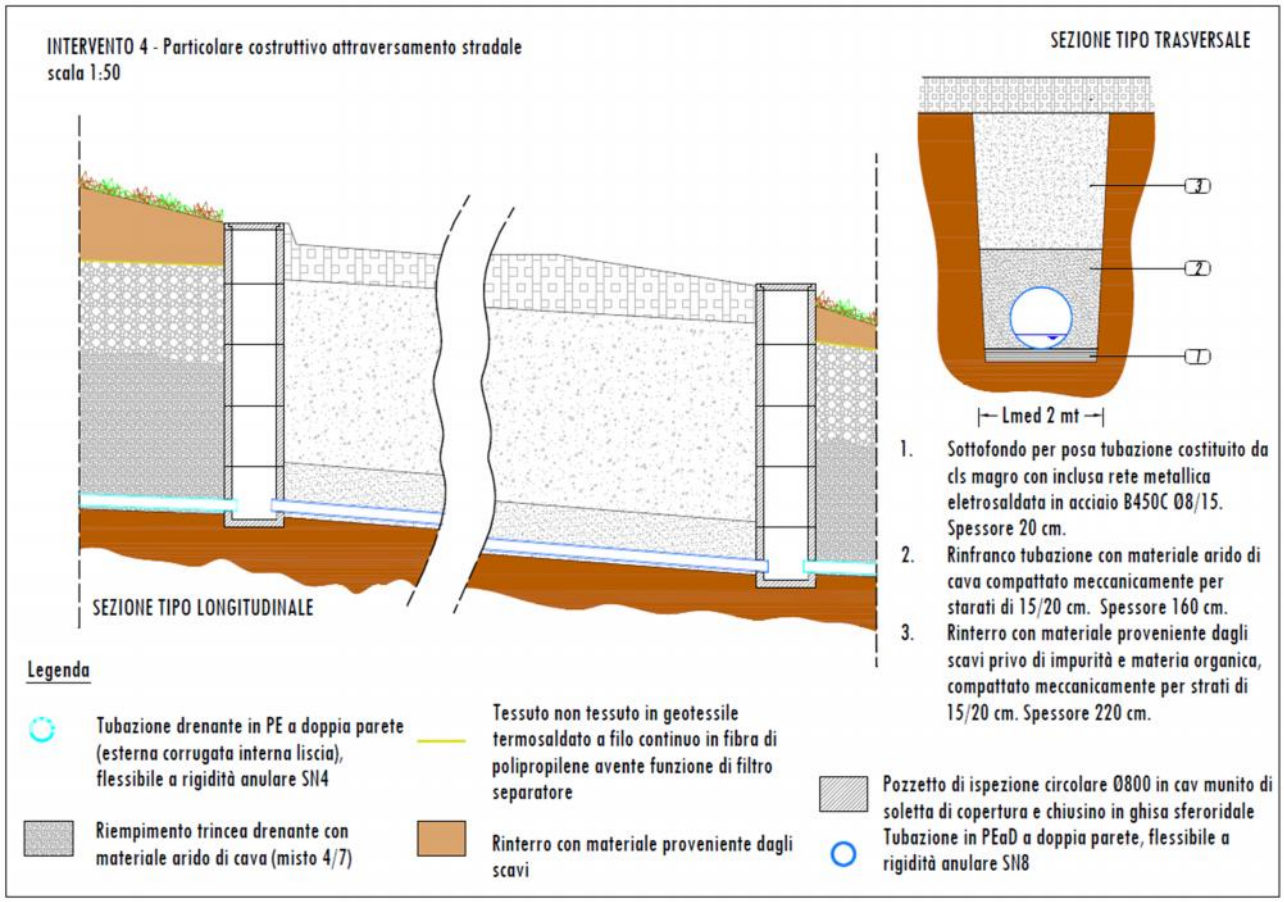
INTERVENTO 4 - Particolare costruttivo pozzetti di ispezione trincee drenante
scala 1:50



Legenda

- Tubazione drenante in PE a doppia parete (esterna corrugata interna liscia), flessibile a rigidità anulare SN4
- Riempimento trincea drenante con materiale arido di cava (misto 4/7)
- Tessuto non tessuto in geotessile termosaldato a filo continuo in fibra di polipropilene avente funzione di filtro separatore
- Rinterro con materiale proveniente dagli scavi
- Pozzetto di ispezione circolare Ø800 in cav munito di soletta di copertura e chiusino in ghisa sferoridale

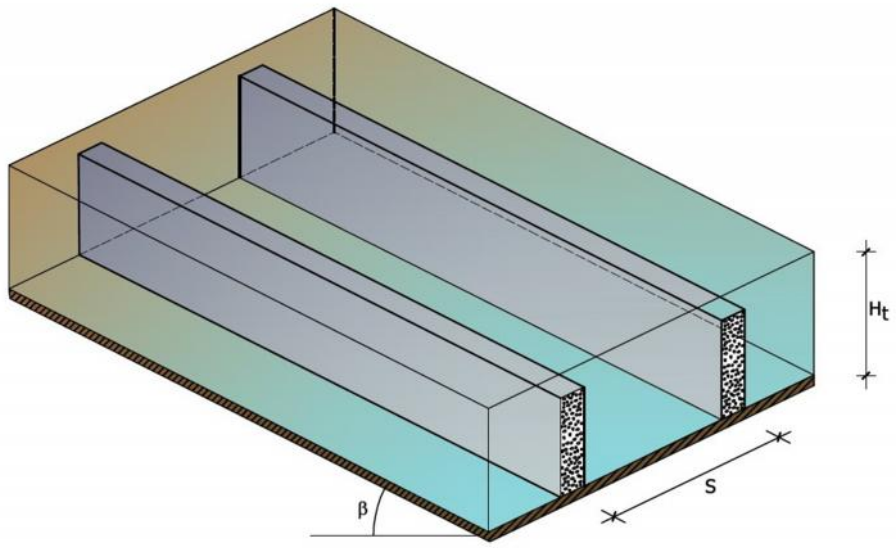
Pagina 174 - p_pz_0035715/2019



Nel paragrafo seguente si riporta il dimensionamento analitico delle trincee drenanti.

2. ASPETTI COSTRUTTIVI DELLE TRINCEE DRENANTI

Le trincee drenanti sono opere utilizzate per stabilizzare frane superficiali di carattere prevalentemente traslazionale. Di sezione trasversale rettangolare, esplicano la loro funzione attraverso il materiale di riempimento costituito da terreno a grana grossa. Per ragioni di efficacia dell'intervento, le trincee devono essere allineate longitudinalmente, in direzione monte-valle e non trasversalmente.



Installazione tipo di una trincea drenante

In fase di realizzazione devono essere costruite partendo dal punto più basso dell'area da stabilizzare, in questo modo la funzione drenante si esplica sin dall'inizio, durante la fase di costruzione.
Il materiale di riempimento della trincea è in genere costituito da ghiaia e sabbia di granulometria adeguata per soddisfare i requisiti dei filtri evitando il trasporto di materiale fine e il progressivo intasamento della trincea. Oppure si può prescindere dai requisiti dei filtri, impiegare solo materiale a grana grossa e rivestire le pareti e la base della trincea con filtri in geotessile. Si riporta di seguito la regola dei filtri:

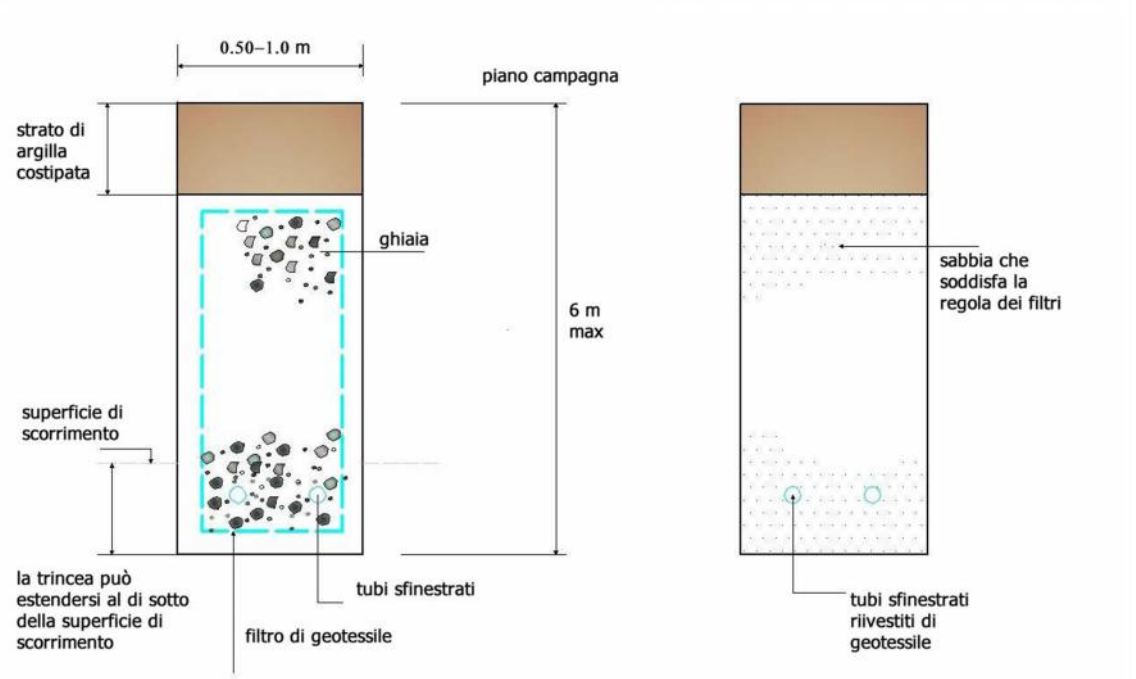
$$5 \cdot d_{15} < D_{15} < 5 \cdot d_{85} \; ; D_{85} > 2 \cdot a$$

Dove:

$\mathbf{d_{15}}$, $\mathbf{d_{85}}$	dimensioni corrispondenti al 15% e all'85%, in peso, di passante nella curva granulometrica del terreno da drenare.
$\mathbf{D_{15}}$, $\mathbf{D_{85}}$	le stesse quantità nella curva granulometrica del materiale drenante;
a	dimensioni dei fori dei tubi drenanti

La parte superiore della trincea è protetta da uno strato di argilla costipata di spessore compreso tra 0.5 e 1.0 m e larghezza pari a quella della trincea. Lo strato di argilla costipata impedisce l'infiltrazione diretta delle acque superficiali nella trincea, nonché il trasporto di materiale fine al suo interno.
l'argilla deve essere costipata per strati ad una densità non minore del 95% della massima densità secca, e a un contenuto d'acqua $W = 0.9 - 1.2\ W_{op}$.

Pagina 176 - p_pz_0035715/2019

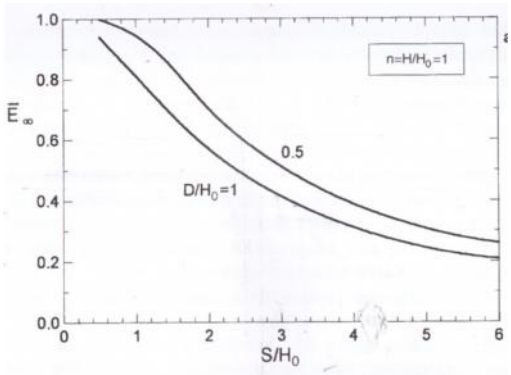


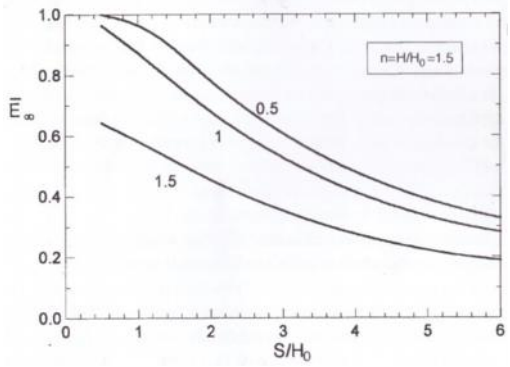
Sezioni tipiche di trincee drenanti

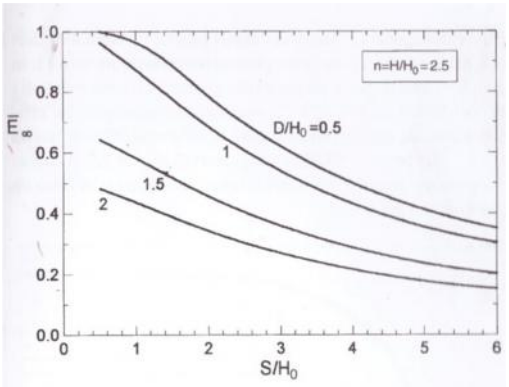
2.1. DIMENSIONAMENTO

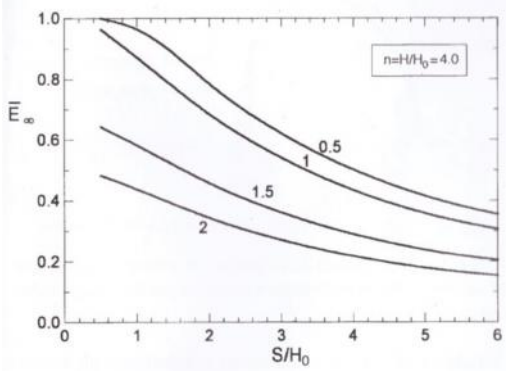
L'efficienza idraulica di un sistema di trincee drenanti è stata valutata facendo riferimento allo schema riportato di seguito.

Le trincee sono disposte secondo linee di massima pendenza, hanno sezione rettangolare (larghezza B e profondità H_t, sono parallele ed hanno uno sviluppo longitudinale L molto maggiore dell'interasse S tale da giustificare un'analisi in condizioni di flusso bidimensionale. Il terreno è omogeneo ed isotropo ed è limitato inferiormente da una formazione impermeabile posta ad una profondità Hs. Per il dimensionamento si utilizzano i grafici riportati in figura.









*Nelle figure le grandezze **H_0** ed **H** corrispondono rispettivamente ad **H_t** ed **H_s** mentre **D** coincide con **h**.*

La soluzione dipende dai rapporti S/Ht, B/Ht, HS/Ht; per quanto riguarda il rapporto HS/Ht sono stati considerati quattro rapporti: 1-1.5-2-4. Il primo valore corrisponde a trincee che interessano tutto lo strato di terreno in cui avviene il processo di drenaggio, non sono stati considerati valori del rapporto > 4 perché le soluzioni che si ottengono non differiscono apprezzabilmente tra loro dalla condizione ≥ 4 .

Tenuto conto degli interassi utilizzati più frequentemente, si sono considerati valori del rapporto S/Ht variabili tra 1 e 6.

L'efficienza idraulica media è stata valutata su quattro piani orizzontali posti a diverse profondità dal piano campagna h (h/Ht= 0.5-1-1.5-2).

Procedura per il dimensionamento

Si calcola il massimo incremento del fattore di sicurezza dalla seguente espressione:

$$\Delta F_{max} = F_{max} - F_0$$

Dove con F_{max} si indica il fattore di sicurezza (condizione di stabilità di un pendio) in assenza di falda e con F_0 la condizione di stabilità del pendio in presenza di falda.

Si calcola la variazione richiesta per il fattore di sicurezza a tempo infinito:

$$\Delta F_{\infty} = F_{\infty} - F_0$$

Con F_{∞} rappresenta la condizione di stabilità in condizione di regime (trincee drenanti attive).

Pagina 178 - p_pz_0035715/2019

Si determina il valore dell'efficienza idraulica media E_{media} è definita come il rapporto tra l'incremento del fattore di sicurezza raggiunto e quello massimo ottenibile.

$$E_{media} = \frac{\Delta F(t)}{\Delta F_{max}} \qquad (E_{media} = \bar{E})$$

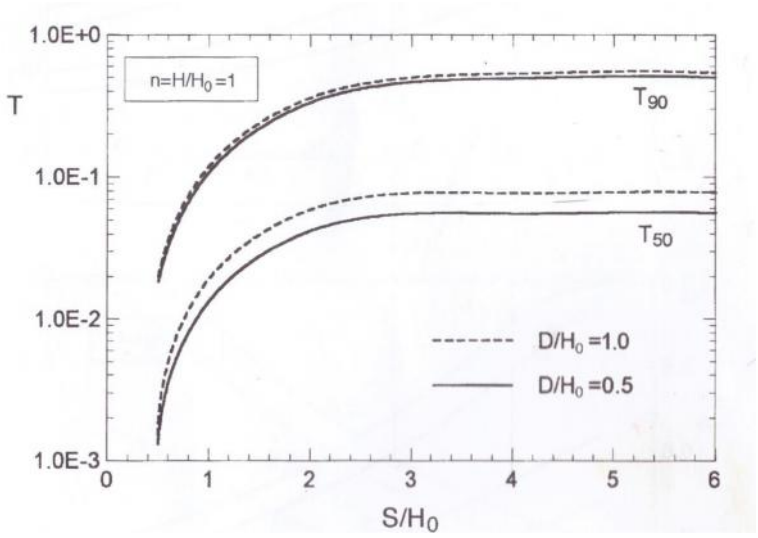
Noti E_{media}, n e D/H dalle figure si ricava il valore di S/H_0 e quindi l'interasse dei dreni.

Per quanto riguarda l'evoluzione temporale del fenomeno, i risultati sono presentati in funzione di una grandezza adimensionale, il fattore di tempo T:

$$T = \frac{k_v}{\gamma_w \cdot H_t^2} \cdot \frac{E'}{2(1+\nu')\cdot(1-2\nu')} t$$

dove:

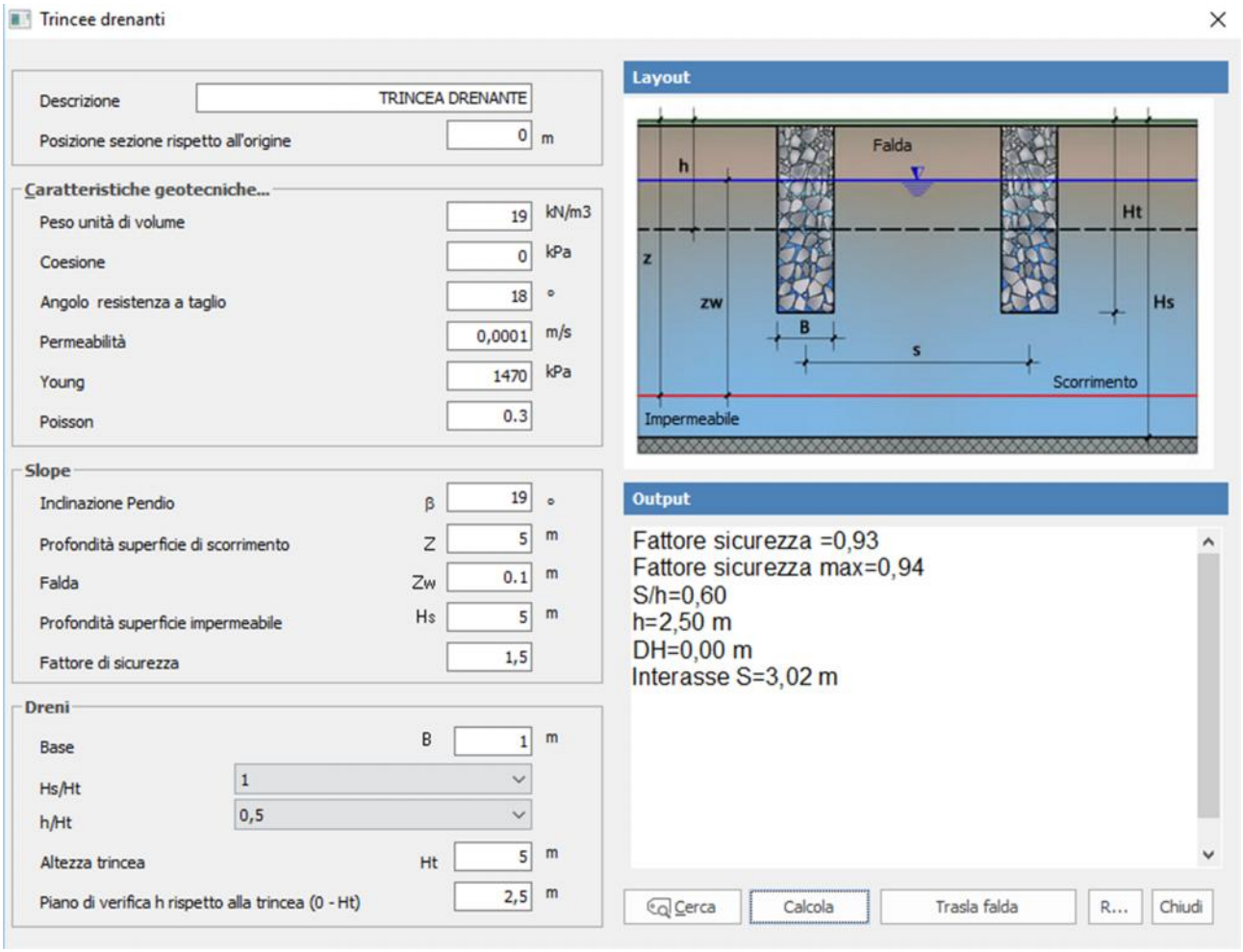
E' e ν' rappresentano le costanti elastiche del mezzo e k_v il coefficiente di permeabilità verticale, la soluzione del problema viene rappresentata in forma grafica nella seguente figura.



*Nella figura le grandezze **H_0** ed **H** corrispondono rispettivamente ad **H_t** ed **H_s** mentre **D** coincide con **h**.*

Pagina 179 - p_pz_0035715/2019

REPORT DI CALCOLO



Dalla consultazione del report di calcolo riportato in precedenza si evince, inequivocabilmente che, per ottenere, per il pendio in esame, un fattore di sicurezza prossimo all'unità, ovvero una condizione di "equilibrio limite", si dovrebbero realizzare trincee drenanti disposte secondo un interasse di circa 3 mt.

Tale configurazione geometrica dell'opera, in uno scenario idrogeomorfologico come quello studio risulta, a parere di chi scrive, irrealizzabile. Quanto asserito è facilmente intuibile in quanto ci troviamo di fronte a:

- ✓ terreni con caratteristiche geomeccaniche scarse;
- ✓ terreno destrutturati in quanto negli anni sono stati interessati da diversi movimenti franosi, dunque presentano caratteristiche di resistenza residue;
- ✓ terreni con presenza di acqua, ovvero i terreni in esame (coltre superficiale, primi 4-5 mt) risultano parzialmente saturi con un buon grado di permeabilità.

Dunque, realizzare trincee drenanti con interasse ridotto, come quello ottenuto da calcolo, significherebbe effettuare molti scavi ravvicinati, i quali, in detto contesto morfologico, potrebbero comportare l'innesco di nuovi movimenti franosi, vanificando la finalità dell'intervento.

Alla luce delle considerazioni fin qui formulate, lo scrivente, di concerto con il consulente geologo, ha deciso di

realizzare delle trincee drenanti fuori calcolo, con disposizione geometrica in pianta "a spina di pesce", allo scopo di drenare comunque acque nel terreno de quo alleggerendolo, pur non raggiungendo con l'0intervento in parola i valori prefissati del coefficiente di sicurezza del pendio.

Resta inteso comunque che, l'effetto delle trincee proposte congiuntamente all'azione stabilizzante che trasmetterà la paratia progettata a salvaguardi della SP13 al pendio, apporteranno, inevitabilmente, un incremento significativo del grado di sicurezza globale del pendio de quo.

Tanto dovevasi in adempimento all'incarico ricevuto.

Sala Consilina (SA), li Settembre 2019

Il Progettista delle strutture

Dott. Ing. Daniele Giaffrida

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019
181

Pagina 181 - p_pz_0035715/2019

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

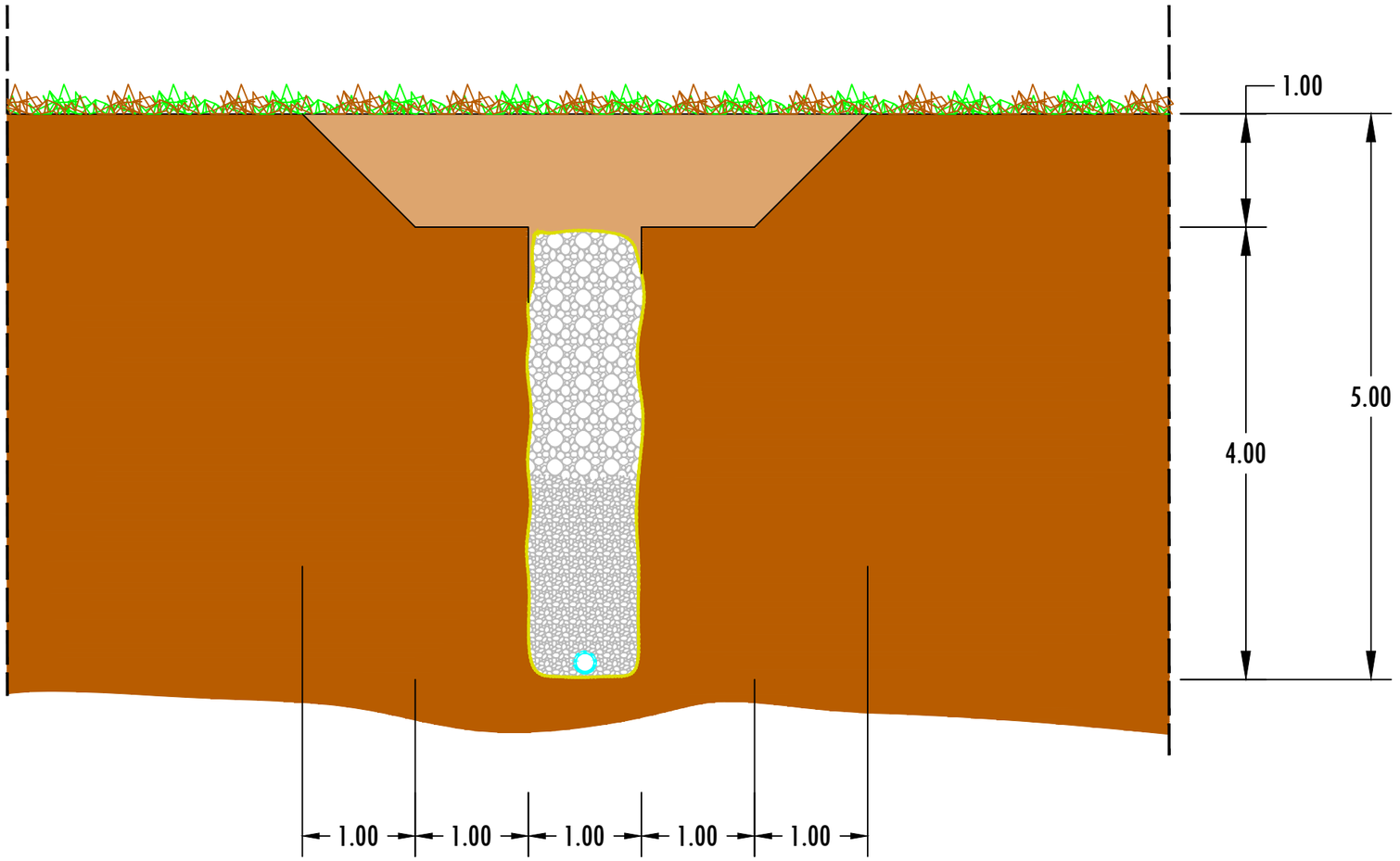
INTERVENTO AL KM 21+000 - Elaborato grafico particolari costruttivi

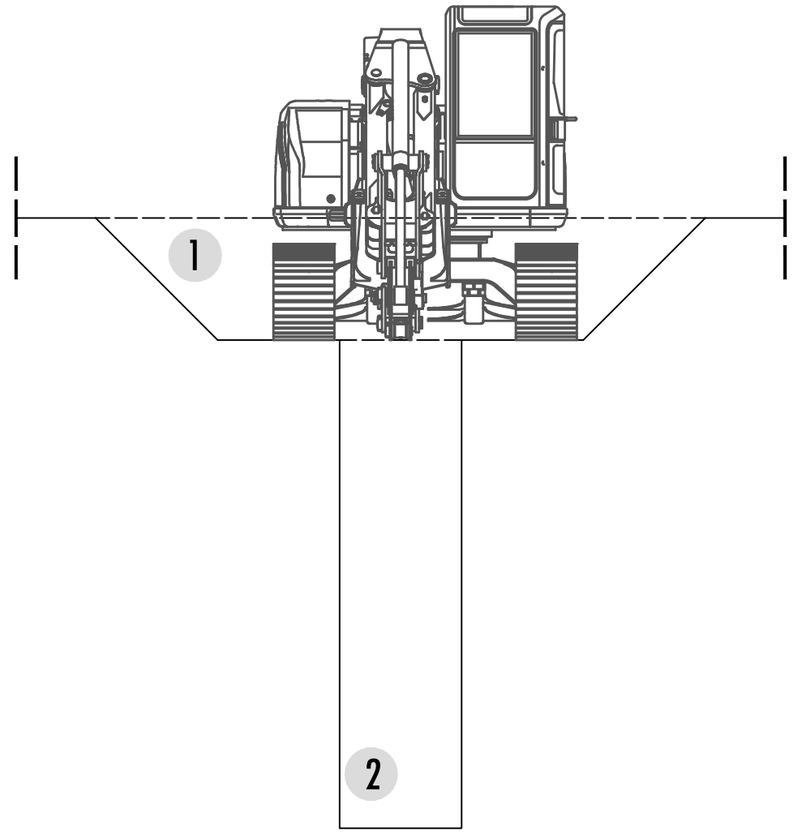
N. articolo/Riferimento

Data Settembre 2019	Scala/e 1:50	Tavola n. **03**	Revisione n. 0

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

INTERVENTO 4 - Particolare costruttivo trincea drenante
scala 1:50





Sequenza cronologica operazioni di scavo

Legenda

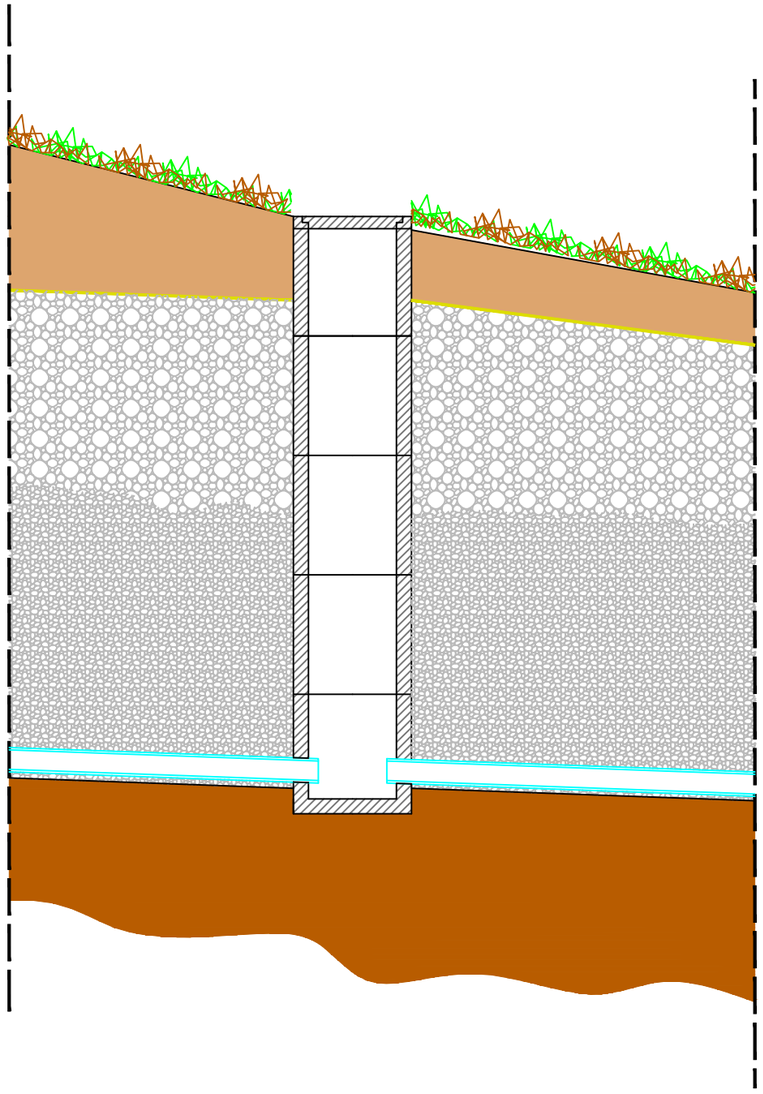
Tubazione drenante in PE a doppia parete (esterna corrugata interna liscia), flessibile a rigidità anulare SN4

Riempimento trincea drenante con materiale arido di cava (misto 4/7)

Tessuto non tessuto in geotessile termosaldato a filo continuo in fibra di polipropilene avente funzione di filtro separatore

Rinterro con materiale proveniente dagli scavi

INTERVENTO 4 - Particolare costruttivo pozzetti di ispezione trincee drenante
scala 1:50



Legenda

Tubazione drenante in PE a doppia parete (esterna corrugata interna liscia), flessibile a rigidità anulare SN4

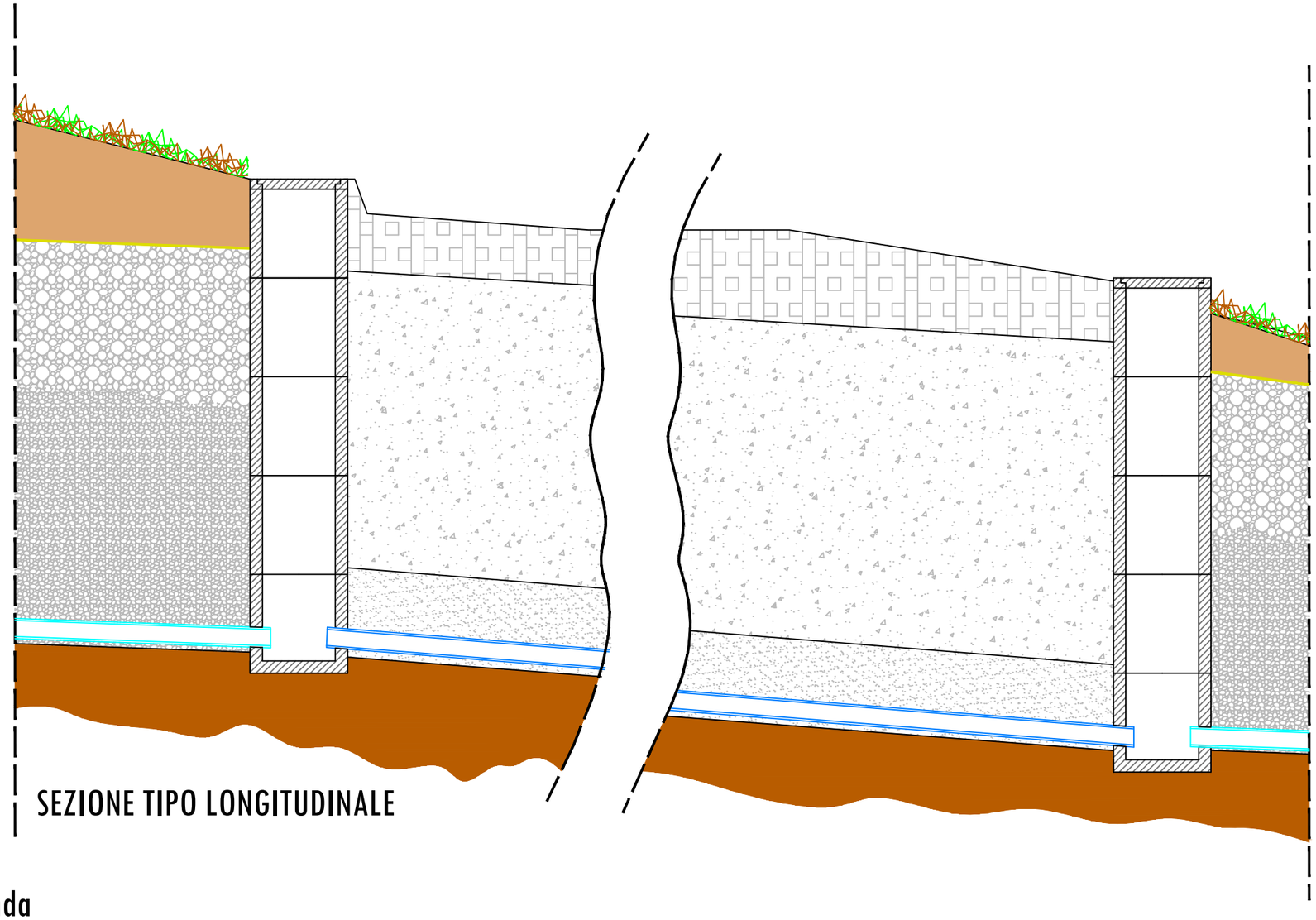
Riempimento trincea drenante con materiale arido di cava (misto 4/7)

Tessuto non tessuto in geotessile termosaldato a filo continuo in fibra di polipropilene avente funzione di filtro separatore

Rinterro con materiale proveniente dagli scavi

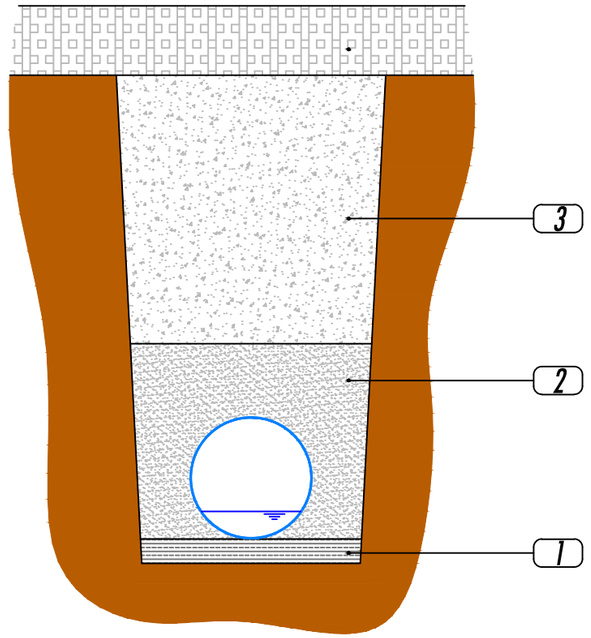
Pozzetto di ispezione circolare Ø800 in cav munito di soletta di copertura e chiusino in ghisa sferoridale

INTERVENTO 4 - Particolare costruttivo attraversamento stradale
scala 1:50



SEZIONE TIPO LONGITUDINALE

SEZIONE TIPO TRASVERSALE



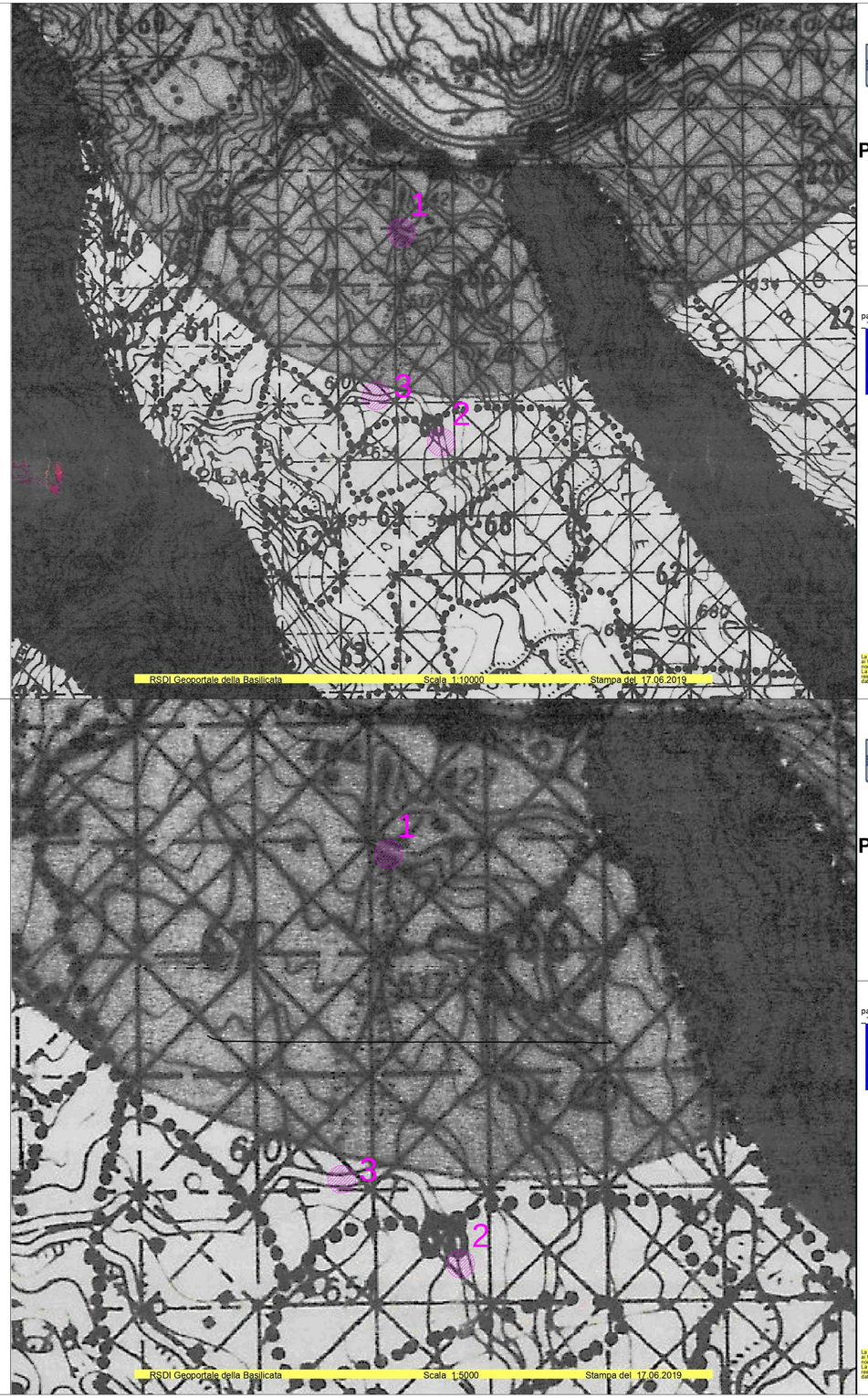
Lmed 2 mt

1. Sottofondo per posa tubazione costituito da cls magro con inclusa rete metallica eletrosaldata in acciaio B450C Ø8/15. Spessore 20 cm.
2. Rinfranco tubazione con materiale arido di cava compattato meccanicamente per starati di 15/20 cm. Spessore 160 cm.
3. Rinterro con materiale proveniente dagli scavi privo di impurità e materia organica, compattato meccanicamente per strati di 15/20 cm. Spessore 220 cm.

Legenda

- Tubazione drenante in PE a doppia parete (esterna corrugata interna liscia), flessibile a rigidità anulare SN4
- Tessuto non tessuto in geotessile termosaldato a filo continuo in fibra di polipropilene avente funzione di filtro separatore
- Pozzetto di ispezione circolare Ø800 in cav munito di soletta di copertura e chiusino in ghisa sferoridale
- Riempimento trincea drenante con materiale arido di cava (misto 4/7)
- Rinterro con materiale proveniente dagli scavi
- Tubazione in PEaD a doppia parete, flessibile a rigidità anulare SN8

LEGENDA
ZONA D'INTERVENTO



1
2
3
RSDI Geoportale della Basilicata
Scala 1:5000
Stampa del 17.06.2019

Regione Basilicata

Pietrapertosa

Foglio 4-7

Legenda

paesistico_di_area_vasta_gallipoli_1

La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non presume in nessun caso carattere di ufficialità. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilità riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

Regione Basilicata

Pietrapertosa

Foglio 4-7

Legenda

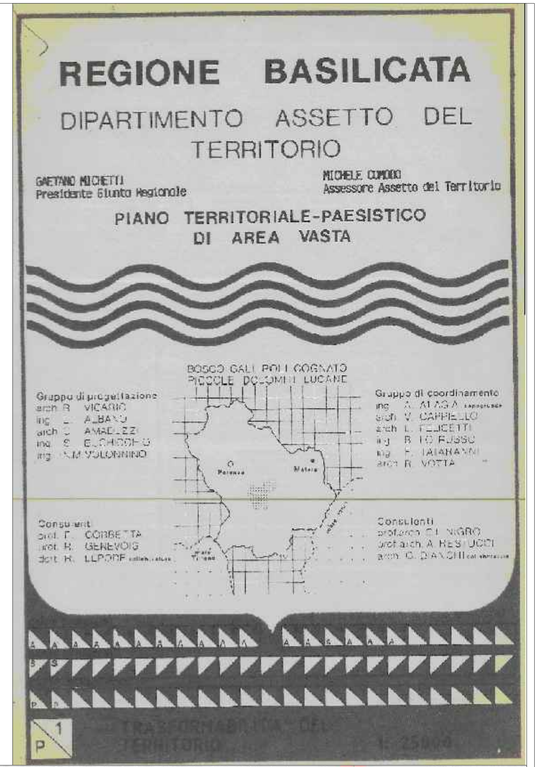
paesistico_di_area_vasta_gallipoli_1

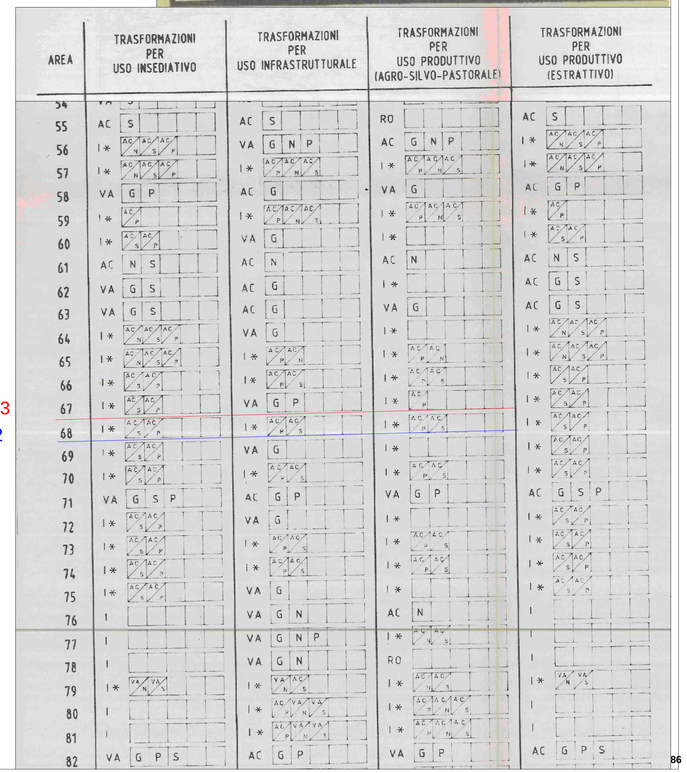
La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non presume in nessun caso carattere di ufficialità. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilità riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

INTERVENTO 1 = AL KM 18+200
CONSOLIDAMENTO PONTE IN MURATURA

INTERVENTO 2 = AL KM 21+000
CONSOLIDAMENTO DI UN CORPO DI FRANA CON PARATIE E DRENAGGI

INTERVENTO 3 = AL KM 21+500 RIPRISTINO DI GABBIONATA





AREA	TRASFORMAZIONI PER USO INSEDIATIVO	TRASFORMAZIONI PER USO INFRASTRUTTURALE	TRASFORMAZIONI PER USO PRODUTTIVO (AGRO-SILVO-PASTORALE)	TRASFORMAZIONI PER USO PRODUTTIVO (ESTRATTIVO)
54				
55	AC S	AC S	RO	AC S
56	I* AC/AC/AC N/S/P	VA G N P	AC G N P	I* AC/AC/AC N/S/P
57	I* AC/AC/AC N/S/P	I* AC/AC/AC P/N/S	I* AC/AC/AC P/N/S	I* AC/AC/AC N/S/P
58	VA G P	AC G	VA G	AC G P
59	I* AC P	I* AC/AC/AC P/N/S	I* AC/AC/AC P/N/S	I* AC P
60	I* AC/AC S/P	VA G	I*	I* AC/AC S/P
61	AC N S	AC N	AC N	AC N S
62	VA G S	AC G	I*	AC G S
63	VA G S	AC G	VA G	AC G S
64	I* AC/AC/AC N/S/P	VA G	I*	I* AC/AC/AC N/S/P
65	I* AC/AC/AC N/S/P	I* AC/AC P/N	I* AC/AC P/N	I* AC/AC/AC N/S/P
66	I* AC/AC S/P	I* AC/AC P/S	I* AC/AC S/P	I* AC/AC S/P
67	I* AC/AC S/P	VA G P	I*	I* AC/AC S/P
68	I* AC/AC S/P	I* AC/AC P/S	I* AC/AC P/S	I* AC/AC S/P
69	I* AC/AC S/P	VA G	I*	I* AC/AC S/P
70	I* AC/AC S/P	I* AC/AC P/S	I* AC/AC P/S	I* AC/AC S/P
71	VA G S P	AC G P	VA G P	AC G S P
72	I* AC/AC S/P	VA G	I*	I* AC/AC S/P
73	I* AC/AC S/P	I* AC/AC P/S	I* AC/AC P/S	I* AC/AC S/P
74	I* AC/AC S/P	I* AC/AC P/S	I* AC/AC P/S	I* AC/AC S/P
75	I* AC/AC S/P	VA G	I*	I* AC/AC S/P
76	I	VA G N	AC N	I
77	I	VA G N P	I* AC/AC/AC N/S/P	I
78	I	VA G N	RO	I
79	I* VA/VA N/S	I* VA/AC N/S	I* AC/AC/AC N/S/P	I* VA/VA N/S
80	I	I* AC/VA/VA L/N/S	I* AC/AC/AC P/N/S	I
81	I	I* AC/VA/VA P/N/S	I* AC/AC/AC P/N/S	I
82	VA G P S	AC G P	VA G P	AC G P S

INTERVENTI 1-3
INTERVENTO 2

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI
Il Dirigente
Ing. Antonio Mancusi

piazza delle regioni, 52
85100 - potenza
tel 0971.417229
fax 0971.417384
antonio.mancusi@provinciapotenza.it

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO, CAMASTRA.
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
B 0 5	VINCOLO AMBIENTALE P.T.P.
Scala: 1: 10.000 - 1.5000	Data: settembre 2019
Progettisti: geom. Libonati Franco	Responsabile del Procedimento: ing. Domenico Tornincasa

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:

LEGENDA

ZONA D'INTERVENTO

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI
Il Dirigente
Ing. Antonio Mancusi

piazza delle regioni, 52
85100 - potenza
tel 0971.417229
fax 0971.417384
antonio.mancusi@provinciapotenza.it

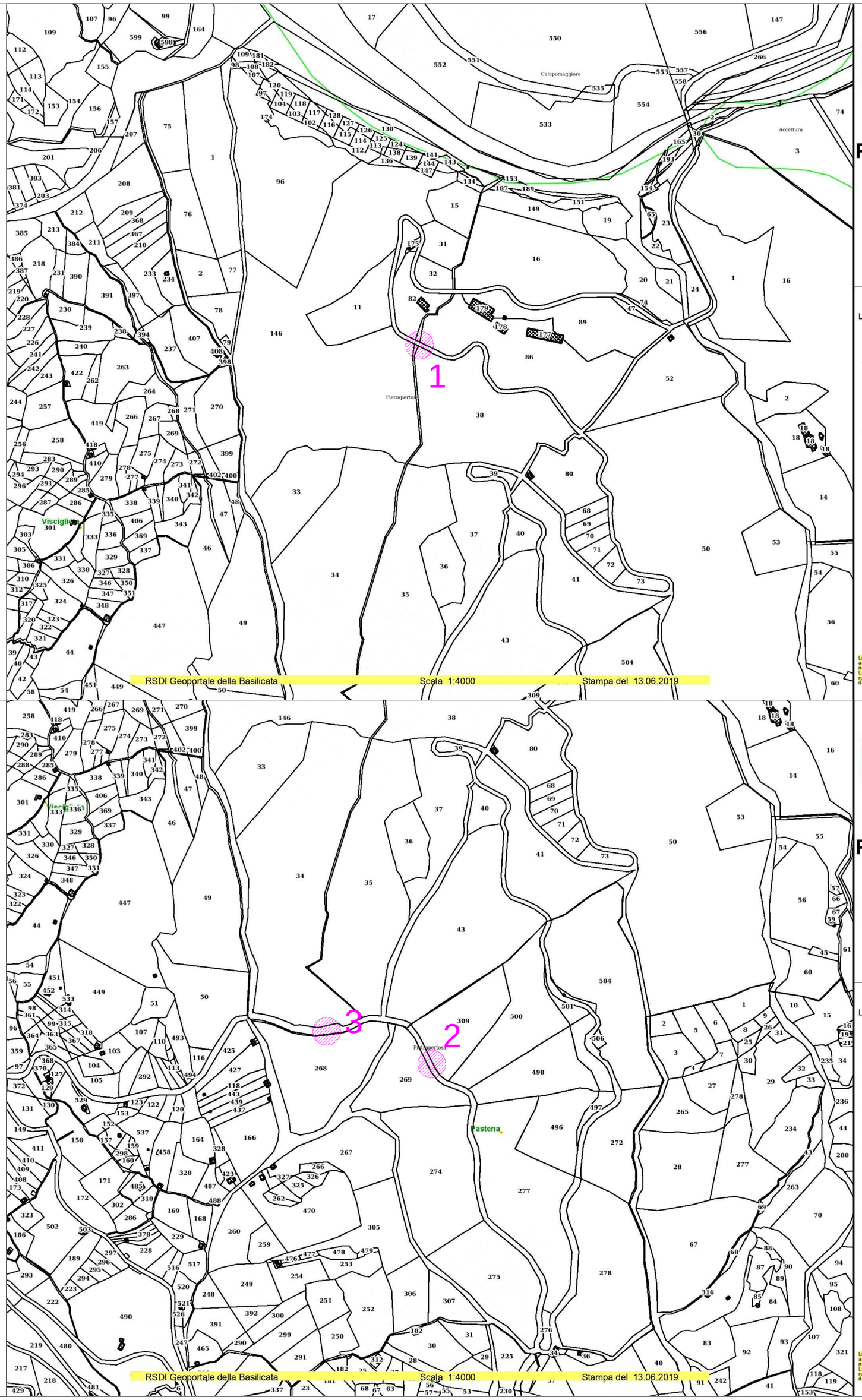
AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO, CAMASTRA.
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
B 0 6	PLANIMETRIE CATASTALI
Scala: 1: 4.000	Data: settembre 2019
Progettisti: geom. Libonati Franco	Responsabile del Procedimento: ing. Domenico Tornincasa

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:



Regione Basilicata

Pietrapertosa

Int. 1 Foglio 4 P.lla
Strade

Legenda

Legenda
Limiti comunali

confini:limiti_comunali_istat_2011
toponimi
Fabbricati
Terreni
Particelle
rsdi:Catastali_2012

La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialita'. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilita' riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

Regione Basilicata

Pietrapertosa

Int. 2 Foglio 7 P.lla
Strade
Int. 3 Foglio 4 P.lla
Strade

Legenda

Legenda
Limiti comunali

confini:limiti_comunali_istat_2011
toponimi
Fabbricati
Terreni
Particelle
rsdi:Catastali_2012

La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialita'. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilita' riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

Regione Basilicata

Pietrapertosa

INTERVENTI 2-3

Legenda

Legenda
- Basilicata
- Altre Regioni
- Mare
- Limiti comunali

Ortofoto_2017

confini:limiti_comunali_istat_2011
toponimi

La presente stampa non rivende carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialità. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilità riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INTERVENTO 3

FOTO 4

FOTO 5

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI
Il Dirigente
Ing. Antonio Mancusi

piazza delle regioni, 52
85100 - potenza
tel 0971.417229
fax 0971.417384
antonio.mancusi@provincia.potenza.it

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO, CAMASTRA.
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
C 0 2	STATO DI FATTO Interventi 2-3
Scala: 1: 2.000	Data: settembre 2019
Progettisti: geom. Libonati Franco	Responsabile del Procedimento: ing. Domenico Tornincasa

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INTERVENTO 2

FOTO 1

FOTO 2

FOTO 3

LEGENDA

= SP 13 DI PIETRAPERTOSA

= EX SEDE STRADALE

– – – = PROFILI LONGITUDINALI E TRASVERSALI

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI
Il Dirigente
Ing. Antonio Mancusi

piazza delle regioni, 52
85100 - potenza
tel 0971.417229
fax 0971.417384
antonio.mancusi@provincipotenza.it

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO, CAMASTRA.
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato : C 2 A

Titolo elaborato : ORTOFOTO INTERVENTI 2-3

Scala:

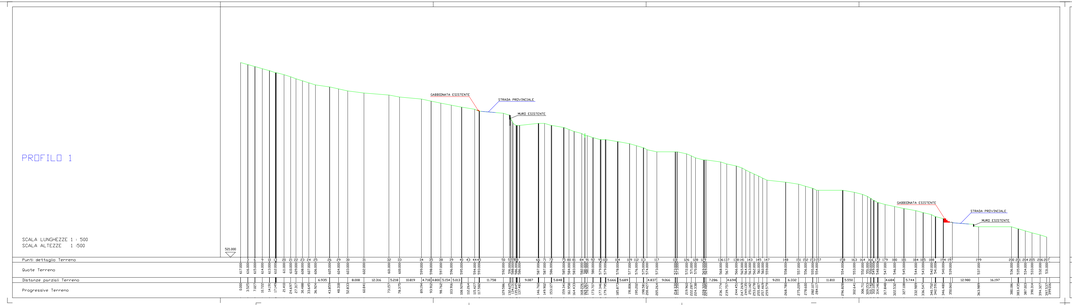
Data: settembre 2019

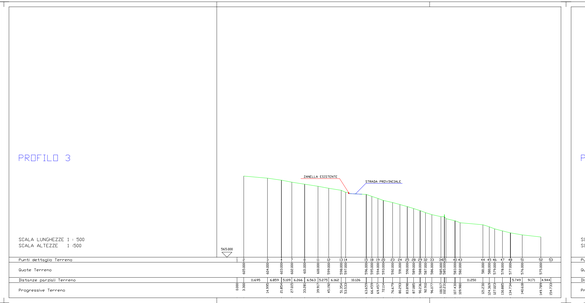
Progettisti:
geom. Libonati Franco

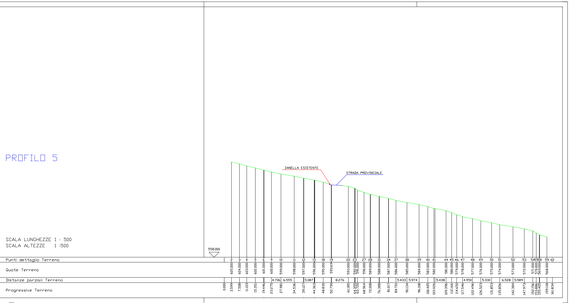
Responsabile del Procedimento:
ing. Domenico Tornincasa

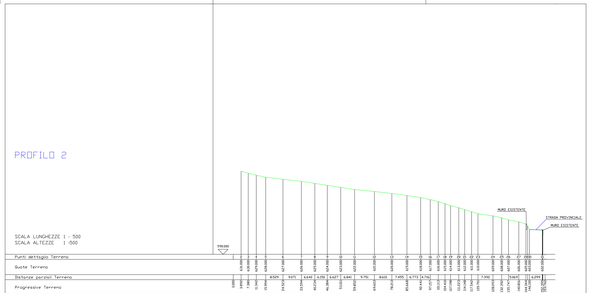
Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

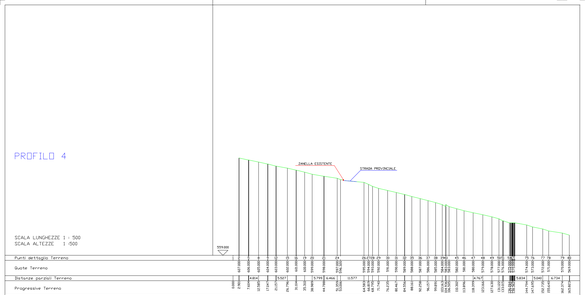
Visto:











UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI
S. Dirigente
Ing. Antonio Mancusi

piazza delle regioni, 52
85100 - Potenza
tel. 0971.417224
fax 0971.417284
www.ufficioviabilitaetrasporti.it

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO, CAMASTRA.
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato:	Titolo elaborato:
C 2 B	PROFILI INTERVENTI 2-3

Scala 1:500	Data settembre 2019
Progettisti: geom. Libonati Franco	Responsabile del Procedimento: Ing. Domenico Torrenzosa

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato	Verificato	Approvato

Visto:

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO CAMASTRA
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza
della S.P. n 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ)

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
A 0 1	Relazione Tecnica e Quadro Economico

Scala:	Data: settembre 2019

Progettista:	Responsabile del Procedimento:
geom. Franco Libonati	*ing. Domenico Gerardo Tornincasa*

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:

PROVINCIA DI POTENZA - Ufficio Viabilità e Trasporti - Piazza delle Regioni,1 85100 POTENZA - www.provincia.potenza.it - tel. 0971417111 - fax 0971417250

Interventi di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P.13 in agro di Pietrapertosa

RELAZIONE TECNICA

PREMESSA

La Regione Basilicata con propria D.G.R. n. 428/2012 ha approvato lo schema definitivo dell'Accordo di Programma di adesione delle Province di Potenza e Matera all'Accordo di Programma Operativo Val D'Agri-Melandro-Sauro-Camastra.

Con D.D. n.7132 del 20/12/2012 avente ad oggetto " ProgrammaOperativo Val D'Agri . Definizione delle azioni e degli interventi di competenza delle due Province da realizzare nel territorio dei cinque comuni di cui alla D.G.R. n.428/2012, si è preso atto degli interventi infrastrutturali e delle azioni concordate di competenza dell'Amministrazione Provinciale di Potenza, da realizzarsi nel territorio dei comuni di propria competenza (Castelmezzano e Pietrapertosa).

Con nota dell'11/12/2018 il Dipartimento Programmazione e Finanze Ufficio Progetti Speciali "Val D'Agri-Senisese" ha trasmesso la D.D. n.3614 del 22/11/2018 di assunzione dell'impegno contabile a favore dell'Amministrazione Provinciale di Potenza, necessario per l'attuazione degli interventi infrastrutturali e delle azioni concordate, di competenza della Provincia di Potenza da realizzarsi nei Comuni di Castelmezzano e Pietrapertosa per l'importo complessivo di € 2.000.000,00.

A seguito di quanto sopra l'Ufficio scrivente ha redatto l'allegato progetto definitivo dell'importo complessivo di € 1.000.000,00, avvalendosi delle consulenze specifiche per rilievi, indagini geognostiche, studio geologico e strutturale, propedeutici all'acquisizione dei pareri e nulla-osta, necessari alla redazione della fase esecutiva.

Inquadramento urbanistico

Dal punto di vista urbanistico gli interventi ricadono in zona agricola e in area sottoposta a vincolo ambientale di cui alla legge n.42/2004 e all'interno del Parco Regionale " Gallipoli Cognato ", nonchè lungo la linea di delimitazione del vincolo idrogeologico.

Gli interventi di ripristino e di consolidamento, sono stati valutati nel rispetto dei vincoli imposti rispettando le autorizzazioni e pareri rilasciati dagli enti preposti alla tutela dei vincoli.

I pareri ed autorizzazioni vengono di seguito elencati:

a) Autorizzazione del Dip. Politiche Agricole e Forestali della Regione Basilicata prot. n.148610/14AJ del 13/09/2019;
b) Autorizzazione del Dip. Urbanistica e Pianificazione Territoriale, giusta D.D. n.23AD.2019/D.00819 del 13/09/2019;
c) Parere del Parco Regionale Gallipoli Cognato Piccole Dolomiti Lucane n.1340 di prot. del 18/09/2019.

Interventi previsti

Per la redazione del progetto esecutivo è stata necessaria la collaborazione del dott. geol. Antonio Bartolo Romaniello libero professionista, per ciò che riguarda la parte geologica e del Geom. Giuseppe Capece per i rilievi, dell'Ing. Daniele Giaffrida per le opere strutturali, e del Geom. Franco Libonati dipendente della Provincia di Potenza presso Ufficio Viabilità, per la parte architettonica.

Per un intervento definitivo di messa in sicurezza della Strada Provinciale n. 13, sarebbe necessario intervenire in molti tratti con costose opere strutturali/geotecniche di consolidamento atte a stabilizzare i movimenti franosi esistenti, opere assolutamente non compatibili con gli esigui fondi a disposizione dell'Amministrazione Provinciale.

Da qui la scelta di intervenire con opere utili a garantire una sorta di "convivenza" tra morfoevoluzione dei dissesti e percorribilità della strada stessa.

Dunque, la maggior parte degli interventi previsti nel presente progetto non hanno la "presunzione" di consolidare definitivamente i dissesti presenti lungo l'arteria strdale, ma di assolvere sicuramente la funzione di meglio regimentare il deflusso delle acque di corrivazione superficiali, nonché di quelle di permeazione nei livelli più superficiali dei terreni in affioramento, oltre a ricostruire la sezione stradale originaria.

Per le motivazioni su esposte, i lavori previsti e di seguito riportati, sono mirati alla conservazione delle opere esistenti e comunque non alterano il contesto paesaggistico dei luoghi sottoposti a tutela.

Interventi al Km. 18+000 in località Visciglieta

Sulla SP n 13, al Km. 18+000 è prevista la realizzazione di una paratia con pali del diametro da mm. 1000, disposti a quinconce della profondità di ml. 11,00 con cordolo di collegamento in testa con dimensioni 2,40*1,00, per una lunghezza di ml. 110,00.

Interventi al Km. 21+000 in località Pastena

In prossimità della chilometrica 21+000 della citata S.P. in località Pastena del Comune di Pietrapertosa sono stati rilevati evidenti segni di dissesto consistenti in rotture e abbassamenti della sede

stradale indotti da movimenti gravitativi di versante.

Tale dissesto ha interessato l'opera esistente di sottoscarpa costituita da un muro su pali di grande diametro, che tuttavia presenta un quadro fessurativo riconducibile agli sforzi di taglio indotti dal movimento franoso.

Dalla relazione geologica generale, nel tratto di strada in esame è emersa la necessità di realizzare importanti opere di drenaggio, a monte e a valle della sede stradale, oltre alla realizzazione di una paratia.

Dalla stima dell'opera di consolidamento, paratia con pali in c.a., le somme disponibili non consentono la realizzazione dell'intero intervento previsto.

In considerazione che tale frana è in forte evoluzione e che le condizioni di stabilità del muro su pali di sottoscarpa esistente, che in parte ad oggi ancora riesce ad assolvere la sua funzione geotecnica, risultano essere sempre più precarie tanto che, soprattutto in occasione di eventi meteorici anche non eccezionali, si potrebbe avere il suo collasso con conseguenziale franamento di tutta la strada e con richiamo di grosse masse terrose dal settore più alto del corpo franoso, che chiaramente il tutto comporterebbe l'isolamento del centro abitato di Pietrapertosa.

A seguito di ciò, in attesa di reperire le ulteriori risorse finanziarie e necessarie al consolidamento definitivo del tratto stradale interessato, si è giunti alla determinazione di intervenire con opere utili a rallentare la morfoevoluzione del versante in modo tale da creare quella sorta di "convivenza" tra movimento franoso e percorribilità della strada stessa, senza pretendere però un consolidamento definitivo del dissesto.

In merito si è pensato di procedere solo con l'esecuzione del sistema di "drenaggi a spina di pesce" da realizzarsi su tutto il settore di frana di interesse, così come meglio riportato negli elaborati progettuali.

Tale intervento consentirà un notevole rallentamento del cinematismo del corpo franoso ma, soprattutto, il sistema di drenaggi, intercettando le acque di scorrimento superficiale e di quelle più profonde, sicuramente contribuirà ad un abbattimento delle sovrappressioni neutre con ovvi giovamenti alla stabilità del versante.

L'intervento quindi consiste nella realizzazione di un sistema di trincee drenanti costituite da un braccio principale collegato ad un tombino che attraverserà la sede stradale e da rami secondari disposti in modo obliquo (a spina di pesce), in modo tale da intercettare le acque di scorrimento.

Da un punto di vista paesaggistico, anche la realizzazione delle trincee drenanti non

comporterà alcun tipo di impatto e tali interventi non costituiranno alcun tipo di impedimento alle pratiche agricole normalmente attuate. Saranno realizzati inoltre interventi a tratti saltuari di ripristino della pavimentazione stradale.

	QUADRO ECONOMICO			
A- LAVORI				
1)	Lavori a misura	€	700.345,33	
2)	Lavori a corpo	€	-	
3)	Lavori in economia	€	-	
	IMPORTO DEI LAVORI A BASE DI GARA (1+2+3)	€	700.345,33	
4)	Oneri della sicurezza, non soggetti a ribasso d'asta	€	4.899,35	
	Totale lavori da appaltare (1+2+3+4)			**€ 705.244,68**
B- SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE PER:				
1)	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi i rimborsi previa fattura			€ 32.900,00
2)	Allacciamenti e pubblici servizi			€ -
3)	Imprevisti			€ 1.500,00
4)	Acquisizione di aree o immobili e pertinenti indennizzi			€ 5.224,74
5)	Espropriazione di aree o immobili e pertinenti indennizzi			
6)	Accantonamento per adeguamento dei prezzi			€ -
7)	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche			€ 1.500,00
8)	Spese di cui all'articolo 24 comma 4 del D. Lgs. 50/2016			€ 1.200,00
9)	**Spese connesse all'attuazione e gestione dell'appalto, di cui:**			
	a) Rilievi, accertamenti e indagini, comprese le eventuali prove di laboratorio per materiali (spese per accertamenti di laboratorio), di cui all'art 16, comma 1, lettera b, punto 11 del DPR n. 207/2010	€	26.631,73	
	b) Spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione dei lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, liquidazione e assistenza ai collaudi	€	34.851,76	
	c) Importo relativo all'incentivo di cui all'articolo 113 comma 2 del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente	€	14.104,89	
	d) Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione	€	-	
	e) Eventuali spese per commissioni giudicatrici e per appalti con offerta economicamente più vantaggiosa (art. 77 comma 10 D. Lgs. 50/2016)	€	-	
	f) Verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, incluse le spese per le verifiche ordinate dal direttore lavori di cui all'articolo 101 D. Lgs. 50/2016	€	-	
	g) Spese per collaudi (collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici)	€	-	
	h) Oneri per la redazione del progetto di fattibilità (art. 183 comma 2 D. Lgs. 50/2016	€	-	
	i) Costi per l'elaborazione del consuntivo scientifico previsto per i beni del patrimonio culturale (art. 102 comma 9 D. Lgs. 50/20016)	€	-	
	l) I.V.A. Sulle spese connesse all'attuazione e gestione dell'appalto	€	13.526,37	
	Totale "Spese connesse all'attuazione e gestione dell'appalto" (a+b+c+d+e+f+g+h+i+l)			€ 89.114,75
10)	I.V.A. Sui lavori 22%			€ 155.153,83
11)	I.V.A. Sulle altre voci delle somme a disposizione della stazione appaltante			€ 8.162,00
12)	Eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge			€ -
	Totale "Somme a disposizione"(somma da 1 a 12)			**€ 294.755,32**
C- Beni/forniture funzionali alla realizzazione dell'opera				**€ -**
	COSTO COMPLESSIVO PROGETTO (A+B+C)			**€ 1.000.000,00**

ELENCO ELABORATI SP 13 – PIETRAPERTOSA (PZ)

ELABORATI TECNICO-AMMINISTRATIVI

1.	A01	RELAZIONE TECNICA E QUADRO ECONOMICO	
2.	A02	COMPUTO METRICO LAVORI E SICUREZZA	
3.	A03	ELENCO PREZZI LAVORI E SICUREZZA	
4.	A04	STIMA INCIDENZA DELLA MANODOPERA	
5.	A05	CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO	
6.	B01	COROGRAFIA	1:10.000
7.	B02	ORTOFOTO	1:10.000-1:5000
8.	B03	CARTA DEI VINCOLI (SIC-ZPS)	1:10.000
9.	B04	CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO E FORESTALE	1:10.000
10.	B05	CARTA DEL VINCOLO AMBIENTALE P.T.P.	1:10000-1:5000
11.	B06	PLANIMETRIA CATASTALE	1:4000
12.	C02	STATO DI FATTO INTERVENTI	
13.	C02A	ORTOFOTO INTERVENTI	
14.	C02B	PROFILI INTERVENTI	1:500

ELABORATI GEOLOGICI

15.	00	RELAZIONE GEOLOGICA
16.	01a	CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO I al km 21+500
17.	01b	CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO II al km 21+000
18.	01c	CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO III al km 20+500
19.	01d	CARTOGRAFIA TEMATICA - INTERVENTO V al km 17+500
20.	02	STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI
21.	03	INDAGINI GEOFISICHE
22.	04	ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO
23.	05	VERIFICHE DI STABILITA'

ELABORATI STRUTTURALI INTERVENTO KM. 18+000

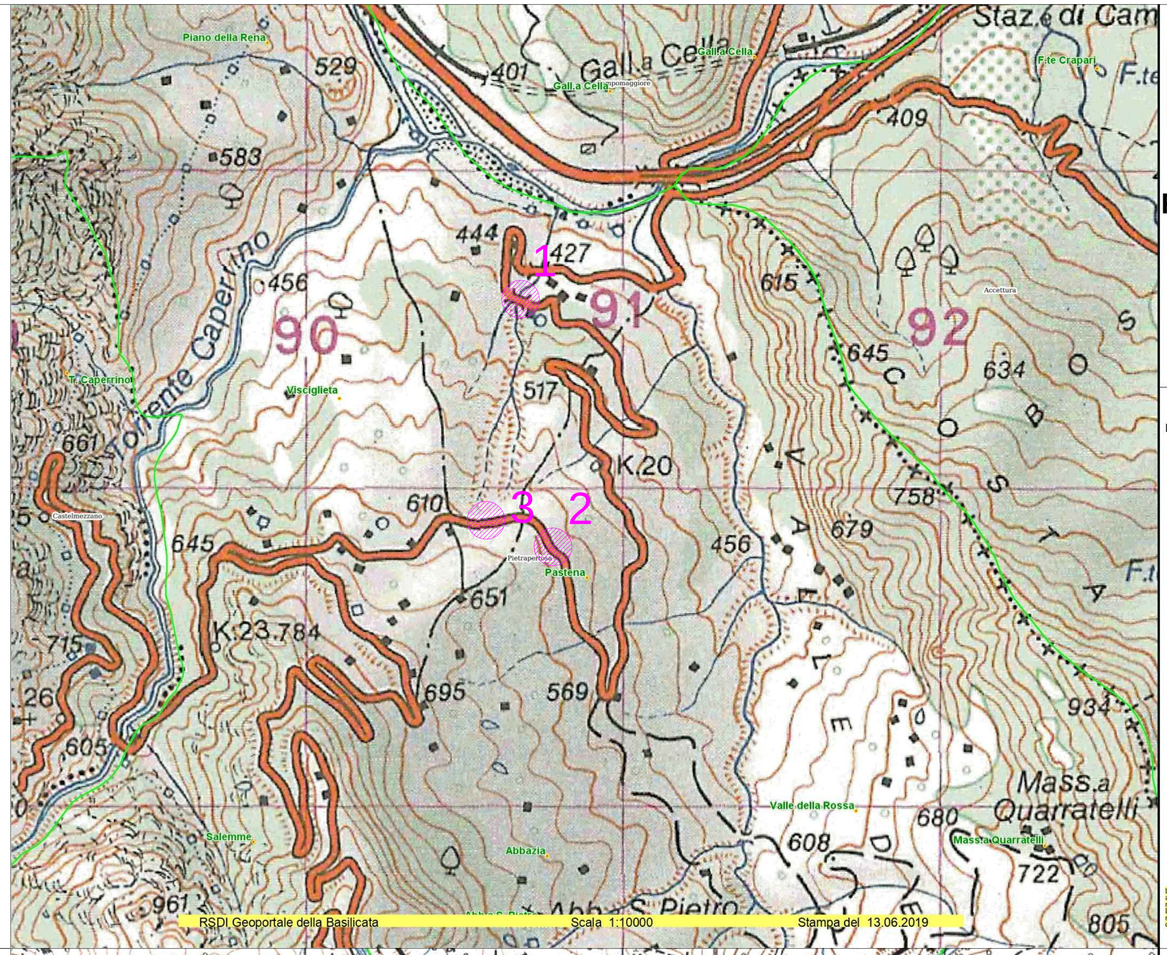
24.	01	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE INTERVENTO AL KM 18+000
25.	02	RELAZIONE DI SINTESI INTERVENTO AL KM 18+000
26.	03	FASCICOLO DEI CALCOLI INTERVENTO AL KM 18+000
27.	04	RELAZIONE SISMICA INTERVENTO AL KM 18+000
28.	05	RELAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO AL KM 18+000
29.	06	RELAZIONE SUI MATERIALI INTERVENTO AL KM 18+000
30.	07	PIANO DI MANUTENZIONE INTERVENTO AL KM 18+000
31.	08	ESECUTIVI STRUTTURALI INTERVENTO AL KM 18+000
32.	09	GRAFICI STATO DI FATTO INTERVENTO AL KM 18+000
33.	10	PLANIMETRIA E SEZIONI DI PROGETTO INTERVENTO AL KM 18+000
34.	11	PARTICOLARE ARMATURA PARATIA INTERVENTO AL KM 18+000

ELABORATI STRUTTURALI INTERVENTO KM. 21+000

35.	01	RELAZIONE TECNICA INTERVENTO AL KM 21+000
36.	02	GRAFICI STATO DI PROGETTO INTERVENTO AL KM 21+000
37.	03	LABORATO GRAFICO DI PROGETTO PARTICOLARI INTERVENTO AL KM 21+000

ELABORATI SICUREZZA

38.	S01	P.S.C.-DIAGRAMMA DI GANTT



Regione Basilicata

Pietrapertosa

IGM 1:50000

Legenda

Legenda
- Basilicata
- Altre Regioni
- Mare
- Ortofoto_2017
- igm_50000
- Limiti comunali

confini:limiti_comunali_istat_2011
toponimi

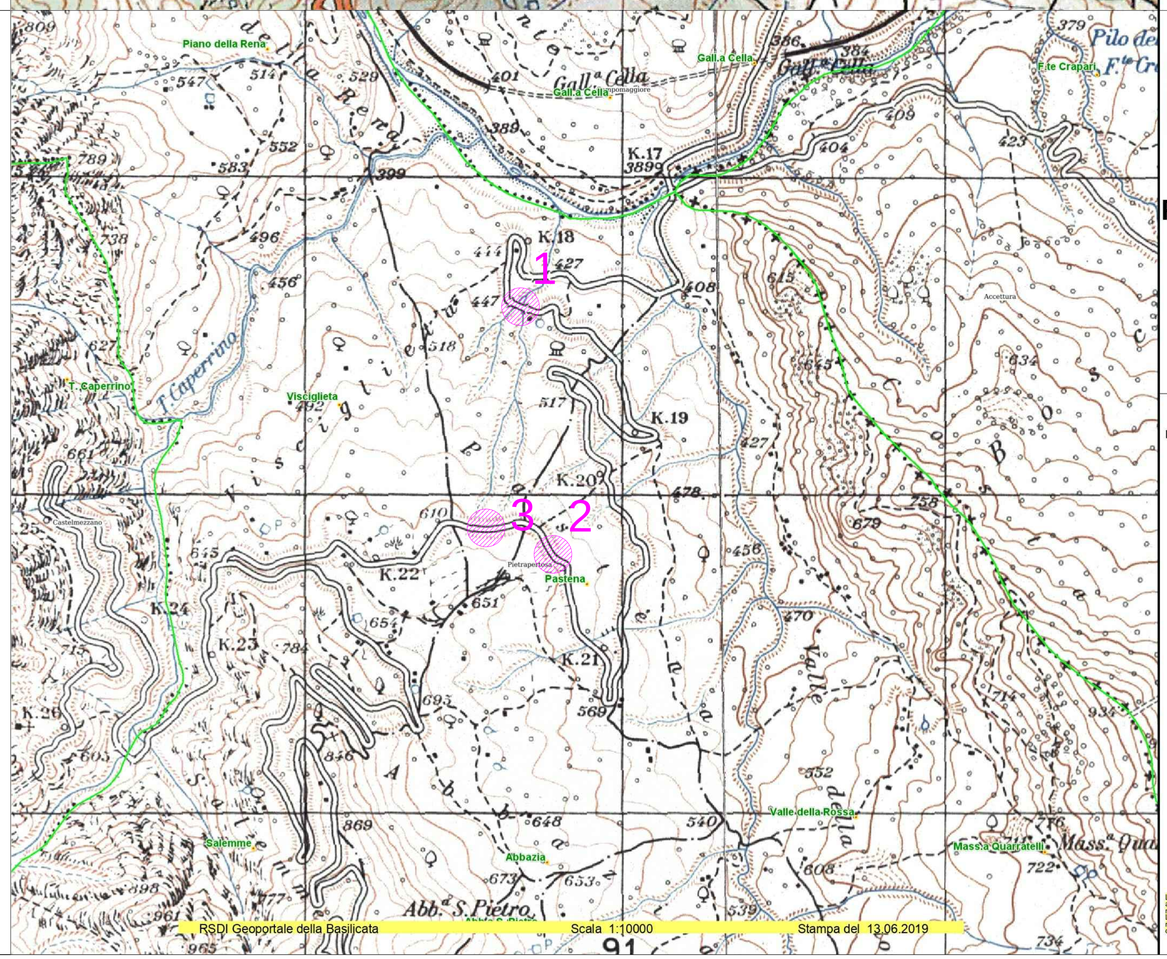
La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialita'. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilita' riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

INTERVENTO 1 = AL KM 18+200
CONSOLIDAMENTO PONTE IN MURATURA

KM. 18+00 CONSOLIDAMENTO CORPO IN FRANA

INTERVENTO 2 = AL KM 21+000
CONSOLIDAMENTO DI UN CORPO DI FRANA CON PARATIE E DRENAGGI

INTERVENTO 3 = AL KM 21+500 RIPRISTINO DI GABBIONATA



Regione Basilicata

Pietrapertosa

IGM 1:25000

Legenda

Legenda
- Basilicata
- Altre Regioni
- Mare
- Ortofoto_2017
- igm_25000
- Limiti comunali

confini:limiti_comunali_istat_2011
toponimi

La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialita'. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilita' riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI
Il Dirigente
Ing. Antonio Mancusi

piazza delle regioni, 52
85100 - potenza
tel 0971.417229
fax 0971.417384
antonio.mancusi@provinciapotenza.it

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO, CAMASTRA.
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
B 0 1	COROGRAFIA

Scala: 1:10.000	Data: settembre 2019

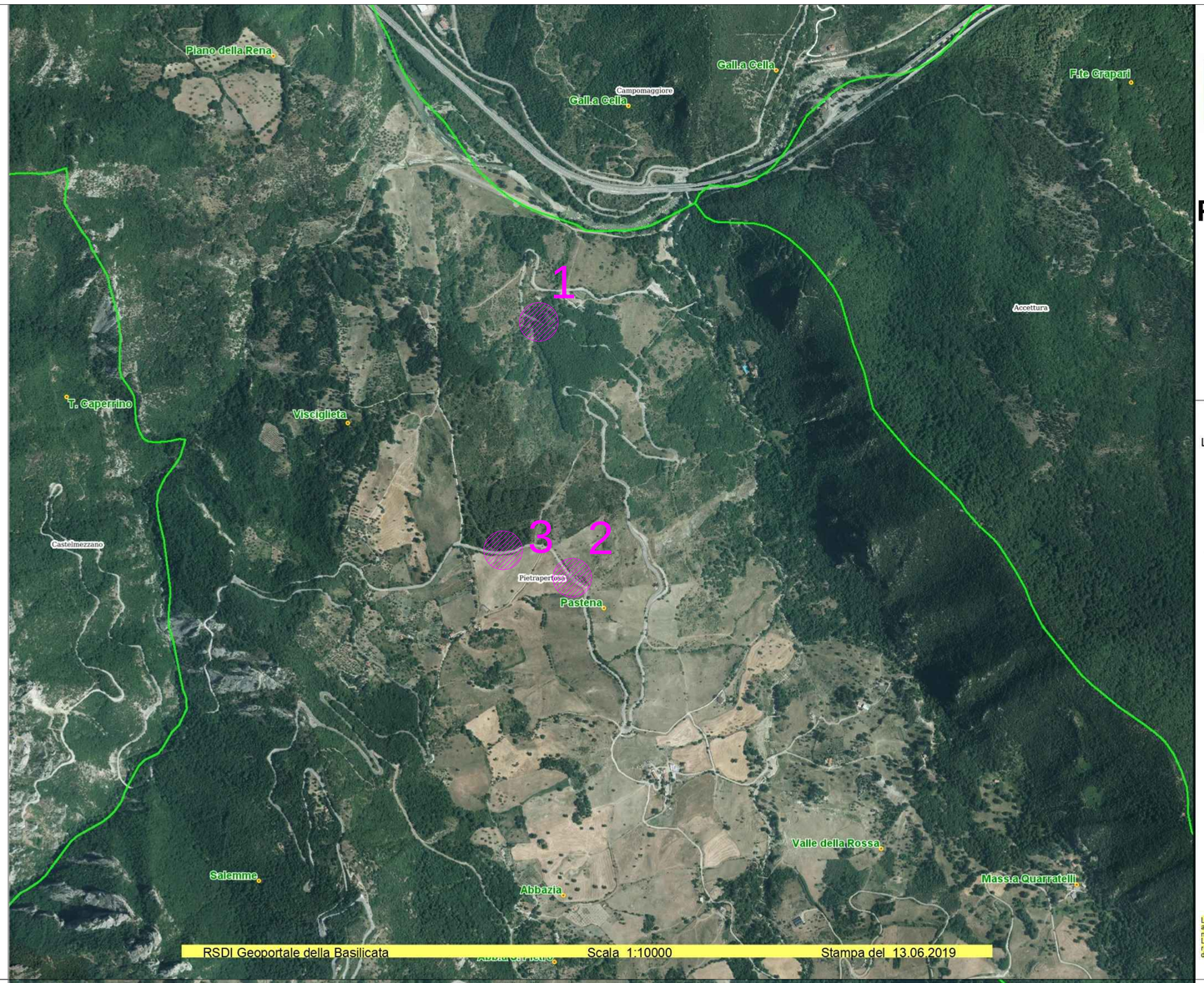
Progettisti:	Responsabile del Procedimento:
geom. Libonati Franco	ing. Domenico Tornincasa

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:

LEGENDA

ZONA D'INTERVENTO



Regione Basilicata

Pietrapertosa

Legenda

Legenda
Basilicata
Altre Regioni
Mare
Limiti comunali
Ortofoto_2017

confini:limiti_comunali_istat_2011
toponimi

La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialita'. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilita' riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI
Il Dirigente
Ing. Antonio Mancusi

piazza delle regioni, 52
85100 - potenza
tel 0971.417229
fax 0971.417384
antonio.mancusi@provinciapotenza.it

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO, CAMASTRA.
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa

PROGETTO ESECUTIVO

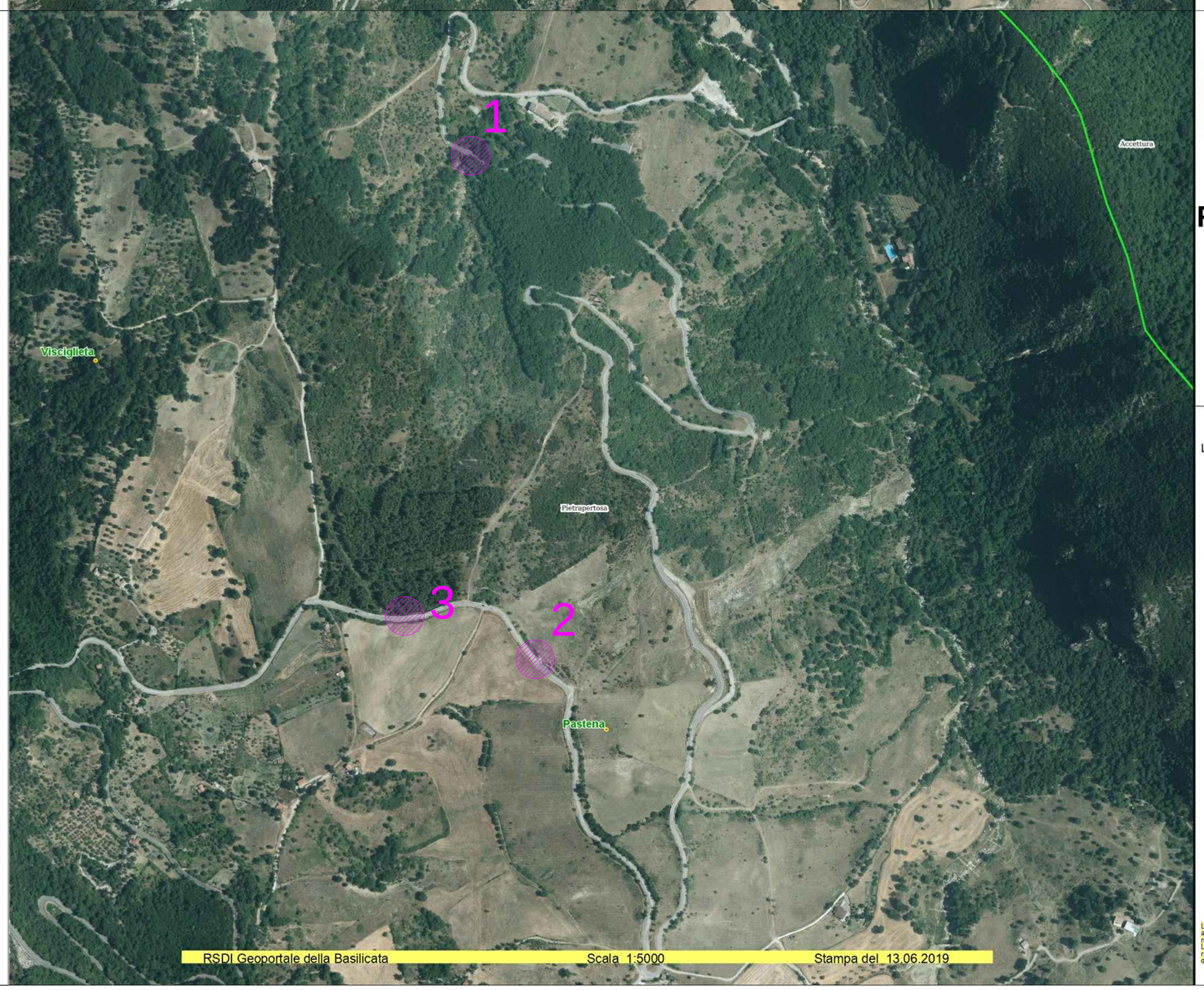
Numero elaborato :	Titolo elaborato :
B 0 2	ORTOFOTO

Scala: 1: 10.000 5.000	Data: settembre 2019

Progettisti:	Responsabile del Procedimento:
geom. Libonati Franco	ing. Domenico Tornincasa

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:



Regione Basilicata

Pietrapertosa

Legenda

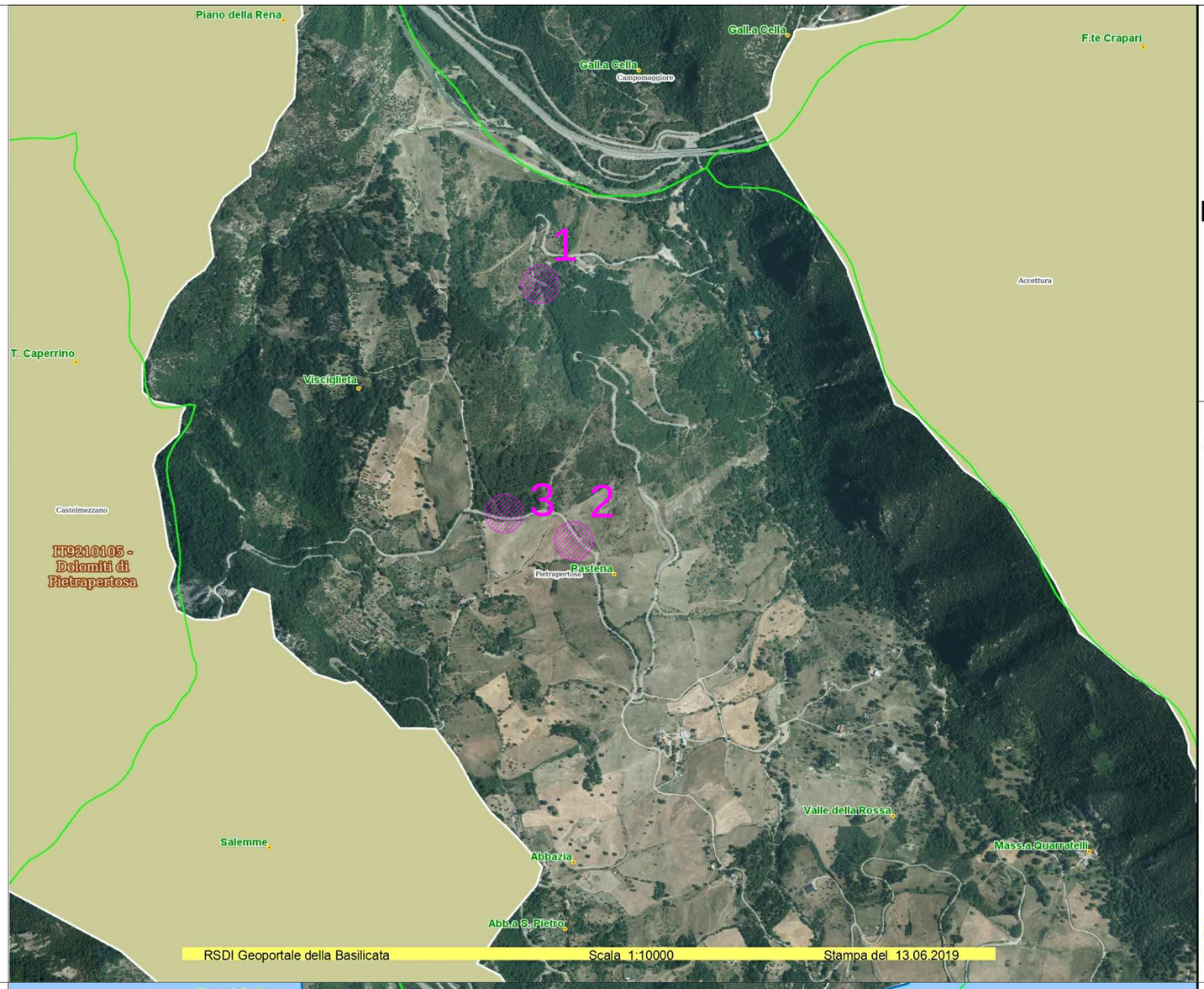
Legenda
Basilicata
Altre Regioni
Mare
Limiti comunali
Ortofoto_2017

confini:limiti_comunali_istat_2011
toponimi

La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialita'. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilita' riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

LEGENDA

ZONA D'INTERVENTO



Regione Basilicata

Pietrapertosa

Siti di Interesse Comunitario

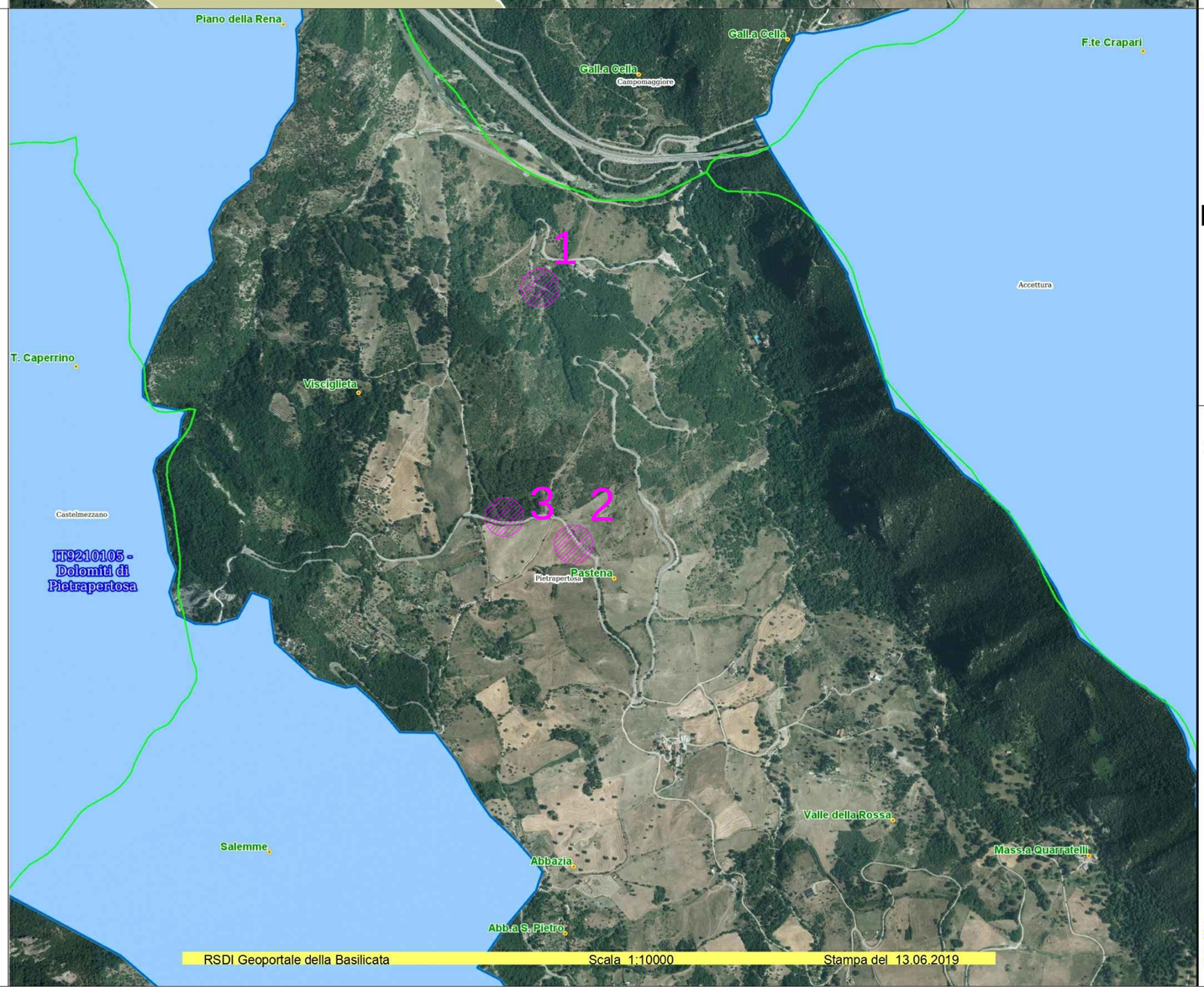
Legenda

Legenda
Basilicata
Altre Regioni
Mare
Zona Speciale di Conservazione
Ortofoto_2017

rete_natura_2000:zsc
Limiti comunali

confini:limiti_comunali_istat_2011
toponimi

La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialita'. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilita' riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.



Regione Basilicata

Pietrapertosa

Zone di Protezione Speciale

Legenda

Legenda
Basilicata
Altre Regioni
Mare
Zone di Protezione Speciale
Ortofoto_2017

rete_natura_2000:zps
Limiti comunali

confini:limiti_comunali_istat_2011
toponimi

La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialita'. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilita' riguardo alla precisione metrica dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI
Il Dirigente
Ing. Antonio Mancusi

piazza delle regioni, 52
85100 - potenza
tel 0971.417229
fax 0971.417384
antonio.mancusi@provinciapotenza.it

AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO, CAMASTRA.
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato : B 0 3

Titolo elaborato : CARTA DEI VINCOLI SIC E ZPS

Scala: 1: 10.000

Data: settembre 2019

Progettisti:
geom. Libonati Franco

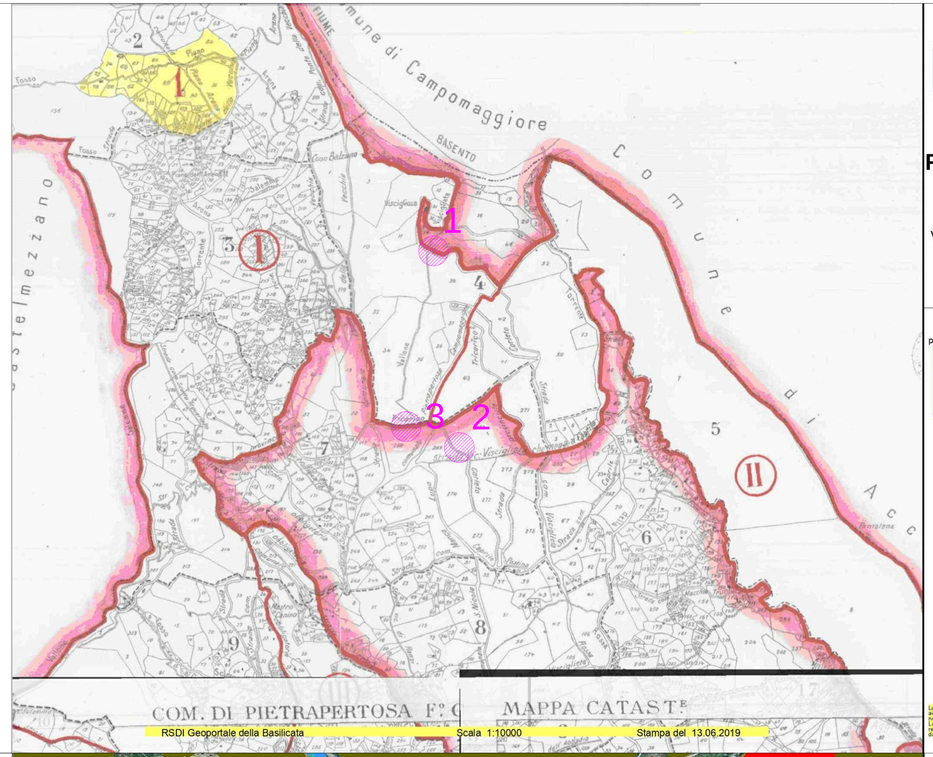
Responsabile del Procedimento:
ing. Domenico Tornincasa

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:

LEGENDA

ZONA D'INTERVENTO



Regione Basilicata

Pietrapertosa

Vincolo Idrogeologico

Legenda

pietrapertosa

La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialita'. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilita' per eventuali errori, inesattezze dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

UFFICIO VIABILITA' E TRASPORTI
Il Dirigente
Ing. Antonio Mancusi

piazza delle regioni, 52
85100 - potenza
tel 0971.417229
fax 0971.417384
antonio.mancusi@provinciapotenza.it

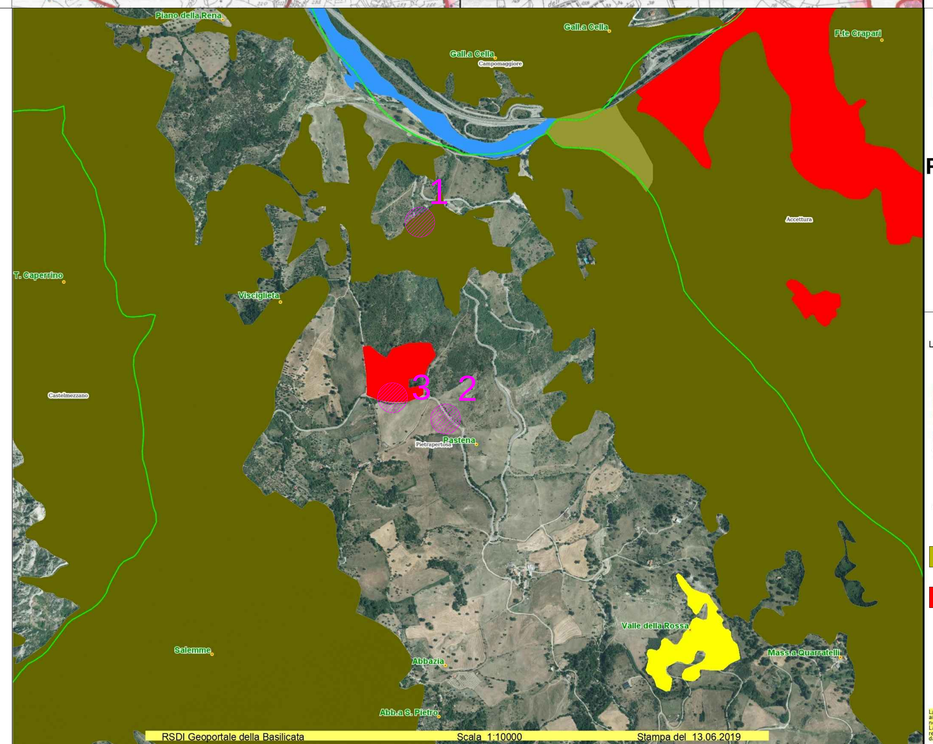
AREA CENTRO - P.O. VAL D'AGRI, MELANDRO, SAURO, CAMASTRA.
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro di Pietrapertosa

PROGETTO ESECUTIVO

Numero elaborato :	Titolo elaborato :
B 0 4	VINCOLO IDROGEOLOGICO CARTA FORESTALE
Scala: 1: 10.000	Data: settembre 2019
Progettisti: geom. Libonati Franco	Responsabile del Procedimento: ing. Domenico Tornincasa

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Visto:



Regione Basilicata

Pietrapertosa

Carta Forestale

Legenda

Legenda
Basilicata
Altre Regioni
Mare
Ortofoto_2017
copertura_suolo:carta_forestale_1
Limiti comunali
confini:limiti_comunali_istat_2011
toponimi
=QUERCETI MESOFILI E MESO- TERMOFILI
=BOSCHI DI PINI MEDITERRANEI

La presente stampa non riveste carattere probatorio ai fini legali, ha uno scopo puramente divulgativo e non assume in nessun caso carattere di ufficialita'. La Regione Basilicata, inoltre, declina ogni responsabilita' per eventuali errori, inesattezze dei dati pubblicati e del loro eventuale utilizzo.

REGIONE BASILICATA

COMUNE di PIETRAPERTOSA

(Provincia di Potenza)

Area Centro - F.S.C. 2014/2020 -
Lavori di Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa

STUDIO GEOLOGICO

ELAB:	COMMITTENTE	ESEGUITO	DATA
	Amministrazione Provinciale di Potenza	GTG Survey del Geol. Bartolo ROMANIELLO	Giugno 2019

ALLEGATO	
00	RELAZIONE GEOLOGICA

REVISIONI

DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

IL GEOLOGO
Dr. Bartolo ROMANIELLO

GTG Survey
Studio di Geologia Tecnica & Geofisica
Via Sardegna, 3 - 85100 Potenza
Tel.: (+39) 393 5650705; fax: 178 2718757
e-mail: bartoloromaniello@tiscali.it - gtgsurvey@yahoo.it

INDICE ANALITICO

1. PREMESSA 2

2. RIFERIMENTI NORMATIVI, CARTOGRAFICI E BIBLIOGRAFICI 5

3. UBICAZIONE DELLE AREE D'INTERVENTO 6

4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE 7

4.1 Sondaggi geognostici 7
4.1.1. Descrizione delle metodologie utilizzate 7
4.1.2. Prelievo di campioni 8
4.1.3. Analisi e prove geotecniche di laboratorio 8
4.2 Indagini geofisiche 9

5. VALUTAZIONE DEL RISCHIO FRANA 11

6. INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO DELL'AREA 13

6.1 AREE DI INTERVENTO 2 16
6.2 AREE DI INTERVENTO V 16

7. CARATTERI GEOFISICI DEI TERRENI 18

7.1 AREA DI INTERVENTO 1 18
7.2 AREA DI INTERVENTO 2 23
7.3 AREA DI INTERVENTO 3 23
7.4 AREA DI INTERVENTO 4 38
7.5 AREA DI INTERVENTO 5 43

8. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO E DEI PARAMETRI GEOTECNICI 48

9. CARATTERI IDROGEOLOGICI DEI TERRENI 51

10. CARATTERIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA 54

11. MORFOLOGIA 60

12. VERIFICA ANALITICA DELLA STABILITA' DEGLI AREALI E CONSIDERAZIONI SUGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO 83

ELENCO ALLEGATI:

Allegato 01a/b/c/d: Cartografia tematica degli interventi;
Allegato 02: Stratigrafie dei sondaggi geognostici e report fotografici;
Allegato 03: Indagini Geofisiche;
Allegato 04: Analisi e prove geotecniche di laboratorio;
Allegato 05: Verifiche analitiche della stabilità.

1. PREMESSA

Lo scrivente Dott. Bartolo Romaniello, iscritto all'Ordine dei Geologi di Basilicata al n°465, ha ricevuto dall'Amministrazione Provinciale di Potenza l'incarico per l'espletamento dei servizi tecnici relativi all'attività di redazione della relazione geologica di supporto al progetto esecutivo strutturale nell'ambito dei "*Lavori di Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa (PZ)"* ricadenti nel territorio comunale di Pietrapertosa, in Provincia di Potenza.

Il tratto di strada in progetto, che parte dallo svincolo della S.S. 407 "Basentana" fino ad arrivare nel centro abitato di Pietrapertosa, è di fondamentale importanza per la comunità di Pietrapertosa, in quanto, è ormai rimasta l'unica strada che permette il collegamento più agevole da e verso la suddetta SS 407 Basentana e, da qui, sia verso il capoluogo di regione, che verso la Puglia.

Purtroppo, la strada riversa in condizioni di dissesto diffuso tanto che le somme a disposizione dell'Amministrazione Provinciale per gli interventi necessari risultano essere insufficienti a consolidarla e metterla in sicurezza per l'intera sua lunghezza. Tuttavia, in accordo con la stessa Amministrazione, sono stati individuati i settori più critici su cui intervenire, per un totale di tre (settori), in quanto ritenuti a maggiore rischio per la circolazione veicolare; inoltre, in considerazione dei tempi minimi intercorrenti fra la data di incarico e la redazione del presente studio, col fine di razionalizzare le spese ed utilizzare al meglio il modesto fondo economico disponibile, si è optato per l'intensificazione in termini numerici delle indagini geognostiche, dirette ed indirette, piuttosto che per l'allestimento eventuale dei fori di sondaggio con piezometri. Infatti, le letture strumentali sui piezometri avrebbero richiesto un "periodo di analisi" stagionale e, pertanto, non compatibile con le tempistiche a disposizione per la redazione del progetto di consolidamento. A vantaggio di sicurezza, però, come meglio si dirà nei capitoli che seguono, nelle verifiche geotecniche la falda è stata considerata sempre a piano campagna. Assunzione, comunque, non molto lontana dal reale contesto idrogeologico dei luoghi come meglio si dirà in apposito capitolo. Cosa diversa è stata per il monitoraggio delle deformazioni di taglio lungo i versanti in studio (tubi inclinometrici), in quanto la morfoevoluzione di questi ultimi è, purtroppo, al quanto veloce.

Da un punto di vista delle indagini geognostiche, esse sono state realizzate su n°5 settori della strada in maggior dissesto, al fine di fornire tutti i dati litotecnici per la progettazione definitiva degli altri due interventi, nel momento cui ci fossero delle economie sui primi n°3 interventi a cui si è voluto dare priorità, ovvero l'Amministrazione Provinciale riuscisse a reperire ulteriori fondi. Pertanto, in

considerazione dell'eventualità di un uleriore finanziamento, nel presente lavoro si tratteranno gli Interventi I e II con *grado esecutivo*, mentre l'Intervento III e V con *grado definitivo*; invece dell'Intervento IV si disquisirà solo sui risultati delle sismiche eseguite, poiché i lavori previsti saranno del tipo strutturale. Infatti, si procederà alla sua manutenzione straordinaria sulle due arcate che, allo stato attuale, mostrano un quadro fessurativo ad andamento longitudinale chiaramente visibile sulla superficie di intradosso della volta portante, con presenza di una lesione molto significativa nella zona assiale dell'arcata. Non sono invece previsti interventi in fondazione e, quindi, di interazione tra fondazione e terreno di appoggio.

Chiaramente nel momento in cui ci fossero ulteriori fondi, al fine di procedere alla progettazione geologica esecutiva per gli Interventi III e V, sarà necessario integrare le indagini geognostiche già eseguite.

Per completezza di informazione, si evidenzia che gli interventi che si realizzeranno non saranno di consolidamento dei versanti da monte a valle, per tutta la loro estensione, ma riguarderanno la sola sede stradale: saranno ubicati lungo il lato di valle o immediatamente a monte della stessa ed avranno solo la funzione di presidio o di consolidamento della strada. Inoltre, per assicurare una migliore regimentazione del deflusso delle acque di corrivazione superficiale, nonché di quelle di circolazione nei primi metri dei terreni in affioramento, e, quindi, per mitigare localmente i processi morfoevolutivi in atto, in alcuni dei siti individuati si realizzeranno dei drenaggi sul versante a monte/valle della strada. Anche queste scelte sono condizionate dalla disponibilità economica.

I movimenti gravitativi che coinvolgono gli areali selezionati come a più elevato rischio sono di tipo complesso, caratterizzati da una cinematica prevalentemente roto-traslativa, a luoghi evolvente in colata, e con tendenza retrogressiva. Partendo dallo studio geologico e morfologico di superficie, attraverso i dati desunti dalle indagini geognostiche dirette eseguite, dalle analisi e prove geotecniche di laboratorio su campioni di terra indisturbati e, attraverso la caratterizzazione indiretta mediante indagini sismiche, sono derivate le informazioni geolitologiche e geotecniche relative a tali areali. Queste informazioni hanno permesso di definire più in dettaglio le profondità delle curve di scivolamento e/o gli spessori mobilitati.

Nel dettaglio, per la definizione del modello litotecnico del sottosuolo, oltre che far riferimento alla letteratura geotecnica, sono stati utilizzati metodi di indagine convenzionali e propri per i terreni presenti nei settori di studio. Sono stati, quindi, eseguiti:

- **Intrevento I**: n°1 Prospezione sismica a rifrazione in onda P oltre n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi;
- **Intrevento II**: n°3 Prospezioni sismiche a rifrazione in onda P; n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi; n° 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo; prelievo ed analisi e prove geotecniche di laboratorio su n°4 campioni indisturbati di terreno prelevati in numero di due per ogni sondaggio;
- **Intrevento III**: n°1 Prospezione sismica a rifrazione in onda P oltre n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi;
- **Intrevento IV**: n°1 Prospezione sismica a rifrazione in onda P oltre n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi;
- **Intrevento V**: n°1 Prospezione sismica a rifrazione in onda P; n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi; n° 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo; prelievo ed analisi e prove geotecniche di laboratorio su n°2 campioni indisturbati di terreno prelevati durante la terebrazione del sondaggio.

Tutte le indagini eseguite, oltre che consentire di definire le caratteristiche fisiche e le resistenze meccaniche dei terreni in affioramento, al fine di ricostruire il modello geotecnico di riferimento, permetteranno al progettista geotecnico la verifica delle strutture di consolidamento in termini di interazione tensionale con il terreno di sedime.

Per differenziare i singoli areali di progetto, nella presente relazione si parlerà differenziandoli per grado di approfondimento di progettazione, rispettivamente, di *Intervento I, Intervento II, Intervento IV* con "grado esecutivo"; *Intervento III e V* con "grado definitivo".

Le elaborazioni cartografiche ed i risultati delle singole sperimentazioni sono riportati negli allegati di seguito elencati:

Allegato 01a/b/c/d: Cartografia tematica degli interventi;
Allegato 02: Stratigrafie dei sondaggi geognostici e report fotografici;
Allegato 03: Indagini Geofisiche;
Allegato 04: Analisi e prove geotecniche di laboratorio;
Allegato 05: Verifiche analitiche della stabilità.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI, CARTOGRAFICI E BIBLIOGRAFICI

Nella redazione della presente relazione si è fatto riferimento alla normativa vigente ed alla documentazione bibliografica esistente:

- **Normativa di riferimento (nazionale):**

- L.N. n.64/74 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 11.03.1988 - Norme tecniche riguardanti 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;
- D.P.R. N.380/2001 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- O.P.C.M. n.3274/2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.M. 14.09.2005 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- O.P.C.M. n.3519/2006 - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;
- D.M. LL.PP. del 14.01.2008 - Testo Unitario - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare del C.S.LL.PP. n.617 del 02.02.2009 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- O.P.C.M. n.3907/2010 "Attuazione dell'art.11 del D.L. 28/04/2009, n.39, convertito con modificazioni, dalla Legge 24/06/2009, n.77 in materia di contributi per interventi di prevenzione del rischio sismico";
- D.M. del 17.01.2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

- **Normativa di riferimento (regionale):**

- L.R. n.38 del 06.08.1997 - Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico;
- L.R. n.9 del 16.04.1984;
- Delibera del Consiglio Regionale di Basilicata n.575 del 04.08.2009;
- L.R. n.9/2011 – Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica;
- Norme di Attuazione (aggiornamento 2015) e Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (aggiornamento 2014) - Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – sede Basilicata.

- **Riferimenti cartografici e bibliografici:**

- Foglio 200 "Tricarico" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000);
- Foglio 490 "Stigliano" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000);
- Foglio 200 Sez. IV S.O. "*Trivigno*" dell'I.G.M. (scala 1:25.000);
- Elemento n.° 470051 "*Castelmezzano*" della Carta Tecnica Numerica Regionale (scala 1:5.000);
- Tavola n.° 470051 della Cartografia tematica dell'AdB della Basilicata;
- "*Note Illustrative*" al Foglio 200 "Tricarico" della Carta Geologica d'Italia.

3. UBICAZIONE DELLE AREE D'INTERVENTO

I cinque interventi coinvolgono la porzione iniziale del tratto della SP13, per circa 2 km a partire dallo svincolo della S.S. 407 Basentana verso il centro abitato di Pietrapertosa. Nella sottostante immagine sono riportati in giallo i segnaposto degli interventi con *grado di progettazione esecutiva*, in rosso quelli con *grado definitivo.*

Fig. 01: Veduta aereale baricentrica dei tre areali di progetto

Al fine della caratterizzazione delle azioni sismiche di cui al paragrafo 3.2 della normativa e della definizione delle forme spettrali in base ai parametri correlati al reticolo di riferimento, le coordinate dell'area di sedime sono di seguito riportate:

- **Intervento I**: Latitudine $_{WGS84}$ = 40.535124°; Longitudine $_{WGS84}$ = 16.069150°
- **Intervento II**: Latitudine $_{WGS84}$ = 40,534388°; Longitudine $_{WGS84}$ = 16,071291°
- **Intervento III**: Latitudine $_{WGS84}$ = 40.530839°; Longitudine $_{WGS84}$ = 16.073046°
- **Intervento IV**: Latitudine $_{WGS84}$ = 40.541526°; Longitudine $_{WGS84}$ = 16.069845°
- **Intervento V**: Latitudine $_{WGS84}$ = 40.542495°; Longitudine $_{WGS84}$ = 16.069953°

4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

Per l'espletamento dello studio di che trattasi, sono state eseguite indagini geognostiche, descritte di seguito, specificando la strumentazione utilizzata e le modalità operative. Le indagini sono state finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico ed a costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici, in conformità a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018. Infatti, sulla base degli esiti delle stesse indagini, è stato possibile identificare e/o confermare le formazioni ed i litotipi già individuati nel rilievo di superficie, la struttura del sottosuolo, i caratteri fisico-meccanici dei terreni e caratterizzare gli aspetti idrogeologici e geomorfologici, quindi, i livelli conseguenti delle pericolosità geologiche del territorio.

Nell'Allegato 01a/b/c/d: "**Cartografia Tematica**" è riportata l'ubicazione delle indagini eseguite, dirette ed indirette, ed una sintesi delle risultanze.

4.1 Sondaggi geognostici

Allo scopo di acquisire informazioni litostratigrafiche, geotecniche ed idrogeologiche su quelle frane che maggiormente interessano la strada, tra i giorni 26 Aprile e il 2 Maggio 2019 sono stati eseguiti n°03 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, indicati con la sigla *Sn*. Le perforazioni sono state effettuate con sonda a rotazione di tipo MAITGEA.

Nella Tabella 1 sono riportati i sondaggi con la sigla d'identificazione, la data di realizzazione e la profondità d'investigazione, nonché il sito d'intervento entro cui ricadono.

Sito d'intervento	Sigla sondaggio	Data di esecuzione		Profondità (m. dal p.c.)
		Inizio	Fine	
I	S1	30/04/2019	02/05/2019	20.00
I	S2	23/04/2019	26/04/2019	20.00
V	S3	02/05/2019	06/05/2019	20.00

Tabella 1: Sondaggi geognostici

4.1.1. Descrizione delle metodologie utilizzate

La perforazione adottata è stata a rotazione ed a carotaggio continuo, con metodo di avanzamento idraulico. L'utensile di perforazione utilizzato è stato il carotiere semplice, diametro nominale $Ø_{est}$ = 101 mm, lunghezza utile L= 300 cm. E' altresì stata utilizzata la tubazione di

rivestimento provvisorio (tubo-forma in acciaio, $Ø_{est}$ = 127 mm) per evitare franamenti e/o chiusure del foro.

Per ogni sondaggio è stata redatta una "stratigrafia litotecnica" contenente i dati identificativi del sito, il tipo di macchina utilizzato e le informazioni sulla natura e sulle caratteristiche dei terreni attraversati, con riferimento allo stato di consistenza/addensamento dei terreni a carattere coesivo e al TCR (percentuale di carotaggio totale, data dal rapporto percentuale tra la lunghezza delle carote estratte e la lunghezza della manovra di carotaggio o battuta).

Nell'Allegato 02 **"Stratigrafie dei sondaggi geognostici e report fotografici"** si riportano le stratigrafie ricostruite a partire dall'analisi delle carote estratte durante le perforazioni dei sondaggi ed il report fotografico delle attività svolte, delle postazioni di sondaggio e delle cassette catalogatrici.

4.1.2. Prelievo di campioni

Compatibilmente con la natura litologica dei terreni attraversati, sono stati prelevati campioni da sottoporre ad analisi e prove geotecniche di laboratorio. In particolare, sono stati prelevati complessivamente n°6 campioni con campionatore a pareti sottili tipo Shelby. La profondità di prelievo è stata condizionata dalla natura dei terreni in affioramento. Le rispettive sigle di etichettamento e le profondità di campionamento sono riportate in Tabella 2:

Sito d'intervento	Sigla sondaggio	Sigla campione indisturbato	Profondità di prelievo (m dal p.c.)	Laboratorio geotecnico
1	S1	C1 - C2	2.50-3.00; 8.60-9.00	Laborgeo srl di Matera
2	S2	C1 - C2	4.50-5.00;12.30-12.80	
3	S3	C1 - C2	2.50-3.00;16.50-17.00	

Tabella 2: Campioni prelevati nei sondaggi geognostici

4.1.3. Analisi e prove geotecniche di laboratorio

Le analisi e prove geotecniche di laboratorio sui campioni di terra prelevati durante le perforazioni sono state eseguite e certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001, facente parte dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: *Laborgeo s.r.l.* con sede in Matera.

In accordo al programma di indagini previsto e compatibilmente con le effettive proprietà litotecniche dei materiali, sono stati determinati i parametri fisico-meccanici di identificazione e di resistenza meccanica (determinazione di proprietà indice e di stato; Prove di Taglio Diretto CD e Prove Triassiali TRX CD). I relativi risultati saranno discussi in apposito capitolo, mentre per il

dettaglio dei risultati si rimanda ai certificati contenuti nell'Allegato 4 "**Analisi e prove geotecniche di laboratorio"**.

4.2 Indagini geofisiche

Le indagini geofisiche eseguite riguardano complessivamente, come accennato, n°5 tratti maggiormente in dissesto della SP distribuite così come di seguito riportato:

INTERVENTO I:

Parallelamente all'andamento planimetrico della strada, nella zona immediatamente a monte della stessa è stata eseguita:

- n°1 prospezione sismica a rifrazione in onda P denominate con la sigla SR1 della lunghezzadi 85 ml;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASWe passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.1, eseguita sullo stesso allineamento utilizzatoper la prospezione sismica SR1.

INTERVENTO II:

In corrispondenza dell'areale interessato dall'intervento 2 sono state eseguite:

- n°3 prospezioni sismiche a rifrazione in onda P denominate con la sigla SR2, SR3 e SR4 della lunghezza di 120 ml cadauna;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.2, eseguita sullo stesso allineamento utilizzato per la prospezione sismica SR3.

INTERVENTO III:

In corrispondenza di questo areale sono state eseguite:

- n°1 prospezione sismica a rifrazione in onda P denominata con la sigla SR5 della lunghezza di 120 ml eseguita parallelamente alla strada provinciale lungo la corsia di valle;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.3, eseguita sullo stesso allineamento utilizzato per la prospezione sismica SR5.

INTERVENTO IV:

Parallelamente all'andamento planimetrico della strada, in corrispondenza dell'opera d'arte che attraversa un corso d'acqua sono state eseguite:

- n°1 prospezioni sismiche a rifrazione in onda P denominate con la sigla SR6 della lunghezza di 120 ml;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.4, eseguita sullo stesso allineamento utilizzato per la prospezione sismica SR6.

INTERVENTO V:

In corrispondenza dell'areale interessato dall'intervento 5 sono state eseguite:

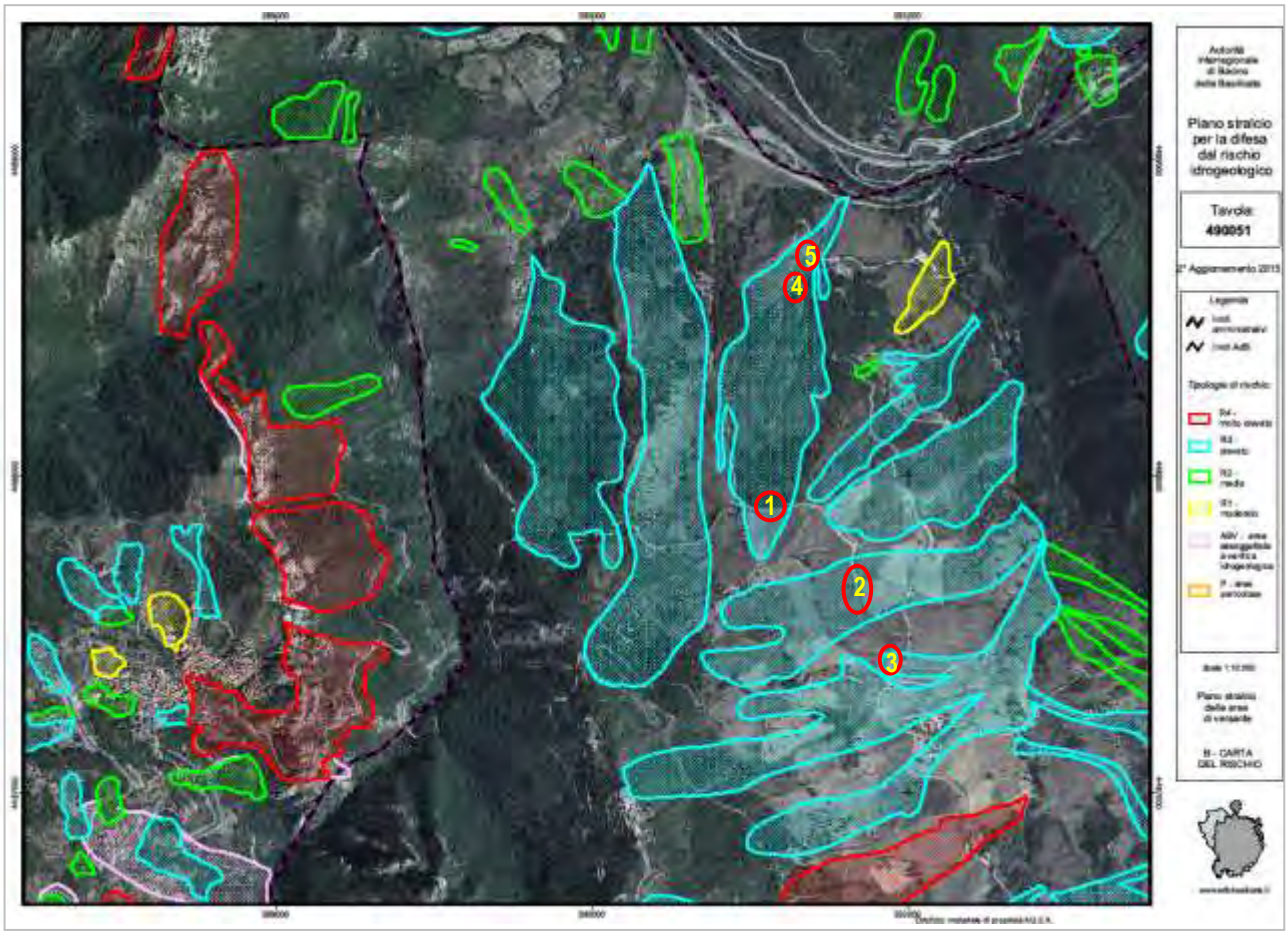
- n°1 prospezione sismica a rifrazione in onda P denominata con la sigla SR7 della lunghezza di 120 ml;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.5, eseguita sullo stesso allineamento utilizzato per la prospezione sismica SR7.

L'interpretazione dei dati acquisiti in campagna ha consentito di ricavare il profilo sismostratigrafico relativo ai singoli areali di indagine, con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche delle velocità di propagazione delle onde sismiche e della resistività; inoltre, ha permesso di effettuare la caratterizzazione sismica del sottosuolo in accordo con quanto previsto dal D.M. 17/01/2018.

Per tutto quanto attiene ai risultati delle indagini eseguite si rimanda all'Allegato 03 **"Indagini Geofisiche"**, nel quale si riportano i relativi certificati, le modalità operative e strumentali, nonché l'ubicazione delle indagini stesse.

4. VALUTAZIONE DEL RISCHIO FRANA

La consultazione della *Carta del Rischio* del *Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico* (aggiornamento 2014) dell'*Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – sede Basilicata* ha messo in evidenza che i cinque siti di intervento ricadono in areali con livelli di *rischio da frana elevato R3*, come si può evincere Tavola 490051 in scala 1.10.000 di seguito riportata:



Ciò implica che è possibile l'instaurarsi di fenomeni che possono comportare, o comportanti, danni anche gravi alle infrastrutture, al patrimonio ambientale, all'incolumità delle persone.

I livelli di rischio cartografati sono congruenti con i dissesti esistenti e rilevati, da cui scaturiscono gli interventi progettati che sono tesi, oltre che a ridurre il rischio insistente sugli areali, al miglioramento ambientale degli stessi.

Secondo le *Norme di Attuazione* (aggiornamento 2015) del *Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico* la classe di rischio indicata per ciascuna area di intervento è normata come segue:

- ***Aree a rischio idrogeologico elevato ed a pericolosità elevata - R3: Articolo 17***

Dalla lettura del suddetto articolo risulta chiaro che gli interventi previsti in progetto non sono soggetti a particolari prescrizioni o autorizzazioni, salvo quelle di rito. E' il caso di evidenziare che qualsiasi tipologia di intervento sarà messo in opera, sicuramente andrà a migliorare le condizioni di stabilità del settore di versante su cui si sviluppa la strada. Di conseguenza, si esprime giudizio positivo sulla sua fattibilità e compatibilità idrogeologica.

5. INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO DELL'AREA

La definizione litologica e stratigrafica dei terreni affioranti nell'area di studio ha necessitato di un rilevamento geologico di campagna più ampio rispetto ai settori di versante interessati dai dissesti. Ciò in quanto tali terreni risultano poco esposti per la sistematica presenza di *coltri di alterazione e di frana* che non di rado assumono spessori rilevanti. Strettamente agli areali in dissesto, da un punto di vista geologico-tecnico e per la finalità del presente lavoro, come anticipato, sono stati terebrati n° 3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo, oltre a n°7 indagini geofisiche in onda P che hanno permesso di individuare i litotipi di seguito descritti rappresentati da formazioni in facies di flysch afferenti il Complesso delle Argille Varicolori di età Cretacica-Oligocenica ed il Flysch di Gorgoglione (Miocene), oltre a terreni detritici di copertura:

a) **Detrito di frana** (Recente – Attuale) - **Df**

E' costituito da materiale caotico, rimaneggiato, rappresentato da argille limose, limi argillosi e limi sabbiosi che inglobano clasti di calcari marnosi ed arenacei a spigoli vivi e subarrotondati. Il tutto si presenta alterato, per niente consistente, plastico e privo di struttura. La colorazione è variabile dal brunastro-marroncino con screziature grigiastre. Tali terreni rappresentano il prodotto del disfacimento fisico-meccanico dei terreni sottostanti (substrato) da cui traggono origine, dell'azione antropica e dei processi morfoevolutivi (movimenti franosi) che marcatamente hanno interessato non solo le aree in parola, ma buona parte dei versanti in cui affiora tale unità litologica. Infatti, questi terreni affiorano sempre scompaginati, fino ad assumere un aspetto detritico, evidenziando i segni dell'eterogeneità litologica; inoltre i caratteri litotecnici (in termini di plasticità e compressibilità) sono scadenti in corrispondenza di quei livelli prevalentemente argillosi, mentre sembrano migliorare dove la componente marnosa o sabbiosa è presente sia in percentuali subordinate che prevalenti. In generale, comunque sono caratterizzati da preconsolidamento scarso, da scarsa resistenza per l'elevato grado di compressibilità e da parametri meccanici molto scadenti.

Questi terreni affiorano in tutti e cinque le aree in dissesto indagate.

b) **Flysch di Gorgoglione** (Langhiano-Tortoniano)

E' una copertura terrigena di età Langhiano medio-Tortoniano inferiore (Boenzi & Ciaranfi, 1970) discordante su differenti unità della catena e costituisce un deposito di un originario bacino satellite impostatosi successivamente alle prime fasi di accavallamento tra le unità della catena. Esso

rappresenta il prodotto della deposizione nelle aree interne deformate dell'avanfossa medio-supramiocenica. Il Flysch di Gorgoglione è costituito da un'alternanza di arenarie e di argille leggermente marnose. Le arenarie sono grigio-giallastre sulla superficie di alterazione e grigio ferro al taglio fresco ben cementate con strati di spessore variabile tra pochi centimetri e qualche metro.Tra loro sono presenti livelli di notevole spessore costituiti da arenarie grossolane piuttosto incoerenti e conglomerati ad abbondante matrice sabbiosa. Le argille di colore grigio oliva e a frattura concoide, sono abbondantemente siltose e formano talora intercalazioni di elevato spessore. Sono presenti intercalazioni di 10-30 m di marne calcaree e grigie, bianche esternamente, a frattura concoide. Lo spessore dell'unità geologica arriva fino a 1200 metri. La deposizione è avvenuta in un bacino profondo con accumulo di grossi volumi di sedimento provenienti dallo smantellamento dei terreni che costituivano l'orogene in sollevamento a monte del bacino stesso con processi di natura torbiditica.

Tali terreni affiorano solo in corrispondenza dell'Intervento V.

c) Substrato s.s.: **Argille Varicolori** (Cretacico-Oligocenico)

La porzione integra del complesso delle **Argille Varicolori** mostra alternanze di argille, argille marnose e marne argillose grigiastre scagliettate, con sfumature verdastre e rossastre, con intercalazioni di strati centimetrici e decimetrici di calcari e calcari marnosi grigi e biancastri. Alto è il grado di tettonizzazione e la struttura a scaglie è spesso caotica e non sempre apprezzabile; fra le scaglie spesso è presente una patina biancastra di dichite. In linea generale, trattasi di terreni compatti, consistenti, poco plastici e asciutti.

La **porzione alterata** del complesso delle **Argille Varicolori** è costituita da argille e argille marnose marroncine con screziature grigiastre, parzialmente destrutturate ed alterate, inglobanti clasti centimetrici di calcari marnosi grigiastri. I livelli prevalentemente argillosi presentano alta plasticità, che diminuisce dove prevale la componente marnosa. In linea generale, trattasi di terreni dotati di plasticità e compressibilità medio-bassa e media consistenza.

Nelle aree di **Intervento I - II - III - IV** i versanti sono costituiti dai litotipi argilloso-marnosi afferenti tutti al Complesso delle Argille Varicolori.

Di seguito si riporta lo stralcio del Foglio 490 Stigliano della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000:

Le stratigrafie di dettaglio sono riportate nell'Allegato 02 "**Stratigrafie dei sondaggi geognostici e report fotografici"**, mentre la distribuzione areale delle litologie descritte è riportata nell'Allegato 01a/b/c/d: "**Cartografia Tematica**".

Di seguito si descriveranno le stratigrafie dei sondaggi geognostici che, come già accennato, sono stati eseguiti solo in corrispondenza degli **Interventi II** e **V** dandone essenzialmente un'impronta applicativa:

6.1 AREE DI INTERVENTO II

Partendo dal piano campagna, il sondaggio S1 ed S2 hanno fornito la seguente stratigrafia:

a) **Detrito di frana** avente spessore di 4.50 m in S1 e 5.00 m in S2.

E' costituito da argille limose di colore marroncino, a struttura caotica, rimaneggiata, talvolta debolmente scagliettata ma poco riconoscibile, con inclusi frammenti lapidei da spigolosi ad arrotondati, di dimensioni centimetriche. Il deposito si presenta nel complesso poco consistente, compressibile umido e molto plastico. Spesso si rilevano inclusi carboniosi nerastri. Nel sondaggio S2 si ha una prevalenza della componente lapidea tra m 0.00 a m 1.40 e da m 2.40 a m 4.00.

b) Substrato: **Argille Varicolori**

Sono state carotate a partire da m 4.50 nel sondaggio S1, da m 5.00 in S2. E' costituito da un'alternanza di argille, argille marnose, marne argillose finemente scagliettate. Spesso si nota un'alternanza di livelli più marnosi a livelli più argillosi. La struttura a scagliette è per lo più caotica e non sempre apprezzabile tra le quali spesso si rileva una patina biancastra costituita da dichite. In generale a varie altezze si intercalano strati centimetrici di marne calcaree o di calcari marnosi con venature di calcite. Generalmente le argille si presentano ben compatte, consistenti, poco compressivili e poco plastiche. La colorazione è prevalentemente grigiastra con sfumature sul verdastro. Alto è il grado di tettonizzazione subita da questi litotipi. A più altezze si intercalano strati da centimetrici a decimetrici calcarei.

Non è stata intercettata acqua di falda durante le fasi di avanzamento nel sondaggio S1 e S2.

La percentuale di carotaggio totale (TCR) è sempre molto elevata, essendo ≥ 80%. Solo alla profondità compresa tra 1.40 a 4.00 m, nel *Detrito di frana*, si abbassa al 30% fino a m 1.40, al 60% da m 1.40 a m 4.00.

6.2 AREE DI INTERVENTO V

Partendo dal piano campagna, il sondaggio S3 ha dato la seguente stratigrafia:

a) **Detrito di frana:** avente spessore di 4.00 m. E' costituito da un'alternanza di livelli di sabbie limose e limi sabbiosi di colore marroncino giallastro, a struttura caotica, rimaneggiata, e trovanti arenacei di dimensioni decimetriche. Il tutto si presenta nel complesso da poco a mediamente consistente, compressibile, umida ma poco plastico. Spesso si rilevano inclusi carboniosi nerastri. I primi decimetri risultano humificati.

b) Substrato: **Flysch di Gorgoglione**: è stato carotato da m 4.00 fino a m 17.00 ed è costituito da un'alternanza di livelli sabbiosi, sabbioso-limosi, limoso sabbiosi e, subordinatamente, di livelli di argille limose. A più altezze si intercalano strati decimetrici di arenarie quarzose giallastre. Questi ultimi sono prevalenti tra m 5.80-6.00; m 7.70-9.20; m 11.60-12.00; m 16.00-16.40. Alto è stato il disturbo indotto dai lavori di perforazione tanto che i terreni carotati risultano saturi molto plastici e poco consistenti. Invece, dove il disturbo è stato limitato i materiali evidenziano i caratteri litotecnici propri delle sabbie addensate fino a litificate. La colorazione è prevalentemente giallastra con sfumature sul grigiastro.

c) Substrato: **Argille Varicolori**: in continuità stratigrafica fino alla profondità di m 20.00 (fondo foro) è stato carotato un'alternanza di argille, argille marnose, marne argillose finemente scagliettate. Spesso si nota un'alternanza di livelli più marnosi a livelli più argillosi. La struttura a scagliette è per lo più caotica e non sempre apprezzabile tra le quali spesso si rileva una patina biancastra costituita da dichite. In generale a varie altezze si intercalano strati centimetrici di marne calcaree o di calcari marnosi con venature di calcite. Generalmente le argille si presentano ben compatte, consistenti, poco compressivili e poco plastiche. La colorazione è prevalentemente grigiastra con sfumature sul verdastro. Alto è il grado di tettonizzazione subita da questi litotipi.

Non è stata intercettata acqua di falda durante le fasi di avanzamento nel sondaggio S3.

La percentuale di carotaggio totale (TCR) è sempre molto elevata, essendo ≥ 80% scendendo al 60% solo per un limitato tratto compreso tra m 8.00 e m 9.60.

Per un maggior dettaglio dei rapporti stratimetrici di quanto ricavato dalle stratigrafie si può fare riferimento alle sezioni litotecniche riportate nell'Allegato n°01a/b/c/d.

7. CARATTERI GEOFISICI DEI TERRENI

In ciascuna delle cinque aree di intervento sono state eseguite prospezioni sismiche a rifrazione in onde P e prospezioni sismiche attive di tipo MASW e passive di tipo Re.Mi., come ampiamente dettagliato nel paragrafo 4.2.

Di seguito si riportano i risultati, precisando che sia le **sismosezioni SRn eseguite in onde P** che le **prospezioni sismiche MASW/Re.Mi.n** evidenziano la presenza di unità geosismiche la cui interpretazione è basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale.

7.1 AREA DI INTERVENTO I

La **Sismosezione SR1, eseguita in onde P** (l. 85,0 m), eseguita al km 21+500, evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 2,40 a 3,70 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, riferibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni detritici superficiali piuttosto alterati e decompressi ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 2,60 a 7,30 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni piuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ed ascrivibili al substrato alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 5,80 a 10,30 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di circa 23 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a 2400 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 2,5 e 3,7 m, riferibile a terreni detritici di frana caratterizzati, quindi, da velocità più basse delle onde di volume. Il secondo

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **219**

Pagina 219 - p_pz_0035715/2019

sismostrato presenta uno spessore variabile da 2,6 a circa 7,3 m ed è caratterizzato da un andamento piuttosto irregolare delle linee di isovelocità, indice di una variazione laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili quindi a depositi in posto piuttosto consistenti, seppur alterati e dotati di buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da 6,30 a circa 10,30 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite:

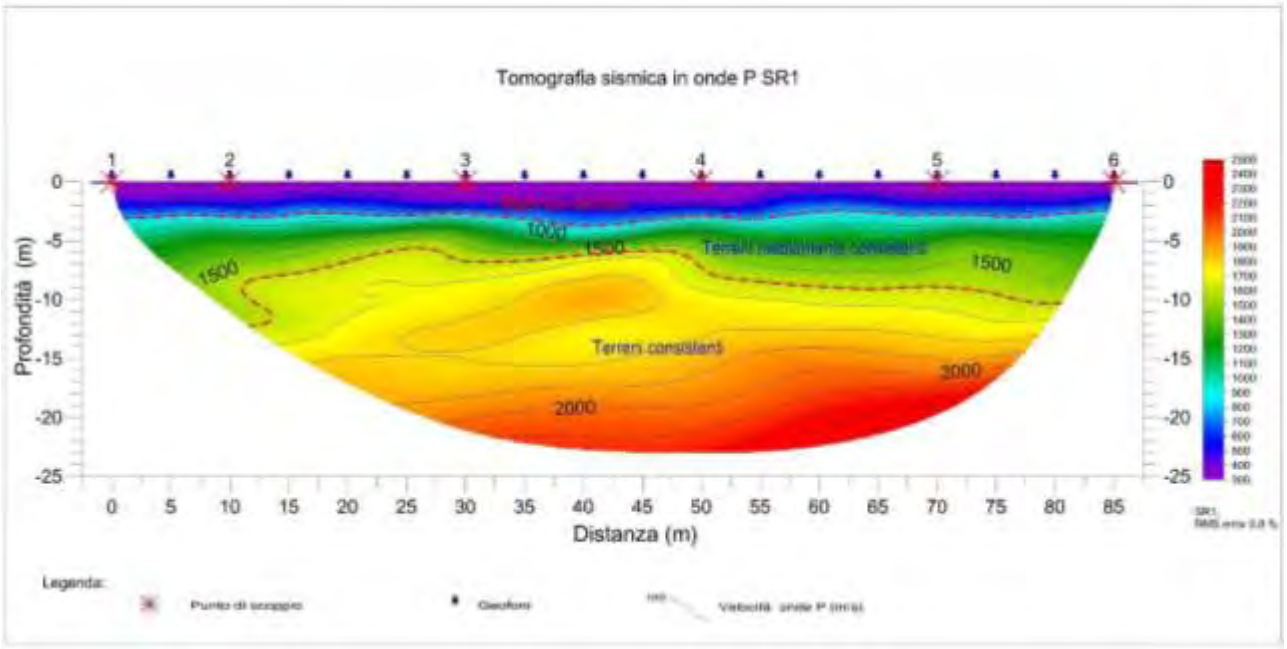
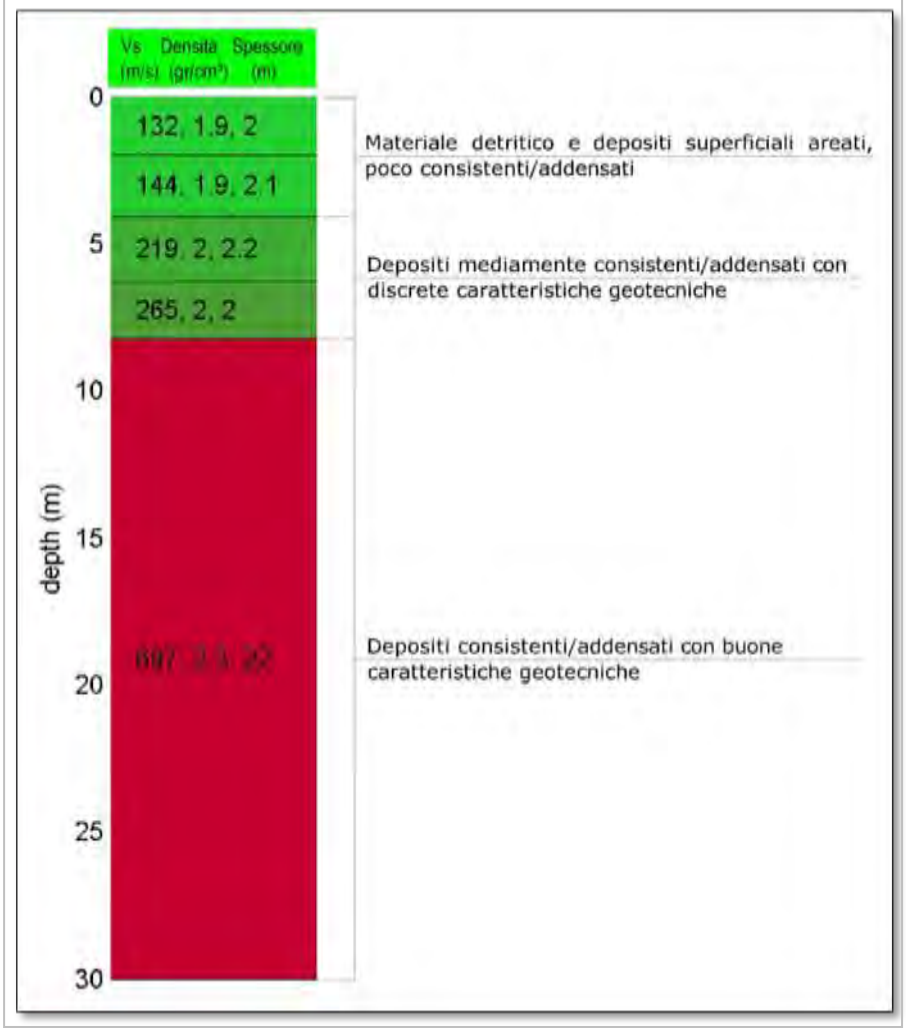


Fig. 02: Tomografica sismica del profilo SR1

La prospezione sismica denominata MASW/Re.Mi. 1 è stata eseguita lungo lo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR1, utilizzando una configurazione strumentale differente rispetto a quello utilizzato per la sismica in onde P.

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **Vs,eq di 382 m/s** a partire dal p.c. (non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m)

Spessore (m)	V_S (m/s)
2.00	132
2.10	144
2.20	219
2.00	265
semi-spazio	697



Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 4,10 m, con velocità delle onde S comprese tra132 e 144 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale detritico e a terreni superficiali areati maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 4,20 m, con velocità delle onde S comprese tra 219 e 265 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Segue, da 8,30 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 697 m/s riferibile a un deposito consistente/addensato con buone caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SV (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3),rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	**Spessore**	**Vp** m/s	**Vs** m/s	**γ** g/cm^3	**μ** (-)	**E_d** Kg/cm^2	**R** T/m^2*s	**G_0** Kg/cm^2	**K** Kg/cm^2
I°	4.10	700	138	1.8	0.48	902	221	305	7434
II°	4.20	1250	241	1.9	0.48	3096	434	1045	26731
III°	-	2500	697	2.0	0.46	26913	1324	9230	106443

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s), **γ**= densità (g/cm^3); **μ**= coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm^2); **R**= rigidità sismica (T/m^2*s); **G_0**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm^2); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm^2)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e dei moduli dinamici) e di conseguenza, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m, del parametro **$Vs_{,eq}$ (V_{S30})**,risultato per il modello medio pari a **382 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna):

Linea sismica	$V_{S,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 1	**382**	**"B"**

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella **categoria B** ovvero: *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.*

7.2 AREA DI INTERVENTO II

Il secondo intervento si individua in corrispondenza del Km 21+000 della SP 13, in corrispondenza del quale si è innescato un esteso movimento franoso che ha causato il cedimento della sede stradale e delle opere di sostegno. In corrispondenza di tale intervento sono stati eseguiti n° 3 stendimenti sismici a rifrazione (SR2, SR3, SR4) e n°1 prospezione sismica MASW/Re.Mi..

La **Sismosezione SR2, eseguita in onde P** (l. 120,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 3,50 a 6,70 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, riferibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni detritici superficiali decompressi ed ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,20 a 23,20 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terrenipiuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 8,10 a 26,50 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di oltre 40 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a 3000 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR2 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 3,50 e 7,00 m, minori nella porzione di monte e valle maggiori invece nella porzione centrale, dove si è avuto accumulo del materiale rimobilizzato dalla frana. Tale sismostrato è, pertanto, riferibile a materiale detritico di frana e, quindi, caratterizzato da velocità più basse delle onde di volume e dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,0 a circa 23,0 m ed è caratterizzato da un andamento piuttosto irregolare delle linee di isovelocità, soprattutto nella porzione di valle dello stendimento, tra le progressive 0,0-65,0 m, indice

di una variazione laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili, quindi, a depositi in posto piuttosto consistenti, seppur alterati e dotati dibuone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da circa 8,00 a 26,00 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite:

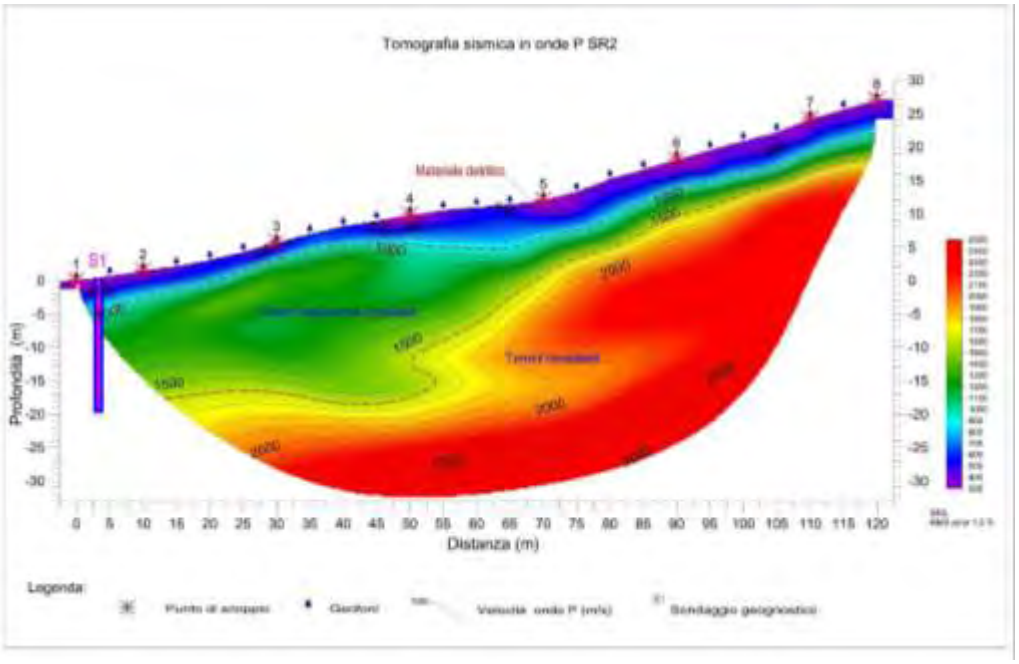


Fig. 03: Tomografica sismica del profilo SR2

Il **profilo sismico denominato SR3**, è stato realizzato nella zona immediatamente a monte della SP13 parallelamente all'andamento planimetrico della strada e trasversalmente al dissesto che ha interessato l'arteria al Km 21+000.

La **Sismosezione SR3, eseguita in onde P** (l. 120,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 1,80 a 4,10 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati che, nel contesto litologico dell'area, rappresentano terreni detritici superficiali decompressi ed ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,30 a 18,40 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni piuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità a, scrivibili al substrato alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 7,70 a 20,20 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di oltre 40 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a 2400 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR3 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 2,00 e 4,00 m, riferibile a materiale detritico di frana e, pertanto, caratterizzati da velocità più basse delle onde di volume e dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,30 a circa 18,40 m ed è caratterizzato da un andamento piuttosto irregolare delle linee di isovelocità soprattutto nella zona centrale dello stendimento, tra le progressive 40,0-90,0 m, indice di una variazione laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili, quindi, a depositi in posto piuttosto consistenti, seppur alterati e dotati di buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a

profondità variabili da circa 7,70 a circa 20,00 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite:

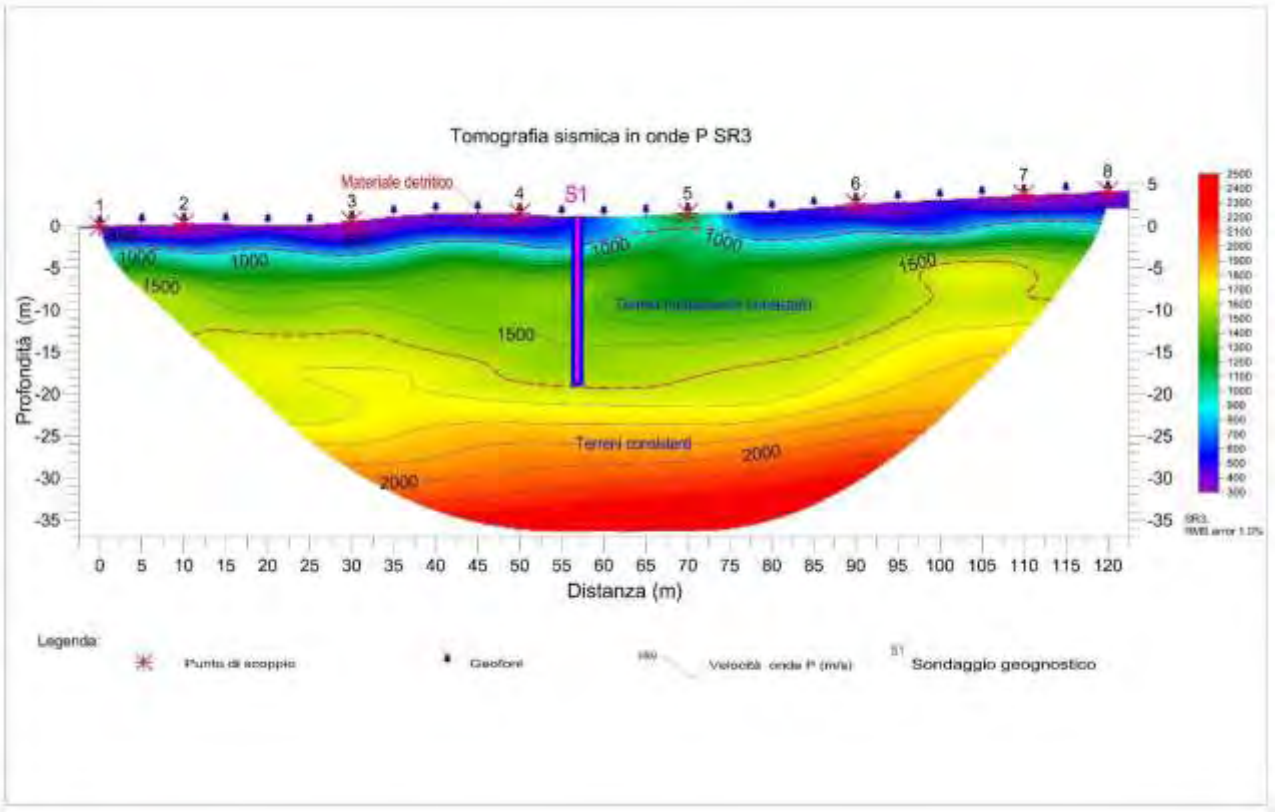


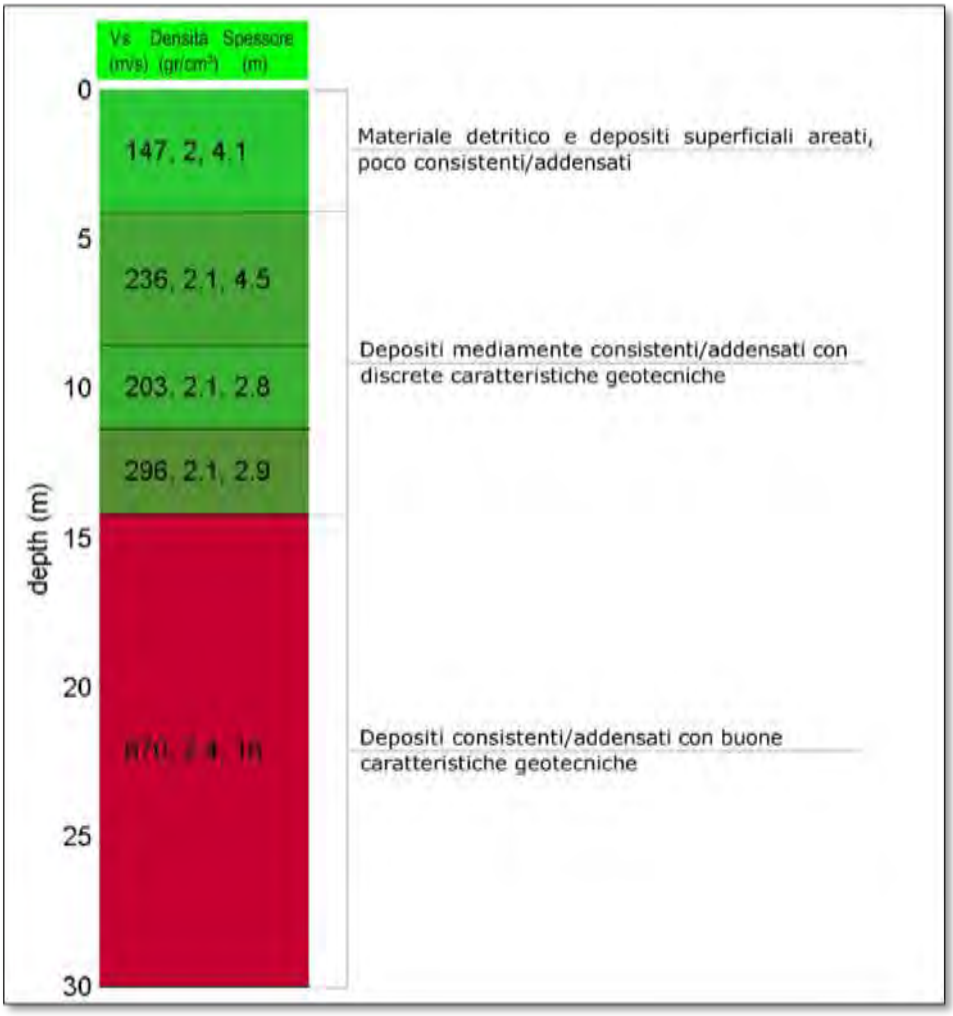
Fig. 04: Tomografica sismica del profilo SR3

Pagina 227 - p_pz_0035715/2019

La prospezione sismica denominata MASW/Re.Mi. 2 è stata eseguita lungo lo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR3 utilizzando una configurazione strumentale differente rispetto a quello utilizzato per la sismica in onde P.

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **$Vs_{,eq}$** di **319 m/s** a partire dal p.c. (pari a V_{S30} in quanto non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m)

Spessore (m)	V_S (m/s)
4.10	147
4.50	236
2.80	203
2.90	296
semi-spazio	670



Pagina 228 - p_pz_0035715/2019

Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 4,10 m, con velocità delle onde S di 147 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni superficiali areati del detrito di frana;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 10,20 m, con velocità delle onde S comprese tra 203 e 296 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Segue, da 14,30 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 670 m/s riferibile a un deposito consistente/addensato con buone caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SV (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3),rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato

Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ g/cm^3	μ (-)	E_d Kg/cm^2	R T/m^2*s	G_0 Kg/cm^2	K Kg/cm^2
I°	4.10	600	147	1.8	0.47	1015	235	346	5299
II°	10.20	1500	244	1.9	0.48	3172	439	1072	26696
III°	-	2000	670	2.0	0.44	24509	1273	8529	64628

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s), **γ**= densità (g/cm^3); **μ**= coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm^2); **R**= rigidità sismica (T/m^2*s); **G_0**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm^2); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm^2)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e dei moduli dinamici) e di conseguenza, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m, del

parametro **$Vs_{,eq}$** risultato per il modello medio pari a **319 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{S,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 2	**319**	**"C"**

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra nella **categoria C** ovvero: *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.*

Il **profilo sismico denominato SR4**, è stato realizzato nella zona a valle della SP13 longitudinalmente al dissesto che ha interessato l'arteria al Km 21+000.

La **Sismosezione SR4, eseguita in onde P** (l. 120,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 1,80 a 4,60 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, e quindi, nel contesto litologico dell'area, a terreni detritici superficiali decompressi ed ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,40 a 11,60 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni piuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 5,50 a 14,80 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a 2400 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR4 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 2,00 e 4,60 m, riferibile a materiale detritico di frana e pertanto caratterizzato da velocità più basse delle onde di volume e dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,50 a circa 12,00 m ed è caratterizzato da un andamento piuttosto irregolare delle linee di isovelocità soprattutto nella porzione iniziale dello stendimento, tra le progressive 0,0-60,0 m, indice di una variazione laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili quindi a depositi in posto piuttosto consistenti, seppur alterati e dotati di buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da circa 5,50 a circa 15,00 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà

sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite:

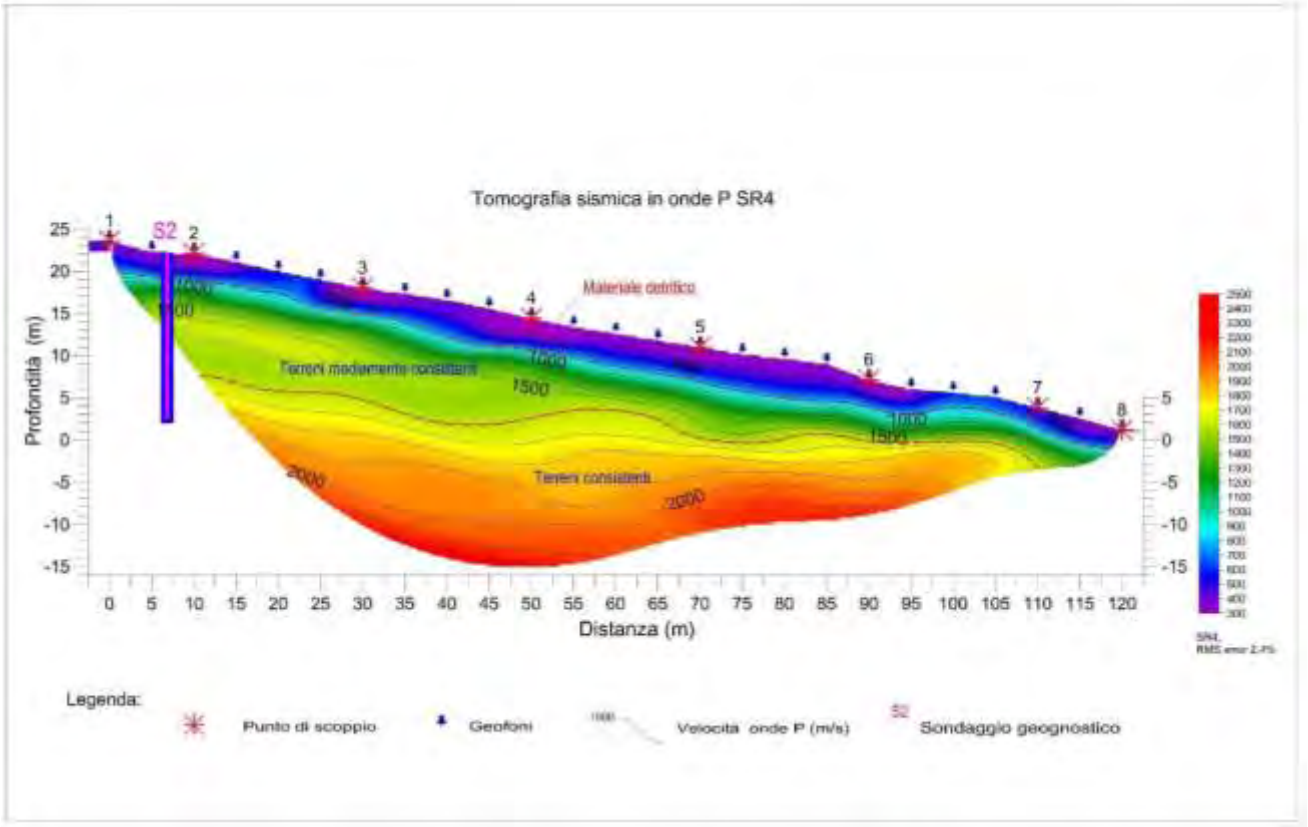


Fig. 05: Tomografica sismica del profilo SR4

Di seguito si riporta l'ubicazione delle indagini sia dell'Intervento I che II:

LEGENDA:

SRn - MASW/Re.Mi. Prospezione sismica a rifrazione
Prospezione sismica MASW - Re.Mi.

Sn Sondaggio a carotaggio continuo

Data:
10 Maggio 2019

7.3 AREA DI INTERVENTO III

Il **profilo sismico denominato SR5**, è stato realizzato lungo la corsia di valle dell'arteria stradale in corrispondenza dell'areale di Intervento III che si rinviene all'altezza del km 20+500.

La **Sismosezione SR5, eseguita in onde P** (l. 120,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 2,80 a 5,70 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali piuttosto alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,20 a 7,60 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni piuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 8,80 a 13,60 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di circa 30 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a 2700 m/s, riferibile a depositi consistenti, con ottime caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR5 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. La prospezione sismica SR5 è stata condotta parallelamente all'andamento planimetrico della strada a partire dal km 20+500, in un tratto in cui la corsia di valle ha subito un cedimento che ha coinvolto anche il muro di sottoscarpa. Dall'analisi tomografica è possibile apprezzare che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 3,0 e 6,0 m e con un andamento delle linee di isovelocità piuttosto irregolare indice di una certa variabilità laterale e verticale dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,20 a circa 7,60 m ed anch'esso è caratterizzato da un andamento piuttosto articolato delle linee di isovelocità ma più regolare, indice comunque di una variazione laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali, ma con velocità delle onde di compressione riferibili a depositi in posto piuttosto consistenti dotati di

buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da circa 8,80 a 13,60 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite:

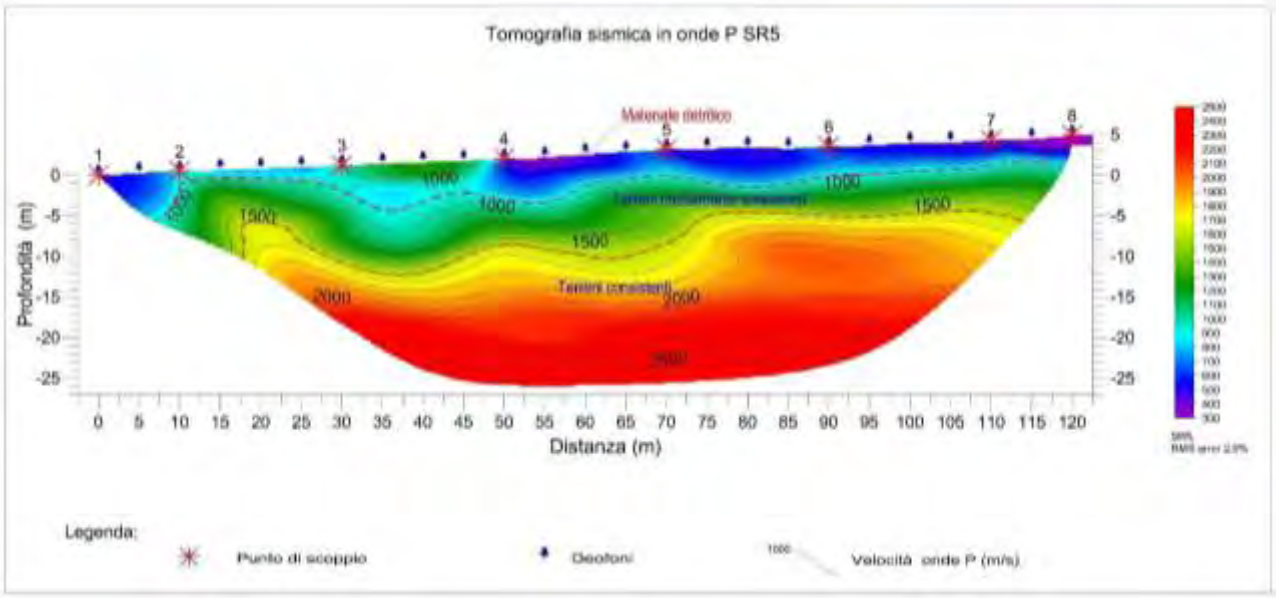
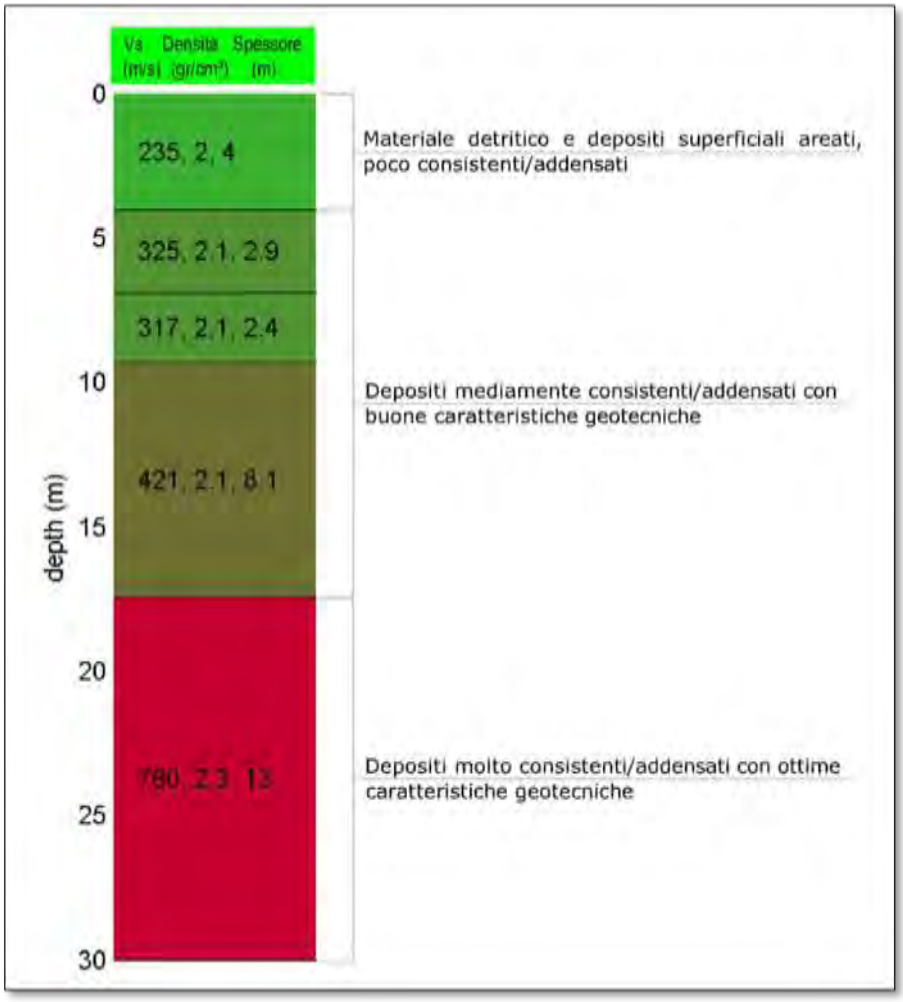


Fig. 06: Tomografica sismica del profilo SR5

La prospezione sismica denominata MASW/Re.Mi. 3 è stata eseguita lungo lo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR3, utilizzando una configurazione strumentale differente rispetto a quello utilizzato per la sismica in onde P. In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **$Vs_{,eq}$ di 433 m/s** a partire dal p.c. (pari alla V_{S30} in quanto non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m)

Spessore (m)	V_S (m/s)
4.00	235
2.90	325
2.40	317
8.10	421
semi-spazio	760



Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 4,00 m, con velocità delle onde S di 235 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali areati maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 13,40 m, con velocità delle onde S comprese tra 317 e 421 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Segue, da 17,40 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 760 m/s riferibile a un deposito molto consistente/addensato con ottime caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SV (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3),rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	**Spessore**	**Vp** m/s	**Vs** m/s	**γ** g/cm^3	**μ** (-)	**E_d** Kg/cm^2	**R** T/m^2*s	**G_0** Kg/cm^2	**K** Kg/cm^2
I°	3.50	600	235	1.8	0.41	2802	423	994	5155
II°	12.40	1250	382	1.9	0.45	8032	726	2773	25991
III°	-	2200	760	2.0	0.43	33091	1520	11552	81397

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s), **γ**= densità (g/cm^3); **μ**= coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm^2); **R**= rigidità sismica (T/m^2*s); **G_0**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm^2); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm^2)

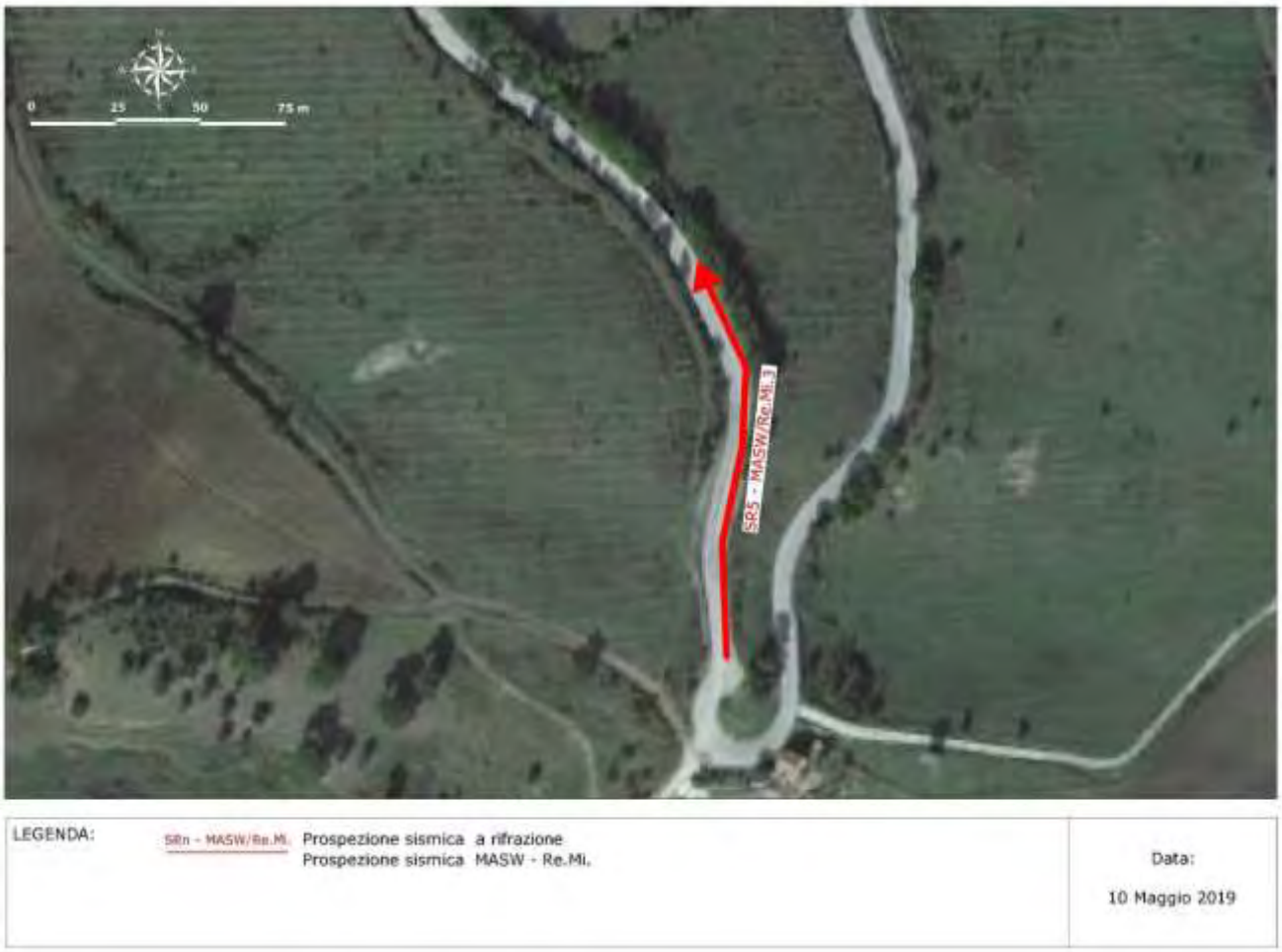
L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e dei moduli dinamici) e di conseguenza, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m, del

parametro **$Vs_{,eq}$**, risultato per il modello medio pari a **433 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{S,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 3	**433**	**"B"**

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella **categoria B** ovvero: *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.*

Di seguito si riporta l'ubicazione dell'indagine effettuata:



7.4 AREA DI INTERVENTO IV

Tale intervento riguarda il ponte in pietra ubicato alla chilometrica 18+200 che presenta alcune patologie strutturali che necessitano di interventi al fine di scongiurare una loro possibile evoluzione tale da comprometterne l'utilizzo e, quindi, l'unico collegamento con l'abitato di Pietrapertosa.

All'uopo è stata realizzata la **Sismosezione SR6, eseguita in onde P** (l. 80,0 m) che ha evidenziato la presenza di tre unità geosismiche di cui, di seguito, si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, non ha un'estensione continua lungo tutto lo stendimento e presenta uno spessore variabile da 1,60 a 3,90 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali piuttosto alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 2,10 a 7,90 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1500 m/s e corrisponde a terreni piuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 3,60 a 7,90 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di circa 10 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1500 a1900 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR6 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. La prospezione sismica SR6 è stata condotta lungo la SP13 in corrispondenza di un'opera d'arte che attraversa un modesto fosso affluente in destra idraulica del Fiume Basento e che mostra segni di dissesto che interessano principalmente il paramento di valle dell'opera.

La presenza dell'opera d'arte, costituita da un ponte in muratura a sacco, ha fortemente condizionato l'esito dell'indagine svolta in quanto, lungo lo stendimento, è stata rinvenuta la presenza di materiali contraddistinti da una risposta sismo-elastica molto differente, eterogenea e anisotropa. Dall'analisi della sismosezione tomografica infatti, è possibile notare che il primo sismostrato, non ha un'estensione continua lungo tutto lo stendimento ma al contrario il profilo è caratterizzato già in

superficie da zone a velocità relativamente basse (<900 m/s) costituite quindi dalla presenza di materiali di riporto e di terreni detritici superficiali sciolti o molto areati, a cui si affiancano zone invece in cui le velocità, già in prossimità della superficie topografica, presentano velocità di 1200-1300 m/s, riferibili quindi a materiali addensati e ascrivibili in tale contesto lito-stratigrafico alla muratura dell'opera d'arte. Dall'analisi della tomografia sismica si possono distinguere chiaramente le spalle del ponte, comprese tra le progressive 0,0-10,0 m e 65,0-80,0 m e costituite da zone a velocità relativamente più basse, mentre la zona centrale, che costituisce il pinte stesso, e quindi caratterizzato da materiali da costruzioni, quali pietra e malta, presenta delle velocità relativamente più alte fino a circa 1500 m/s.

A profondità variabili da circa 3,60 a circa 8,00 m, si rinviene invece un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenzapiù elevato e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto .

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite:

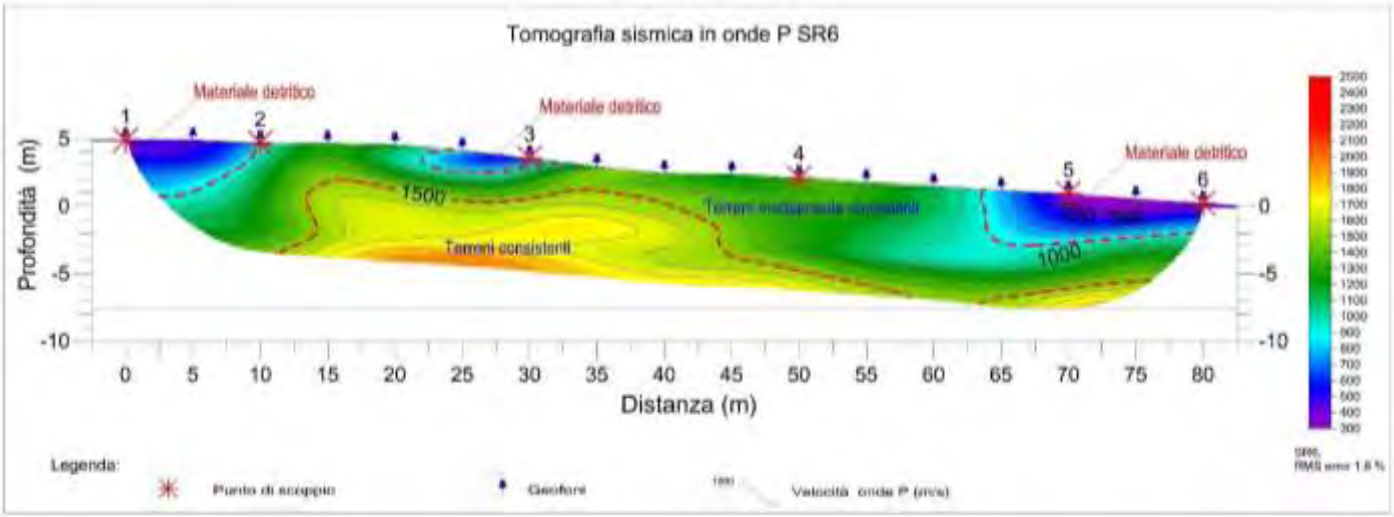
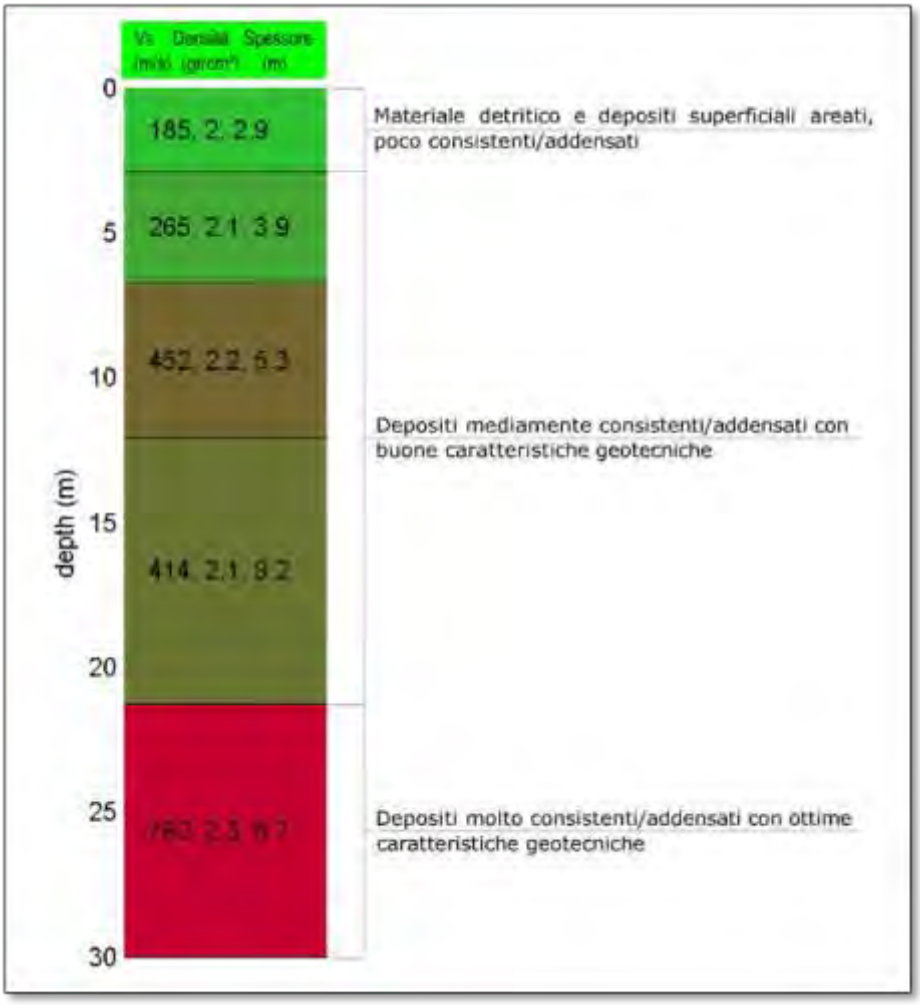


Fig. 07: Tomografica sismica del profilo SR6

La prospezione sismica denominata **MASW/Re.Mi. 4** è stata eseguita lungo lo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR6, utilizzando una configurazione strumentale differente rispetto a quello utilizzato per la sismica in onde P.

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **$Vs_{,eq}$ di 396 m/s** a partire dal p.c. (pari alla V_{S30} in quanto non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m)

Spessore (m)	V_S (m/s)
2.90	185
3.90	265
5.30	452
9.20	414
semi-spazio	762



Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 2,20 m, con velocità delle onde S di 185 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali areati maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 18,40 m, con velocità delle onde S comprese tra 265 e 452 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Segue, da 20,60 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 762 m/s riferibile a un deposito molto consistente/addensato con ottime caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SV (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3), rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	**Spessore**	**Vp** m/s	**Vs** m/s	**γ** g/cm^3	**μ** (-)	**E_d** Kg/cm^2	**R** T/m^2*s	**G_0** Kg/cm^2	**K** Kg/cm^2
I°	2.90	600	185	1.8	0.45	1783	333	616	5659
II°	18.40	1250	393	1.9	0.45	8482	747	2935	25775
III°	-	2200	762	2.0	0.43	33256	1524	11613	81316

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s), **γ**= densità (g/cm^3); **μ**= coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm^2); **R**= rigidità sismica (T/m^2*s); **G_0**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm^2); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm^2)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e dei moduli dinamici) e di conseguenza, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m, del

parametro **$Vs_{,eq}$**,risultato per il modello medio pari a **396 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{S,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 4	**396**	**"B"**

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella **categoria B** ovvero: *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.*

7.5 AREA DI INTERVENTO V

Il profilo sismico denominato SR7, è stato realizzato lungo la corsia di valle della SP13 in corrispondenza del cedimento della stessa corsia al km 18+000.

La **Sismosezione SR7, eseguita in onde P** (l. 85,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 3,80 a 6,40 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali piuttosto alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 1,60 a 5,40 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni piuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 6,80 a 11,30 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di circa 22 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a 3200 m/s, riferibile a depositi consistenti, con ottime caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR7 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. La prospezione sismica SR7 è stata condotta parallelamente all'andamento planimetrico della strada, in un tratto in cui la corsia di valle ha subito un cedimento del rilevato. Dall'analisi tomografica è possibile apprezzare che il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 4,0 e 6,5 m e con un andamento delle linee di isovelocità piuttosto articolato indice di una certa variabilità laterale e verticale dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 1,60 a circa 6,00 m ed è caratterizzato da un andamento delle linee di isovelocità più regolare, indice di una maggiore omogeneità laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali e con velocità delle onde di compressione riferibili a depositi in posto piuttosto consistenti, e dotati di

buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da circa 6,80 a 11,30 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite:

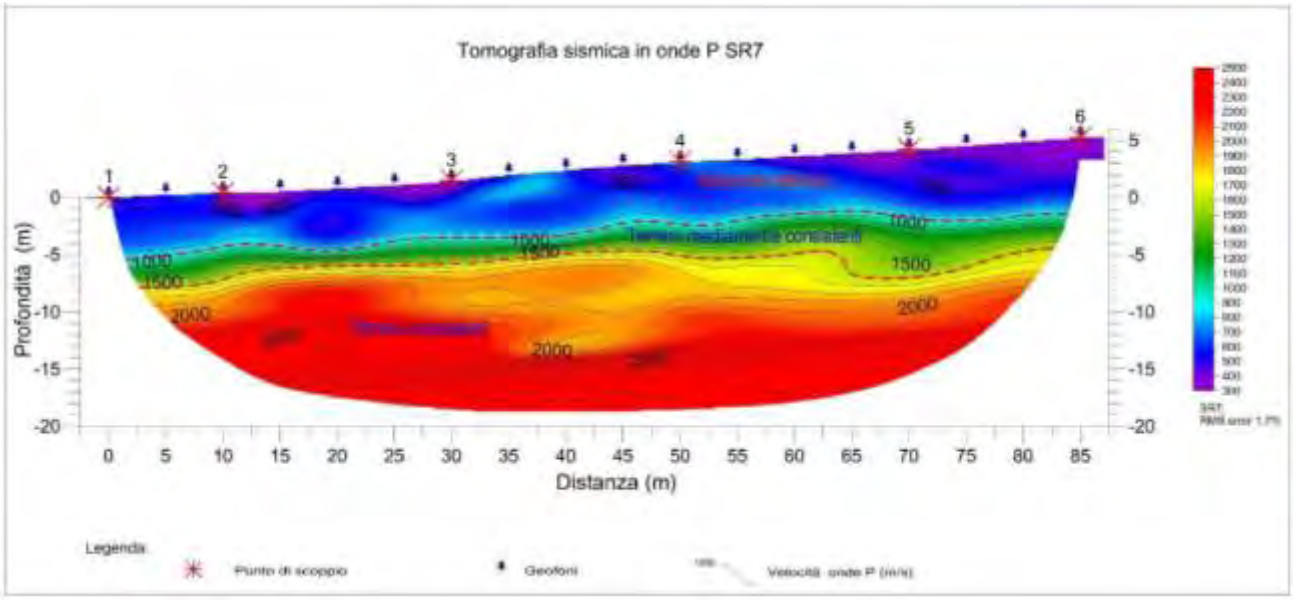
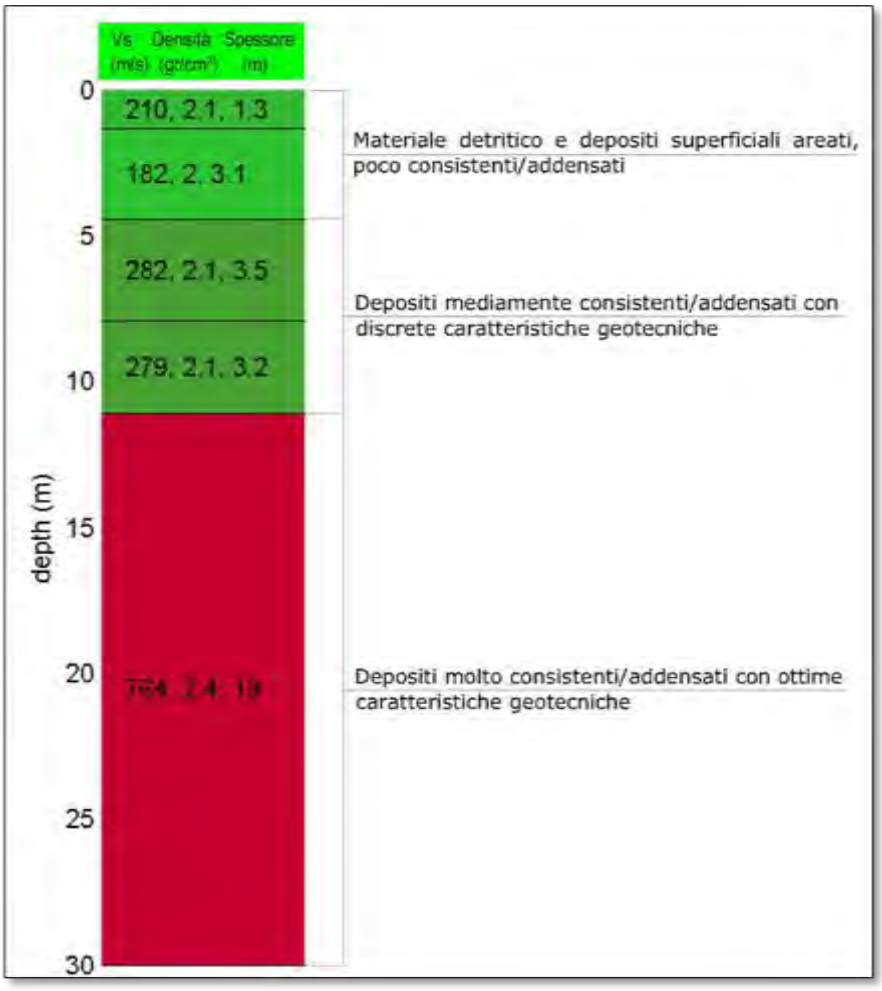


Fig. 08: Tomografica sismica del profilo SR7

La prospezione sismica denominata **MASW/Re.Mi. 3** è stata eseguita lungo lo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR7, utilizzando una configurazione strumentale differente rispetto a quello utilizzato per la sismica in onde P.

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **$Vs_{,eq}$ di 418 m/s** a partire dal p.c. (pari alla V_{S30} in quanto non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m)

Spessore (m)	V_S (m/s)
1.30	210
3.10	182
3.50	282
3.20	279
semi-spazio	764



Pagina 246 - p_pz_0035715/2019

Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 4,40 m, con velocità delle onde S comprese tra 182 e 210 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali areati maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 6,70 m, con velocità delle onde S comprese tra 279 e 282 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Segue, da 11,10 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 764 m/s riferibile a un deposito molto consistente/addensato con ottime caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SV (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3), rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato

Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ g/cm^3	μ (-)	E_d Kg/cm^2	R T/m^2*s	G_0 Kg/cm^2	K Kg/cm^2
I°	4.40	600	235	1.8	0.44	1877	342	650	5614
II°	6.70	1250	382	1.9	0.47	4421	534	1500	27687
III°	-	2400	760	2.0	0.44	33705	1528	11674	99635

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s), **γ**= densità (g/cm^3); **μ**= coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm^2); **R**= rigidità sismica (T/m^2*s); **G_0**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm^2); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm^2)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e dei moduli dinamici) e

di conseguenza, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m, del parametro **$Vs_{,eq}$**,risultato per il modello medio pari a **418 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna):

Linea sismica	$V_{S,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 3	**418**	**"B"**

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella **categoria B** ovvero: *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.*

8. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO E DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Si descrivono di seguito i risultati derivanti dalle analisi e prove geotecniche di laboratorio effettuate sui campioni prelevati secondo lo schema già specificato nel paragrafo 4.1.2, dei quali si riporta una sintesi in forma tabellare (di seguito riportata) e per il cui dettaglio si rimanda all'Allegato 04 "**Analisi e prove geotecniche di laboratorio".**

QUADRO RIASSUNTIVO E INTERPRETATIVO DELLE ANALISI GEOTECNICHE
AREA CENTRO - F.S.C. 2014/2020 - LAVORI DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA DELLA S.P. 13 IN AGRO DI PIETRAPERTOSA (PZ)

Sond.	Camp.	Profondità m	W %	γs KN/m³	γd KN/m³	γat KN/m³	γs KN/m³	e	n %	Sr %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	TG CD c KN/m² - φ°		TRX CD c KN/m² - φ°		CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006
1	1	2.50 - 3.00	30.08	18.03	13.35	18.34	26.63	0.995	49.88	93.88	2.15	14.25	54.94	28.66	67	39	18			9.50	20.5°	A - 7 - 5 MH
1	2	8.60 - 9.00	22.77	20.19	16.37	20.23	26.66	0.628	38.59	96.60	1.78	9.97	53.65	35.51	73	49	24			25.00	23.5°	A - 7 - 5 MH
2	1	4.50 - 5.00	25.96	19.70	15.64	19.78	26.68	0.706	41.38	98.12	0.46	14.40	43.71	41.43	94	63	31			9.00	21°	A - 7 - 5 MH
2	2	12.30 - 12.80	25.13	19.13	15.29	19.54	26.59	0.739	42.50	90.39	0.11	19.77	46.63	33.49	90	60	30	25.17	26.2°			A - 7 - 5 MH
3	1	2.50 - 3.00	29.25	18.40	14.24	18.87	26.51	0.862	46.30	89.94	4.34	18.36	48.98	28.32	60	34	26	8.07	21.4°			A - 7 - 5 MH
3	2	16.50 - 17.00	14.71	20.89	18.21	21.37	26.61	0.461	31.56	84.87	3.33	20.14	53.10	23.43	41	23	18	27.26	26.3°			A - 7 - 5 CL

Legenda

W= Umidità naturale - γn= Peso di volume naturale - γd= Peso di volume secco - γs= Peso specifico - e= Indice dei vuoti - n= Porosità - Sr=Grado di saturazione - γsat=peso di volume saturo - LL= Limite liquido
LP = Limite plastico - IP= Indice plastico - c=Coesione - cu=Coesione non drenata - φ°= Angolo di attrito interno - P=Pressione sul provino - Cv=coefficiente di consolidazione - K=coefficiente di permeabilità

Tabella 03: Sintesi dei risultati delle analisi e prove geotecniche di laboratorio

Si sottolinea che nel caso delle analisi numeriche convenzionali, in ragione del fatto che sensibili cadute di resistenza possono verificarsi con scorrimenti anche piccoli, l'utilizzo tal quale dei parametri di resistenza di picco ricavati dalle prove di laboratorio su provini di materiale intatto è stato fatto con cautela. E' risultato opportuno, infatti, fare riferimento e confronti con parametri di resistenza "operativi", stimati sulla base di indicazioni di letteratura e tarati sui risultati di "back analysis" (Skempton,1977; Tavenas & Leroueil, 1981). **Pertanto, una volta analizzati tutti i parametri geotecnici a disposizione, tenendo conto che i parametri fisico-meccanici ricavati in laboratorio geotecnico si riferiscono a singoli campioni indisturbati, che i terreni di sedime presentano eterogeneità ed anisotropia granulometrica sia verticale che laterale, nelle verifiche geotecniche si è preferito attribuire ai terreni dei valori numerici non alla scala di singolo campione indisturbato (dato puntuale), ma piuttosto alla scala di "affioramento" e, cioè, tenendo conto della litologia complessiva. Infatti, è evidente come i molteplici dati tematici a disposizione spesso sono contrastanti tra di loro, proprio per la variabilità intrinseca dei terreni in affioramento da punto a punto a causa della eterogeneità ed anisotropia litologica. Inoltre, non si può prescindere dalla giacitura degli strati, dall'idrogeologia, dalle**

pendenze, dal contesto morfoevolutivo e tettonico, nonché dalla eventuale presenza di discontinuità primarie (giunti di stratificazione) e secondarie (fessurazioni e fratturazione a geometria discontinua). In tal modo, in funzione delle litologie presenti, per i cinque areali si è pervenuti alla definizione di modelli geotecnici per i quali sono state distinte delle unità (geotecniche) in relazione alle intrinseche caratteristiche litologiche, di resistenza al taglio e di deformabilità.

Gli spessori definiti macroscopicamente in sito per le singole formazioni intercettate nei sondaggi geognostici non sempre hanno trovato riscontro in quelli forniti dalle indagini geofisiche (cfr. Cap.7). Ciò trova una giustificazione innanzitutto nelle differenti modalità operative, trattandosi nel caso dei sondaggi geognostici di indagini puntuali, nel caso della geofisica di indagini lineari arealmente più estese, ma anche nella eterogenea disposizione e distribuzione orizzontale e verticale dei *Depositi di frana* che sono condizionate da fattori morfologici locali; inoltre, la costituzione litologica intrinseca dei depositi di frana e la loro peculiare immaturità tessiturale, che si traduce in terre contenenti percentuali significative ma arealmente variabili di tutti i termini granulometrici, forniscono risposte sismiche anch'esse differenti e variabili arealmente. Inoltre, il non trascurabile spessore dei corpi franosi implica un incremento del carico litostatico con la profondità e, quindi, un aumento dell'"addensamento" del terreno che inevitabilmente va ad influre sulla sua risposta sismico-elastico. In quest'ottica, la rappresentazione dei modelli geotecnici, ricostruiti per ciascuna area di intervento lungo la linea di massima pendenza e trasversalmente ai corpi franosi (sezioni longitudinali e trasversali) riportata nell'Allegato 01a/b/c/d "**Cartografia Tematica**", mette bene in evidenza che lo spessore massimo dei depositi di frana trovasi in corrispondenza dei settori centrali delle sezioni.

Dall'esame dei risultati di tutte le indagini eseguite, unitamente all'esito del rilevamento geologico e geomorfologico di superficie, per ciascun areale di intervento si è pervenuti alla definizione di modelli geotecnici caratterizzati da differenti "unità litotecniche" definite in base all'omogeneità sotto il profilo fisico-meccanico. Per le singole unità litotecniche si riportano i valori caratteristici (ai sensi del punto 6.2.2 del D.M.17/01/2018) dei parametri geotecnici ad esse attribuiti, che derivano da una loro stima ragionata e cautelativa. Tali valori dei parametri geotecnici saranno utilizzati dallo scrivente nelle verifiche di stabilità; gli stessi valori sono consigliati al progettista geotecnico che li può utilizzare nelle sue verifiche geotecniche nel momento in cui li condivide:

- **Detrito di Frana**

$\gamma_{n\,k}$ (t/m³)	$\gamma_{sat\,k}$ (t/m³)	φ'_k (gradi)	C_k' (t/m²)
1.90	**2.00**	**18**	**0.00**

- **Substrato alterato - Argille Varicolori**

$\gamma_{n\,k}$ (t/m³)	$\gamma_{sat\,k}$ (t/m³)	φ'_k (gradi)	C_k' (t/m²)
1.92	**2.05**	**22**	**1.50**

- **Substrato s.s. - Argille Varicolori**

$\gamma_{n\,k}$ (t/m³)	$\gamma_{sat\,k}$ (t/m³)	φ'_k (gradi)	C_k' (t/m²)
1.95	**2.10**	**24**	**2.50**

- **Substrato s.s. - Flysch di Gorgoglione**

$\gamma_{n\,k}$ (t/m³)	$\gamma_{sat\,k}$ (t/m³)	φ'_k (gradi)	C_k' (t/m²)
1.95	**2.10**	**24**	**2.50**

Legenda:
$\gamma_{n\,k}$ (t/m³): Peso dell'unità di volume; $\gamma_{sat\,k}$ (t/m³): Peso dell'unità di volume saturo; φ_k' (gradi): Angolo di attrito interno; C_k'(t/m²): Coesione consolidata-drenata.

Particolari considerazioni sono state fatte per il ***Detrito di frana*** *in quanto interagisce in modo preponderante nelle verifiche geotecniche. Infatti, in considerazione dei suoi spessori, trattandosi di materiale caotico, destrutturato ed estremamente eterogeneo da un punto di vista granulometrico e fisico-meccanico, i campioni sottoposti ad analisi e prove geotecniche di laboratorio hanno fornito parametri molto discordanti tra di loro e soprattutto, a parere dello scrivente, sovrastimati, si è ritenuto necessario calibrare tali parametri geotecnici eseguendo delle verifiche di stabilità "ante operam" a mo' di "back analysis", partendo dall'assunzione che il versante inopinabilmente è in dissesto ed in condizioni morfoevolutive attive a cui corrisponde sicuramente un coefficiente di sicurezza Fs minore dell'unità (così come riportato nell'Allegato 05: Verifiche di stabilità). Si è preso a riferimento la Sezione Litotecnica A-B dell'Intervento II al km 21+000.*

Dalle considerazioni appena espletate lo scrivente sottolinea che i parametri fisico-meccanici utilizzati nelle verifiche di stabilità, essendo stati confrontati con un gran numero di analisi geotecniche di laboratorio eseguite su altrettanti campioni prelevati sulla stessa tipologia di terreno per i molteplici lavori consultati, risultano essere molto cautelativi e notevolmente ridotti rispetto agli effettivi caratteri litotecnici dei terreni in affioramento.

9. CARATTERI IDROGEOLOGICI DEI TERRENI

I terreni affioranti nelle aree in oggetto di studio sono dotati di caratteristiche idrogeologiche piuttosto differenziate, in rapporto alla composizione granulometrica, alla porosità, al grado di addensamento ed alla fatturazione/fessurazione dei livelli lapidei e/o pseudo-lapidei. Infatti, il versante è foramto da litotipi fortemente eterogenei alla risposta idrologica ma che favoriscono, nell'insieme, insignificanti circolazioni idriche. Infatti, affiorando le *Argille Varicolori* ed il *Flysch di Gorgoglione* la circolazione è ostacolata da litologie argilloso-marnose poco o per nulla permeabili, alternate e/o intercalate più o meno diffusamente a litologie lapidee più permeabili per fratturazione. Di contro, sono molto attivi i fenomeni di ruscellamento lineari e diffusi, che mobilitano importanti quantità di materiale terrigeno concorrendo all'instabilità di ampi settori di versante in termini di erosione superficiale.

a) La ***Formazione delle Argille Varicolori*** costituenti il substrato locale, è da ritenersi *impermeabile*, in quanto anche se dotata di alta porosità primaria, è praticamente impermeabile a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne deriva una circolazione nulla o trascurabile. Inoltre, trattandosi di argilla, anche se coesiva, è comunque soggetta a fessurarsi e a richiudere rapidamente le discontinuità con un comportamento di tipo plastico. Nell'insieme, il complesso litologico è da considerasi scarsamente permeabile, in quanto la permeabilità dei livelli lapidei è in parte o del tutto controllata dalla frazione argillosa che, non di rado, va a riempire le discontinuità (fratture) degli strati lapidei rendendoli poco permeabili. A tale unità litologica è possibile attribuire un carattere di *bassa permeabilità* con un valore del *coefficiente di permeabilità* dell'ordine di $K = 10^{-6} - 10^{-7}$ m/s.

b) Il ***Flysch di Gorgoglione*****:** tali terreni sono da ritenersi poco permeabili per porosità e fratturazione/fessurazione. Infatti, la facies lapidea, è dotata di una discreta porosità secondaria, causata da fenomeni principalmente tettonici cui contribuiscono considerevolmente i giunti di stratificazione, mentre sono pressoché assenti i fenomeni chimico-dissolutivi a causa della natura oloquarzitica dei granuli della roccia, che offrono pertanto una elevata resistenza ai processi dissolutivi. La porosità secondaria contribuisce a dotare tale facies di discreta permeabilità. Tuttavia, trattandosi di un complesso litologicamente eterogeneo, la facies argillosa, anche se dotata di alta porosità primaria, è praticamente impermeabile a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne deriva una circolazione nulla o trascurabile. Infatti, a tali litotipi, in altri studi idrogeologici si è calcolato sia in laboratorio che in sito una permeabilità pari

a K = 10^{-6}- 10^{-7} m/s. Solo nei livelli più superficiali che risultano più o meno alterati si ha un aumento del grado di permeabilità che passa a valori di K = 10^{-4}-10^{-5} m/s.

c) *Discretamente permeabili per porosità e fessurazione* è da considerarsi il ***Substrato alterato*** ed il ***Detrito di frana***. Infatti, la disgregazione ed il crepacciamento superficiale, l'aratura a cui spesso sono soggetti, il disfacimento fisico-meccanico dovuto agli agenti atmosferici ed i cicli di imbibizione e di essiccamento legati alla variazione stagionale del *contenuto naturale in acqua*, che produce una tipica fessurazione poligonale (*mud-cracks*), lo scarso grado di consistenza, i fattori morfoevolutivi (movimenti franosi in atto) e la caoticità, fanno sì che ci sia infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo. Pertanto, la circolazione idrica sotterranea avviene essenzialmente nei livelli alterati e detritici più superficiali che, per la loro limitata estensione e per i loro spessori contenuti, oltre che per la loro modesta permeabilità d'insieme, non possono essere considerati sede di una falda acquifera stabile, ma chiaramente possono essere sede di accumuli di acqua dipendenti quasi esclusivamente dagli eventi meteorici locali. Questa circostanza determina che tali terreni siano facile "preda" per le acque di precipitazione e non, in quanto, lasciandosi permeare con maggiore facilità, sono portati a saturazione con ovvie conseguenze per la stabilità globale del versante. Infatti, da un punto di vista geotecnico il grado di saturazione e, quindi, gli effetti prodotti dalle acque filtranti in questi terreni, sono molteplici e riconducibili soprattutto al loro comportamento sia in presenza di sovraccarichi che in termini di stabilità: man mano che l'acqua permea nel sottosuolo si ha una diminuzione della permeabilità che favorisce lo scorrimento ipodermico, con creazione di un regime idraulico di filtrazione parallela al pendio, producendo così i fenomeni di "allentamento", "ammorbidimento" e "rigonfiamento" (*weakening* e *softening*), la perdita dei legami intermolecolari, a scapito della "coesione" e della "resistenza al taglio". E' questo il fenomeno che assume primaria importanza nelle cause che hanno innescato, e che continuano ad innescare, i movimenti franosi negli areali in studio. Dunque, l'esistenza di un substrato impermeabile e di terreni di alterazione o detritici di frana più permeabili che permettono l'accumulo di acqua al loro interno, soprattutto in concomitanza di eventi meteorici eccezionali, ha come conseguenza l'aumento delle *sovrappressioni interstiziali.* A tali terreni è possibile attribuire un carattere di *discreta permeabilità* con un valore del *coefficiente di permeabilità* dell'ordine di K = 10^{-4} - 10^{-5} m/s.

In conclusione, alla luce del contesto idrogeologico locale dei luoghi in esame, considerato che è possibile che i materiali detritici di frana possano essere portati a saturazione ed essere

sede di una circolazione di acqua che può raggiungere anche il piano campagna, nelle verifiche di stabilità ed in quelle geotecniche si è e si deve tenere in conto, a favore di sicurezza, dell'effetto della falda. Questa, infatti, nel detrito di frana e nei livelli alterati del substrato va considerata ad una quota corrispondente all'incirca con il piano campagna, mentre può essere considerato praticamente impermeabile il substrato s.s..

Le caratteristiche idrogeologiche sono riportate nella Carta Idrogeologica nell'Allegato 01a/b/c/d "**Cartografia Tematica**".

10. CARATTERIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

La storia sismica del Comune di Pietrapertosa (Tab.11, Fig.09) ricavata dalla consultazione del database macrosismico italiano "DBMI15" (2015) redatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e relativo alle osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno, fa emergere che questo comune è stato interessato da un'attività (sismica) derivante soprattutto da fenomeni risentiti.

Numero di eventi: 9

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
F	1846 08 08	CAMPOMAGGIORE	13	6-7 5.24 ±0.28
8	1857 12 16 21:15	Basilicata	340	11 7.03 ±0.08
2-3	1894 05 28 20:15	POLLINO	122	7 5.08 ±0.14
NF	1989 05 29 11:19	VAL D'AGRI	77	5 4.50 ±0.14
6	1990 05 05 07:21	Potentino	1374	5.80 ±0.09
5-6	1991 05 26 12:26	Potentino	597	7 5.11 ±0.09
NF	1996 04 03 13:04	Irpinia	557	6 4.93 ±0.09
NF	1998 04 26 05:38	Potentino	67	4-5 4.26 ±0.24
NF	2002 04 18 20:56	Vallo di Diano	165	5 4.38 ±0.09

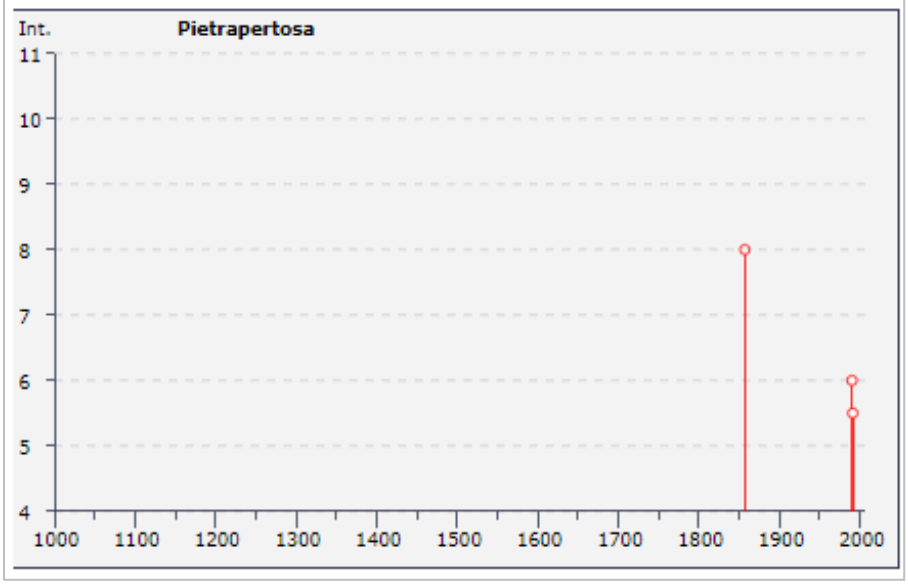


Fig.09: Diagramma della storia sismica di Pietrapertosa

Il Comune di Pietrapertosa ricade in **Zona sismica 2**, secondo l'O.P.C.M. n.3274/2003 in materia di classificazione sismica del territorio nazionale. Secondo la nuova zonazione sismica della L.R. 9/2011 e s.m.i., è classificato come zona **2c**, a cui è attribuito il valore di PGA di **0.200 g**.

Poiché gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di opere di consolidamento e di drenaggio su rete viaria la cui interruzione provocherebbe situazioni di emergenza, secondo le

definizioni del paragrafo.2.4.2 del D.M. 17/01/2018 esse ricadono in classe d'uso II; ne deriva che il coefficiente d'uso è Cu = 1.0.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido. Utilizzando l'elaborazione per la stabilità dei pendii e fondazioni, sono stati calcolati con GeoStru PS http://www.geostru.com/geoapp i parametri sismici per ciascuna delle cinque aree di intervento.

Al fine della caratterizzazione delle azioni sismiche di cui al paragrafo 3.2 delle NTC 2018 e della definizione delle forme spettrali in base ai parametri correlati al reticolo di riferimento, si riporta il dettaglio per ciascuna delle due aree di intervento, dove le misure sismiche effettuate hanno consentito di ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio nei primi 30 m (Vs,eq) ed una descrizione stratigrafica congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018.

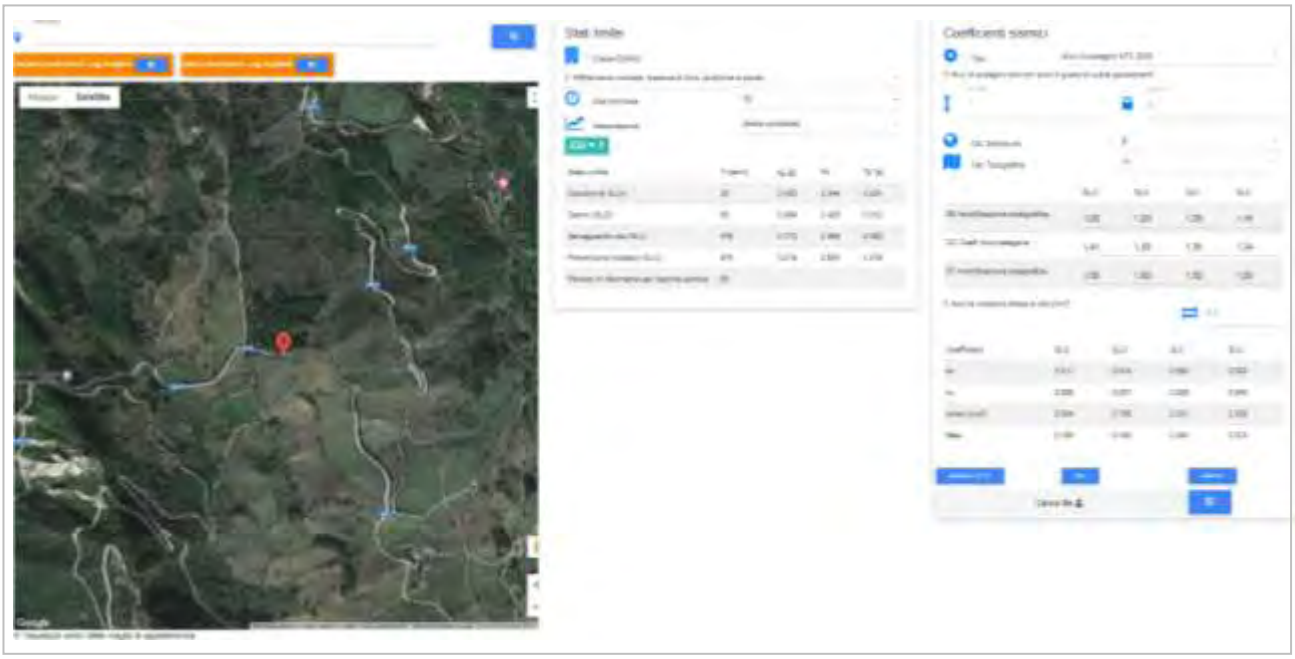
Intervento I al km 21+500

- **Classificazione della categoria di sottosuolo**:

  La descrizione stratigrafica è congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018, pertanto il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo "**B**".

- **Classificazione delle condizioni topografiche**:

  La categoria topografica è la T1, a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.0, come indicato nella tab. 3.2.V delle NTC 2018.



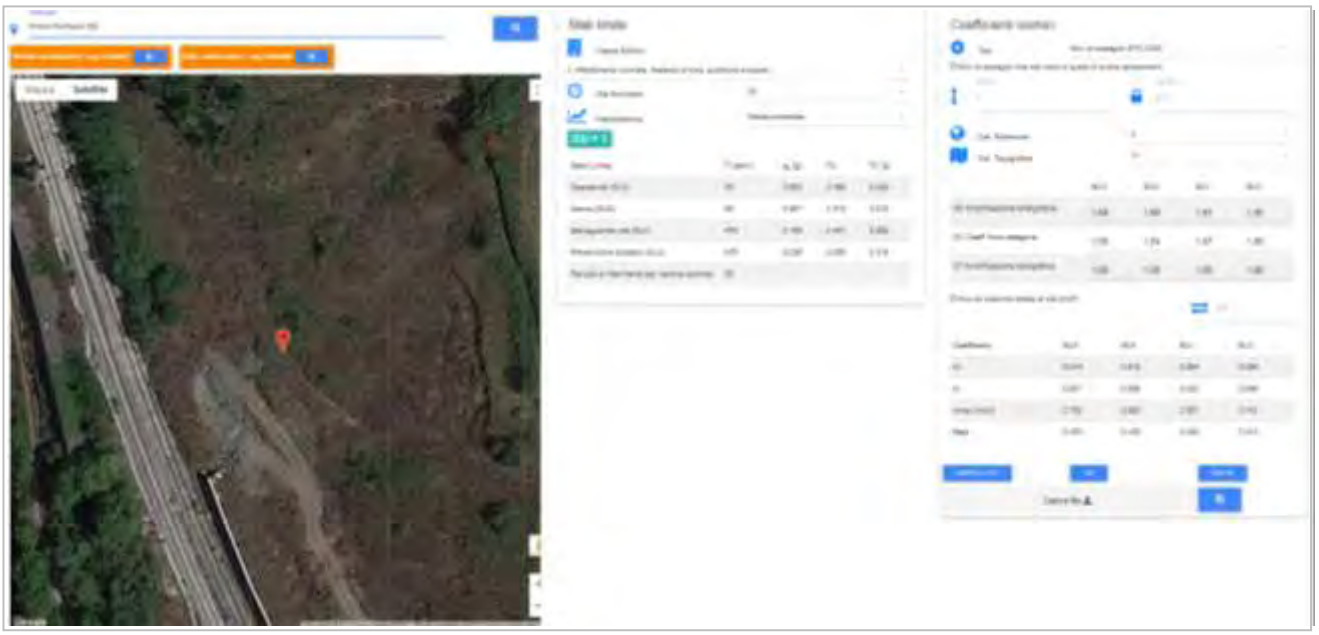
INTERVENTO II al km 21+000

- **Classificazione della categoria di sottosuolo**:

  La descrizione stratigrafica è congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018, pertanto il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo "**C**".

- **Classificazione delle condizioni topografiche**:

  La categoria topografica è la T1, a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.0, come indicato nella tab. 3.2.V delle NTC 2018.



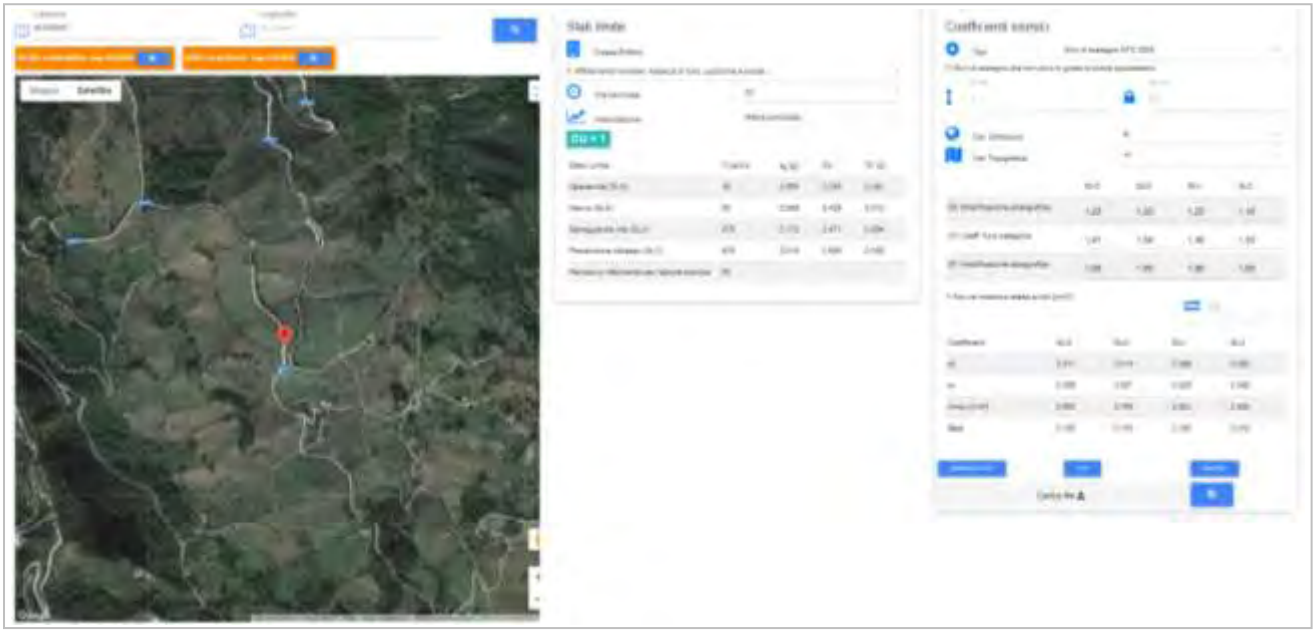
INTERVENTO III al km 20+500

- **Classificazione della categoria di sottosuolo**:

  La descrizione stratigrafica è congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018, pertanto il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo "B".

- **Classificazione delle condizioni topografiche**:

  La categoria topografica è la T1, a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.0, come indicato nella tab. 3.2.V delle NTC 2018.



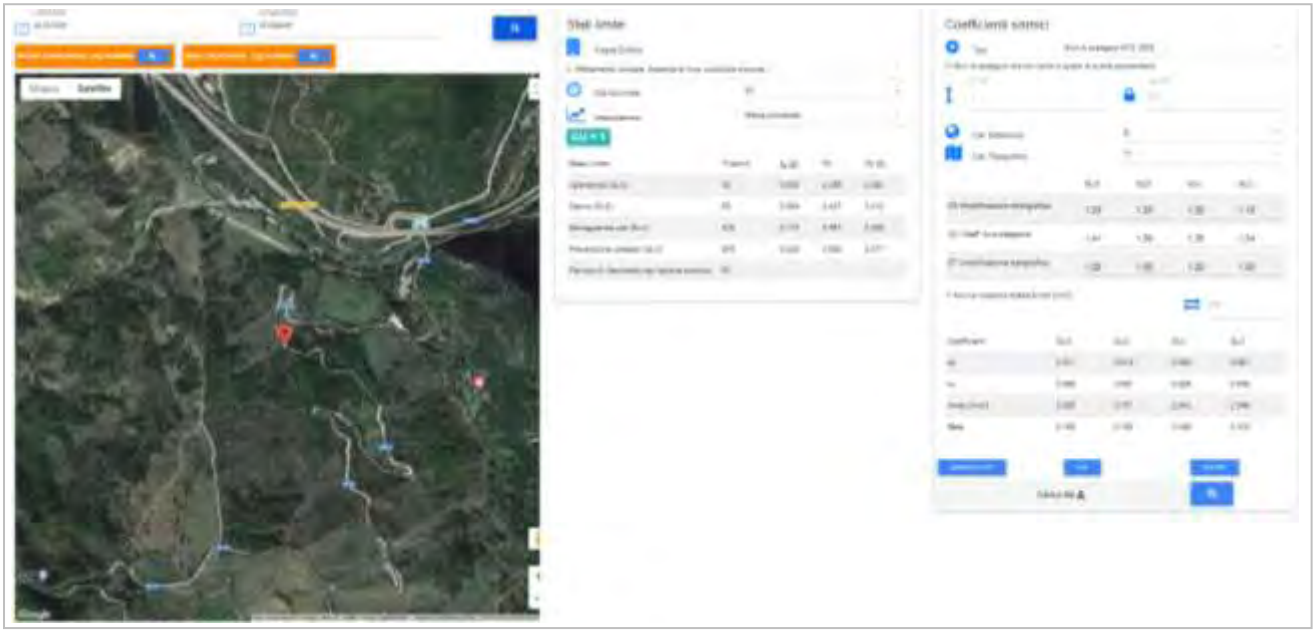
INTERVENTO IV al km 18+000

- **Classificazione della categoria di sottosuolo**:

  La descrizione stratigrafica è congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018, pertanto il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo "B".

- **Classificazione delle condizioni topografiche**:

  La categoria topografica è la T1, a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.0, come indicato nella tab. 3.2.V delle NTC 2018.



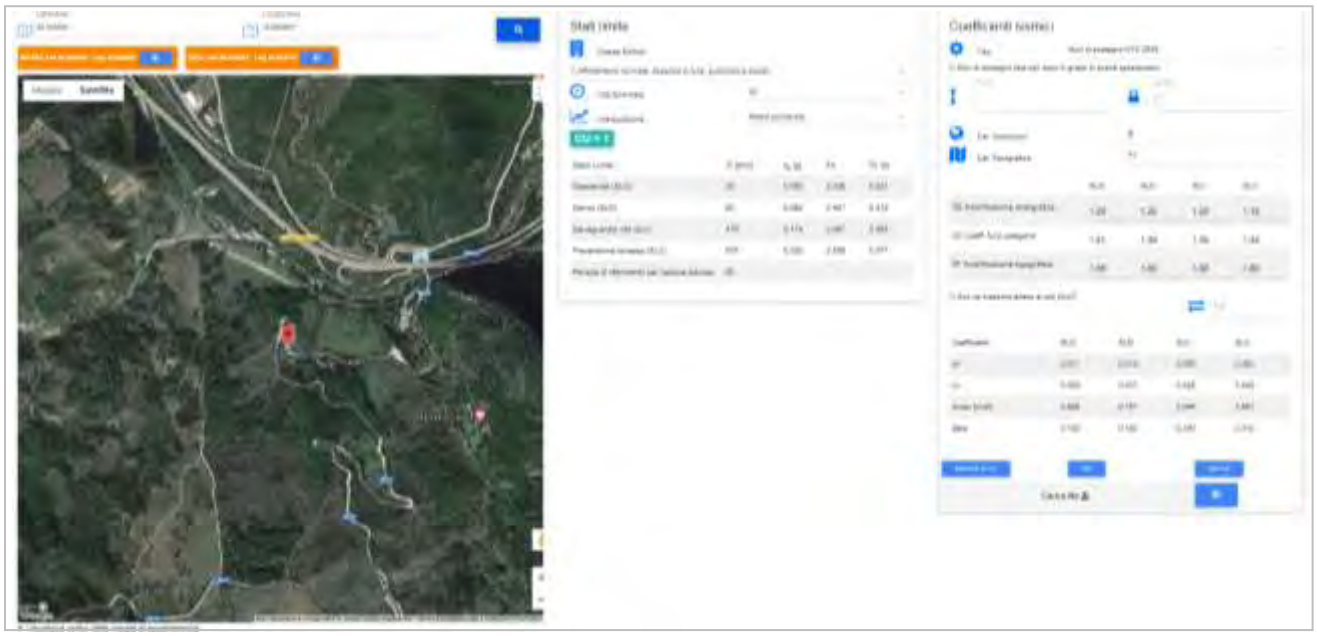
INTERVENTO V al km 17+500

- **Classificazione della categoria di sottosuolo**:

  La descrizione stratigrafica è congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018, pertanto il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo "B".

- **Classificazione delle condizioni topografiche**:

  La categoria topografica è la T1, a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.0, come indicato nella tab. 3.2.V delle NTC 2018.



11. MORFOLOGIA

Dal punto di vista morfologico, il tipo fisiografico dominante l'intero territorio entro cui ricadono gli interventi di progetto è la collina anche alta, il cui irregolare profilo è condizionato dalla disomogeneità litologica intrinseca delle formazioni affioranti: il carattere plastico dei terreni a prevalente componente argillosa determina una predominante a dossi collinari, con superfici sommitali da piatte a subarrotondate e versanti mediamente acclivi soggetti a franamento e ad erosione superficiale, talvolta in evidente approfondimento per ruscellamento concentrato; mentre, il più rigido comportamento delle formazioni dove in affioramento prevale la componente lapidea/pseudo-lapidea è sottolineato da gradienti di pendio più marcati.

La sommatoria delle caratteristiche litologiche, meccaniche e di permeabilità dei terreni affioranti, si traduce nelle problematiche che allo stato attuale coinvolgono il tratto di strada in esame e che, con la loro evoluzione, ne hanno inficiato la funzionalità.

Come ampiamente anticipato, la strada riversa in condizioni di dissesto diffuso ma, limitati dalla disponibilità economica, sono stati studiati con *grado di progettazione esecutiva* solo tre settori considerati più critici ampiamente trattati nei precedenti capitoli e ritenuti a maggiore rischio per la circolazione veicolare, di cui uno comprendente un intervento strutturale sul ponte in pietra al km 18+000. Gli altri due interventi avranno, invece, avranno *un grado di approfondimento definitivo.*

Ciò premesso, si precisa che **l'oggetto centrale dello studio geomorfologico è stata la sede stradale**, con il suo immediato intorno, e che **gli interventi che si realizzeranno non saranno di consolidamento dei versanti da monte a valle, per tutta la loro estensione, ma saranno opere di presidio e consolidamento della strada stessa**. Quindi, anche in virtù della complessa evoluzione morfologica subita dai versanti ed ancora in atto su di essi, che è il frutto di un'intima commistione fra movimenti di massa antichi e recenti, processi erosivi ancor oggi intensi e modellamento ad opera delle acque incanalate, non è stato condotto uno studio volto a caratterizzare in maniera dettagliata e puntuale le frane e le loro singole parti (corona, testata, scarpate, fratture, superfici di separazione,...), ma piuttosto volto ad individuare e definire le masse di terreno mobilizzate. I movimenti gravitativi che coinvolgono gli areali selezionati e studiati sono di tipo complesso e con tendenza evolutiva spesso retrogressiva, caratterizzati da una cinematica prevalentemente roto-traslativa, evolvente a luoghi in colata, che trova giustificazione nell'assetto strutturale e litologico delle formazioni caratterizzanti i settori. In generale, infatti, le cause del

rilassamento e franamento dei versanti vanno ricercate nella scadente qualità litologica e fisico-meccanica dei terreni in affioramento, nella presenza diffusa di materiali coerenti/pseudocoerenti, nella presenza di superfici di stratificazione e di discontinuità, nell'accentuata differenza tra le caratteristiche litotecniche del substrato s.s. e quelle dei terreni di copertura, nelle pendenze del pendio, nella cattiva regimentazione delle acque di corrivazione superficiale, tutti elementi che hanno favorito la rottura dell'equilibrio naturale dei pendii. Dal rilevamento di superficie è chiaramente emerso che tali settori sono interessati già da alcuni decenni da marcata morfoevoluzione, tant'è che i terreni coinvolti dai movimenti gravitativi sono di tipo detritico e per le loro caratteristiche litologiche, fisico-meccaniche ed idrogeologiche, sono stati facile preda delle acque di corrivazione superficiale che hanno provocato, e provocano ancora, la perturbazione delle caratteristiche geotecniche del terreno e degli equilibri tensionali. Infatti, l'infiltrazione delle acque meteoriche e la loro permeazione nel sottosuolo (detritico) provoca l'aumento del grado di saturazione, rendendo il terreno molto pesante, compressibile e plastico, e determina la conseguente diminuzione dei parametri di resistenza meccanica a causa dell'adsorbimento idrico dei minerali argillosi, che produce stati di consistenza da plastici a molto plastici, nonché fenomeni di "allentamento", "ammorbidimento" e "rigonfiamento" (*weakening* e *softening*). Inoltre, con l'aumentare della profondità e con la diminuzione della permeabilità, l'acqua di infiltrazione comincia a scorrere verso valle, con creazione di un regime idraulico di filtrazione parallela al pendio, lungo l'interfaccia "terreno detritico-terreno impermeabile" che si comporta come superficie di "scollamento" tra i due materiali. Il prodotto di questi fenomeni e la loro interazione si esplica con la attivazione/riattivazione dei movimenti franosi.

La maggior parte degli interventi da attuarsi nell'ambito dei *"Lavori di Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa Area Centro - F.S.C. 2014/2020*", riguardano essenzialmente la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'arteria stradale con rifacimento del binder e in alcuni casi del sottofondo stradale, mentre in quattro tratti è prevista la realizzazione di opere strutturali di consolidamento. I principali interventi di consolidamento sono stati individuati al km 21+500, al km 21+000, al km 20+500 e al km 17+500, mentre l'intervento di manutenzione straordinaria e di consolidamento del ponte in pietra ricade al km 18+000. Ad esclusione del ponte, le altre chilometriche ricadono baricentriche a dei movimenti fransosi attivi: al km 21+500 la morfoevoluzione della frana, oltre a dissestare gravemente la gabbionata di controripa realizzata a monte della strada per sostenere la scarpata, ha sormontato i gabbioni riversando grossi quantitativi

di terreno sulla sede stradale (ad oggi parzialmente rimosso); la frana al km 21+000 ha creato il cedimento della sede stradale che ha comportato il suo abbassamento e traslazione di oltre un metro, con formazione di numerosi tagli sul manto bituminoso che risultano pericolosissimi per la circolazione veicolare; la frana al km 20+500 ha dissestato il muro in c.c.a di sottoscarpa facendolo rotare verso valle e crendo un abbassamento della strada con lesioni da trazione sul manto stradale; il movimento franoso al km 17+500 ha provocato il cedimento della corsia di valle e parte di quella di monte della strada per qualche decimetro. L'altro intervento da realizzarsi al km 18+000 è mirato alla salvaguardia ed al recupero conservativo di opere esistenti, ed in particolare, riguardano la manutenzione straordinaria di un ponte a due arcate che allo stato attuale presenta nella zona assiale della calotta un quadro fessurativo longitudinale.

Da quanto appena riportato risulta, dunque, che l'arteria di che trattasi è interessata da numerosi movimenti franosi che, inserendosi in settori di versante con caratteri morfologici complessi, già da molti anni, hanno e continuano a dissestare la strada provinciale con movimenti più o meno lenti, in funzione degli apporti idrici nel terreno, nonostante ripetuti tentativi di regimentazione delle acque superficiali e di ripristino della massicciata e pavimentazione stradale. Purtroppo, la morfoevoluzione di questi movimenti gravitativi e le masse in gioco sono tali che, gli interventi di drenaggio per l'abbassamento della falda a qualche metro al disotto del piano campagna, di riprofilatura del versante, di regimentazione delle acque di corrivazione superficiali, possono al massimo contribuire ad un rallentamento del cinematismo, ma non al suo consolidamento definitivo. Infatti, le condizioni di quiescenza delle frane vengono meno ogni qual volta si ha un sovralzo della falda. Il tutto evolve con la rimobilizzazione di enormi masse terrose.

Per il consolidamento definitivo della Strada Provinciale n. 13 sarebbe necessario intervenire in molti tratti con costose opere strutturali/geotecniche di consolidamento atte a stabilizzare i movimenti franosi e mettere in sicurezza la viabilità, opere assolutamente non compatibili con gli esigui fondi a disposizione dell'Amministrazione Provinciale. Da qui la scelta di intervenire con opere utili a garantire una sorta di "convivenza" tra morfoevoluzione dei dissesti e percorribilità della strada stessa. Dunque, la maggior parte degli interventi previsti in progetto non hanno la "presunzione" di consolidare definitivamente i dissesti di che trattasi, ma di assolvere sicuramente la funzione di meglio regimentare il deflusso delle acque di corrivazione superficiali, nonché di quelle di permeazione nei livelli più superficiali dei terreni in affioramento, oltre a ricostruire la sezione stradale originaria.

Elementi, questi ultimi, che bene contribuiranno ad una mitigazione locale dei processi morfoevolutivi in atto.

Di seguito si passerà in rassegna tutti e cinque gli interventi previsti di cui, come già accennato in premessa, gli Interventi I e II con *grado esecutivo*, mentre l'Intervento III e V con *grado definitivo*; invece sull'Intervento IV si disquisirà solo sui risultati delle sismiche eseguite, poiché i lavori previsti saranno solo del tipo strutturale.

Intervento I al km 21+500

In questo tratto la strada si sviluppa a mezza costa e insiste sulla parte medio-alta di un grosso movimento franoso, quiescente allo stato attuale, di cui si è verificata una limitata riattivazione nella immediatamente a monte della SP13 che ha causato il riversamento di materiale sulla sede stradale e dissesto con traslazione dei gabbioni di controripa.

L'intervento di messa in sicurezza in tale tratto riguarda la rimozione del materiale riversato sulla strada, la riprofilatura della scarpata di monte e il rifacimento della gabbionata di sostegno per una lunghezza di circa 25-30 m e di altezza di circa 2,50-3,00 m. Anche in questo caso, l'intervento non comporterà alterazioni della componente paesaggistica e della visione di insieme dei luoghi, in quanto l'opera sarà ripristinata tal qual e per il riempimento dei gabbioni sarà recuperato e riutilizzato il materiale già disponibile.

Per la geometria del movimento si rimanda all'Allegato 01/a: **Cartografia Tematica Intervento I.**

Intervento II al km 21+000

In questo tratto la strada insiste sulla parte medio-alta di un grosso movimento franoso il cui piede raggiunge il Torrente La Rossa. Si tratta di una frana del tipo rototraslativo evolvente in colata nel

settore a valle del km 21+000, tanto che una colata di fango e terra si è riversanto sulla stessa strada in corrispondenza del km 19+800 circa. Lo spessore del detrito di frana mobilitato e di circa 5-6.00 m. La strada sviluppa sulla frana con una sezione prevalentemente a "mezza costa", con lievo scavo a monte e riporto a valle. Il riporto in alcuni punti raggiunge spessori anche di 4/5.00 m, tanto da essere sostenuto, nel punto con maggior spessore ed in cui si è avuto anche il cedimento più significativo della sede stradale, da un'opera di sottoscarpa costituito da un muro su pali di grande diametro, che risulta in grave dissesto con evidenze di un quadro fessurativo riconducibile agli sforzi di taglio indotti dal cinematismo del movimento franoso. Le opere di consolidamento da attuare in tale tratto riguardano l'esecuzione di una paratia di pali trivellati disposti a quinconce collegati in testa da un cordolo di ripartizione, da realizzarsi al bordo della corsia di valle, tra la banchina e l'opera di consolidamento già esistente. E' da premettere che l'inserimento di tale opera nel contesto paesaggistico dei luoghi non avrà alcun tipo di impatto visivo, in quanto, i pali ed il cordolo di ripartizione saranno totalmente interrati e realizzati quindi ad una quota al di sotto del piano campagna, mentre l'estradosso del cordolo sarà ricoperto da terreno vegetale sul quale attecchirà naturalmente il manto erboso. Sul lato monte e valle della strada, all'interno del corpo franoso, è inoltre necessario realizzare un sistema di trincee drenanti costituite da un braccio principale collegato ad un tombino cha attraverserà la sede stradale (settore di monte della strada) e da rami secondari

disposti in modo obliquo (a spina di pesce), in modo tale da intercettare le acque di scorrimento ipodermico e profonde (fino a circa 4.00 m) che permeano facilmente nel detrito di frana (favorite dalla configurazione morfologica a "conca" di questo settore di versante). L'intercettazione delle acque di scorrimento ipodermico e di quelle più profonde sicuramente contribuirà ad un abbattimento delle sovrappressioni neutre con ovvi giovamenti alla stabilità del versante, almeno in questo settore. L'acqua drenata sarà convogliata nel sottostante fosso naturale. Da un punto di vista paesaggistico, anche la realizzazione delle trincee drenanti non comporterà alcun tipo di impatto, se non durante le fasi di realizzazione delle stesse, infatti le fasi di esecuzione prevedranno uno scavo a sezione obbligata o trapezioidale, posizionamento del geotessile sulle pareti dello scavo, posa del tubo drenante alla base, riempimento dello scavo con inerte (fino a circa 0,50-0,80 m dal piano campagna) chiusura dell'inerte con tessuto non tessuto e infine posa dello strato superiore di terreno vegetale e trasporto a discarica o riutilizzo del materiale scavato in ottemperanza a quanto previsto dal DPR 120/2017. Realizzati i drenaggi sarà necessario procedere alla regolarizzazione morfologica del versante eliminando le pendenze e contropendenze da frana, in modo tale da eliminare i cosiddetti laghetti di contropendenza incanalando le relative acque nei drenaggi. Pertanto, dopo la realizzazione di tali interventi, i terreni potranno continuare ad essere utilizzati per gli scopi attuali, e gli interventi non costituiranno alcun tipo di impedimento alle pratiche agricole normalmente attuate che riguardano principalmente la produzione di cereali o foraggio.

Per la geometria del movimento si rimanda all'Allegato 01/b: **Cartografia Tematica Intervento II.**

Quanto appena riportato rappresentano gli interventi necessari per procedere al consolidamento definitivo della strada e di una porzione del versante a monte ed a valle della stessa. Poiché la lunghezza della paratia è di circa 100 m si è verificato che le somme a disposizione non risultano sufficienti neanche per la sola realizzazione di quest'ultima. In considerazione che tale frana è in forte morfoevoluzione e che le condizioni di stabilità del muro su pali di sottoscarpa, che in parte ad oggi ancora riesce ad assolvere la sua funzione geotecnica, risultano essere sempre più precarie tanto che, soprattutto in occasione di eventi meteorici anche non eccezionali, si potrebbe avere il suo collasso con conseguenziale franamento di tutta la strada e con richiamo di grosse masse terrose dal settore più alto del corpo franoso. Chiaramente il tutto comporterebbe l'isolamento del centro abitato di Pietrapertosa. Pertanto, in accordo con l'Amministrazione Provinciale, si è scelto di intervenire

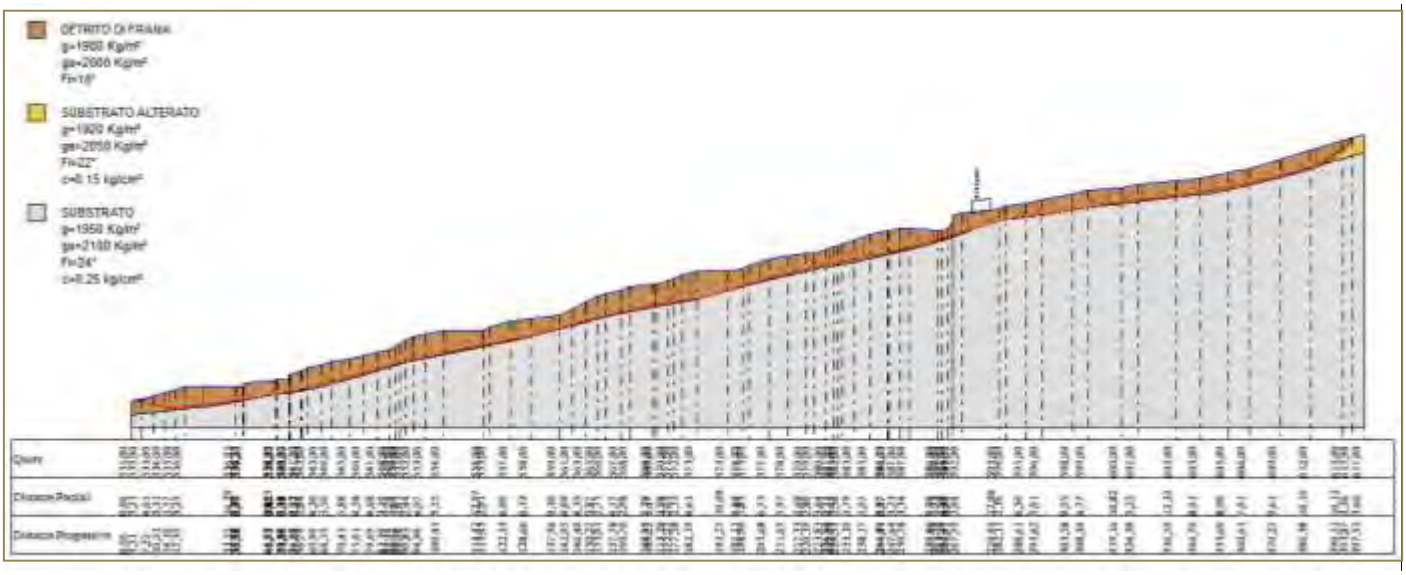
con opere utili a rallentare la morfoevoluzione del versante in modo tale da creare quella sorta di "convivenza" tra movimento franoso e percorribilità della strada stessa, senza pretendere però un consolidamento definitivo del dissesto. In merito si è pensato di procedere solo con l'esecuzione del sistema di "drenaggi a spina di pesce" da realizzarsi su tutto il settore di frana di interesse, così come meglio riportato negli elaborati progettuali. In effetti, come si dimostrerà qui di seguito con una verifica di stabilità eseguita sulla Sezione Litotecnica A-B si è verificato che, abbattendo la falda ci circa 3/4.00 m rispetto all'attuale piano campagna, si ha un incremento del coefficiente di sicurezza che passa da Fs=0.74 con falda a piano campagna a Fs=0.92 con falda a -3.00 m dal p.c..

Dunque, sono state eseguite n°2 verifiche: la prima con falda a piano campagna e senza sisma, quindi nelle condizioni naturali ed attuali del pendio, la seconda abbattendo la falda di circa m 3.00 dal p.c. così come di seguito riportato. I risultati ottenuti evidenziano un incremento del coefficiente di sicurezza Fs, pur rimanendo al disotto dell'unità (condizione di equilibrio), abbattendo la falda a - 3.00 m dal p.c.. E' possibile affermare che, comunque, si avrebbe un notevole rallentamento del cinematismo del corpo franoso ma, soprattutto, il sistema di drenaggi, intercettando le acque di scorrimento ipodermico e di quelle più profonde, sicuramente contribuirà ad un abbattimento delle sovrappressioni neutre con ovvi giovamenti alla stabilità del versante, almeno in questo settore di versante.

Di seguito si riportano le verifiche di stabilità nelle due condizioni di flada:

Sez. A-B:

- **Verifica di Stabilità n°1:**
- **Condizione di verifica:** ***ANTE OPERAM con falda a piano campagna***



Analisi di stabilità dei pendii con BELL

Numero di strati	3,0
Numero dei conci	35,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3
14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0

21	64,55	544,0
22	70,43	545,0
23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0
47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0
73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0

79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Falda

Nr.	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3
14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0
23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0

45	173,2	570,0
46	175,25	571,0
47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0
73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	13,52	528,43
3	27,05	530,11
4	43,7	532,82
5	60,35	535,54
6	74,16	539,65
7	87,96	543,75
8	106,88	547,49
9	125,8	551,23
10	140,54	555,06

11	155,27	558,89
12	183,38	564,15
13	201,27	569,47
14	221,11	573,87
15	232,47	575,85
16	240,96	577,89
17	255,58	581,1
18	266,42	584,72
19	272,29	586,98
20	281,03	589,44
21	296,42	591,63
22	309,48	593,75
23	320,86	594,98
24	335,15	596,76
25	347,62	597,97
26	359,93	600,78
27	366,06	602,01
28	373,87	604,24
29	381,68	606,47
30	383,3	607,15
31	386,05	608,67
32	387,9	609,78
33	389,22	610,91
34	390,55	611,84
35	392,44	613,77
36	393,87	615,98
37	397,53	617,0

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	6,76	527,6
3	13,52	528,43
4	20,28	529,27
5	27,05	530,11
6	35,37	531,46
7	43,7	532,82
8	52,03	534,18
9	60,35	535,54
10	74,16	539,65
11	87,96	543,75
12	116,34	549,36
13	125,8	551,23
14	133,17	553,15
15	140,54	555,06
16	147,9	556,98
17	155,27	558,89
18	169,33	561,52
19	183,38	564,15
20	201,27	569,47
21	211,19	571,67
22	221,11	573,87
23	232,47	575,85
24	240,96	577,89
25	248,27	579,5
26	255,58	581,1
27	261,0	582,91

28	266,42	584,72
29	272,29	586,98
30	281,03	589,44
31	296,42	591,63
32	309,48	593,75
33	320,86	594,98
34	335,15	596,76
35	347,62	597,97
36	359,93	600,78
37	366,06	602,01
38	373,87	604,24
39	381,68	606,47
40	383,3	607,15
41	388,14	608,49
42	391,27	609,3
43	394,89	610,54
44	397,53	611,17

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	0,69	531,32
2	12,46	529,18
3	28,46	530,85
4	52,56	534,67
5	65,69	537,77
6	83,83	543,03
7	106,03	547,8
8	127,51	552,1
9	135,87	554,01
10	142,16	555,97
11	148,01	557,57
12	162,06	560,73
13	174,46	563,09
14	184,89	564,86
15	199,26	568,99
16	212,25	572,73
17	226,22	575,69
18	245,31	579,43
19	259,29	582,97
20	282,32	590,05
21	300,43	592,42
22	318,14	595,37
23	340,38	597,73
24	353,57	600,09
25	367,35	603,04
26	381,12	606,78
27	388,21	611,11
28	393,43	615,89

Stratigrafia

C'_k: coesione; **φ'_k**: Angolo di attrito; **γ_{vk}**: Peso dell'unita di volume; **γ_{satk}**: Peso dell'unita di volume saturo

Strato	**C'_k** (kg/cm²)	**φ'_k** (°)	**γ_{vk}** (Kg/m³)	**$\gamma_{sat\,k}$** (Kg/m³)		
1	0.00	18	1900	2000		
2	0.15	22	1920	2050	Substrato alterato	
3	0.25	24	1950	2100	Substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm²)
1	271	591,95	277	591,95	0,5

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato 0,74

==========

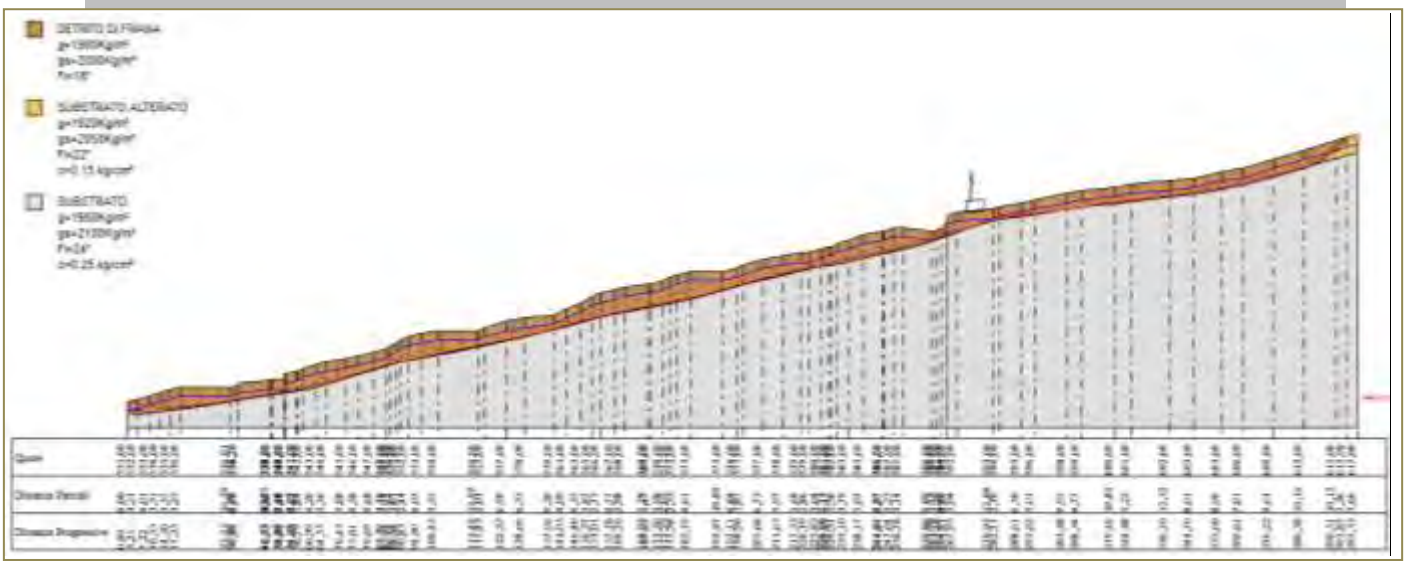
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=0,74

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,21	-10,3	11,4	57405,48	0,0	0,0	0,0	18,0	2559,7	31552,3	13307,4
2	11,21	5,5	11,26	69741,95	0,0	0,0	0,0	18,0	6219,6	67384,8	28089,7
3	11,21	7,6	11,31	55391,27	0,0	0,0	0,0	18,0	4939,8	52945,6	22166,1
4	11,21	9,0	11,35	53834,24	0,0	0,0	0,0	18,0	4803,3	51143,6	21487,2
5	11,21	10,7	11,41	121809,7	0,0	0,0	0,0	18,0	5431,5	57474,8	24272,2
6	11,21	13,9	11,55	142216,1	0,0	0,0	0,0	18,0	6341,4	66424,5	28399,7
7	11,21	16,1	11,67	125932,6	0,0	0,0	0,0	18,0	5615,3	58521,8	25281,2
8	11,21	13,7	11,54	130351,2	0,0	0,0	0,0	18,0	5812,3	60915,3	26021,9
9	11,21	12,1	11,47	169289,9	0,0	0,0	0,0	18,0	7548,6	79486,8	33738,0
10	11,21	11,6	11,45	133474,8	0,0	0,0	0,0	18,0	5951,6	62776,9	26595,0
11	11,21	11,3	11,44	125799,8	0,0	0,0	0,0	18,0	5609,4	59230,0	25064,8
12	11,21	12,4	11,48	122224,5	0,0	0,0	0,0	18,0	5450,0	57336,5	24362,7
13	11,21	16,4	11,69	111302,7	0,0	0,0	0,0	18,0	4963,0	51702,4	22358,9
14	11,21	13,0	11,51	162318,5	0,0	0,0	0,0	18,0	7237,7	76015,2	32371,2
15	11,21	11,5	11,44	166982,1	0,0	0,0	0,0	18,0	7445,7	78570,9	33270,6
16	11,21	10,2	11,39	171801,7	0,0	0,0	0,0	18,0	7660,6	81220,7	34243,1
17	11,21	13,5	11,53	169816,9	0,0	0,0	0,0	18,0	7572,1	79415,4	33887,2
18	11,21	16,1	11,67	126283,0	0,0	0,0	0,0	18,0	5630,9	58695,2	25344,4
19	11,21	15,4	11,63	132338,6	0,0	0,0	0,0	18,0	5900,9	61588,8	26513,7
20	11,21	11,9	11,46	105867,1	0,0	0,0	0,0	18,0	4720,6	49741,2	21096,3
21	11,21	11,2	11,43	130449,7	0,0	0,0	0,0	18,0	5816,7	61451,6	25991,6
22	11,21	11,7	11,45	152729,9	0,0	0,0	0,0	18,0	6810,1	71807,6	30432,8
23	11,21	14,2	11,57	119010,5	0,0	0,0	0,0	18,0	5306,6	55544,4	23777,9
24	11,21	17,0	11,72	86788,53	0,0	0,0	0,0	18,0	3869,9	40269,6	17472,1
25	11,21	17,1	11,73	134123,2	0,0	0,0	0,0	18,0	4642,8	76137,2	33055,6
26	11,21	8,4	11,33	93736,65	0,0	0,0	0,0	18,0	4179,7	44643,2	18725,5
27	11,21	8,0	11,32	105982,1	0,0	0,0	0,0	18,0	4725,7	50558,3	21186,9
28	11,21	9,5	11,37	116517,9	0,0	0,0	0,0	18,0	5195,5	55242,1	23239,4
29	11,21	7,1	11,3	106188,8	0,0	0,0	0,0	18,0	4734,9	50886,0	21276,8
30	11,21	6,1	11,28	53667,93	0,0	0,0	0,0	18,0	4786,1	51691,8	21570,7
31	11,21	9,0	11,35	100484,9	0,0	0,0	0,0	18,0	4480,6	47723,5	20052,5
32	11,21	11,2	11,43	53533,1	0,0	0,0	0,0	18,0	4774,1	50424,6	21332,3
33	11,21	13,1	11,51	53359,26	0,0	0,0	0,0	18,0	4758,6	49961,1	21285,5
34	11,21	16,8	11,72	115487,2	0,0	0,0	0,0	18,0	5149,5	53598,0	23238,5
35	11,21	36,9	14,02	57389,06	0,0	0,0	0,0	18,0	2559,0	27359,4	14198,3

Sez. A-B:

- **Verifica di Stabilità n°2:**
- **Condizione di verifica:** ***POST OPERAM con falda a -3.00 m dal piano campagna***



Analisi di stabilità dei pendii con BELL

Numero di strati	3,0
Numero dei conci	35,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3
14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0

23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0
47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0
73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0

81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Falda

Nr.	X m	y m
1	0,0	528,0
2	3,21	529,0
3	7,22	530,0
4	10,53	531,0
5	14,1	532,0
6	17,35	533,0
7	33,55	533,01
8	35,88	533,2
9	36,18	533,2
10	36,18	534,2
11	46,53	535,0
12	46,53	535,3
13	46,93	535,3
14	50,88	535,3
15	50,88	537,0
16	51,06	537,0
17	54,68	538,0
18	54,95	538,0
19	56,79	539,0
20	60,99	540,0
21	64,55	541,0
22	70,43	542,0
23	75,01	543,0
24	79,69	544,0
25	83,39	545,0
26	85,14	546,0
27	86,77	547,0
28	88,38	548,0
29	90,83	549,0
30	94,9	550,0
31	100,45	551,0
32	113,42	551,0
33	115,43	552,0
34	122,33	554,0
35	128,66	555,0
36	137,96	556,0
37	142,05	558,0
38	146,4	560,0
39	150,27	562,0
40	153,01	563,0
41	157,78	564,0
42	160,76	565,0
43	168,05	566,0
44	169,22	566,0
45	173,2	567,0
46	175,25	568,0

47	177,58	569,0
48	182,19	570,0
49	192,27	570,0
50	197,11	571,0
51	198,96	572,0
52	205,68	574,0
53	211,65	575,0
54	217,33	576,0
55	220,19	576,0
56	223,83	577,0
57	226,6	578,0
58	227,75	578,0
59	229,31	579,0
60	233,1	580,0
61	238,17	582,0
62	244,04	583,0
63	244,41	583,0
64	247,64	584,0
65	250,78	584,0
66	259,86	583,0
67	261,59	583,0
68	263,18	584,0
69	264,91	586,0
70	264,91	588,0
71	267,95	589,0
72	279,95	590,0
73	282,11	591,0
74	288,61	592,0
75	293,62	593,0
76	303,58	595,0
77	308,34	596,0
78	319,16	597,0
79	324,38	598,0
80	336,7	599,0
81	344,7	600,0
82	353,6	602,0
83	360,61	603,0
84	370,22	606,0
85	380,38	609,0
86	390,51	612,0
87	393,87	612,98
88	397,53	614,0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	13,52	528,43
3	27,05	530,11
4	43,7	532,82
5	60,35	535,54
6	74,16	539,65
7	87,96	543,75
8	106,88	547,49
9	125,8	551,23
10	140,54	555,06
11	155,27	558,89
12	183,38	564,15

13	201,27	569,47
14	221,11	573,87
15	232,47	575,85
16	240,96	577,89
17	255,58	581,1
18	266,42	584,72
19	272,29	586,98
20	281,03	589,44
21	296,42	591,63
22	309,48	593,75
23	320,86	594,98
24	335,15	596,76
25	347,62	597,97
26	359,93	600,78
27	366,06	602,01
28	373,87	604,24
29	381,68	606,47
30	383,3	607,15
31	386,05	608,67
32	387,9	609,78
33	389,22	610,91
34	390,55	611,84
35	392,44	613,77
36	393,87	615,98
37	397,53	617,0

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	6,76	527,6
3	13,52	528,43
4	20,28	529,27
5	27,05	530,11
6	35,37	531,46
7	43,7	532,82
8	52,03	534,18
9	60,35	535,54
10	74,16	539,65
11	87,96	543,75
12	116,34	549,36
13	125,8	551,23
14	133,17	553,15
15	140,54	555,06
16	147,9	556,98
17	155,27	558,89
18	169,33	561,52
19	183,38	564,15
20	201,27	569,47
21	211,19	571,67
22	221,11	573,87
23	232,47	575,85
24	240,96	577,89
25	248,27	579,5
26	255,58	581,1
27	261,0	582,91
28	266,42	584,72
29	272,29	586,98

30	281,03	589,44
31	296,42	591,63
32	309,48	593,75
33	320,86	594,98
34	335,15	596,76
35	347,62	597,97
36	359,93	600,78
37	366,06	602,01
38	373,87	604,24
39	381,68	606,47
40	383,3	607,15
41	388,14	608,49
42	391,27	609,3
43	394,89	610,54
44	397,53	611,17

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	0,69	531,32
2	12,46	529,18
3	28,46	530,85
4	52,56	534,67
5	65,69	537,77
6	83,83	543,03
7	106,03	547,8
8	127,51	552,1
9	135,87	554,01
10	142,16	555,97
11	148,01	557,57
12	162,06	560,73
13	174,46	563,09
14	184,89	564,86
15	199,26	568,99
16	212,25	572,73
17	226,22	575,69
18	245,31	579,43
19	259,29	582,97
20	282,32	590,05
21	300,43	592,42
22	318,14	595,37
23	340,38	597,73
24	353,57	600,09
25	367,35	603,04
26	381,12	606,78
27	388,21	611,11
28	393,43	615,89

Stratigrafia

C'$_k$: coesione; **φ'$_k$**: Angolo di attrito; **γ$_{vk}$**: Peso dell'unita di volume; **γ$_{satk}$**: Peso dell'unita di volume saturo

Strato	**C'$_k$** (kg/cm²)	**φ'$_k$** (°)	**γ$_{vk}$** (Kg/m³)	**γ$_{sat\,k}$** (Kg/m³)		
1	0.00	18	1900	2000		
2	0.15	22	1920	2050	Substrato alterato	
3	0.25	24	1950	2100	Substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm²)
1	271	591,95	277	591,95	0,5

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato 0,92

==========

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=0,92

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,21	-10,3	11,4	54535,21	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	-112296,8	-31144,0
2	11,21	5,5	11,26	136120,0	0,0	0,0	0,0	18,0	3219,6	110986,3	30780,6
3	11,21	7,6	11,31	107418,6	0,0	0,0	0,0	18,0	1939,8	140539,7	38976,8
4	11,21	9,0	11,35	104307,2	0,0	0,0	0,0	18,0	1803,3	166433,7	46158,2
5	11,21	10,7	11,41	118445,7	0,0	0,0	0,0	18,0	2431,5	225769,6	62614,2
6	11,21	13,9	11,55	138852,1	0,0	0,0	0,0	18,0	3341,4	352023,0	97628,9
7	11,21	16,1	11,67	122568,6	0,0	0,0	0,0	18,0	2615,3	371701,7	103086,5
8	11,21	13,7	11,54	126987,2	0,0	0,0	0,0	18,0	2812,3	319362,9	88571,0
9	11,21	12,1	11,47	165925,9	0,0	0,0	0,0	18,0	4548,6	352342,1	97717,4
10	11,21	11,6	11,45	130110,8	0,0	0,0	0,0	18,0	2951,6	269318,1	74691,8
11	11,21	11,3	11,44	122435,8	0,0	0,0	0,0	18,0	2609,4	247483,6	68636,3
12	11,21	12,4	11,48	118860,5	0,0	0,0	0,0	18,0	2450,0	268436,3	74447,2
13	11,21	16,4	11,69	107938,7	0,0	0,0	0,0	18,0	1963,0	335989,9	93182,3
14	11,21	13,0	11,51	158954,5	0,0	0,0	0,0	18,0	4237,7	366868,3	101746,0
15	11,21	11,5	11,44	163618,1	0,0	0,0	0,0	18,0	4445,7	326139,0	90450,3
16	11,21	10,2	11,39	168437,7	0,0	0,0	0,0	18,0	4660,6	289850,9	80386,3
17	11,21	13,5	11,53	166452,9	0,0	0,0	0,0	18,0	4572,1	399680,0	110845,9
18	11,21	16,1	11,67	122919,0	0,0	0,0	0,0	18,0	2630,9	370332,5	102706,8
19	11,21	15,4	11,63	128974,6	0,0	0,0	0,0	18,0	2900,9	370177,8	102663,9
20	11,21	11,9	11,46	102503,1	0,0	0,0	0,0	18,0	1720,6	225500,6	62539,6
21	11,21	11,2	11,43	127085,6	0,0	0,0	0,0	18,0	2816,7	251883,5	69856,5
22	11,21	11,7	11,45	149365,9	0,0	0,0	0,0	18,0	3810,1	307875,6	85385,2
23	11,21	14,2	11,57	115646,5	0,0	0,0	0,0	18,0	2306,6	305608,1	84756,3
24	11,21	17,0	11,72	83424,52	0,0	0,0	0,0	18,0	869,9	278270,9	77174,7
25	11,21	17,1	11,73	130759,2	0,0	0,0	0,0	18,0	1642,8	436473,9	121050,2
26	11,21	8,4	11,33	90372,65	0,0	0,0	0,0	18,0	1179,7	137430,1	38114,4
27	11,21	8,0	11,32	102618,1	0,0	0,0	0,0	18,0	1725,7	144112,3	39967,6
28	11,21	9,5	11,37	113153,9	0,0	0,0	0,0	18,0	2195,5	188589,6	52302,8
29	11,21	7,1	11,3	102824,8	0,0	0,0	0,0	18,0	1734,9	124427,3	34508,3
30	11,21	6,1	11,28	103971,9	0,0	0,0	0,0	18,0	1786,1	104794,2	29063,3
31	11,21	9,0	11,35	97120,92	0,0	0,0	0,0	18,0	1480,6	158117,2	43851,7
32	11,21	11,2	11,43	103702,3	0,0	0,0	0,0	18,0	1774,1	212804,4	59018,5
33	11,21	13,1	11,51	103354,6	0,0	0,0	0,0	18,0	1758,6	252162,0	69933,8
34	11,21	16,8	11,72	112123,2	0,0	0,0	0,0	18,0	2149,5	359846,1	99798,5
35	11,21	36,9	14,02	54519,61	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	463021,1	128412,7

Intervento III al km 20+500

In questo tratto la strada è interessato da un movimento franoso del tipo rototraslativo con evidente vocazione retrogressiva, tanto che la stessa è stata perimetrata dall'Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale sede Basilicata come a rischio idrogeologico R3 (rischio elevato). In questo tratto negli anni già si è intervenuti con lavori di ripristino della sede stradale e sul muro di sottoscarpa. Purtrocco con le riattivazioni del movimento franoso, soprattutto in occasione di eventi meteorici eccezionali, gli interventi realizzati sono venuti meno. Infatti, ad oggi la riattivazione parziale della frana ha interessato grossomodo la corsia di valle della SP 13 dissestandola con fratture di trazione e con l'abbassamento del manto stradale, oltre a danneggiare gravemente il suddetto muro di sostegno. Quest'ultimo ha subito una vistosa rotazione verso valle. L'indagine sismica effettuata indicherebbe lo spessore del detrito di frana pari a circa 4-5.00 m e, quindi, una superficie di scivolamento a quella profondità. Per la redazione del progetto esecutivo sarà necessario effettuare i dovuti approfondimenti geognostici, in termini di indagini dirette e di prove ed analisi geotecniche di laboratorio, oltre ad uno studio geologico e geotecnico esecutivo corredato da tutti i tematismi ed elaborati del caso.

Al fine di dare delle prime indicazioni sulla geometria del movimento si rimanda all'Allegato 01/c: **Cartografia Tematica Intervento III**, inoltre alla luce dei primi risultati delle indagini geognostiche effettuate, si consiglia di prevedere una paratia di pali trivellati collegati in testa da un cordolo di ripartizione da realizzarsi immediatamente a valle della sede stradale.

Intervento IV al km 18+000

Tale intervento riguarda la manutenzione straordinaria di un'opera di attraversamento idraulico costituita da un ponte a due arcate diseuguali, che allo stato attuale mostra sul secondo arco in direzione Pietrapertosa, un quadro fessurativo ad andamento longitudinale, chiaramente visibile sulla superficie di intradosso della volta portante con presenza di una lesione beante molto significativa nella zona assiale dell'arcata .

L'intervento di consolidamento riguarderà la messa in opera di tiranti passanti i timpani, ovvero i due muri laterali disposti al di sopra dell'arcata, ed il ripristino e la sigillatura delle lesioni mediante iniezioni di resine espandenti. Tali operazioni non interferiranno con il paesaggio circostante e l'intervento sarà mirato ad un ripristino conservativo dell'opera esistente

Intervento V al km 17+500

La strada provinciale, partendo dal settore di fondovalle del Fiume Basento, comincia a risalire il versante in leggera salita fino ad intersecare al km 17+500 il settore medio-basso di un grosso movimento franoso che, proprio per le sue dimensioni, coinvolge la stessa SP 13 anche al km 21+500.

La strada in questo tratto si sviluppa su litotipi interessati sono sabbioso-limosi, afferente al Flysch di Gorgoglione, chiaramente in assetto detritico, ed è caratterizzata da una *sezione in leggero rilevato nella corsia di valle* ed attraversa la frana nella del suo "piede" che ad oggi è interessata da una parziale riattivazione; infatti sulla carreggiata è chiaramente evidente il coronamento della stessa che la comprende per oltre la sua metà. La sede stradale risulta abbassata con evidenti linee di trazione. Dalla ricostruzione geometrica, lo spessore del movimento franoso sul bordo di valle della carreggiata è di circa m 5.00 m a partire dal piano stradale, e lo stesso è di tipo roto-traslativo retrogressivo. Maggiori indicazioni in merito sono ricavabili dall'**Allegato 01/d: Cartografia Tematica Intervento V**.
Per la redazione del progetto esecutivo sarà necessario effettuare i dovuti approfondimenti geognostici, in termini di indagini dirette e di prove ed analisi geotecniche di laboratorio, oltre ad uno studio geologico e geotecnico esecutivo corredato da tutti i tematismi ed elaborati del caso.

Al fine di dare delle prime indicazioni sulla tipologia di intervento alla luce dei primi risultati delle indagini geognostiche effettuate, si consiglia di prevedere una paratia di pali trivellati collegati in testa da un cordolo di ripartizione da realizzarsi immediatamente a valle della sede stradale.

12. VERIFICA ANALITICA DELLA STABILITA' DEGLI AREALI E CONSIDERAZIONI SUGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

Per il movimento franoso interessante la strada al km 20+000, Intervento II, in considerazione della complessità del modello geotecnico ricostruito per ciascun areale di intervento, con tutte le incertezze che ne possono scaturire, ha fatto ritenere necessario eseguire una controprova dei risultati delle analisi geotecniche di laboratorio. In tal senso, ricostruita la Seziona Litotecnica AB caratterizzata dalla parametrizzazione geotecnica riportata nel Capitolo 8 e posizionata longitudinalmente al corpo franoso, come meglio riportato nella Cartografia Tematica, sono state effettuate le verifiche di stabilità *ante operam* considerando la falda a piano campagna, l'azione del sisma di normativa ed i sovraccarichi dovuti al traffico veicolare. I coefficienti di sicurezza Fs calcolati (Tab.04), confermano la presenza del movimento franoso, così come rilevato, ma soprattutto che il modello litotecnico ricostruito è confrontabile con quello reale.

La morfoevoluzione del versante è stato ampiamente verificato anche per dare delle indicazioni quantitative sulle masse di terreno in movimento e, quindi, sul suo stato tensionale, indispensabile al progettista geotecnico per la corretta progettazione delle opere di consolidamento, come meglio sarà rappresentato in seguito, e sulle possibili opere di consolidamento, condizione quest'ultima *post operam*. Chiaramente l'introduzione di opere di consolidamento nella verifica di stabilità è solo indicativa in termini di geometria intesa come diametro e profondità, in quanto si è tenuto conto solo della loro resistenza tangenziale. Dunque, le verifiche numeriche, elaborate secondo il metodo di calcolo di Janbu, sono state eseguite in ottemperanza alle normative vigenti, lungo la sezione litotecnica ritenuta la più significativa in termini di pendenze e configurazione morfologica. Nei calcoli cautelativamente sono stati considerati le seguenti condizioni e/o fattori:

1) La falda a piano campagna interessante il Detrito di frana ed il Substrato alterato;
2) Sismicità di Normativa (NTC 2018);
3) Il sovraccarico veicolare sulla strada.

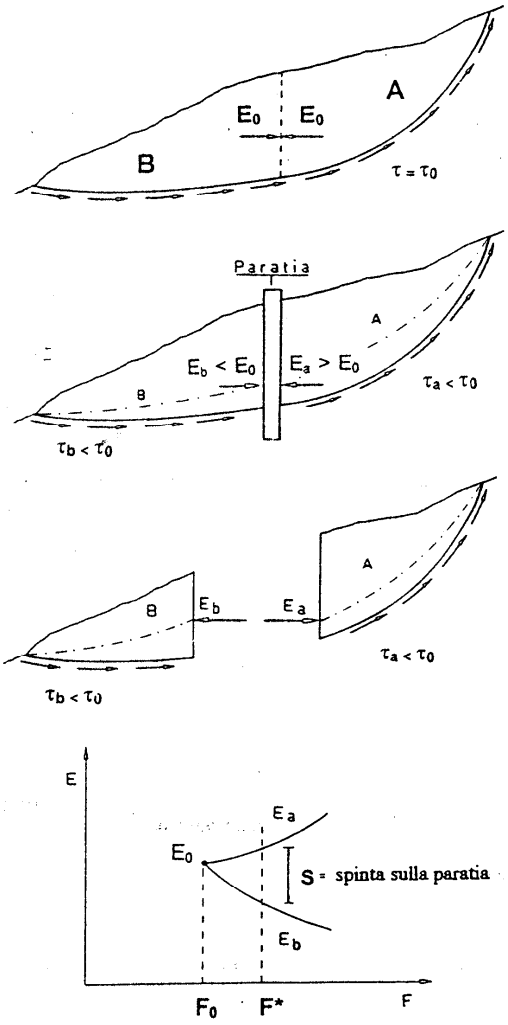
Alla luce della configurazione morfologica dei luoghi e della grande messe di dati litotecnici a disposizione, si sono ricostruite le superfici di scivolamento critiche "di forma generica" molto verosimili con il modello morfoevolutivo dell'areale. Delle numerose curve di scivolamento calcolate, nei tabulati analitici contenuti nelle **Verifiche di stabilità** dell'Allegato 05, sono state riportate le

superfici più significative e con fattore di sicurezza minore e, quindi, a maggiore criticità per la stabilità del settore di versante in studio:

- **INTERVENTO II**: E' stata eseguita innanzitutto una sorta di back analysis, considerando il versante senza falda e sensa sisma, al fine di verificare se i parametri geotecnici utilizzati erano caratteristici per il movimento franoso in atto. Infatti il coefficiente di sicurezza calcolato ha fonrito un valore di Fs=0.74, quindi minore dell'unità, confermando che il pendio si trova in condizioni di instabilità e di movimento. Chiaramente il coefficiente di sicurezza ha subito ulteriori decrementi con l'introduzione nella verifica della falda imposta a piano campagna e del sisma di normativa; i valori calcolati sono stati di Fs= 0.61. Si è quindi proceduto all'introduzione di opere dotate di grossa inerzia come una paratia di pali trivellati del diametro Φ 1200 mm, interasse 1.50 m, profondità di 22.00 m e collegati in testa da un cordolo di ripartizione. I coefficienti di sicurezza calcolati Fs sono stati sempre minore dell'unità con un valore di Fs=0.74. Si è introdotto allora una paratia con la stessa geometria di cui prima ma con i pali disposti a quinconce: il risultato è stato Fs=0.84. Solo con l'abbattimento della falda a -3.00 m dal piano campagna su tutta la linea di sezione, quindi a monte ed a valle dell'opera di consolidamento in progetto, si è ottenuto un coefficiente di sicurezza Fs=1.31.

In conclusione si vuole sottolineare al progettista geotecnico l'importanza della conoscenza, in termini tensionali, delle masse di terra mobilitate a causa del movimento franoso, al fine di eseguire correttamente le verifiche geotecniche del caso. In merito, una volta calcolate le masse in gioco tramite le verifiche di stabilità nella condizione *ante operam*, per la determinazione della forza necessaria alla stabilizzazione del versante e, quindi, delle azioni a cui l'opera di consolidamento verrà sottoposta, si introduce un metodo, teoricamente corretto e tecnicamente condivisibile, introdotto per la prima volta dal prof. G. Fenelli nel 1998.

Il concetto base del metodo tiene conto della circostanza che l'intervento di stabilizzazione prescelto, consistente nella realizzazione, lungo una sezione trasversale del pendio di strutture rigide come una paratia, sia considerabile infinitamente rigido; tale fatto implica che la massa al di sopra della superficie critica risulta suddivisa nei settori A e B, come illustrato nella figura laterale. Ipotizzando, a vantaggio di sicurezza, un grado di mobilitazione elevato del versante, il settore A scorrendo verso il basso tende ad impegnare l'opera di sostegno (paratia) incrementando l'interazione con essa; in altre parole, se si indica con Ea il valore della spinta da questa esercitata sul settore A essa risulterà, dunque, aumentata rispetto al valore iniziale Eo. Il nuovo valore Ea>Eo avrà fatto diminuire il grado di mobilitazione a monte e, pertanto il coefficiente di sicurezza alla base del settore A risulterà aumentato a sua volta. A valle, il settore B tenderà a scorrere verso il basso con diminuzione della spinta Eb, diminuzione del grado di mobilitazione ed aumento del coefficiente di sicurezza Fb. Pertanto, le strutture di consolidamento risulteranno caricate dalla spinta S = Ea - Eb che tenderà ad aumentare nel tempo fino a che gli spostamenti si saranno esauriti.



Per quanto detto, la valutazione quantitativa di S richiede l'assunzione di un prefissato grado di mobilitazione della resistenza a taglio lungo la superficie critica; ossia, indicando con F* il relativo coefficiente di sicurezza, il calcolo di S andrà fatto valutando Ea ed Eb nell'ipotesi che sulle basi dei settori A e B il coefficiente di sicurezza sia pari appunto ad F*, assunto cautelativamente pari a 1,00. Si rammenta che in genere la posizione dell'opera di sostegno è spesso condizionata da situazioni particolari, quali la presenza di opere in superficie, dall'andamento locale del piano campagna, dalla presenza di infrastrutture, dalla profondità della superficie critica.

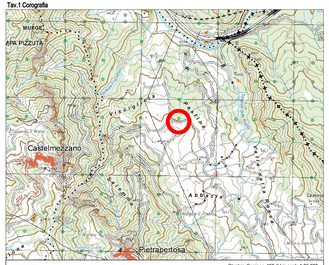
Fra le considerazioni di tipo generale, assumono grande importanza quelle sulla interazione fra opera di sostegno/consolidamento e falda. A questo proposito è da segnalare che tali opere non

dovrebbero modificare in modo negativo il regime delle acque sotterranee. Una paratia di pali accostati praticamente impermeabili, determinerebbe, ad esempio, nel pendio un pericoloso sbarramento idraulico con conseguente innalzamento della falda a monte dell'opera. Questa modifica è svantaggiosa perché determina un aumento del grado di mobilitazione della resistenza al taglio lungo la superficie di scorrimento a monte, con un consistente incremento della spinta sull'opera; inoltre, potrebbe risultare pregiudizievole per le condizioni di stabilità globale dell'intero pendio, anche nei terreni non interessati dai fenomeni di instabilità. E' per questo motivo che deve essere previsto la realizzazione di opere che risultino quanto più possibile "permeabili", costituite da elementi distanziati e mai intersecati o provvisti di opportuni drenaggi.

Il Geologo

Dr. Bartolo Romaniello

Tav.1 Corografia



Legenda:

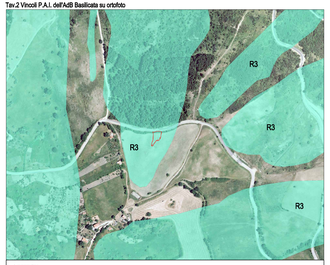
Area di intervento 2 - SP13 Km 21+000

Stralcio Sezione 490-IV in scala 1:25.000

0 250 500 m

Scala 1:5.000

Tav.2 Vincoli P.A.I. dell'AdB Basilicata su ortofoto



Legenda:

Areali di rischio del PAI AdB Basilicata

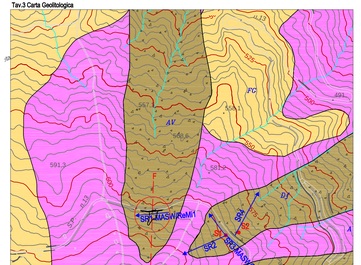
Limite del dissesto

R3 - Rischio elevato

0 250 500 m

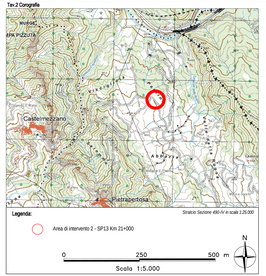
Scala 1:5.000

Tav.3 Carta Geolitologica

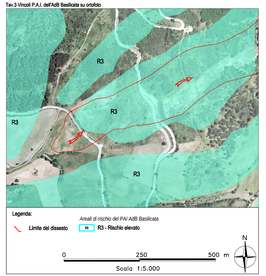


Tav.1 Inquadramento territoriale

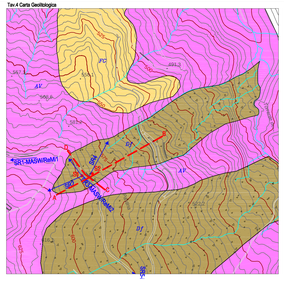
Tav.2 Corografia



Tav.3 Vincoli P.A.I. dell'Adb Basilicata su ortofoto



Tav.4 Carta Geolitologica



LEGENDA:

Detrito di frana:
Il costituito da materiale caotico, rimaneggiato, rappresentato da argille marnose e marne argillose, a cui si intercalano strati calcarei. Il tutto si presenta alterato, per niente consistente, anche plastico a zone e sciolto. La coloscrizione è variabile dal marroncino al grigiastro. Tali terreni rappresentano il prodotto del dislocamento fisico-meccanico dei terreni sottostanti (substrato) ad opa dell'azione esterna arrecata e dal processo morfevolutivi (movimento franoso) che inevitabilmente hanno interessato non solo le aree in parola, ma buona parte dei versanti in cui affiora (ma unità Bologna, Hilidi, quindi terreni effusivo) ampie sconvolgimenti, fino ad assumere un aspetto detritico evidenziando i segni dell'emergenziali Biologica, inoltre i caratteri litotecnici (in termini di plasticità e compressibilità) sono scadenti in corrispondenza di quei livelli prevalentemente argillosi. (Pliocene-Attuale)

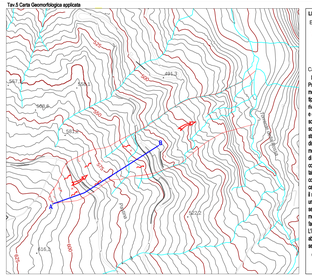
FD Flysch di Gorgoglione
Si tratta di una formazione costituita da arenarie grigie e giallastre a grana molto variabile, in strati e banchi più o meno cementati, con alternanza di marne ed argillascisti brecciati. A vari livelli, agli strati si associano banconi e grosse lenti di conglomerati con elementi poligenici a, non di rado, di mosa grossolane. Le arenarie, a grana media e grossa, si presentano in strati di alcuni decimetri, molto cementati, hanno colore in frattura verde quasi sempre chiuso da materiale rimaneggiato prodotto per alterazione ed erosione delle porzione più superficiale o della parte più fine dell'affiorenente. Dove affiorano, negli strati più superficiali, il rocida in blocchi decimetrici ed in classi di dimensioni variabili, immersi in una matrice argillosa marroncina-giallastra per alterazione. (Cretacico-Oligocene)

APT Argille Varicolori
Costituite da argille e argille marnose marroncine con scrostature giallastre, parzialmente destrutturate ed alterate, ingloranti classi centimetrici di calcari marnosi grigiastri. I livelli prevalentemente argillosi presentano alla plasticità, che diminuisce dove presenti la componente marnosa. In linee generale, instaat di terreni distati di plasticità e compressibilità medio-bassa e media consistenza. Gli strati presentano un'intensa lamicrazione esplicitata in una fitta rete di fratture. Queste ultime a luoghi sono lisciati, a luoghi, invece, sono riempite dalla parte pelitica o da materiale di alterazione. La marna hanno una tonalità biancastra, ottenea e talora rossastra, sono disposte in banchi anche di qualche metro di spessore e hanno una frequente struttura lenticolare. Le argille, invece, presentano una tipica struttura scagliettosa, fra le scaglie ovoidi si presente una patina biancastra di dichita. (Cretacico-Oligocene)

Tracce della sezione litotecnica
Sondaggio geognostico a carotaggio continuo
Prospezione sismica a rifrazione in onde P
Prospezione sismica attiva MASW e passiva Re.Mi.

Scala 1:5.000

Tav.5 Carta Geomorfologica applicata



LEGENDA:

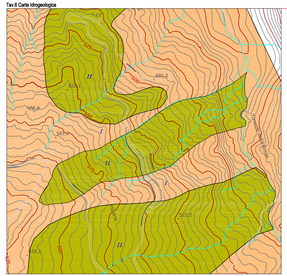
Elementi morfometrici del movimento franoso :
1. Ciglio e scarpata principale
2. Limite del corpo di frana
3. Direzione principale del movimento franoso
4. Creep

Caratteri geomorfologici del sito :
L'area di intervento è inovati sul settore medio-alto del versante, al Km 21+000 della Strada Provinciale n. 13 che si inerpica verso l'abitato di Pietrapertosa. In questo tratto la strada insiste sulla parte medio-alta di un grosso movimento franoso il cui piede raggiunge il Torrente La Fiumara. Si tratta di una frana del tipo rotazionativo evidente lo ciglio nel settore a valle del km 21+000, tanto che una cedola di barga e terra si è riversata sulla stessa strada in corrispondenza del km 19+800 circa. Lo spessore del detrito di frana mobilizzato è di circa 5-6,00 m. La strada sviluppa sulla frana con una sezione prevalentemente a "mezza costa", con lievo scavo e monte e riporto a valle, il riporto in alcuni punti raggiunge spessori anche di 4/5,00 m, tanto da essere sostenuto, nel punti più meggior lavanzati ed in cui è a evolo anche dal cedimento per scivolamento della stessa strada, da un'opera di sostegno costituita da un muro su pali di grande diametro, che risulta in grave dissesto con evidenze di un parziale fuoriuscita/ crollo agli strati di taglio instatti dal cimentazione del movimento franoso. La opera di consolidamento da attuare in tale tratto riguardano l'esecuzione di una paratia di pali trivellati disposti a quincunce collegati in testa da un cordolo di fondazione, da realizzare al ciglio della corsia di valle, tra la banchina e l'opera di consolidamento già esistente. IT da premettere che l'inserimento di tale opera nel contesto paesaggistico dei luoghi non sarà alcun tipo di impatto visivo, in quanto, i pali ed il cordolo di ripartizione saranno totalmente interrati e realizzati quindi ad una quota al di sotto del piano campagna, mentre l'estradosso del cordolo sarà rispetto da terreno vegetale sul quale successivi successivamente il manto erboso. Sul lato monte a valle della strada, all'interno del corpo franoso, è inoltre necessario realizzare un sistema di trincee drenanti costituite da un trancio principale collegato ad un tombino che attraversanti la sede stradale (settore di monte della strada) e da tanti secondari disposti in modo obliquo (a spina di pesce), in modo tale da intercettare le acque di scorrimento superficio superficio e profonde (fino a circa 4,00 m) che permeano facilmente nel detrito di frana (favorita dalla configurazione morfologica a "conca" di questo settore di versante). L'intercettazione delle acque di scorrimento superficio e di quelle più profonde sicuramente contribuirà ad un abbattimento delle sovrapressioni neutre con evvi giovamenti alla stabilità del versante, almeno in fabolo attuno. L'opera dovrata sarà convogliata nel sottostante fosso naturale.

Tracce della verifica di stabilità

Scala 1:5.000

Tav.6 Carta Idrogeologica



LEGENDA:

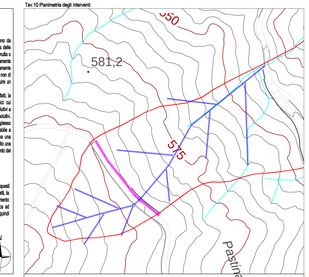
AT Complesso idrogeologico I:
Terreni con classe di permeabilità media-bassa
Complesso delle Argille Varicolori: i terreni costituenti il substrato locale, affiorante a tal unità litologiche, sono da ritenersi impermeabili, in quanto anche se dotate di alta porosità primaria, è praticamente impermeabile a causa della ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne deriva una circolazione nulla o trascurabile. Inoltre, trattandosi di argille, anche se rotolina, si comunque soggetta a fessurarsi e a rotturare ogniqualvolta le sia sconvolta con un carpo/cemento di tipo plastico. Nell'insieme, il complesso litologico è da considerarsi scarsamente permeabile, in quanto la permeabilità dei livelli sciolti è in parte o dal tutto controllata dalla frazione argillosa che, non di rado, va a riempire le discontinuità (fratture) degli strati lapidei rendendoli poco permeabili. Ad essi è pui attribuire un valore del coefficiente di permeabilità dell'ordine di K = 10-6 - 10-7 m/s.
Flysch di Gorgoglione: Tali terreni sono da ritenersi poco permeabili per porosità e fratturazione/fessurazione. Infatti, la fazione litoide, è dotata di una discreta porosità secondaria, causata da fenomeni principalmente tettonici sui contributorio considerevolmente i giunti di stratificazione, mentre sono presenziali assenti i fenomeni chimico-dissolutivi e cioso della natura cloquartzitica del detrito roccia, che difficio portanto una elevata resistenza a processi dissolutivi. La porosità secondaria contribuisce a dotare tale fazies di discreta permeabilità. Tuttavia, trattandosi di un complesso fliscioniamente eterogeneo, la fazies argillosa, anche se dotata di alta porosità primaria, è praticamente impermeabile a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne deriva una circolazione nulla o trascurabile. Inoltre, a tali litotipi, è altri studi stratigrafici di e calcolato sia in laboratorio che in sito a permeabilità pari a K = 10-6 - 10-7 m/s. Solo nei livelli più superficiali che risentano dell'azione disgregante del gelo e disgelo e dell'azione delle radici, la permeabilità aumenta di un ordine di grandezza (DM 11 gennaio 2018) e tale da rientrare mentre quindi nella categoria C (vedere). Riposto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 11 gennaio 2018) è tale da rientrare mentre quindi nella categoria C (vedere).
- Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 280 m/s e 360 m/s.

AT Complesso idrogeologico II:
Terreni con classe di permeabilità media
Detrito di frana: Ciecidimenti permeabili per porosità e fessurazione è da considerare il Detrito di frana. In questi ultimi terreni che è il notato una umidità diffusa e, a luoghi, degli efflussi alimentati dalla meteorologia del sito. Infatti, la costituita, la disgregazione e il conseguimento superficiale dovuti ai movimenti franosi, fazione anteriore, il disfacimento fisico-meccanico dovuto agli agenti atmosferici, lo scarso grado di addensamento, la configurazione morfologica ad "impluvio" in cui affiorano tali materiali, fanno sì che ci sia l'infiltrazione nella acque meteoriche nel sottosuolo e quindi un'alimentazione della circolazione idrica superficiale. Il coefficiente di permeabilità stimato è K= 10-4 - 10-5 m/s.

Idrografia superficiale

Scala 1:5.000

Tav.10 Planimetria degli interventi



Legenda:
Limite del dissesto
Trincee drenanti
Paratia di pali trivellati

Tav.7a Stratigrafia Litotecnica S1

Studio di Geologia e Geoingegneria
Viale del Germanico Maggiore, 39 - 85100 Potenza
Tel./fax. 0971.1800072 cell.: (+39) 349.3017693 e-mail: studiogeopotenza@libero.it

STRATIGRAFIA LITOTECNICA: S1

Committente: Provincia di POTENZA	Località: Strada Provinciale SP 13
Data di esecuzione: 30/04/2019 - 02/05/2019	Perforazione: rotazione a carotaggio continuo
Ditta esecutrice: F.lli De Stefano srl	Profondità di perforazione: 20.00 metri dal p.c.
Coordinate (WGS84): N = 40.534422° E = 16.070961°	Quota: 599 m

Cantiere: Ossarolo Km 21+000
Geologo di campo: Dr. Antonio De Carlo
Tipo di sonda: MAYGEA
Fluido di circolazione : Acqua
di perforazione 101 mm
di rivestimento 140 mm
Diametro tubo piezometro:
Schema inclinometro

Profondità (m da p.c.)	Litologia	Campioni di terreno (m da p.c.)	Prove S.P.T. (m da p.c.) / (n colpi)	Resistenza alla punta (kg/cm²)	% RQD (0-25 - 25-50 - 50-75 - 75-100)	Schema piezometro
0.00 - 4.50 m	Detrito di Frana: Argille limose di colore marroncino, a struttura caotica, rimaneggiate, con inclusi frammenti lapidei da spigolosi ad arrotondati, di dimensioni centimetriche. Il deposito si presenta nel complesso poco consistente, comprensibile, umido e molto plastico. Spesso si rilevano inclusi carbonatici eterogeni.	C1 ind. (1.50-3.00 m.)	(3.00-3.45) 5+4-5			
4.50 - 15.00 m	Substrato: Complesso degli Argilloscisti Varicolori: Alternanza di argille, argille marnose, marne argillose finemente scagliettose. Spesso si nota l'alternanza di livelli più marnosi a livelli più argillosi. La struttura a scagliette è per lo più caotica e non sempre apprezzabile tra le quali spesso si rileva una patina biancastra costituita da dichite. In generale a varie altezze si intercalano strati centimetrici di marne calcaree o di calcari marnosi con venature di calcite. Generalmente le argille si presentano ben compatte, coesionati, poco compressivili e poco plastiche. Le coloscrizione è prevalentemente grigiastra con sfumature sul verdastro. Alle 4 il grado di lettorizzazione sulita da questi litotipi. Da ne 10.70 a m 15.00 intercalazione di uno strato lapideo di natura calcarea.	C2 ind. (4.50-8.00 m.)	(8.00-8.45) 10-14-17			
15.00 - 20.00 m	Fine sondaggio (m 20.00 dal p.c.)					

Nota: durante la perforazione non sono state rilevate venute di acqua

Pag. 1/1

Tav.7b Stratigrafia Litotecnica S2

Studio di Geologia e Geoingegneria
Viale del Germanico Maggiore, 39 - 85100 Potenza
Tel./fax. 0971.1800072 cell.: (+39) 349.3017693 e-mail: studiogeopotenza@libero.it

STRATIGRAFIA LITOTECNICA: S2

Committente: Provincia di POTENZA	Località: Strada Provinciale SP 13
Data di esecuzione: 23/04/2019 - 26/04/2019	Perforazione: rotazione a carotaggio continuo
Ditta esecutrice: F.lli De Stefano srl	Profondità di perforazione: 20.00 metri dal p.c.
Coordinate (WGS84): N = 40.534522° E = 16.071391°	Quota: 590 m

Cantiere: Ossarolo Km 21+000
Geologo di campo: Dr. Antonio De Carlo
Tipo di sonda: MAYGEA
Fluido di circolazione : Acqua
di perforazione 101 mm
di rivestimento 140 mm
Diametro tubo piezometro:
Schema inclinometro

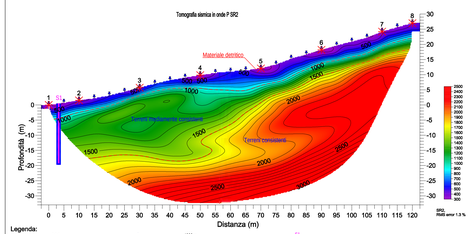
Profondità (m da p.c.)	Litologia	Campioni di terreno (m da p.c.)	Prove S.P.T. (m da p.c.) / (n colpi)	Resistenza alla punta (kg/cm²)	% RQD (0-25 - 25-50 - 50-75 - 75-100)	Schema piezometro
0.00 - 5.00 m	Detrito di Frana: Alternanza di livelli di argille limose di colore marroncino, a struttura caotica, rimaneggiate, con inclusi frammenti lapidei da spigolosi ad arrotondati, di dimensioni decimetriche. La provenienza della componente lapidea è tra m 0.00 a m 1.40, da m 2.40 a m 4.00. A differenza delle intercalazioni lapidee, la parte argillosa si presenta nel complesso poco consistente, comprensibile, umida e molto plastica. Spesso si rilevano inclusi carbonatici eterogeni.	C1 ind. (1.50-3.00 m.)	(3.00-3.45) 13-17-19			
5.00 - 15.00 m	Substrato: Complesso degli Argilloscisti Varicolori: Alternanza di argille, argille marnose, marne argillose finemente scagliettose. Spesso si nota l'alternanza di livelli più marnosi a livelli più argillosi. La struttura a scagliette è per lo più caotica e non sempre apprezzabile tra le quali spesso si rileva una patina biancastra costituita da dichite. In generale a varie altezze si intercalano strati centimetrici di marne calcaree o di calcari marnosi con venature di calcite. Generalmente le argille si presentano ben compatte, coesionati, poco compressivili e poco plastiche. Le coloscrizione è prevalentemente grigiastra con sfumature sul verdastro. Alle 4 il grado di lettorizzazione sulita da questi litotipi. Da ne 10.70 a m 15.00 intercalazione di uno strato lapideo di natura calcarea.	C2 ind. (5.00-8.00 m.)	(8.00-8.45) 8+8-8			
15.00 - 20.00 m	Fine sondaggio (m 20.00 dal p.c.)					

Nota: durante la perforazione non sono state rilevate venute di acqua

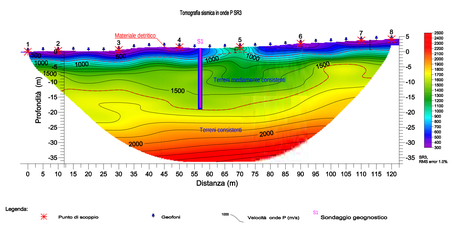
Pag. 1/1

Tav.8 Risultati delle indagini geofisiche eseguite

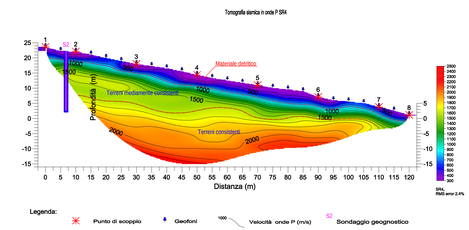
Tomografia sismica in onde P SR2



Tomografia sismica in onde P SR3

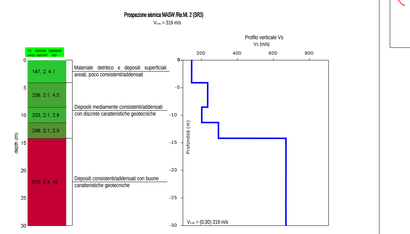


Tomografia sismica in onde P SR4



Legenda:
Punto di scoppio
Geofoni
1000 Velocità onde P (m/s)
S1 Sondaggio geognostico

Prospezione sismica MASW Re.Mi. 2 (SR2)
$V_{s,eq}$ = 319 m/s



Interpretazione applicativa della prospezione sismica a rifrazione SR2 eseguita:

Il profilo sismico denominato SR2 presenta una lunghezza di 120 m, ed è stato realizzato stato realizzato nella zona a monte della SP13 longitudinalmente al dissesto che ha causato il cedimento dell'arteria stradale al Km 21+000 impiegando 25 geofoni verticali.

La **Sismosezione SR2, eseguita in onde P** evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- **Il primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 3.50 a 6.70 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areali, sciolti o poco addensati, riferibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni detritici superficiali decompresi ed ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- **Il secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,20 a 23,20 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni poco consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato maggiormente alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 8,10 a 26,50 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di oltre 40 m, caratterizzato da una velocità VP dai 1600 a 3000 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR2 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 3,50 e 7,00 m, mentre nella porzione di monte e valle maggiori invece nella porzione centrale, dove si è avuto accumulo del materiale rimobilizzato dalla frana. Tale sismostrato è pertanto riferibile a materiale detritico di frana e pertanto caratterizzati da velocità più basse delle onde di volume e dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,20 a circa 23,0 m ed è caratterizzato da un andamento pulsitorio irregolare delle linee di isovelocità soprattutto nella porzione di valle dello stendimento, tra le progressive 60,0-80,0 m, indice di una variazione laterale delle caratteristiche sismostratiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili quindi a depositi in posto pulsitosi consistenti, seppur alterati e dotati di buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabile da circa 8,00 a 26,00 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza pulsitosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Interpretazione applicativa della prospezione sismica a rifrazione SR3 eseguita:

Il profilo sismico denominato SR3 presenta una lunghezza di 120 m, ed è stato realizzato, nella zona immediatamente a monte della SP13 parallelamente all'andamento planimetrico della strada e trasversalmente al dissesto che ha interessato l'arteria al Km 21+000 impiegando 25 geofoni verticali.

La **Sismosezione SR3, eseguita in onde P** evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- **Il primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 1,80 a 4,10 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areali, sciolti o poco addensati, riferibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni detritici superficiali decompressi ed ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- **Il secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,30 a 18,40 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni poco consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato maggiormente alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 7,70 a 20,20 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di oltre 40 m, caratterizzato da una velocità VP dai 1600 a 3000 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR3 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 2,00 e 4,00 m, riferibile a materiale detritico di frana e pertanto caratterizzati da velocità più basse delle onde di volume e dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,30 a circa 12,00 m ed è caratterizzato da un andamento pulsitorio irregolare delle linee di isovelocità soprattutto nella porzione centrale dello stendimento, tra le progressive 60,0-80,0 m, indice di una variazione laterale delle caratteristiche sismostratiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili quindi a depositi in posto pulsitosi consistenti, seppur alterati e dotati di buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabile da circa 5,50 a circa 15,00 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza pulsitosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Interpretazione applicativa della prospezione sismica a rifrazione SR4 eseguita:

Il profilo sismico denominato SR4 presenta una lunghezza di 120 m, ed è stato realizzato, nella zona a valle della SP13 longitudinalmente al dissesto che ha interessato l'arteria al Km 21+000 impiegando 25 geofoni verticali.

La **Sismosezione SR4, eseguita in onde P** evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- **Il primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 1,80 a 4,50 metri, con velocità delle onde P comprese tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areali, sciolti o poco addensati, riferibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni detritici superficiali decompressi ed ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- **Il secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,40 a 11,60 m, con velocità delle onde di compressione comprese tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni poco consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato maggiormente alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 5,50 a 14,80 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m, caratterizzato da una velocità VP dai 1600 a 2400 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR4 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 2,00 e 4,50 m, riferibile a materiale detritico di frana e pertanto caratterizzati da velocità più basse delle onde di volume e dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,40 a circa 11,60 m ed è caratterizzato da un andamento pulsitorio irregolare delle linee di isovelocità soprattutto nella porzione centrale dello stendimento, tra le progressive 60,0-80,0 m, indice di una variazione laterale delle caratteristiche sismostratiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili quindi a depositi in posto pulsitosi consistenti, seppur alterati e dotati di buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabile da circa 5,50 a circa 15,00 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza pulsitosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Interpretazione applicativa della prospezione sismica MASW/Re.Mi.3 eseguita:

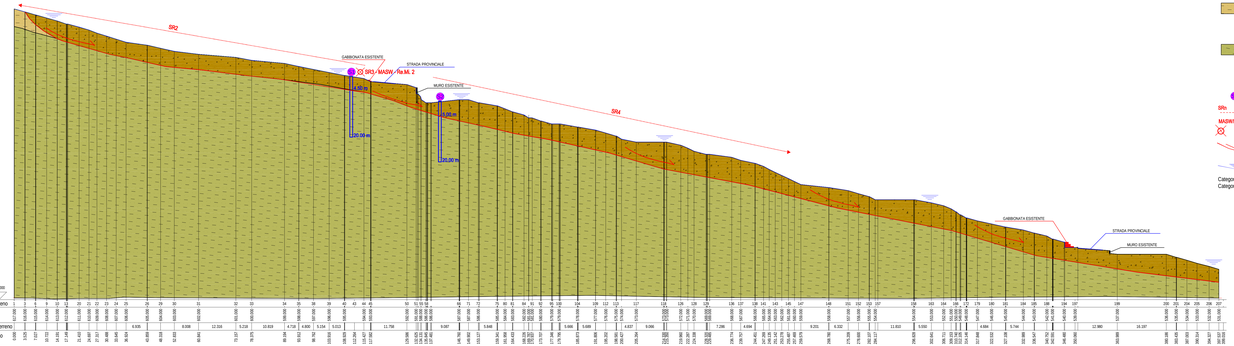
Il modello sismostratigrafico del sottosuolo emerso dalla prospezione sismica attiva MASW e passiva Re.Mi. eseguita sullo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR3, è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

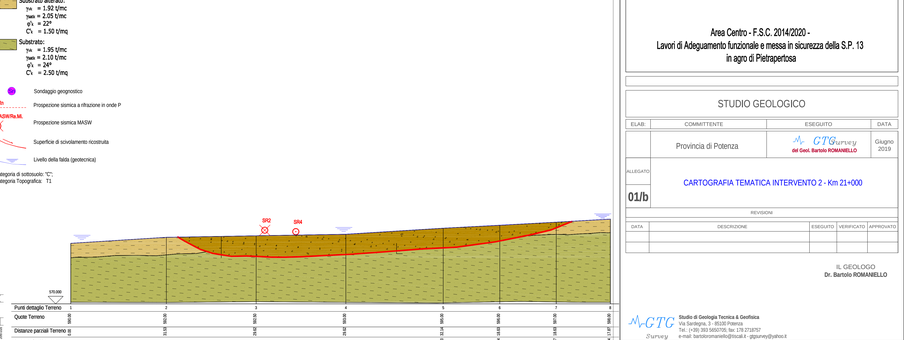
- **Il primo sismostrato** ha uno spessore di 4,10 m, con velocità delle onde S di 147 m/s, riferibile a terreni mediamente areali, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni superficiali areali del detrito di frana;
- **Il secondo sismostrato** ha uno spessore di 10,20 m, con velocità delle onde S comprese tra 203 e 296 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche.

Segue, a profondità maggiori di 14,30 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 670 m/s riferibile a un deposito consistente/addensato con buone caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva MASW e passiva Re.Mi. ha consentito di determinare il profilo verticale della VS,eq (e dei modulati dinamici), risultato per il modello medio pari a **319 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Tav.9a Sezioni Litotecniche





REGIONE BASILICATA
COMUNE di PIETRAPERTOSA
(Provincia di Potenza)

Area Centro - F.S.C. 2014/2020 -
Lavori di Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13
in agro di Pietrapertosa

STUDIO GEOLOGICO

ELAB.	COMMITTENTE	ESEGUITO	DATA
	Provincia di Potenza	GTGsurvey del Geol. Bartolo ROMANIELLO	Giugno 2019

ALLEGATO
01/b

CARTOGRAFIA TEMATICA INTERVENTO 2 - Km 21+000

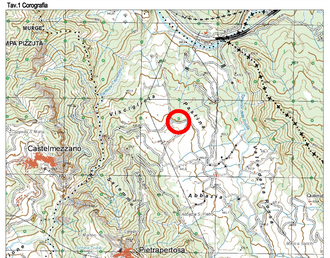
REVISIONI

DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

IL GEOLOGO
Dr. Bartolo ROMANIELLO

GTG Survey
Studio di Geologia Tecnica & Geofisica
Via Sardegna, 3 - 85100 Potenza
Tel.: (+39) 393 5650705; fax: 178 2718757
e-mail: bartolomaniello@tiscali.it - gtgsurvey@yahoo.it

Tav.1 Corografia



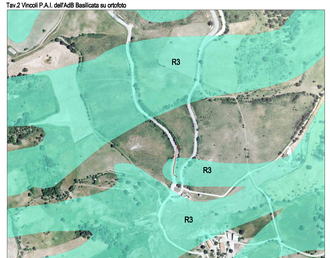
Legenda:

Area di intervento 2 - SP13 Km 21+000

0 250 500 m

Scala 1:5.000

Tav.2 Vincoli P.A.I. dell'AdB Basilicata su ortofoto



Legenda:

Limite del dissesto attivo

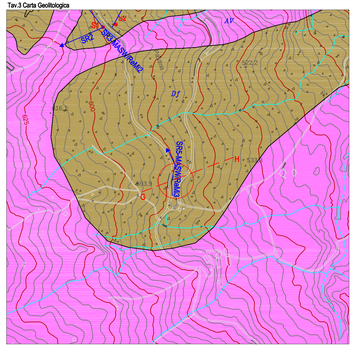
Areali di rischio del PAI AdB Basilicata

R3 - Rischio elevato

0 250 500 m

Scala 1:5.000

Tav.3 Carta Geolitologica



LEGENDA:

BT **Detrito di frana:**

E' costituito da materiale caotico, rimaneggiato, rappresentato da argille marnose o marne argillose, a cui si intercalano ciasti calcarei, il tutto si presenta alterato, per niente consistente, anche plastico e privo di struttura. La colorazione è variabile dal marroncino al grigiastro. Tali terreni rappresentano il prodotto del dilavamento fisico-meccanico dei terreni sottostanti (substrato) da cui traggono origine, dell'azione antropica e dei processi morfoevolutivi (movimenti franosi) che mercatamente hanno interessato non solo le aree in parola, ma buona parte dei versanti in cui affiora tale unità litologica. Infatti, questi terreni affiorano sempre scompaginati, fino ad assumere un aspetto detritico evidenziando i segni dell'eterogeneità litologica, inoltre i caratteri tixotropici (in termini di plasticità e compressibilità) sono scadenti in corrispondenza di quei livelli prevalentemente argillosi. (Pliocene-Attuale)

AV **Argille Varicolori:**

Costituite da argille e argille marnose marroncine con screziature grigiastre, parzialmente destrutturate ed alterate, inglobanti ciasti centimetrici di calcari marnosi grigiastri. I livelli prevalentemente argillosi presentano alta plasticità, che diminuisce dove prevale la componente marnosa. In linea generale, trattasi di terreni dotati di plasticità e compressibilità medio-bassa e media consistenza. Gli strati presentano un'intensa fessurazione esplicitatasi in una fitta rete di fratture. Queste ultime a luoghi sono beanti, a luoghi, invece, sono riempite dalla parte pelitica o da materiale di alterazione. La marne hanno una tonalità biancastra, cinerea e talora rossastra, sono disposte in banchi anche di qualche metro di spessore e hanno una frequente struttura laminata. Le argille, invece, presentano una tipica struttura scagliettata, fra le scaglie spesso è presente una patina biancastra di dichita. (Cretacico-Oligocene)

n Traccia della sezione litotecnica

S1 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

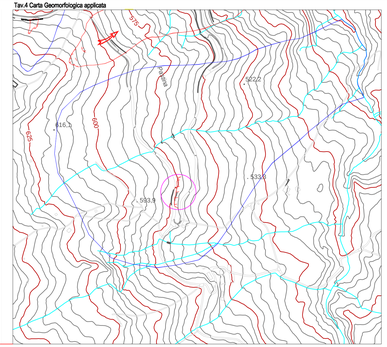
SRS Prospezione sismica a rifrazione in onde P

MASW Prospezione sismica attiva MASW e passiva Re.Mi.

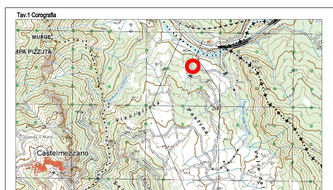
0 250 500 m

Scala 1:5.000

Tav.4 Carta Geomorfologica applicata

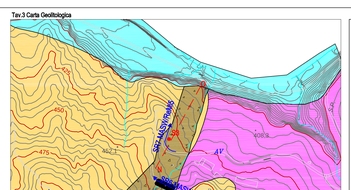

SP13
SP13
SP13

Tav.1 Corografia



Tav.2 Vincoli P.A.I. dell'AdB Basilicata su ortofoto

Tav.3 Carta Geolitologica



LEGENDA:

Detrito di frana:

E' costituito da materiale caotico, rimaneggiato, rappresentato da argille marnose o marne argillose, a cui si intercalano clasti calcarei. Il tutto si presenta sformato, per niente consistente, anche plastico e privo di struttura. La colonizzazione è variabile dal marroncino al grigiastro. Tali terreni rappresentano il prodotto del dislocamento fisico-meccanico dei terreni sottostanti (substrato) da cui traggono origine, dell'azione antropica e dei processi morfoevolutivi (movimento franoso) che maggiormente hanno interessato non solo le aree in pareta, ma buona parte dei versanti in cui affiora tale unità litologica. Infatti, questi terreni affiorano sempre scomposti, fino ad assumere un aspetto detritico evidenziando i vegri dell'eterogeneità litologica, inoltre i caratteri fisicotecnici di termini di plasticità e compressibilità sono scadenti in corrispondenza di quei livelli prevalentemente argillosi. (Recente-Attuale)

FG Flysch di Gorgoglione

Si tratta di una formazione costituita da arenarie grigie e giallastre a grana molto variabile, in strati e banchi più o meno cementati, con alternanza di marne ed argillosciti bruni. A vari livelli, agli strati si associano banconi o grosse lenti di conglomerati con elementi poligenici e, non di rado, di roccia granitiche. Le arenarie, a grana media e grossa, si presentano in strati di alcuni decimetri. Nelle arenarie le fratture sono quasi sempre chiuse da materiale rimaneggiato prodotsi per alterazione ed erosione della porzione più superficiale o della parte più fine dell'affioramento. Dove affiorano, negli strati più superficiali, è ridotto in blocchi decimetrici ed in clasti di dimensioni variabili, immersi in una matrice argillosa marroncina-giallastra per alterazione. (Cretacico-Oligocene)

AV Argille Varicolori:

Costituite da argille e argille marnose marroncine con screziature grigiastre, particolarmente destrutturate ed alterate, inglobanti clasti centimetrici di calcari marnosi grigiastri. I livelli prevalentemente argillosi presentano alta plasticità, che diminuisce dove prevale la componente marnosa. In linea generale, trattasi di terreni dotati di plasticità e compressibilità medio-bassa e media consistenza. Gli strati presentano un'intensa lotta/crizzazione esplicitata in una fitta rete di fratture. Queste ultime a luoghi sono beanti, a luoghi, invece, sono riempite dalla parte pelitica o da materiale di alterazione. Le marne hanno una tonalità biancastra, diventa e talora rossastra, sono disposte in banchi anche di qualche metro di spessore e hanno una frequente struttura laminata. Le argille, invece, presentano una tipica struttura scagliettata, fra le scaglie spesso è presente una patina biancastra di dichite. (Cretacico-Oligocene)

A A' Traccia della sezione litotecnica

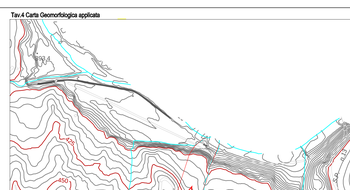
S1 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

SRn Prospezione sismica a rifrazione in onde P

MASW Prospezione sismica attiva MASW e passiva Re.Mi.

0 250 500 m
Scala 1:5.000

Tav.4 Carta Geomorfologica applicata



LEGENDA:

Elementi morfometrici del movimento franoso :

1. Ciglio e scarpata principale
2. Limite del corpo di frana
3. Direzione del movimento

attivo

quiescente

Idrografia superficiale

E F Traccia della verifica di stabilità

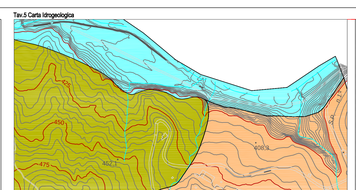
Caratteri geomorfologici del sito:

La strada provinciale, partendo dal settore di fondovalle del Fiume Basento, comincia a risalire il versante in leggera salita fino ad intersecare al km 171+000 il settore medio-basso di un grosso movimento franoso che, proprio per le sue dimensioni, coinvolge la stessa SP 13 anche al km 21+500.

La strada in questo tratto si sviluppa su litotipi interessati sono sabbioso-limosi, differente sì Flysch di Gorgoglione, chiaramente in assetto detritico, ed è caratterizzata da una sezione in leggero rilevato nella coste di valle ed attraversa la frana nella del suo "piede" che ad oggi è interessata da una parziale riattivazione; infatti sulla carreggiata è chiaramente evidente il cedimento della stessa che la comprende per oltre la sua metà. La sede stradale risulta attualmente con evidenti linee di frazione. Dalla ricostruzione geometrica, lo spessore del movimento franoso sul bordo di valle della carreggiata è di circa m 5.00 m e partire del piano stradale, e lo stesso è di tipo rotazionale retrogressivo.

0 250 500 m
Scala 1:5.000

Tav.5 Carta Idrogeologica



LEGENDA:

I Complesso idrogeologico I:

Terreni con classe di permeabilità molto-bassa

Complesso delle Argille Varicolori: I terreni costituenti il substrato locale, afferente a tali unità litologiche, sono da ritenersi impermeabili, in quanto anche se dotato di alta porosità primaria, è praticamente impermeabile a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne deriva una circolazione nulla o trascurabile. Inoltre, trattandosi di argilla, anche se coesiva, è comunque soggetta a fessurarsi e a rifrkturarsi rapidamente le discontinuità con un comportamento di tipo plastico. Nell'insieme, il complesso litologico è da considerasi sicuramente permeabile, in quanto la permeabilità dei livelli lapidei è in parte o del tutto controllata dalla frazione argillosa che, non di rado, va a riempire le discontinuità (fratture) degli strati lapidei rendendoli poco permeabili. Ad essi si può attribuire un valore del coefficiente di permeabilità dell'ordine di K = 10-6 - 10-7 m/s.

Flysch di Gorgoglione: Tali terreni sono da ritenersi poco permeabili per porosità e fratturazione/fessurazione. Infatti, la lenti lapidee, è dotata di una discreta porosità secondaria, causata dai fenomeni principalmente tettonici cui contribuiscono considerevolmente i giunti di stratificazione, mentre sono presenzhè assenti i fenomeni chimico-dissolutivi e causa della natura clastica dei grandi della roccia, che offrono partanto una elevata resistenza ai processi dissolutivi. La porosità secondaria contribuisce a dotare tale facies di discreta permeabilità. Tuttavia, trattandosi di un complesso litologicamente eterogeneo, le facies argillose, anche se dotate di alta porosità primaria, è praticamente impermeabile a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne deriva una circolazione nulla o trascurabile. Infatti, a tal fattibi, in altri studi idrogeologici è è calcolato dai in laboratorio che in situ una permeabilità pari a K= 10-5- 10-7 m/s. Solo nei livelli più superficiali che risultano più o meno alterati si ha un aumento del grado di permeabilità che passa a valori di K = 10-4-10-5 m/s.

II Complesso idrogeologico II:

Terreni con classe di permeabilità media

Detrito di frana: *Discriminante permeabili per porosità e fessurazione è da considerarsi il* Detrito di frana. In questi ultimi terreni che è è scisto una vincibità diffusa e, e luoghi, degli elitricoli alimentati dalla meteorologia del sito. Infatti, la cautività, la degregazione, e l'impecinamento superficiale dovuti al movimento franoso, l'azione entropica, il disfacimento fisico-meccanico dovuto agli agenti atmosferici, lo scarso grado di addensamento, la configurazione morfologica ad "impluvi" in cui affiorano tali materiali, fanno sì che si sia l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo e quindi un'alimentazione della circolazione idrica superficiale. Il coefficiente di permeabilità stimato è K= 10-4 - 10-5 m/s.

Idrografia superficiale

0 250 500 m
Scala 1:5.000

Tav.6 Stratigrafia Litotecnica S3

Studio di Geologia e Geoingegneria
Viale del Seminario Maggiore, 35 - 85100 Potenza-
Tel./fax.: 0971.1800373.- cell. (-) 391.348.3017593. e-mail: studiogeopotenza@libero.it

STRATIGRAFIA LITOTECNICA: **S3**

Committente: Provincia di POTENZA	Località: Strada Provinciale SP 13	Cantiere: Dissesto KM 17+600
Data di esecuzione: 02/05/2019 - 06/05/2019	Perforazione: rotazione a carotaggio continuo	Geologo di campo: Dr. Antonio De Carlo
Ditta esecutrice: F.lli De Stefano srl	Profondità di perforazione: 20.00 metri dal p.c.	Tipo di sonda: MAITGEA
Coordinate (WGS84): N = 40.542639° E = 16.070062°	Quota: 430 m di perforazione 101 mm	di rivestimento:140 mm Diametro tubo piezometro:
Fluido di circolazione : Acqua		

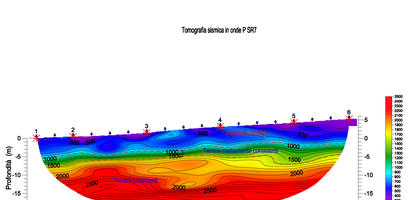
Profondità (in da p.c.) e battuta (m)	Spessore (m)	Simbolo litologico	Descrizione della litologia	Campioni di terreno (in da p.c.)	Prove S.P.T. (in da p.c.) n colpi/ -	Resistenza alla punta (kg/cm²)	"N" Proctor % RMDS 0 - 20 - 40 - 60 - 80 -100	Schema inclinometro
0.00 m								
1.00 m			**Detrito di Frana:** Alternanza di livelli di sabbie limose e limi sabbiosi di colore marroncino giallastro, a struttura caotica, rimaneggiata, e trovanti arenacei di dimensioni decimetriche. Il tutto si presenta nel complesso da poco a mediamente consistente, a compressibile, umida ma poco plastico. Spesso si rilevano inclusi carbonioci neraslo. I primi decimetri risultano humificati.					
2.00 m								
3.00 m				C1 ind (2.50-3.00 m.)				
4.00 m	4.00 m				(100-3.45) 8-12-13			
5.00 m								
6.00 m								
7.00 m								
8.00 m								
9.00 m								
10.00 m								
11.00 m								
12.00 m								
13.00 m	13.00 m		**Substrato: Flysch di Gorgoglione** Alternanza di livelli sabbiosi, sabbioso-limosi, limoso sabbiosi e, subordinatamente, di livelli di argille limose. A più altezze si intercalano strati decimetrici di arenarie quarzose giallastre. Questi ultimi sono prevalenti tra m 5.80-6.00; m 7.70-9.20; m 11.60-12.00; m 16.00-16.40. Allo it stato il disturbo indotto dai lavori di perforazione tanto che i terreni carotati risultano saturi molto plastici e poco consistenti. Invece dove il disturbo è stato limitato i materiali evidenziano i caratteri litotecnici propri delle sabbie addensate fino a difficate.La colorazione è prevalentemente giallastra con sfumature sul grigiastro.					
14.00 m								
15.00 m								
16.00 m								
17.00 m				C2 ind (16.50-17.00 m.)	(17.00-17.07) >50 (refiuto)			
18.00 m	3.00 m		**Substrato: Complesso degli Argillosciti Varicolori** Alternanza di argille, argille marnose, marne argillose finemente scagliettate. Spesso si nota un'alternanza di livelli più marnosi a livelli più argillosi. La struttura a scagliette è per lo più caotica e non sempre apprezzabile tra le quali spesso si rileva una patina biancastra costituita da dichite. In generale a varie altezze si intercalano strati centimetrici di marne calcaree o di calcari marnosi con venature di calcite. Generalmente le argille si presentano ben consistenti, poco compressivili e poco plastiche. La colorazione è prevalentemente grigiastra con sfumature sul verdastro. Alo è il grado di lettonizzazione subita da questi litotip.					
19.00 m								
20.00 m								
21.00 m								
22.00 m								
23.00 m								
24.00 m			Fine sondaggio (m 20.00 dal p.c.)					

Nota: durante la perforazione non sono state rilevate venute di acqua

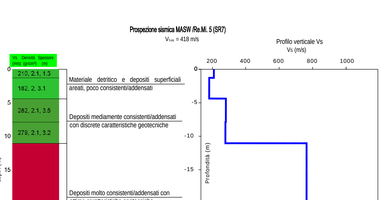
Pag. 1/1

Tav.7 Risultati delle indagini geofisiche eseguite

Tomografia sismica in onde P SR7



Prospezione sismica MASW /Re.M. 5 (SR7)



Interpretazione applicativa della prospezione sismica a rifrazione SR7 eseguita:

Il profilo sismico denominato SR7 presenta una lunghezza di 85 m, ed è stato realizzato lungo la corsia di valle della SP13 in corrispondenza dell'areale di intervento 5 che si individua in una zona in cui si è avuto il cedimento della carreggiata.

La **Sismosezione SR7, eseguita in onde P** evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**,quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 3,80 a 6,40 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali piuttosto alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 1,60 a 5,40 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni piuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 6,80 a 11,30 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di circa 22 m, caratterizzato da una velocità VP dai 1600 a 3200 m/s, riferibile a depositi consistenti, con ottime caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR7 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. La prospezione sismica SR7 è stata condotta parallelamente all'andamento planimetrico della strada, in un tratto in cui la corsia di valle ha subito un cedimento del rilevato. Dall'analisi tomografica è possibile apprezzare che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 4,0 e 6,5 m e con un andamento delle linee di isovelocità piuttosto articolato indice di una certa variabilità laterale e verticale dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 1,60 a circa 6,00 m ed è caratterizzato da un andamento to delle linee di isovelocità più regolare, indice di una maggiore omogeneità laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali e con velocità delle onde di compressione riferibili a depositi in posto piuttosto consistenti, e dotati di buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da circa 6,80 a 11,30 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Interpretazione applicativa della prospezione sismica MASW/Re.Mi.5 eseguita:

Il modello sismostratigrafico del sottosuolo emerso dalla prospezione sismica attiva MASW e passiva Re.Mi. eseguita sullo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR1, è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate:

Il **primo sismostrato** hha uno spessore di 4,40 m, con velocità delle onde S compresse tra 182 e 210 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali areati maggiormente alterati e decompressi;

Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 6,70 m, con velocità delle onde S comprese tra 279 e 282 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;

Segue, a profondità maggiori di 11,10 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 764 m/s riferibile a un deposito molto consistente/addensato con ottime caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

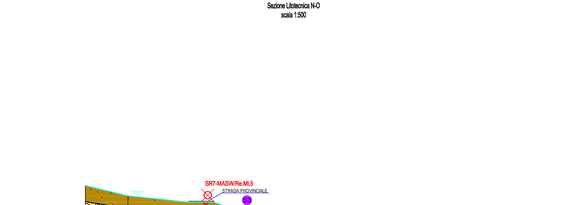
L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva MASW e passiva Re.Mi. ha consentito di determinare il profilo verticale della VS.eq (e dei moduli dinamici), risultato per il modello medio pari a **418 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella categoria **B** ovvero:

- 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.

Tav.8 Sezione Litotecnica

Sezione Litotecnica N-O
scala 1:500



LEGENDA:

Detrito di Frana:
- γn = 1.90 t/mc
- γsat = 2.00 t/mc
- φ'k = 18°
- C'k = 0.00 t/mq

Substrato (Flysch di Gorgoglione):
- γn = 1.95 t/mc
- γsat = 2.10 t/mc
- φ'k = 24°
- C'k = 2.50 t/mq

Substrato (Argille Varicolori):
- γn = 1.95 t/mc
- γsat = 2.10 t/mc
- φ'k = 24°
- C'k = 2.50 t/mq

SR7-MASW/Re.Mi.5

Prospezione sismica a rifrazione in onde P
Prospezione sismica MASW

Superficie di scivolamento ricostruita (attiva)

Superficie di scivolamento ricostruita (quiescente)

Livello della falda (geotecnica)

Categoria di sottosuolo: "B";
Categoria Topografica: T1

REGIONE BASILICATA
COMUNE di PIETRAPERTOSA
(Provincia di Potenza)

Area Centro - F.S.C. 2014/2020 -
Lavori di Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13
in agro di Pietrapertosa

STUDIO GEOLOGICO

ELAB.	COMMITTENTE	ESEGUITO	DATA
	Amministrazione Provinciale di Potenza	GTG Survey del Geol. Bartolo ROMANIELLO	Giugno 2019

ALLEGATO **01/d**

CARTOGRAFIA TEMATICA INTERVENTO 5 - Km 17+500

REVISIONI				
DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

IL GEOLOGO
Dr. Bartolo ROMANIELLO

GTG Survey

Studio di Geologia Tecnica & Geofisica
Via Sardegna, 3 - 85100 Potenza
Tel.: (+39) 350.5650705; fax: 178-2718757
e-mail: bartolonromaniello@tiscali.it - gtgsurvey@yahoo.it

REGIONE BASILICATA
COMUNE di PIETRAPERTOSA
(Provincia di Potenza)

F.S.C. 2014/2020 - Area Centro
"Lavori di Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa"

STUDIO GEOLOGICO

ELAB:	COMMITTENTE	ESEGUITO	DATA
	Amministrazione Provinciale di Potenza	**Studio di Geologia e GeoIngegneria** **Dr. Geol. Antonio DE CARLO**	Maggio 2019

ALLEGATO	
01	STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI E REPORT FOTOGRAFICO

REVISIONI

DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

IL GEOLOGO
Dr. Antonio DE CARLO

Studio di Geologia e GeoIngegneria
Viale del Seminario Maggiore, 35 -85100 Potenza-
Tel./fax.: 0971.1800373; cell.: (+39).348.3017593; e-mail: studiogeopotenza@libero.it

Studio di Geologia e GeoIngegneria
Viale del Seminario Maggiore, 35 - 85100 Potenza-
Tel./fax.: 0971.1800373; cell.: (+39).348.3017593; e-mail: studiogeopotenza@libero.it

STRATIGRAFIA LITOTECNICA: S1

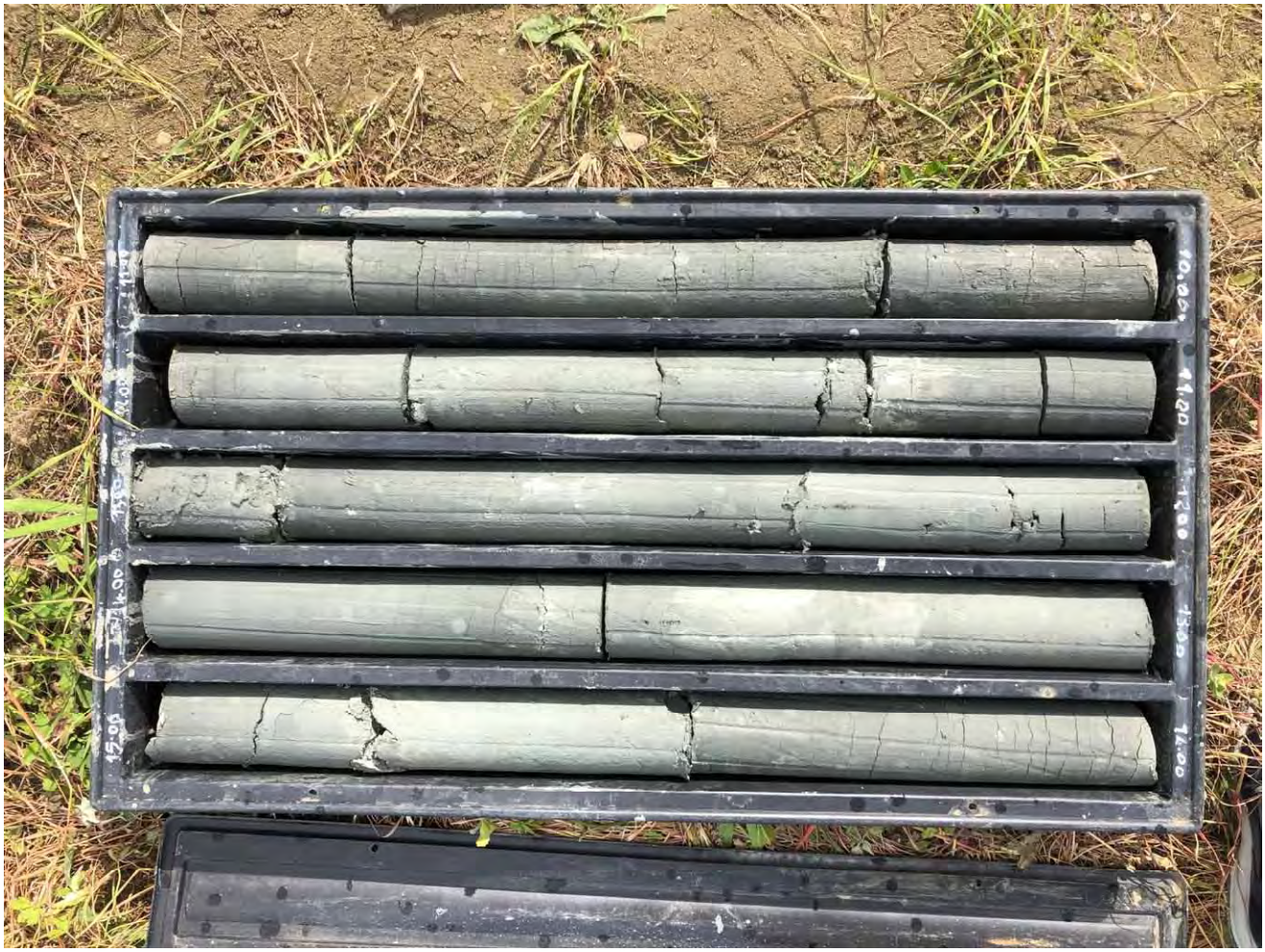
Committente: Provincia di POTENZA	Località: Strada Provinciale SP 13	Cantiere: Dissesto Km 21+000
Data di esecuzione: 30/04/2019 - 02/05/2019	Perforazione: rotazione a carotaggio continuo	Geologo di campo: Dr. Antonio De Carlo
Ditta esecutrice: F.lli De Stefano srl	Profondità di perforazione: 20.00 metri dal p.c.	Tipo di sonda: MAITGEA
Coordinate (WGS84): N = 40.534462° E = 16.070961° Quota: 599 m	ø perforazione:101 mm / ø rivestimento:140 mm	Diametro tubo piezometro: / Fluido di circolazione : Acqua

Profondità (m da p.c.) > battuta	Spessore (m)	Simbolo litologico	Descrizione della litologia	Campioni di terreno (m da p.c.)	Prove S.P.T. (m da p.c.) - n colpi -	Resistenza alla punta (kg/cm²)	% Prelievo (TCR) 0 20 40 60 80 100	Schema inclinometro
0.00 m							0.00 m	0,00 m
1.00 m			**Detrito di Frana**: Argille limose di colore marroncino, a struttura caotica, rimaneggiata, talvolta debolmente scagliettata ma poco riconoscibile, con inclusi frammenti lapidei da spigolosi ad arrotondati, di dimensioni centimetriche. Il deposito si presenta nel complesso poco consistente, compressibile umido e molto plastico. Spesso si rilevano inclusi carboniosi nerastri.					
2.00 m	4.50 m			C1 ind. (2.50-3.00 m.)				
3.00 m					(3.00-3.45) 5-6-8			
4.00 m								
4.50 m							4.50 m	Getto di cls
5.00 m								
6.00 m								
7.00 m								
8.00 m				C2 ind. (8.50-9.00 m.)				Tubo inclinometrico
9.00 m					(9.00-9.45) 10-14-17			
10.00 m			**Substrato: Complesso delle Argille Varicolori** Alternanza di argille, argille marnose, marne argillose finemente scagliettate. Spesso si nota un'alternanza di livelli più marnosi a livelli più argillosi. La struttura a scagliette è per lo più caotica e non sempre apprezzabile tra le quali spesso si rileva una patina biancastra costituita da dichite. In generale a varie altezze si intercalano strati centimetrici di marne calcaree o di calcari marnosi con venature di calcite. Generalmente le argille si presentano ben compatte, consistenti, poco compressivili e poco plastiche. La colorazione è prevalentemente grigiastra con sfumature sul verdastro. Alto è il grado di tettonizzazione subita da questi litotipi.					
11.00 m								
12.00 m								
13.00 m	15.50 m							
14.00 m								
15.00 m								
16.00 m								
17.00 m								
18.00 m								
19.00 m								
20.00 m			Fine sondaggio (m 20.00 dal p.c.)				20.00 m	
21.00 m								
22.00 m								
23.00 m								
24.00 m								25.00 m

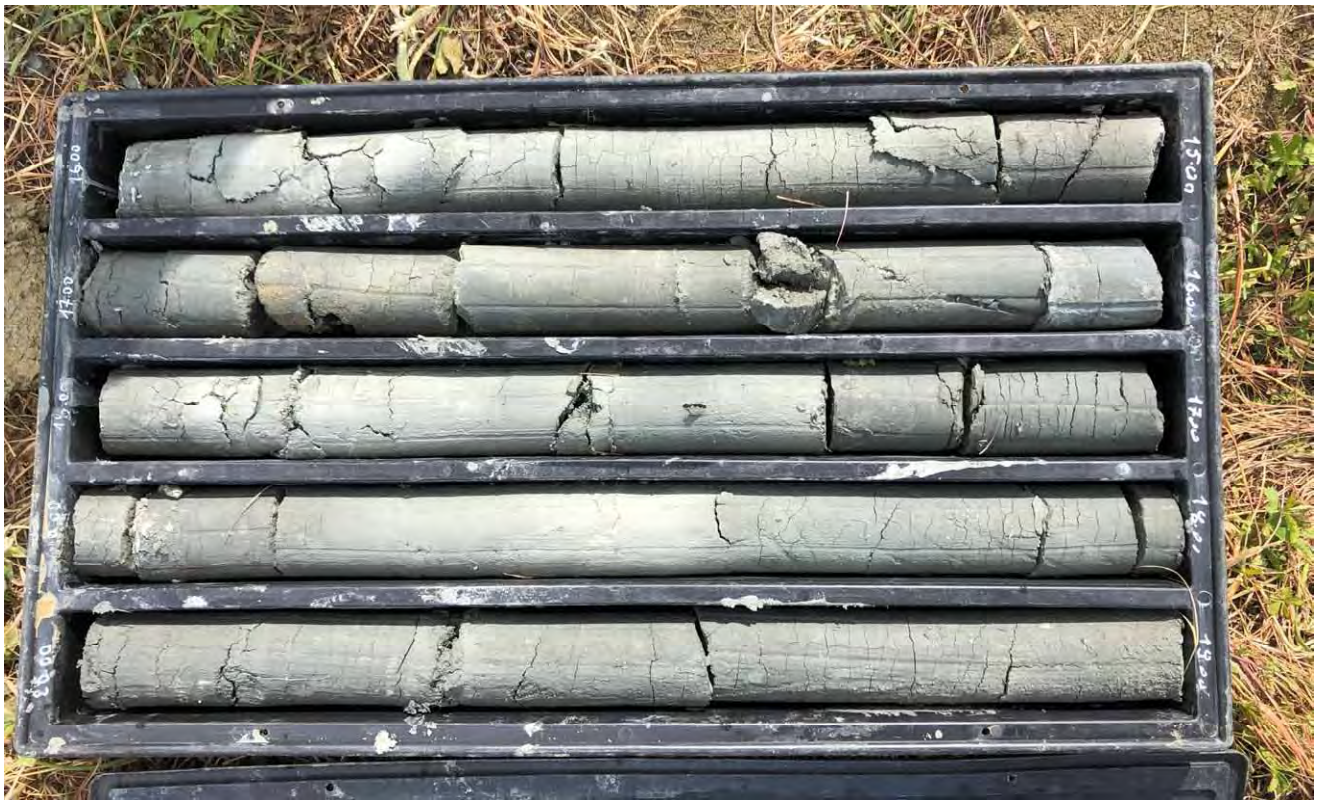
Nota: durante la perforazione non sono state rilevate venute di acqua

Sondaggio **S1:** profondità da m. 0.00 a m. 5.00

Sondaggio **S1** profondità da m. 5.00 a m. 10.00



Sondaggio **S1:** profondità da m. 10.00 a m. 15.00



Sondaggio **S1** profondità da m. 15.00 a m. 20.00

Posizione del sondaggio **S1**

Studio di Geologia e Geolngegneria
Viale del Seminario Maggiore, 35 - 85100 Potenza-
Tel./fax.: 0971.1800373; cell.: (+39).348.3017593; e-mail: studiogeopotenza@libero.it

STRATIGRAFIA LITOTECNICA: **S2**

Committente: Provincia di POTENZA	Località: Strada Provinciale SP 13	Cantiere: Dissesto Km 21+000
Data di esecuzione: 23/04/2019 - 26/04/2019	Perforazione: rotazione a carotaggio continuo	Geologo di campo: Dr. Antonio De Carlo
Ditta esecutrice: F.lli De Stefano srl	Profondità di perforazione: 20.00 metri dal p.c.	Tipo di sonda: MAITGEA
Coordinate (WGS84): N = 40.534522° E = 16.071351° — Quota: 590 m	ø perforazione:101 mm — ø rivestimento:140 mm	Diametro tubo piezometro: — Fluido di circolazione : Acqua

Profondità (m da p.c.) > battuta	Spessore (m)	Simbolo litologico	Descrizione della litologia	Campioni di terreno (m da p.c.)	Prove S.P.T. (m da p.c.) - n colpi -	Resistenza alla punta (kg/cm²)	% Prelievo (TCR) 0 20 40 60 80 100	Schema inclinometro
0.00 m	5.00 m		**Detrito di Frana**: Alternanza di livelli di argille limose di colore marroncino, a struttura caotica, rimaneggiata, talvolta debolmente scagliettata ma poco riconoscibile, e trovanti calcarei biancastri di dimensioni decimetriche. La prevalenza della componente lapidea è tra m 0.00 a m 1.40, da m 2.40 a m 4.00. A differenza delle intercalazioni lapidee, la parte argillosa si presenta nel complesso poco consistente, compressibile, umida e molto plastica. Spesso si rilevano inclusi carboniosi nerastri.	C1 ind. (4.50-5.00 m.)	(5.60-6.00) 13-17-19		0.00 m; 1.40 m; 4.00 m	0,00 m; Getto di cls; Tubo inclinometrico
5.00 m	15.00 m		**Substrato: Complesso delle Argille Varicolori** Alternanza di argille, argille marnose, marne argillose finemente scagliettate. Spesso si nota un'alternanza di livelli più marnosi a livelli più argillosi. La struttura a scagliette è per lo più caotica e non sempre apprezzabile tra le quali spesso si rileva una patina biancastra costituita da dichite. In generale a varie altezze si intercalano strati centimetrici di marne calcaree o di calcari marnosi con venature di calcite. Generalmente le argille si presentano ben compatte, consistenti, poco compressivili e poco plastiche. La colorazione è prevalentemente grigiastra con sfumature sul verdastro. Alto è il grado di tettonizzazione subita da questi litotipi. Da m 18.70 a m 19.00 intercalazione di uno strato lapideo di natura calcarea.	C2 ind. (12.30-12.80 m.)	(9.40-9.85) 6-6-6		20.00 m	
20.00 m			Fine sondaggio (m 20.00 dal p.c.)					25,00 m

Nota: durante la perforazione non sono state rilevate venute di acqua

Sondaggio **S2:** profondità da m. 0.00 a m. 5.00

Sondaggio **S2** profondità da m. 5.00 a m. 10.00

Sondaggio **S2:** profondità da m. 10.00 a m. 15.00

Sondaggio **S2** profondità da m. 15.00 a m. 20.00

Posizione del sondaggio **S2**

Studio di Geologia e GeoIngegneria
Viale del Seminario Maggiore, 35 - 85100 Potenza-
Tel./fax.: 0971.1800373; cell.: (+39).348.3017593; e-mail: studiogeopotenza@libero.it

STRATIGRAFIA LITOTECNICA: S3

Committente: Provincia di POTENZA	Località: Strada Provinciale SP 13	Cantiere: Dissesto KM 17+600
Data di esecuzione: 02/05/2019 - 06/05/2019	Perforazione: rotazione a carotaggio continuo	Geologo di campo: Dr. Antonio De Carlo
Ditta esecutrice: F.lli De Stefano srl	Profondità di perforazione: 20.00 metri dal p.c.	Tipo di sonda: MAITGEA
Coordinate (WGS84): N = 40.542633° E = 16.070063° Quota: 430 m	ø perforazione:101 mm / ø rivestimento:140 mm	Diametro tubo piezometro: / Fluido di circolazione : Acqua

Profondità (m da p.c.) > battuta	Spessore (m)	Simbolo litologico	Descrizione della litologia	Campioni di terreno (m da p.c.)	Prove S.P.T. (m da p.c.) - n colpi -	Resistenza alla punta (kg/cm²)	% Prelievo (TCR) 0 20 40 60 80 100	Schema inclinometro
0.00 m							0.00 m	0,00 m
1.00 m			**Detrito di Frana**: Alternanza di livelli di sabbie limose e limi sabbiosi di colore marroncino giallastro, a struttura caotica, rimaneggiata, e trovanti arenacei di dimensioni decimetriche. Il tutto si presenta nel complesso da poco a mediamente consistente, compressibile, umida ma poco plastico. Spesso si rilevano inclusi carboniosi nerastri. I primi decimetri risultano humificati.					
2.00 m	4.00 m			C1 ind. (2.50-3.00 m.)				
3.00 m								
4.00 m					(3.00-3.45) 9-12-13			
5.00 m			**Substrato: Flysch di Gorgoglione** Alternanza di livelli sabbiosi, sabbioso-limosi, limoso sabbiosi e, subordinatamente, di livelli di argille limose. A più altezze si intercalano strati decimetrici di arenarie quarzose giallastre. Questi ultimi sono prevalenti tra m 5.80-6.00; m 7.70-9.20; m 11.60-12.00; m 16.00-16.40. Alto è stato il disturbo indotto dai lavori di perforazione tanto che i terreni carotati risultano saturi molto plastici e poco consistenti. Invece dove il disturbo è stato limitato i materiali evidenziano i caratteri litotecnici propri delle sabbie addensate fino a litificate.La colorazione è prevalentemente giallastra con sfumature sul grigiastro.					Getto di cls
6.00 m								
7.00 m								
8.00 m							8.00 m	
9.00 m							9.60 m	
10.00 m								
11.00 m	13.00 m							Tubo inclinometrico
12.00 m								
13.00 m								
14.00 m								
15.00 m								
16.00 m				C2 ind. (16.50-17.00 m.)				
17.00 m					(17.00-17.07) >50 (rifiuto)			
18.00 m			**Substrato: Complesso delle Argille Varicolori** Alternanza di argille, argille marnose, marne argillose finemente scagliettate. Spesso si nota un'alternanza di livelli più marnosi a livelli più argillosi. La struttura a scagliette è per lo più caotica e non sempre apprezzabile tra le quali spesso si rileva una patina biancastra costituita da dichite. In generale a varie altezze si intercalano strati centimetrici di marne calcaree o di calcari marnosi con venature di calcite. Generalmente le argille si presentano ben compatte, consistenti, poco compressivili e poco plastiche. La colorazione è prevalentemente grigiastra con sfumature sul verdastro. Alto è il grado di tettonizzazione subita da questi litotipi.					
19.00 m	3.00 m							
20.00 m							20.00 m	
21.00 m								
22.00 m								
23.00 m								
24.00 m			Fine sondaggio (m 20.00 dal p.c.)					25,00 m

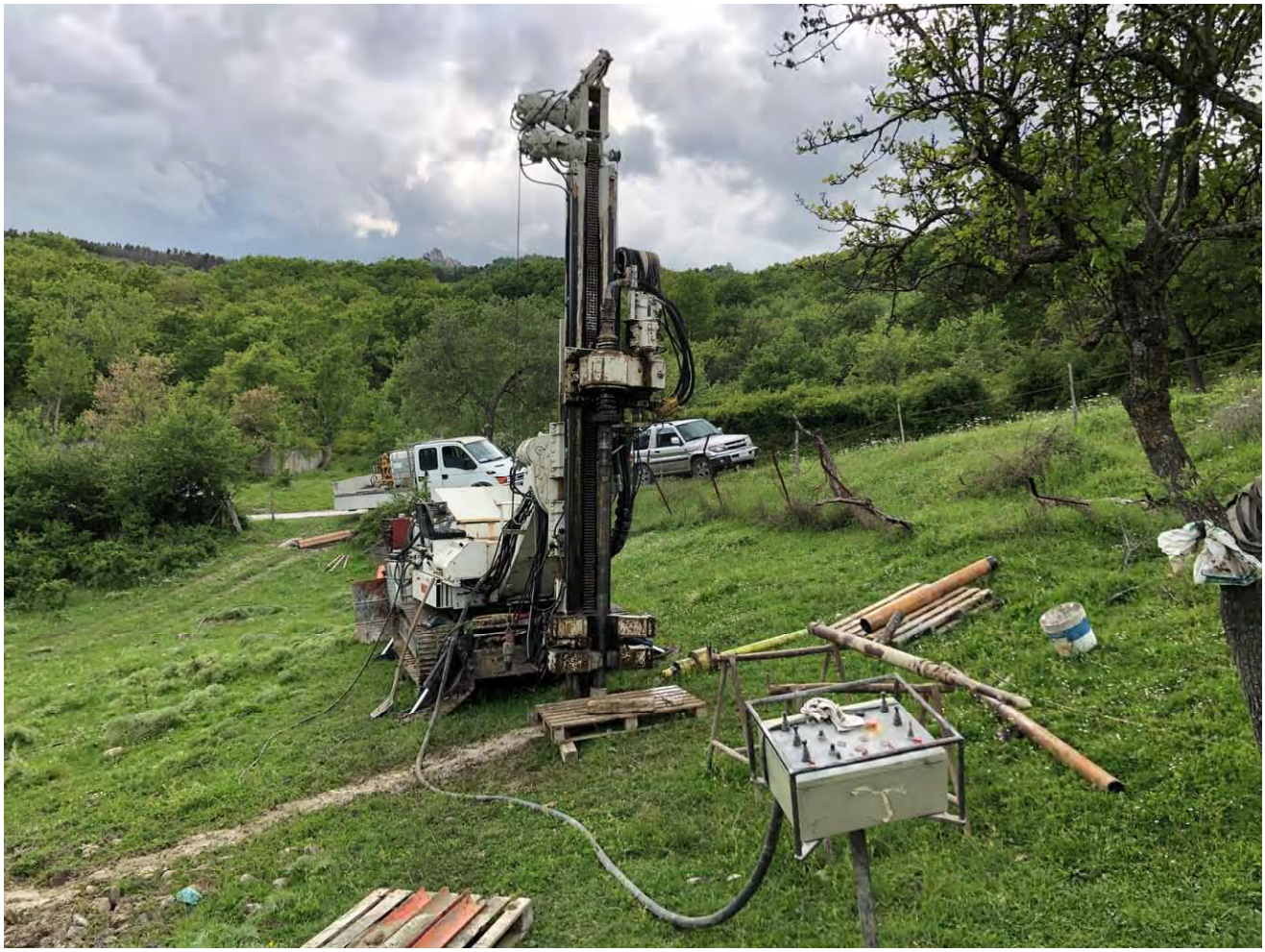
Nota: durante la perforazione non sono state rilevate venute di acqua

Sondaggio **S3:** profondità da m. 0.00 a m. 5.00

Sondaggio **S3** profondità da m. 5.00 a m. 10.00

Sondaggio **S3:** profondità da m. 10.00 a m. 15.00

Sondaggio **S3** profondità da m. 15.00 a m. 20.00



Posizione del sondaggio **S3**

REGIONE BASILICATA
COMUNE di PIETRAPERTOSA
(Provincia di Potenza)

F.S.C. 2014/2020 - Area Centro
"Lavori di Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa"

STUDIO GEOLOGICO

ELAB:	COMMITTENTE	ESEGUITO	DATA
	Amministrazione Provinciale di Potenza	**Studio di Geologia e GeoIngegneria** **Dr. Geol. Antonio DE CARLO**	Maggio 2019

ALLEGATO	
02	INDAGINI GEOFISICHE

REVISIONI

DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

IL GEOLOGO
Dr. Antonio DE CARLO

Studio di Geologia e GeoIngegneria
Viale del Seminario Maggiore, 35 -85100 Potenza-
Tel./fax.: 0971.1800373; cell.: (+39).348.3017593; e-mail: studiogeopotenza@libero.it

INDICE ANALITICO

1. PREMESSA 3
2. GENERALITÀ SULLE PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE 5
2.1 Possibilità e limiti del metodo sismico a rifrazione 6
2.2 Attrezzatura e metodologia utilizzata 7
3. PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO MASW E RE.MI. 10
3.1 Generalità 10
3.2. Attrezzatura e metodologia utilizzata 11
3.3. Processo di elaborazione dati 12
4. ELABORAZIONE DATI E INTERPRETAZIONE 14
4.1 INTERVENTO 1 - km 21+500 14
4.1.1 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR1 14
4.1.2 -Prospezione sismica MASW e Re.Mi. 1 (SR1) 18
4.1.3 Rapporto fotografico 23
4.1.4 Ubicazione indagine 24
4.2 INTERVENTO 2 – Km 21+000 25
4.2.1 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR2 25
4.2.2 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR3 29
4.2.3 -Prospezione sismica MASW e Re.Mi. 2 (SR3) 33
4.2.4 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR4 38
4.2.5 Rapporto fotografico 42
4.2.6 Ubicazione indagine 45
4.3 INTERVENTO 3 46
4.3.1 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR5 46
4.3.2 -Prospezione sismica MASW e Re.Mi. 3 (SR5) 50
4.3.3 Rapporto fotografico 55
4.3.4 Ubicazione indagine 56
4.4 INTERVENTO 4 57
4.4.1 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR6 57
4.2.2 -Prospezione sismica MASW e Re.Mi. 4 (SR6) 61
4.4.3 Rapporto fotografico 66
4.4.4 Ubicazione indagine 67

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 307 - p_pz_0035715/2019

4.5 INTERVENTO 5 68
4.5.1 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR7 68
4.5.2 -Prospezione sismica MASW e Re.Mi. 5 (SR7) 72
4.5.3 Rapporto fotografico 77
4.5.4 Ubicazione indagini 78

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 308 - p_pz_0035715/2019

1. PREMESSA

Nell'ambito dei *"Lavori di Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa Area Centro - F.S.C. 2014/2020*",è stata condottauna campagna di indagini geofisiche costituita da prospezionisismiche a rifrazione in onde P e da prospezionidi sismica attiva MASW e passiva Re.Mi, eseguite in corrispondenza degli interventi di messa in sicurezza dell'arteria stradale. Più in dettaglio per ogni intervento individuato sono state eseguite le seguenti indagini geofisiche:

INTERVENTO 1:

Parallelamente all'andamento planimetrico della strada, nella zona immediatamente a monte della stessa:

- n°1 prospezione sismica a rifrazione in onda P denominate con la sigla SR1 della lunghezzadi 85 ml;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASWe passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.1, eseguita sullo stesso allineamento utilizzatoper la prospezione sismica SR1.

INTERVENTO 2:

In corrispondenza dell'areale interessato dall'intervento 2 sono state eseguite:

- n°3 prospezioni sismiche a rifrazione in onda P denominate con la sigla SR2, SR3 e SR4 della lunghezza di 120 ml cadauna;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.2, eseguita sullo stesso allineamento utilizzato per la prospezione sismica SR3.

INTERVENTO 3:

In corrispondenza dell'areale interessato dall'intervento 3 sono state eseguite:

- n°1 prospezione sismica a rifrazione in onda P denominata con la sigla SR5 della lunghezza di 120 ml eseguita parallelamente alla strada provinciale lungo la corsia di valle;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.3, eseguita sullo stesso allineamento utilizzato per la prospezione sismica SR5.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 309 - p_pz_0035715/2019

INTERVENTO 4:

Parallelamente all'andamento planimetrico della strada, in corrispondenza dell'opera d'arte che attraversa un corso d'acqua sono state eseguite:

- n°1 prospezioni sismiche a rifrazione in onda P denominate con la sigla SR6 della lunghezza di 120 ml;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.4, eseguita sullo stesso allineamento utilizzato per la prospezione sismica SR6.

INTERVENTO 5:

In corrispondenza dell'areale interessato dall'intervento 5 sono state eseguite:

- n°1 prospezione sismica a rifrazione in onda P denominata con la sigla SR7 della lunghezza di 120 ml;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.5, eseguita sullo stesso allineamento utilizzato per la prospezione sismica SR7.

Sulla base della velocità delle onde sismiche misurate, è stato possibile ottenere il profilo sismostratigrafico relativo all'area di indagine con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche delle velocità di propagazione delle onde sismiche, e quindi di identificare lo spessore degli orizzonti a diversa rigidità sismica e con comportamento elasto-meccanico differente. La variazione delle caratteristiche elastiche dei materiali sono state rappresentate con un elevato dettaglio grazie all'adozione delle più moderne tecniche di elaborazione tomografica, che hanno permesso di ottenere una restituzione ad alta risoluzione del sottosuolo investigato.

Inoltre sono stati acquisiti, mediante tecniche in array di sismica attiva, i dati necessari utili alla definizione del profilo verticale della V_S (velocità di propagazione delle onde di taglio) e di classificare i terreni sulla base di tale velocità in accordo con quanto previsto dal D.M. 17/01/2018.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 310 - p_pz_0035715/2019

2. GENERALITÀ SULLE PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE

Le indagini sismiche a rifrazione si basano sulla misurazione del tempo necessario perché la perturbazione elastica causata nel terreno da una sorgente di energia pervenga a una serie di strumentazioni di ricezione (geofoni) dopo aver percorso uno strato superficiale di terreno (onde dirette) e superfici di separazione fra strati a velocità crescente verso il basso (mediante onde rifratte).

Le apparecchiature di misurazione (geofoni) sono spaziate regolarmente lungo un allineamento; mediante adeguati sistemi di energizzazione sono prodotte le onde sismiche e viene registrato il tempo di arrivo delle onde ad ogni geofono, a costituire un diagramma, detto sismogramma. Il sismogramma registra:

- le onde dirette: che rappresentano la perturbazione che attraversando solo il primo strato va al geofono dalla sorgente di energia;
- le onde riflesse: che vengono riflesse dalle superfici di discontinuità;
- le onde rifratte: date dal raggio che subisce la rifrazione totale e percorre la superficie di discontinuità a velocità pari a quella dello strato più veloce. L'angolo critico di incidenza dipende dal rapporto delle velocità di propagazione delle onde sismiche nei due materiali, secondo la Legge di Snell:

$$\frac{\operatorname{sen}\alpha}{\operatorname{sen}\beta} = \frac{V_1}{V_2}$$

Si ha l'angolo critico quando senα = V1/V2, cioè β = 90°.

Le spezzate, diagrammate in un sistema di riferimento tempi/distanze relativamente ai tempi di primo arrivo, sono chiamate dromocrone. In ogni dromocrona si hanno punti che possono essere relativi alle onde dirette e alle onde rifratte.

I primi tempi di arrivo sono quelli relativi ai raggi diretti attraverso il primo strato e la pendenza della linea che passa per tali punti è il reciproco della velocità di questo strato.

A partire da una certa distanza dal punto di energizzazione (detta distanza critica) il tempo impiegato per arrivare al geofono dai raggi che percorrono il tetto dello strato sottostante (più veloce) risulta inferiore a quello degli arrivi diretti. I punti relativi a questi arrivi si allineeranno secondo una retta avente la pendenza di 1/V2, e così via per gli strati inferiori.

Il tempo che corrisponde all'intersezione di ciascun segmento di retta con l'asse dei tempi è detto tempo intercetto. Questo valore, come quello della distanza critica, dipendono

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 311 - p_pz_0035715/2019

direttamente dalla velocità dei materiali e dallo spessore degli strati, e possono quindi essere utilizzati per determinare le profondità dei tetti degli strati stessi.

In sostanza, una volte determinate le varie velocità, vi sono infatti due metodi per determinare le profondità dei vari strati sotto i punti di energizzazione: il metodo dell'intercetta e quello della distanza critica.

Una volta note queste entità è poi possibile calcolare la profondità dei vari strati in corrispondenza di ogni geofono; con il metodo ABC (delay times) o con il GRM (GeneralizedReciprocal Method).

2.1 Possibilità e limiti del metodo sismico a rifrazione

Come è noto, le onde elastiche provocate da una vibrazione si trasmettono nel suolo con velocità differenti per ogni litotipo. Nella prospezione sismica a rifrazione si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione"), che sono le più veloci fra le diverse onde elastiche, o trasversali (onde S o "di taglio") per determinare spessori e andamenti dei livelli presenti.

La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo è compresa in un *range* piuttosto ampio; per lo stesso litotipo di roccia essa diminuisce col grado di alterazione, di fessurazione e/o di fratturazione; aumenta per contro con la profondità e l'età geologica. Sensibili differenze si possono avere, in rocce stratificate, tra le velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. La velocità delle onde di compressione, diversamente da quelle trasversali che non si trasmettono nell'acqua, è fortemente influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione.

Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche di compressione, per cui non necessariamente l'interpretazione sismostratigrafica corrisponde con la reale situazione geologico-stratigrafica.

Il metodo sismico a rifrazione è soggetto inoltre alle seguenti limitazioni:

- un livello potrà essere evidenziato soltanto se la velocità di trasmissione delle onde longitudinali in esso risulterà superiore a quella dei livelli soprastanti (nessun effetto dell'inversione di velocità);

- un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni e alla sua profondità può non risultare rilevabile;

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 312 - p_pz_0035715/2019

- un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno sottostante a velocità sensibilmente maggiore può non risultare rilevabile perché mascherato dagli "arrivi" dello strato sottostante (effetto dello strato nascosto e "zona oscura");

- aumentando la spaziatura tra i geofoni aumenta la profondità di investigazione ma può ovviamente ridursi la precisione della determinazione della profondità dei limiti di passaggio tra i diversi livelli individuati. In presenza di successioni di livelli con velocità (crescenti) di poco differenti tra loro, orizzonti a velocità intermedia con potenza sino anche ad 1/3 del passo adottato possono non essere evidenziati. Il limite tra due orizzonti può quindi in realtà passare "attraverso" un terzo intermedio non evidenziabile;

- analogamente, incrementi graduali di velocità con la profondità danno origine a dromocrone che consentono più schemi interpretativi.

Per contro i moderni metodi di elaborazione tomografica del dato sismico consentono di ricostruire la l'andamento sepolto di più rifrattori sovrapposti, variamente accidentati e con velocità variabili lungo il profilo, anche in presenza di morfologia di superficie non piana.

2.2 Attrezzatura e metodologia utilizzata

La strumentazione utilizzata è composta da n.° 1sismografoa 25 canali del tipo *SoilSpy Rosina* della *Micromed® S.P.A*. dalle seguenti caratteristiche tecniche: campionamento 89 kHz per canale in modo continuo; conversione a/d 25 bit a 128 Hz; frequenze di output (fs) 256, 512, 1.024, 2.048, 4.096, 8.192, 16.384, 32.768 Hz; durata registrazione continua - nessun limite per fs< 2.048 Hz; dinamica 142 db; banda dc - 360 Hz; visualizzazione continua in tempo reale (per fs< 2.048 Hz).

L'attrezzatura è completata da n° 25 geofoni verticali e n° 25 geofoni orizzontali "Geospace" con frequenza propria di 4,5 Hz, fucile sismico armato con cartucce industriali calibro 8 a carica ridotta e massa battente del peso di 10 Kg su piastra in alluminio.

Nel presente lavoro, per l'energizzazione delle onde P e delle onde SV come sorgente è stata utilizzata una massa battente del peso di 10 Kg percossa in verticale su piastra in alluminio o, over possibile, direttamente su asfalto al fine di evitare rimbalzi del piattello che avrebbero causato fastidiosi disturbi del segnale.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 313 - p_pz_0035715/2019

Foto a-b: energizzazione delle onde P e SV (MASW)

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software Winsism 11.0 della W_Geosoft, in grado di convertire i dati acquisiti in formato SU (seismicunix) ed operare direttamente su tali tracce per la definizione dei tempi di primo arrivo ed il successivo tracciamento delle dromocrone.

L'interpretazione dei dati è stata effettuata con il metodo del Delay Time (ABC), che consente di determinare la profondità al di sotto di ogni geofono attraverso l'analisi delle velocità e degli spessori degli strati, individuandone le variazioni laterali nell'elaborazione di un modello interpretativo.

Dal modello ottenuto è stata effettuata l'inversione tomografica utilizzando il software RAYFRACT® della IntelligentResourcesInc., formulato per consentire l'elaborazione di dati ottenuti con prospezioni sismiche eseguite in superficie, sia onde P che S, per scopi geotecnico-ingegneristici, ambientali e per l'esplorazione nel campo delle georisorse.

RAYFRACT® consente sia la ricostruzione della geometria dei rifrattori con la sismica a rifrazione tradizionale, che la realizzazione di dettagliati modelli di velocità del sottosuolo con le più evolute tecniche tomografiche, soprattutto nel caso di strutture profonde. Tali tecniche consistono in due metodi, quello di inversione DELTA T-v, mediante il quale si ottengono dei profili 1D "profondità-velocità" dai dati di dromocrone e il metodo di inversione 2D, WET, mediante il quale si ottimizzano i modelli di velocità ottenuti con il metodo DELTA t-V. Inoltre le release più recenti di RAYFRACT® sono supportate dal software SURFER™ 11 mediante il quale è stato eseguito il gridding, l'imaging ed il contouring dei suddetti modelli di velocità.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 314 - p_pz_0035715/2019

Gli stendimentisismici impiegati presentanole seguenti caratteristiche:

SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P				
STENDIMENTO SISMICO	**N° Canali**	**Distanza intergeofonica**	**Lunghezza base sismica**	**Tipo Onde Sismiche**
SR1	**18**	**5 m**	**85m**	**P**
SR2	**25**	**5 m**	**120 m**	**P**
SR3	**25**	**5 m**	**120 m**	**P**
SR4	**25**	**5 m**	**120 m**	**P**
SR5	**25**	**5 m**	**120 m**	**P**
SR6	**17**	**5 m**	**80 m**	**P**
SR7	**18**	**5 m**	**85m**	**P**

Alcune prospezioni sismiche sono state condotte lungo una direzione caratterizzata da una topografia inclinata, pertanto in fase di elaborazione dei dati è stato necessario eseguire la correzione topografica relativa alla quota di ciascun geofono, misurata con strumentazione GPS di elevata precisione.

3. PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO MASW E RE.MI.

3.1 Generalità

MASW è l'acronimo di *Multi-channel Analysis of Surface Waves* (Analisi Multi-canale delle Onde di Superficie) ovvero analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva (e.g. Park et al., 1999). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie, in quanto la MASW classica/standard consiste appunto nella generazione e nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie, più specificatamente delle onde di Rayleigh, originate dall'interferenza costruttiva di onde P e onde Sv, incidenti sulla superficie libera del terreno. Si tratta di onde con polarizzazione ellittica sul piano verticale parallelo alla direzione di propagazione delle onde (ground roll) che sono appositamente generate da una sorgente ad impatto verticale (in genere si utilizza una massa battente del peso di 10 Kg su piastra in alluminio o da un cannoncino sismico) e vengono poi registrate tramite geofoni a componente verticale o orizzontale a frequenza propria di 4.5Hz.

La metodologia Re.Mi (Refractor Microtremor), come la MASW, studia le proprietà dispersive delle onde superficiali (specificatamente le onde di Rayleigh). L'unica differenza tra le 2 metodologie è che per le prove MASW la sorgente è nota (l'energizzazione delle onde è eseguita dagli operatori) mentre per le prove Re.Mi.la registrazione delle onde avviene in passivo, ovvero sono registrati per un tempo determinato, i microtremori provenienti da sorgenti ignote e lontane.

Nel presente lavoro, lungo lo stesso stendimento utilizzato per l'acquisizione di dati di sismica attiva MASW, sono stati registrati segnali in sismica passiva utili all'inversione mediante tecnica Re.Mi., in modo da ottenere, mediante tecniche diverse ed acquisizioni a diverse lunghezze d'onda, un modello rappresentativo del comportamento sismico del sottosuolo. In fase di pianificazione delle indagini infatti, è stato ritenuto opportuno l'acquisizione di segnali sismici con diverse tecniche geofisiche in modo da avere diversi set di dati ridondanti che riducano al minimo l'influenza dei rumori generati da disturbi antropici, elettromagnetici e/o da correnti vaganti ed ottenere una curva di dispersione che identifichi in modo univoco l'andamento verticale delle onde sismiche di taglio nel sottosuolo.

Con entrambe le metodologiesi acquisiscono pertanto onde di superficie (attive o passive) ed è possibile ottenere una stratigrafia delle onde S fornendo un valore per del parametro Vs.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 316
Pagina 316 - p_pz_0035715/2019

Più specificatamente si analizza la dispersione delle onde di superficie sapendo che frequenze diverse e quindi lunghezze d'onda diverse –viaggiano a velocità diversa. Il principio di base quindi è piuttosto semplice: le varie componenti (frequenze) del segnale (cioè della perturbazione sismica che si propaga) viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo. In particolare, le lunghezze d'onda più ampie (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda (in altre termini "sentono" gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (le frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale. Poiché tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, ciò si rifletterà nel fatto che le frequenze più basse (delle onde di superficie) viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto le frequenze più alte. L'andamento delle velocità di fase in funzione della frequenza (o della lunghezza d'onda) è detta *curva di dispersione*e fornisce informazioni sul profilo di velocità nel sottosuolo.

3.2. Attrezzatura e metodologia utilizzata

La strumentazione utilizzata è il sismografo SoilSpy Rosina della Micromed® S.P.A. dalle seguenti caratteristiche tecniche: campionamento 89 kHz per canale in modo continuo; conversione a/d 25 bit a 128 Hz; frequenze di output (fs) 256, 512, 1.024, 2.048, 4.096, 8.192, 16.384, 32.768 Hz; durata registrazione continua - nessun limite per fs < 2.048 Hz; dinamica 142 db; banda dc - 360 Hz; visualizzazione continua in tempo reale (per fs < 2.048 Hz).

Generalmente le indaginisono state svoltelungo il medesimo stendimento utilizzato per la sismica a rifrazione, così come riportato in planimetria allegata, adottando la seguente configurazione geometrica e strumentale:

Spaziatura tra i geofoni: 5 m

Numero di offset: 3 rispettivamente a 5.0; 7.5 e 10.0 m dal primo e dall'ultimo geofono

Intervallo di campionamento: 1 KHz per la MASW 256 Hz per la Re.Mi.

Durata acquisizione: 1 o 2 s

Guadagno: 1 mV/digit (uguale per tutti i geofoni) senza AGC (Automatic Gain Control)

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *WinMasw Pro 4.4.8* della *Eliosoft*. I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (.sgy format file).

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 317
Pagina 317 - p_pz_0035715/2019

3.3. Processo di elaborazione dati

L'analisi delle tracce acquisite in campagna e il processo di elaborazione dati consistono nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocity-frequency (c-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica adottata. Dallo spettro bidimensionale ottenuto dalle registrazioni è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie, in quanto le onde di Rayleigh presentano un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple). Sullo spettro di frequenza viene eseguito un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze. Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo. Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SH (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3),rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

- Modulo di taglio dinamico (G_0)

E' definito dalla seguente equazione:

$$G_0 = \gamma \cdot Vs^2$$

Dove γ= densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua.

- Modulo di Young dinamico (E_d)

E' definito dalla seguente equazione:

$$E_d = [V_P^2 \cdot \gamma \cdot (1+\mu) \cdot (1- 2\mu)] /(1-\mu)]$$

Con μ =coeff. di Poisson

-Rigidità o impedenza sismica

$$R_s = \gamma V_s$$

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 318 - p_pz_0035715/2019

Tale modulo dipende dalla porosità e dalla pressione litostatica.

-Modulo di incompressibilità dinamica (Bulk Modulus)

E' definito dalla seguente equazione:

$$K = \gamma[V_P^2 - 4/3 \cdot V_S^2]$$

4. ELABORAZIONE DATI E INTERPRETAZIONE

4.1 INTERVENTO 1

4.1.1Profilo sismico a rifrazione in onda P SR1

Il profilo sismico denominato SR1, è stato realizzato,nella zona a monte della SP13 in corrispondenza di un dissesto che ha causato il cedimento di gabbioni di controripa, con la seguente configurazione geometrica e strumentale:

- n. geofoni: 18
- distanza tra i geofoni: 5.0 m
- lunghezza stendimento: 85 m
- frequenza campionamento: 4KHz
- durata campionamento: 120 ms
- guadagno: variabile da 20 mV/digit a 0.2 mV/digit con AGC (Automatic Gain Control)
- n. shots: 6, di cui:

shot 1 in corrispondenza del geofono G1 (coord. = 0,0 m)
shot 2 in corrispondenza del geofono G3 (coord. = 10,0 m)
shot 3 in corrispondenza del geofono G7 (coord. = 30,0 m)
shot 4 in corrispondenza del geofono G11 (coord. = 50,0 m)
shot 5 in corrispondenza del geofono G15 (coord. = 70,0 m)
shot 6 in corrispondenza del geofono G18 (coord. = 85,0 m)

La **Sismosezione SR1, eseguita in onde P** (l. 85,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 2,40 a 3,70 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, riferibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni detritici superficiali piuttosto alterati e decompressi ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 2,60 a 7,30 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni piuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ed ascrivibili al substrato alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 5,80 a 10,30 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di circa 23 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a2400 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

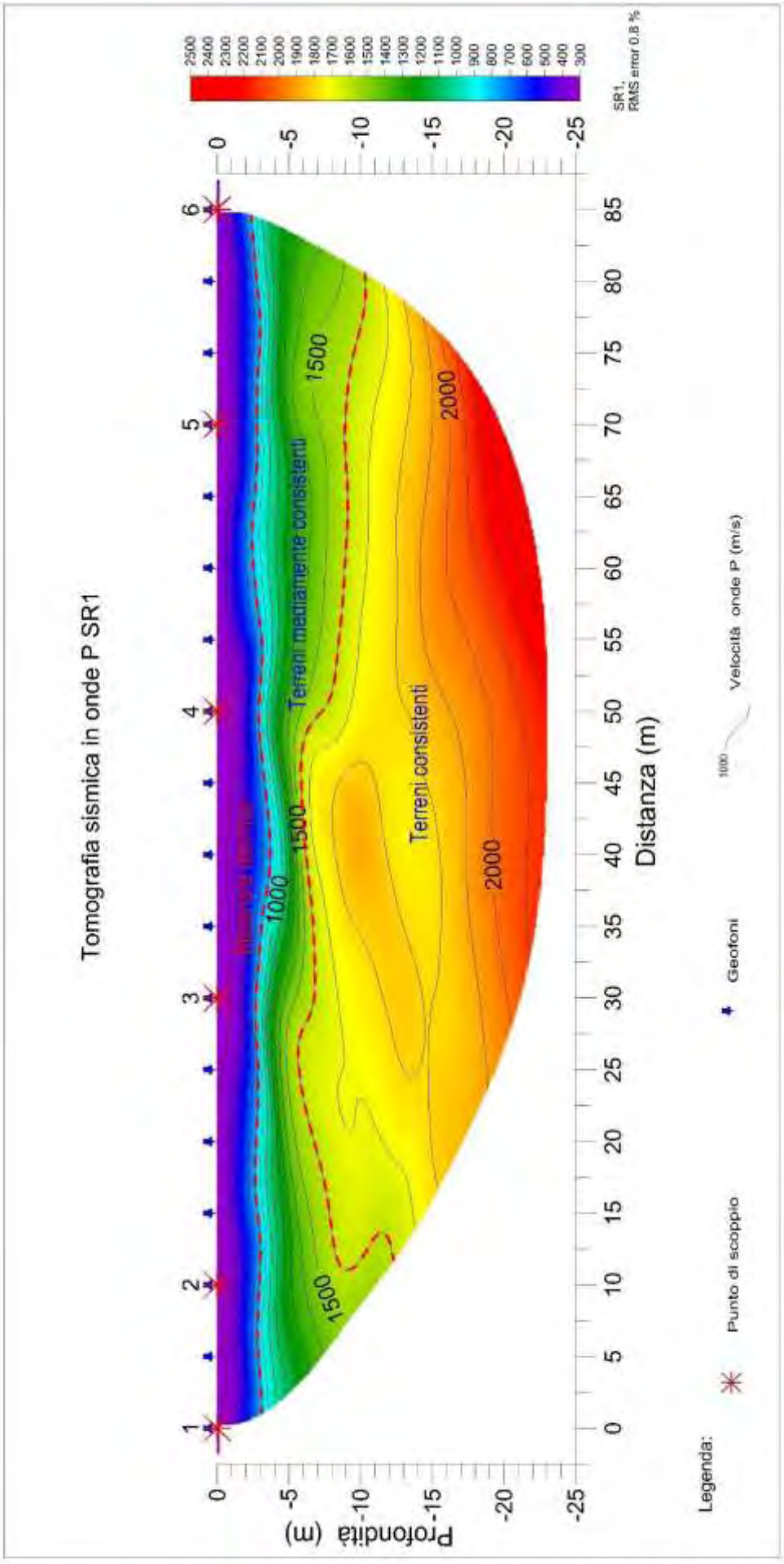
Pagina 320 - p_pz_0035715/2019

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 2,5 e 3,7 m, riferibile a terreni detritici di frana caratterizzati quindi da velocità più basse delle onde di volume. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 2,6 a circa 7,3 m ed è caratterizzato da un andamento piuttosto irregolare delle linee di isovelocità, indice di una variazione laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili quindi a depositi in posto piuttosto consistenti, seppur alterati e dotati di buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da 6,30 a circa 10,30 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite, oltre ai tempi di arrivo e alle dromocrone derivanti dal picking dei primi arrivi.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 321 - p_pz_0035715/2019

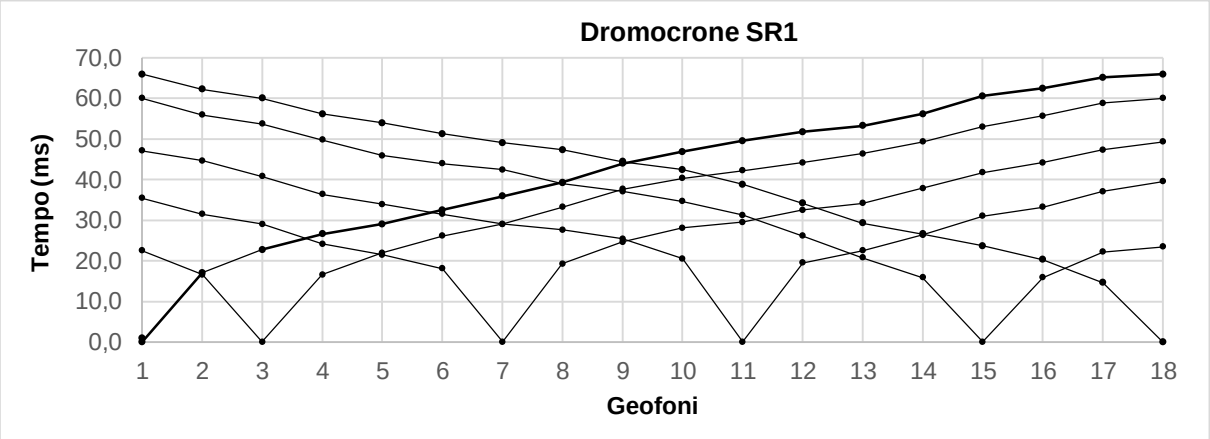


DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 322 - p_pz_0035715/2019

Tempi di primo arrivo

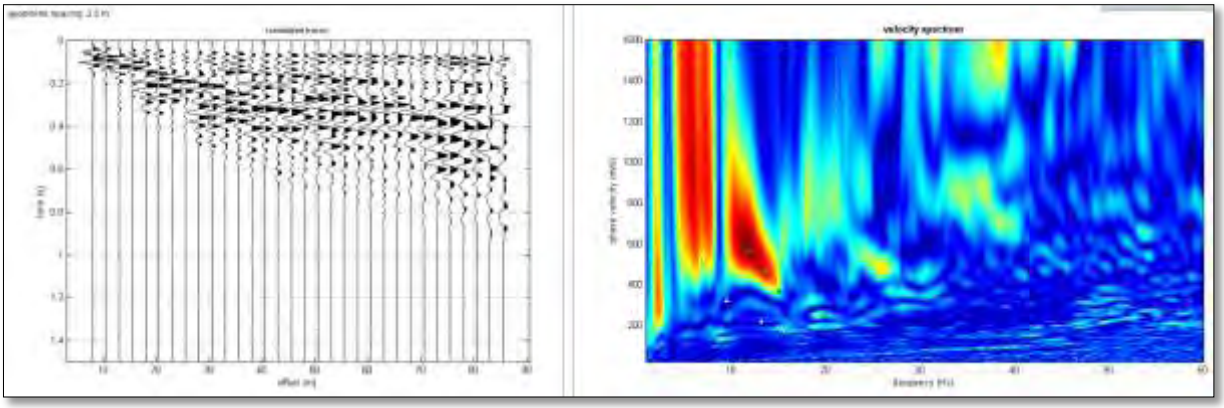
Receiver Station	First Break (ms) - SR1 ONDE P					
	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6
1	0.00	22.46	35.40	47.12	60.06	65.92
2	17.09	16.60	31.49	44.68	55.91	62.26
3	22.71	0.00	29.05	40.77	53.71	60.06
4	26.61	16.60	24.17	36.38	49.81	56.15
5	29.05	21.97	21.48	33.94	45.90	53.96
6	32.47	26.12	18.07	31.49	43.95	51.27
7	35.89	29.05	0.00	29.05	42.48	49.07
8	39.31	33.20	19.29	27.59	39.06	47.36
9	43.95	37.60	24.66	25.39	37.11	44.43
10	46.88	40.28	28.08	20.51	34.67	42.48
11	49.56	42.24	29.54	0.00	31.25	38.82
12	51.76	44.19	32.47	19.53	26.12	34.18
13	53.22	46.39	34.18	22.46	20.75	29.30
14	56.15	49.32	37.84	26.37	15.87	26.61
15	60.55	52.98	41.75	31.01	0.00	23.68
16	62.50	55.66	44.19	33.20	15.87	20.26
17	65.19	58.84	47.36	37.11	22.22	14.65
18	65.92	60.06	49.32	39.55	23.44	0.00



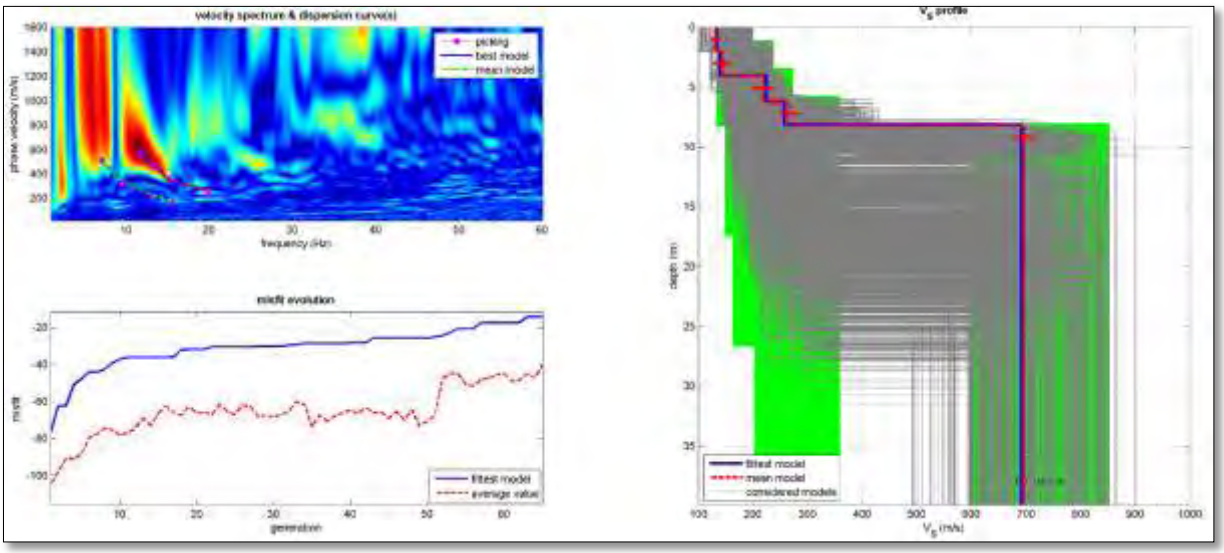
4.1.2 -Prospezione sismica MASW e Re.Mi. 1 (SR1)

La prospezione sismica denominata MASW/Re.Mi. 1 è stata eseguita lungo lo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR1, utilizzando una configurazione strumentale differente rispetto a quello utilizzato per la sismica in onde P.

Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale:

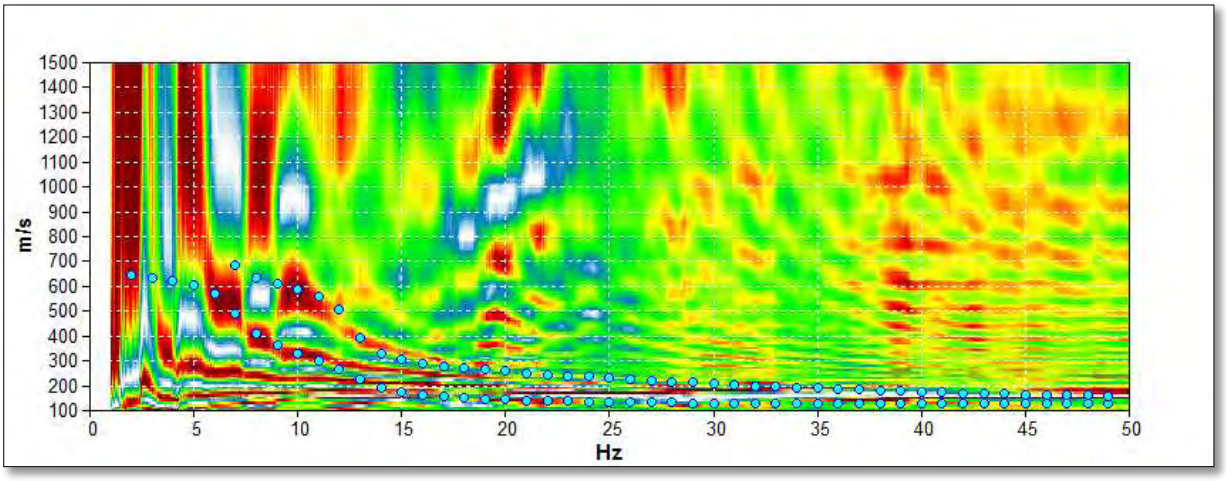


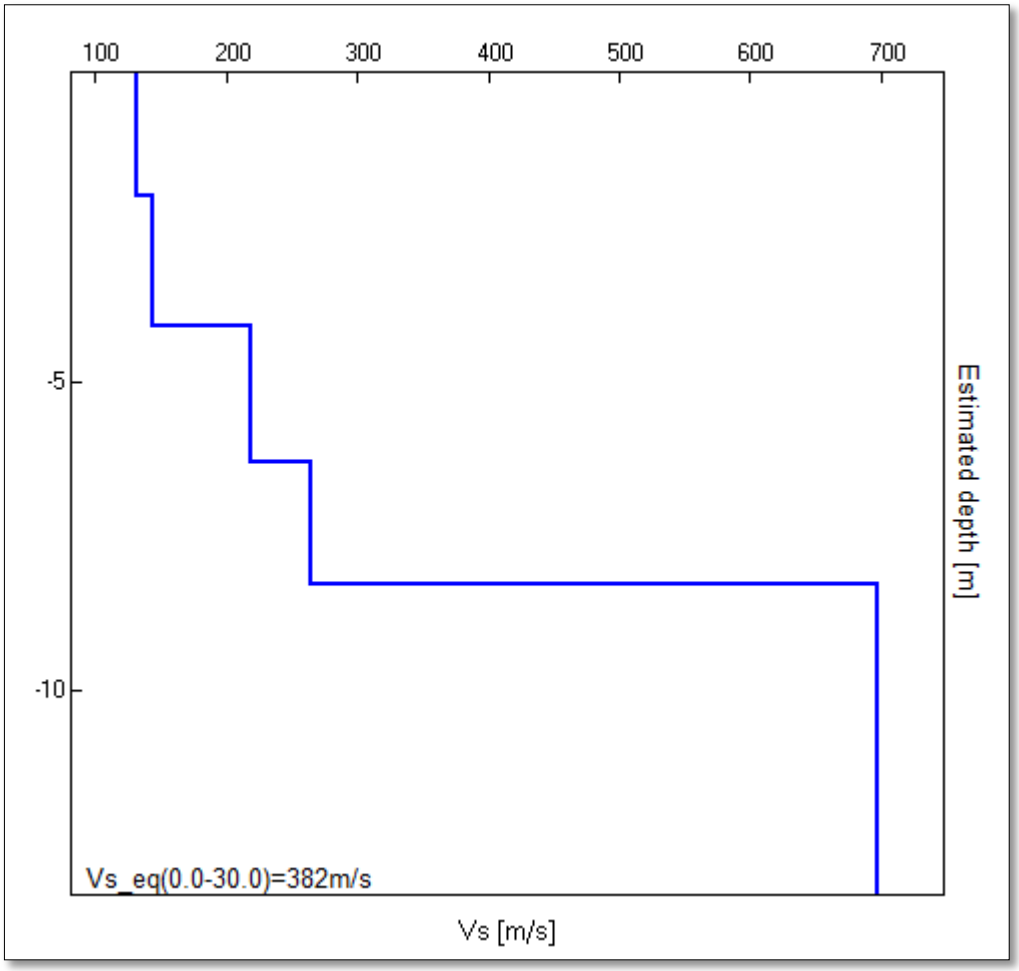
Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phasevelocity-frequency (c-f) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_S identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfitevolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).



Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già detto sono stati acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:



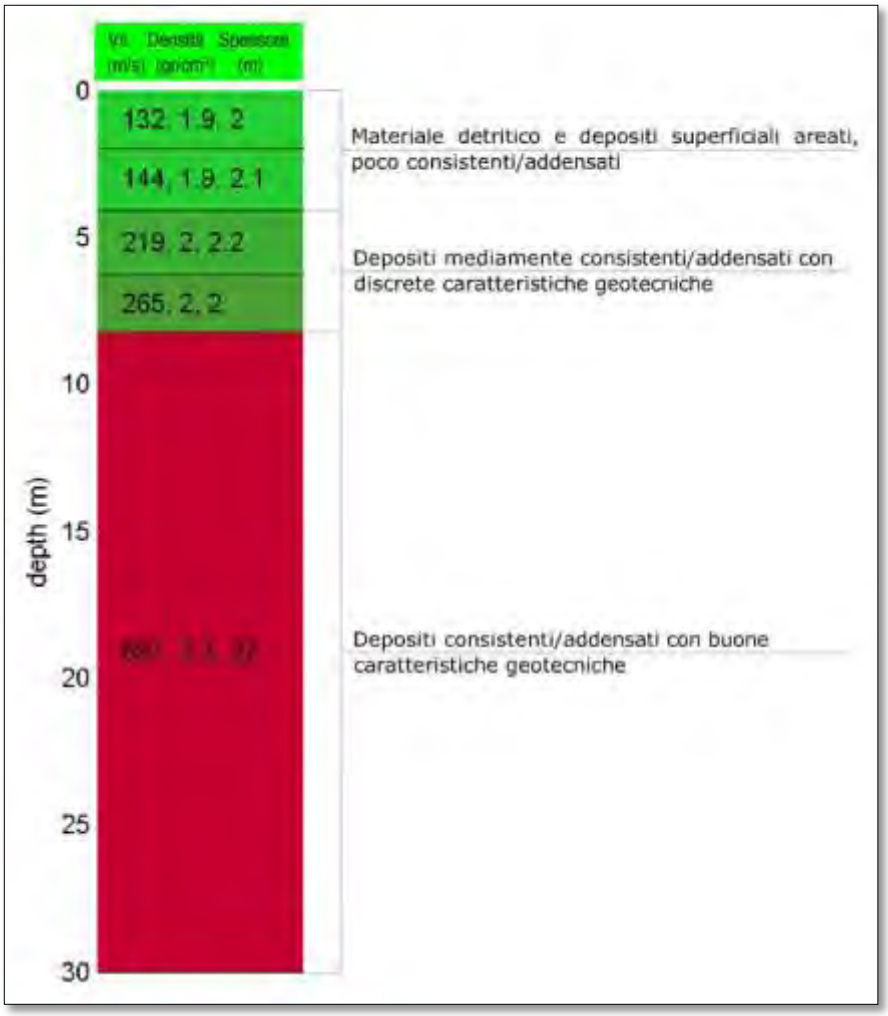


DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 325 - p_pz_0035715/2019

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **Vs_{30} di 382 m/s** a partire dal p.c. (non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m)

Spessore (m)	V_S (m/s)
2.00	132
2.10	144
2.20	219
2.00	265
semi-spazio	697



Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 326 - p_pz_0035715/2019

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 4,10 m, con velocità delle onde S comprese tra132 e 144 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale detritico e a terreni superficiali areati maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 4,20 m, con velocità delle onde S comprese tra 219 e 265 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Segue, da 8,30 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 697 m/s riferibile a un deposito consistente/addensato con buone caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SV (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3),rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	**Spessore**	**Vp** **m/s**	**Vs** **m/s**	**γ** **g/cm^3**	**μ** **(-)**	**E_d** **Kg/cm^2**	**R** **T/m^2*s**	**G_0** **Kg/cm^2**	**K** **Kg/cm^2**
I°	4.10	700	138	1.8	0.48	902	221	305	7434
II°	4.20	1250	241	1.9	0.48	3096	434	1045	26731
III°	-	2500	697	2.0	0.46	26913	1324	9230	106443

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s), **γ**= densità (g/cm^3); **μ**= coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm^2); **R**= rigidità sismica (T/m^2*s); **G_0**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm^2); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm^2)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e dei moduli dinamici) e di conseguenza, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m, del parametro **$Vs_{,eq}(V_{S30})$**,risultato per il modello medio pari a **382 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 327 - p_pz_0035715/2019

Linea sismica	$V_{S,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 1	**382**	**"B"**

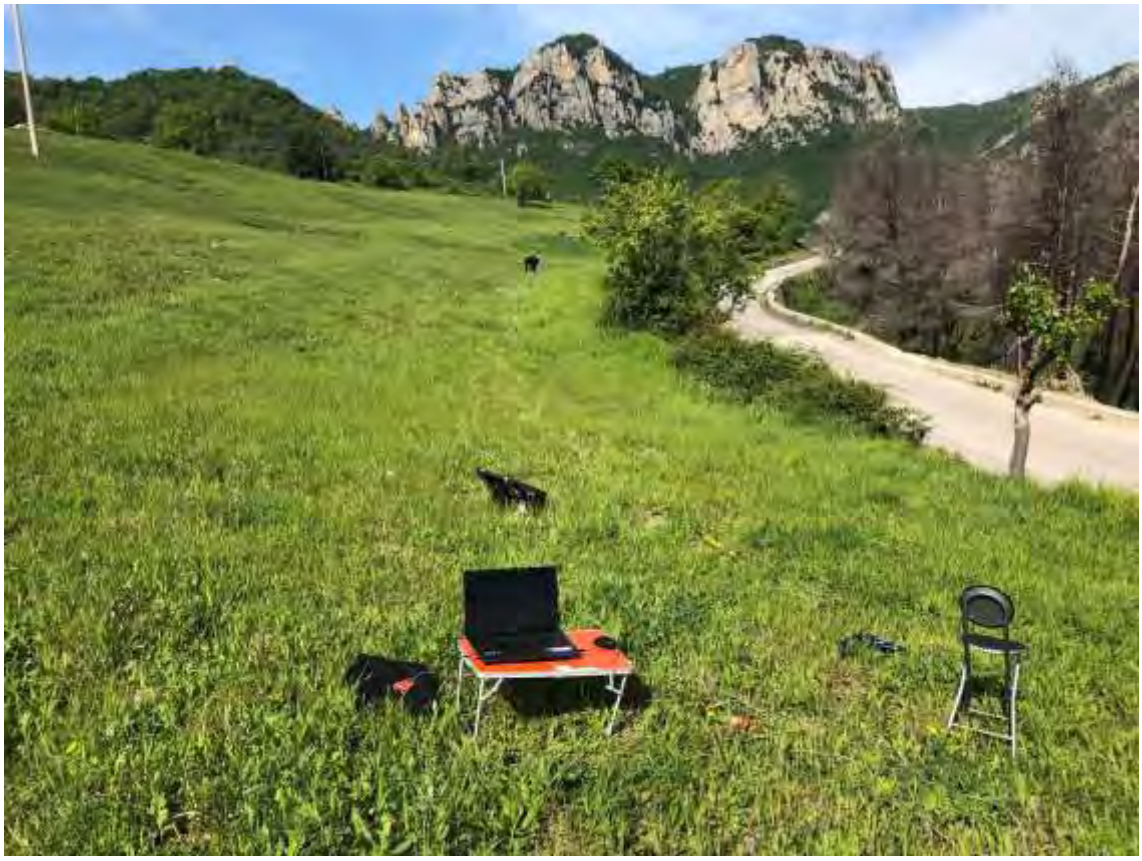
Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella categoria B ovvero:

-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.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 328 - p_pz_0035715/2019

4.1.3 Rapporto fotografico



Fasi di acquisizione della prospezione sismica SR1 e della prospezione MASW/Re.Mi. 1

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 329 - p_pz_0035715/2019

4.1.4 Ubicazione indagine

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 330 - p_pz_0035715/2019

4.2 INTERVENTO 2 – Km 21+000

Il secondo intervento si individua in corrispondenza del Km 21+000 della SP 13, in corrispondenza del quale si è innescato un esteso movimento franoso che ha causato il cedimento della sede stradale e delle opere di sostegno. In corrispondenza di tale intervento sono stati eseguiti nr. 3 stendimenti sismici a rifrazione (SR2, SR3, SR4), nr. 1 prospezione sismica MASW/Re.Mi. e nr. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

4.2.1 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR2

Il profilo sismico denominato SR2, è stato realizzato nella zona a monte della SP13 longitudinalmente al dissesto che ha causato il cedimento dell'arteria stradale al Km 21. La configurazione geometrica e strumentale adottata è la seguente:

- n. geofoni: 25
- distanza tra i geofoni: 5.0 m
- lunghezza stendimento: 120 m
- frequenza campionamento: 4KHz
- durata campionamento: 120 ms
- guadagno: variabile da 20 mV/digit a 0.2 mV/digit con AGC (Automatic Gain Control)
- n. shots: 8, di cui:

shot 1 in corrispondenza del geofono G1 (coord. = 0,0 m)
shot 2 in corrispondenza del geofono G3 (coord. = 10,0 m)
shot 3 in corrispondenza del geofono G7 (coord. = 30,0 m)
shot 4 in corrispondenza del geofono G11 (coord. = 50,0 m)
shot 5 in corrispondenza del geofono G15 (coord. = 70,0 m)
shot 6 in corrispondenza del geofono G19 (coord. = 90,0 m)
shot 7 in corrispondenza del geofono G23 (coord. = 110,0 m)
shot 8 in corrispondenza del geofono G25 (coord. = 120,0 m)

La **Sismosezione SR2, eseguita in onde P** (l. 120,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 3,50 a 6,70 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, riferibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni detritici superficiali decompressi ed ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,20 a 23,20 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 331 - p_pz_0035715/2019

terrenipiuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;

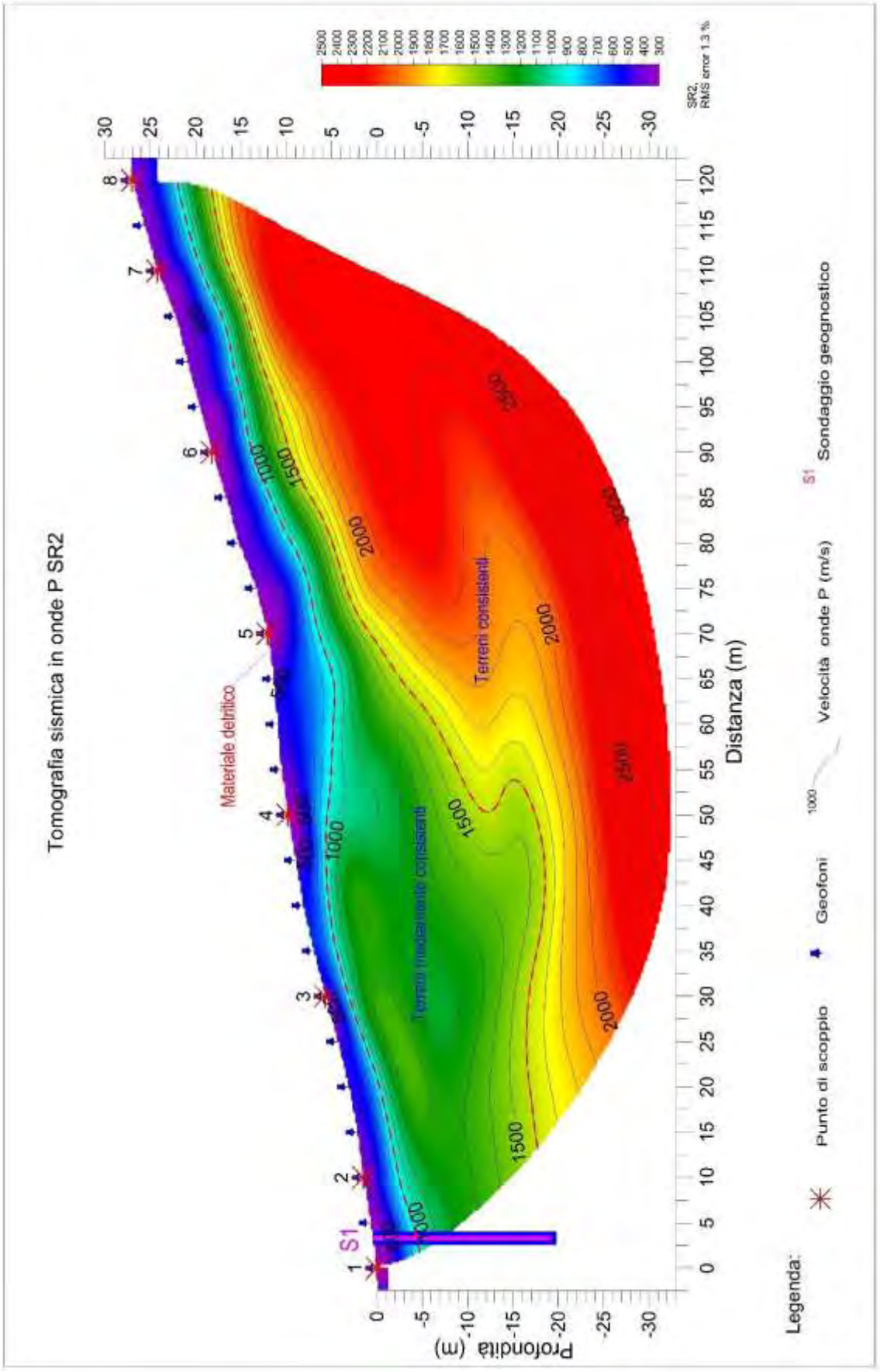
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 8,10 a 26,50 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di oltre 40 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a 3000 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR2è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 3,50 e 7,00 m, minori nella porzione di monte e valle maggiori invece nella porzione centrale, dove si è avuto accumulo del materiale rimobilizzato dalla frana. Tale sismostrato è, pertanto, riferibile a materiale detritico di frana e, quindi, caratterizzato da velocità più basse delle onde di volume e dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,0 a circa 23,0 m ed è caratterizzato da un andamento piuttosto irregolare delle linee di isovelocità soprattutto nella porzione di valle dello stendimento, tra le progressive 0,0-65,0 m, indice di una variazione laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili, quindi, a depositi in posto piuttosto consistenti, seppur alteratie dotati dibuone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da circa 8,00 a 26,00 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite, oltre ai tempi di arrivo e alle dromocrone derivanti dal picking dei primi arrivi.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

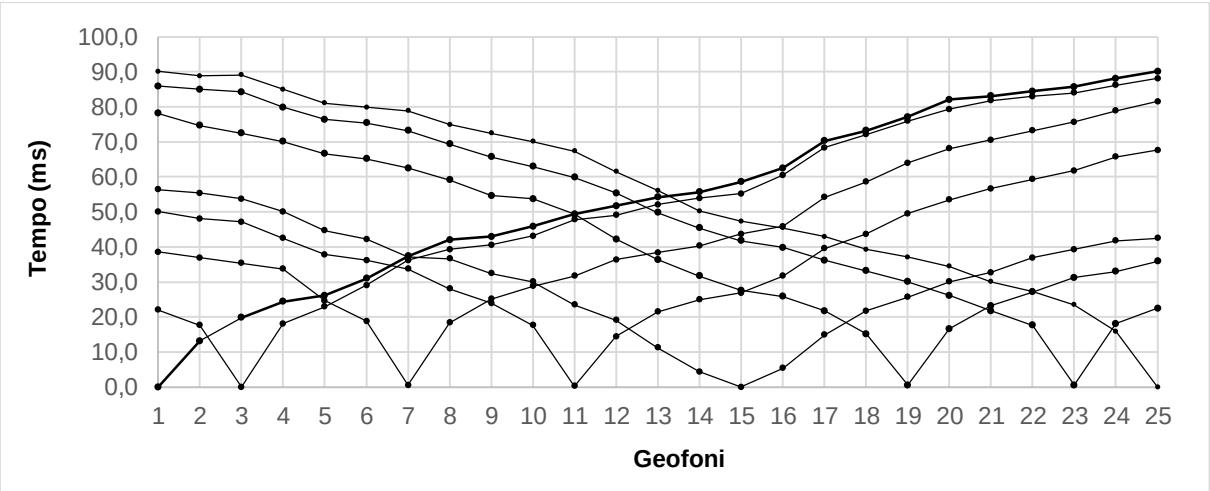
Pagina 332 - p_pz_0035715/2019


Tomografia sismica in onde P SR2
SR2,
RMS error 1.3 %
Distanza (m)
Profondità (m)
Materiale detritico
Terreni consistenti
Terreno mediamente consistenti
S1
Legenda:
Punto di scoppio
Geofoni
Velocità onde P (m/s)
Sondaggio geognostico

Tempi di primo arrivo

Receiver Station	First Break (ms) - SR1 ONDE P							
	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6	Shot 7	Shot 8
1	0.00	23.44	36.38	56.64	75.44	80.57	84.96	88.38
2	18.80	14.65	29.54	52.73	72.27	77.15	83.01	86.67
3	24.41	0.00	26.37	46.88	68.36	73.49	80.08	82.76
4	28.56	13.67	23.44	40.77	63.72	70.56	76.17	80.57
5	32.72	21.48	18.56	35.89	59.57	67.63	73.00	76.17
6	37.11	24.66	13.18	29.79	54.93	62.50	69.09	73.73
7	40.04	25.39	0.00	27.34	51.27	57.37	66.41	70.80
8	43.21	27.34	10.74	22.95	46.14	54.20	63.48	68.12
9	47.12	34.18	17.82	21.00	44.43	52.73	62.26	66.65
10	52.00	39.31	20.51	16.60	42.73	51.51	60.30	65.19
11	58.35	45.90	26.86	0.00	38.82	49.32	56.40	61.77
12	62.50	52.98	31.98	15.87	31.98	46.39	53.71	58.59
13	67.87	59.33	36.62	23.19	23.50	42.73	51.03	54.93
14	72.75	62.74	40.77	30.76	14.40	37.84	46.14	50.29
15	76.42	68.36	49.07	37.60	0.00	34.67	44.68	49.07
16	78.61	71.53	53.96	41.99	19.78	31.98	42.24	47.12
17	78.86	71.78	55.66	44.92	30.52	27.83	38.33	41.75
18	80.81	73.73	57.37	45.90	34.18	18.80	36.13	39.31
19	83.25	75.44	58.35	49.07	37.11	0.00	31.98	36.62
20	84.72	77.88	62.01	52.73	41.50	21.73	31.25	33.20
21	85.69	79.59	64.21	54.44	42.73	28.08	28.81	33.20
22	86.43	80.32	65.92	56.64	45.41	32.23	19.04	29.79
23	86.67	81.06	67.38	58.11	47.36	34.42	0.00	23.68
24	88.38	83.01	69.58	60.55	49.07	36.62	15.87	15.87
25	89.36	84.72	71.05	62.26	50.54	38.57	24.66	0.00

Dromocrone SR2



4.2.2 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR3

Il profilo sismico denominato SR3, è stato realizzato, nella zona immediatamente a monte della SP13 parallelamente all'andamento planimetrico della strada e trasversalmente al dissesto che ha interessato l'arteria al Km 21. La configurazione geometrica e strumentale adottata è la seguente:

- n. geofoni: 25
- distanza tra i geofoni: 5.0 m
- lunghezza stendimento: 120 m
- frequenza campionamento: 4KHz
- durata campionamento: 120 ms
- guadagno: variabile da 20 mV/digit a 0.2 mV/digit con AGC (Automatic Gain Control)
- n. shots: 8, di cui:

shot 1 in corrispondenza del geofono G1 (coord. = 0,0 m)
shot 2 in corrispondenza del geofono G3 (coord. = 10,0 m)
shot 3 in corrispondenza del geofono G7 (coord. = 30,0 m)
shot 4 in corrispondenza del geofono G11 (coord. = 50,0 m)
shot 5 in corrispondenza del geofono G15 (coord. = 70,0 m)
shot 6 in corrispondenza del geofono G19 (coord. = 90,0 m)
shot 7 in corrispondenza del geofono G23 (coord. = 110,0 m)
shot 8 in corrispondenza del geofono G25 (coord. = 120,0 m)

La **Sismosezione SR3, eseguita in onde P** (l. 120,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 1,80 a 4,10 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, riferibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni detritici superficiali decompressi ed ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,30 a 18,40 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terrenipiuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;
- Segueun **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 7,70 a 20,20 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di oltre 40 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a2400 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

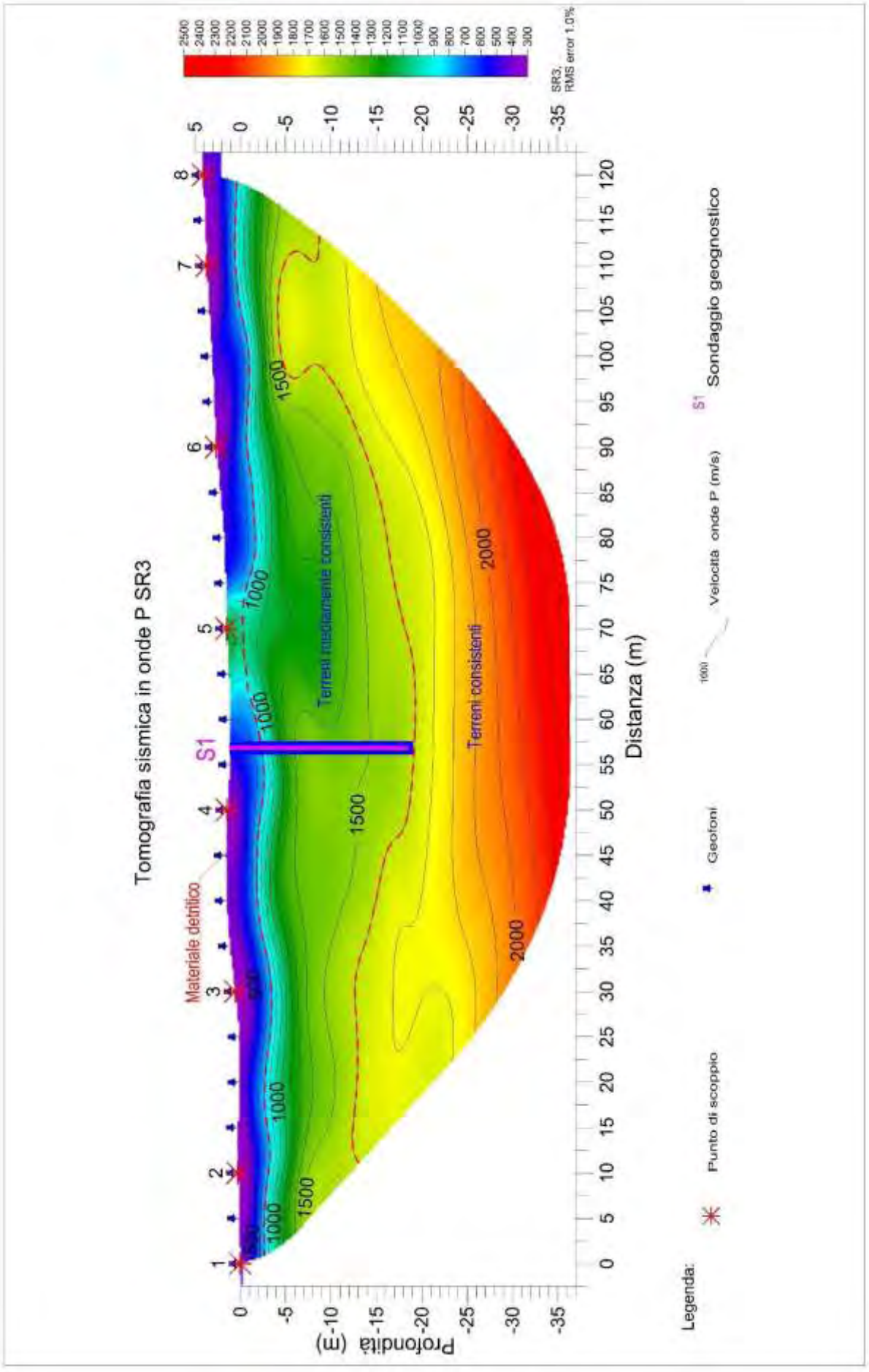
Pagina 335 - p_pz_0035715/2019

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR3è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 2,00 e 4,00 m, riferibile a materiale detritico di frana e pertanto caratterizzati da velocità più basse delle onde di volume e dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,30 a circa 18,40 m ed è caratterizzato da un andamento piuttosto irregolare delle linee di isovelocità soprattutto nella zona centrale dello stendimento, tra le progressive 40,0-90,0 m,indice di una variazione laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili quindi a depositi in posto piuttosto consistenti, seppur alteratie dotati dibuone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da circa 7,70 a circa 20,00 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite, oltre ai tempi di arrivo e alle dromocrone derivanti dal picking dei primi arrivi.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 336 - p_pz_0035715/2019



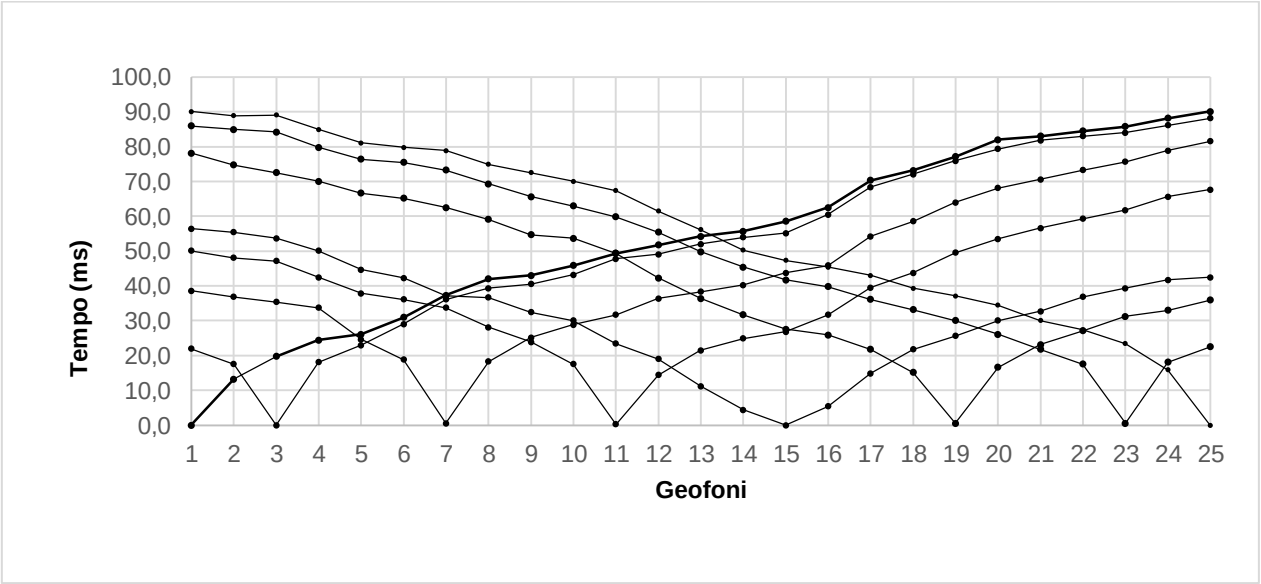
DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 337 - p_pz_0035715/2019

Tempi di primo arrivo

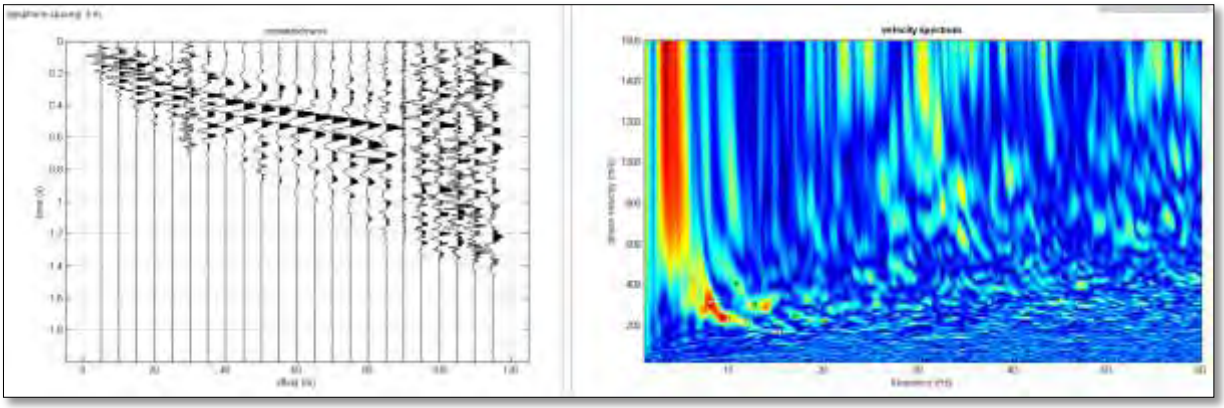
Receiver Station	First Break (ms) - SR1 ONDE P							
	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6	Shot 7	Shot 8
1	0.00	21.97	38.57	50.05	56.40	78.13	85.94	90.09
2	13.18	17.58	36.87	48.10	55.42	74.71	84.96	88.87
3	19.78	0.00	35.40	47.12	53.71	72.51	84.23	89.11
4	24.41	18.07	33.69	42.48	50.05	70.07	79.83	84.96
5	26.12	22.95	24.66	37.84	44.68	66.65	76.42	81.06
6	31.01	29.05	18.80	36.13	42.24	65.19	75.44	79.83
7	37.35	36.13	0.49	33.69	37.11	62.50	73.24	78.86
8	41.99	39.31	18.31	28.08	36.62	59.08	69.34	74.95
9	42.97	40.53	25.15	23.93	32.47	54.69	65.67	72.51
10	45.90	43.17	28.81	17.58	30.03	53.71	62.99	70.07
11	49.32	47.83	31.74	0.24	23.44	49.32	59.81	67.38
12	51.76	49.10	36.38	14.40	19.04	42.24	55.42	61.52
13	54.20	52.05	38.33	21.48	11.23	36.38	49.81	56.15
14	55.66	53.96	40.28	24.90	4.40	31.74	45.41	50.29
15	58.59	55.18	43.70	26.86	0.00	27.59	41.75	47.36
16	62.50	60.52	45.90	31.74	5.37	25.88	39.80	45.41
17	70.31	68.36	54.20	39.55	14.89	21.73	36.13	42.97
18	73.18	72.10	58.59	43.70	21.73	15.14	33.20	39.31
19	77.15	75.93	63.97	49.56	25.64	0.49	30.03	37.11
20	82.03	79.35	68.12	53.47	30.03	16.60	26.12	34.42
21	83.03	81.79	70.56	56.64	32.72	23.19	21.73	30.03
22	84.47	83.01	73.24	59.33	36.87	27.10	17.58	27.34
23	85.74	84.02	75.68	61.77	39.31	31.25	0.49	23.44
24	88.14	86.18	78.86	65.67	41.75	32.96	18.07	15.87
25	90.09	88.14	81.54	67.63	42.48	35.89	22.46	0.00

Dromocrone SR3

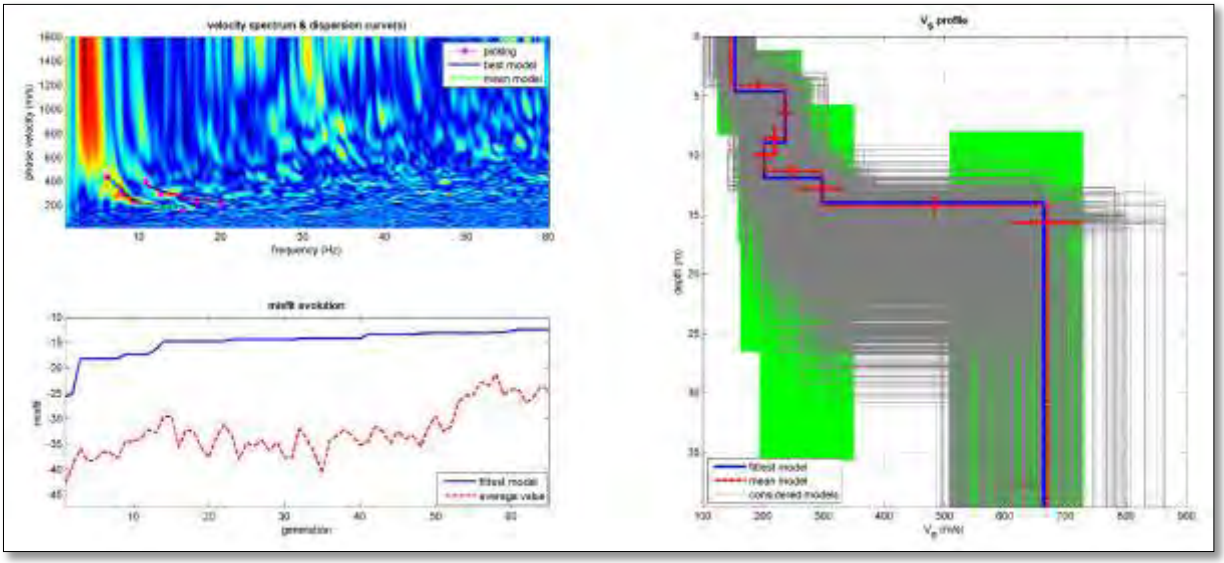


4.2.3 -Prospezione sismica MASW e Re.Mi. 2 (SR3)

La prospezione sismica denominata MASW/Re.Mi. 2 è stata eseguita lungo lo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR3 utilizzando una configurazione strumentale differente rispetto a quello utilizzato per la sismica in onde P. Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale:



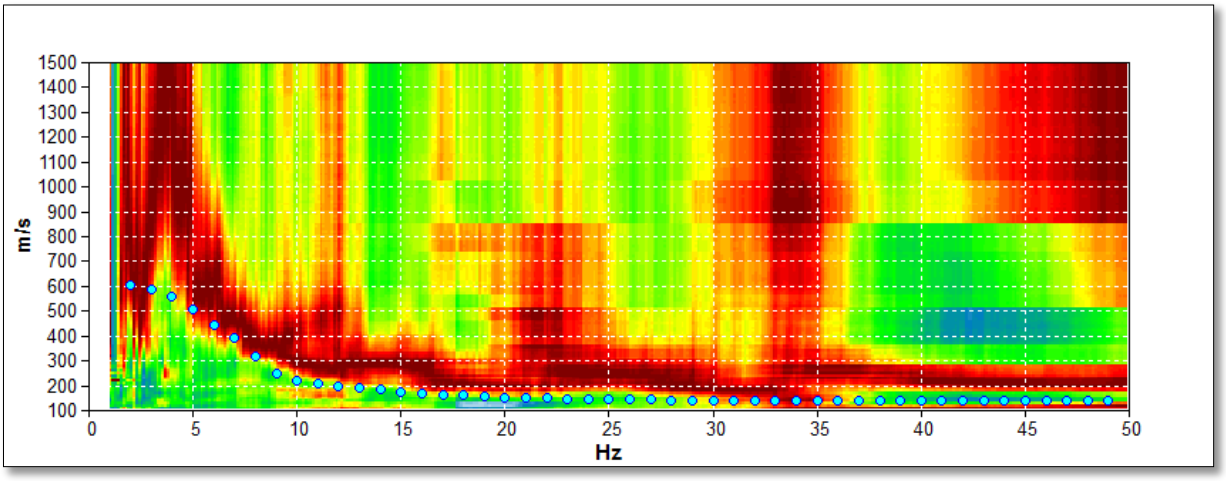
Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phasevelocity-frequency (c-f) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_S identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfitevolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).

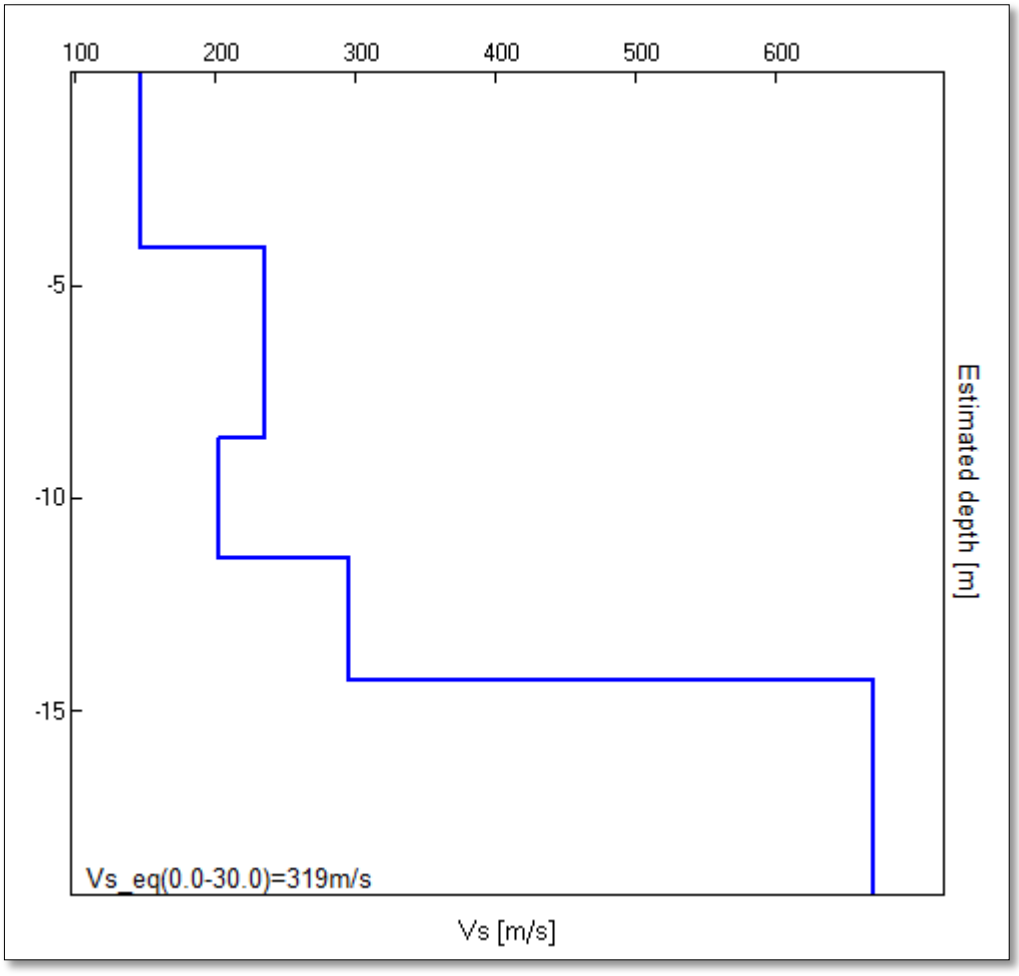


DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019
339
Pagina 339 - p_pz_0035715/2019

Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già detto sono state acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:



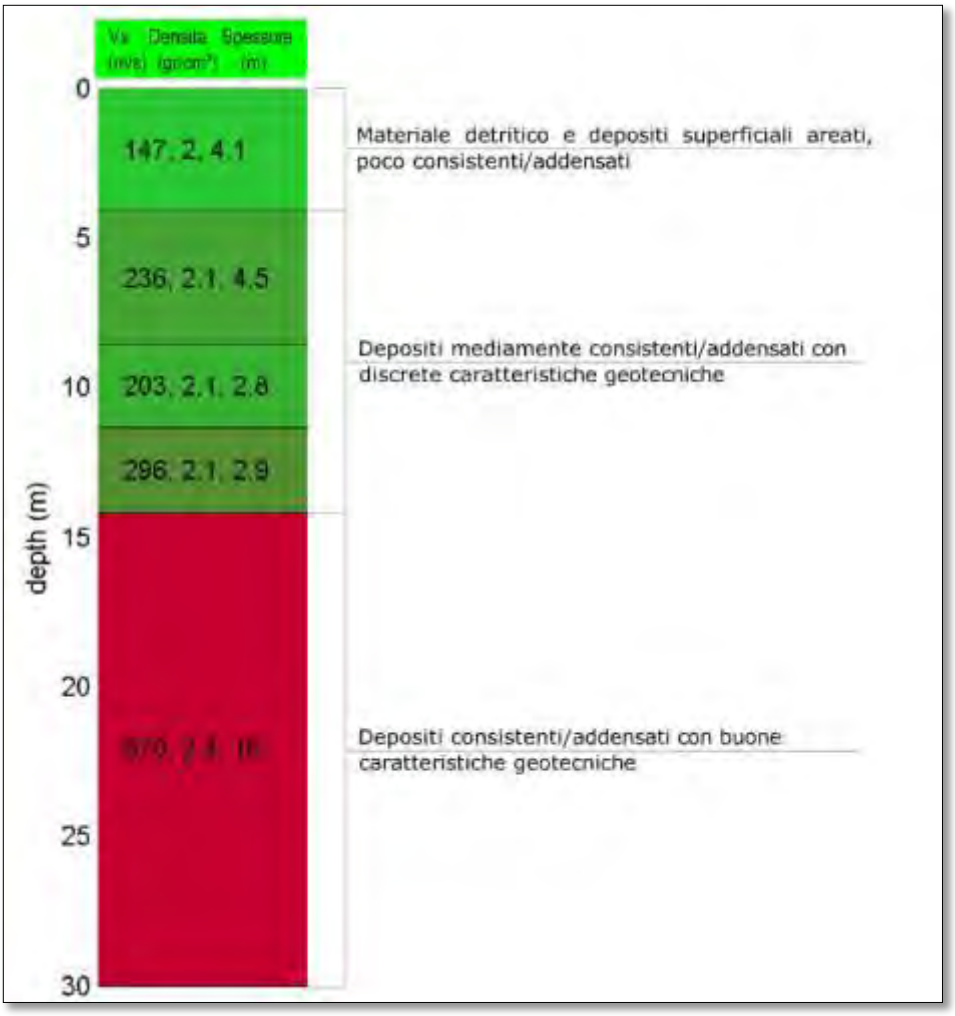


DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 340 - p_pz_0035715/2019

In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **$Vs_{,eq}$ di 319 m/s** a partire dal p.c. (pari a V_{S30} in quanto non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m)

Spessore (m)	V_S (m/s)
4.10	147
4.50	236
2.80	203
2.90	296
semi-spazio	670



Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 341 - p_pz_0035715/2019

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 4,10 m, con velocità delle onde S di 147 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni superficiali areati del detrito di frana
- Il**secondo sismostrato** ha uno spessore di 10,20 m, con velocità delle onde S comprese tra 203 e 296 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Segue, da 14,30 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 670 m/s riferibile a un deposito consistente/addensato con buone caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SV (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3),rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato									
Strato	**Spessore**	**Vp** m/s	**Vs** m/s	**γ** g/cm^3	**μ** (-)	**E_d** Kg/cm^2	**R** T/m^2*s	**G_0** Kg/cm^2	**K** Kg/cm^2
I°	4.10	600	147	1.8	0.47	1015	235	346	5299
II°	10.20	1500	244	1.9	0.48	3172	439	1072	26696
III°	-	2000	670	2.0	0.44	24509	1273	8529	64628

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s), **γ**= densità (g/cm^3); **μ**= coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm^2); **R**= rigidità sismica (T/m^2*s); **G_0**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm^2); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm^2)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e dei moduli dinamici) e di conseguenza, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m, del parametro **$Vs_{,eq}$**risultato per il modello medio pari a **319 m/s**(considerando come riferimento il piano campagna).

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 342 - p_pz_0035715/2019

Linea sismica	$V_{S,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 2	**319**	**"C"**

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella categoria **C** ovvero:

-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.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 343 - p_pz_0035715/2019

4.2.4 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR4

Il profilo sismico denominato SR4, è stato realizzato, nella zona a valle della SP13 longitudinalmente al dissesto che ha interessato l'arteria al Km 21. La configurazione geometrica e strumentale adottata è la seguente:

- n. geofoni: 25
- distanza tra i geofoni: 5.0 m
- lunghezza stendimento: 120 m
- frequenza campionamento: 4KHz
- durata campionamento: 120 ms
- guadagno: variabile da 20 mV/digit a 0.2 mV/digit con AGC (Automatic Gain Control)
- n. shots: 8, di cui:

shot 1 in corrispondenza del geofono G1 (coord. = 0,0 m)
shot 2 in corrispondenza del geofono G3 (coord. = 10,0 m)
shot 3 in corrispondenza del geofono G7 (coord. = 30,0 m)
shot 4 in corrispondenza del geofono G11 (coord. = 50,0 m)
shot 5 in corrispondenza del geofono G15 (coord. = 70,0 m)
shot 6 in corrispondenza del geofono G19 (coord. = 90,0 m)
shot 7 in corrispondenza del geofono G23 (coord. = 110,0 m)
shot 8 in corrispondenza del geofono G25 (coord. = 120,0 m)

La**Sismosezione SR4, eseguita in onde P** (l. 120,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 1,80 a 4,60 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, riferibili, nel contesto litologico dell'area, a terreni detritici superficiali decompressi ed ascrivibili al materiale rimobilizzato dalla frana;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,40 a 11,60 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terrenipiuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;
- Segueun **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 5,50 a 14,80 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a2400 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

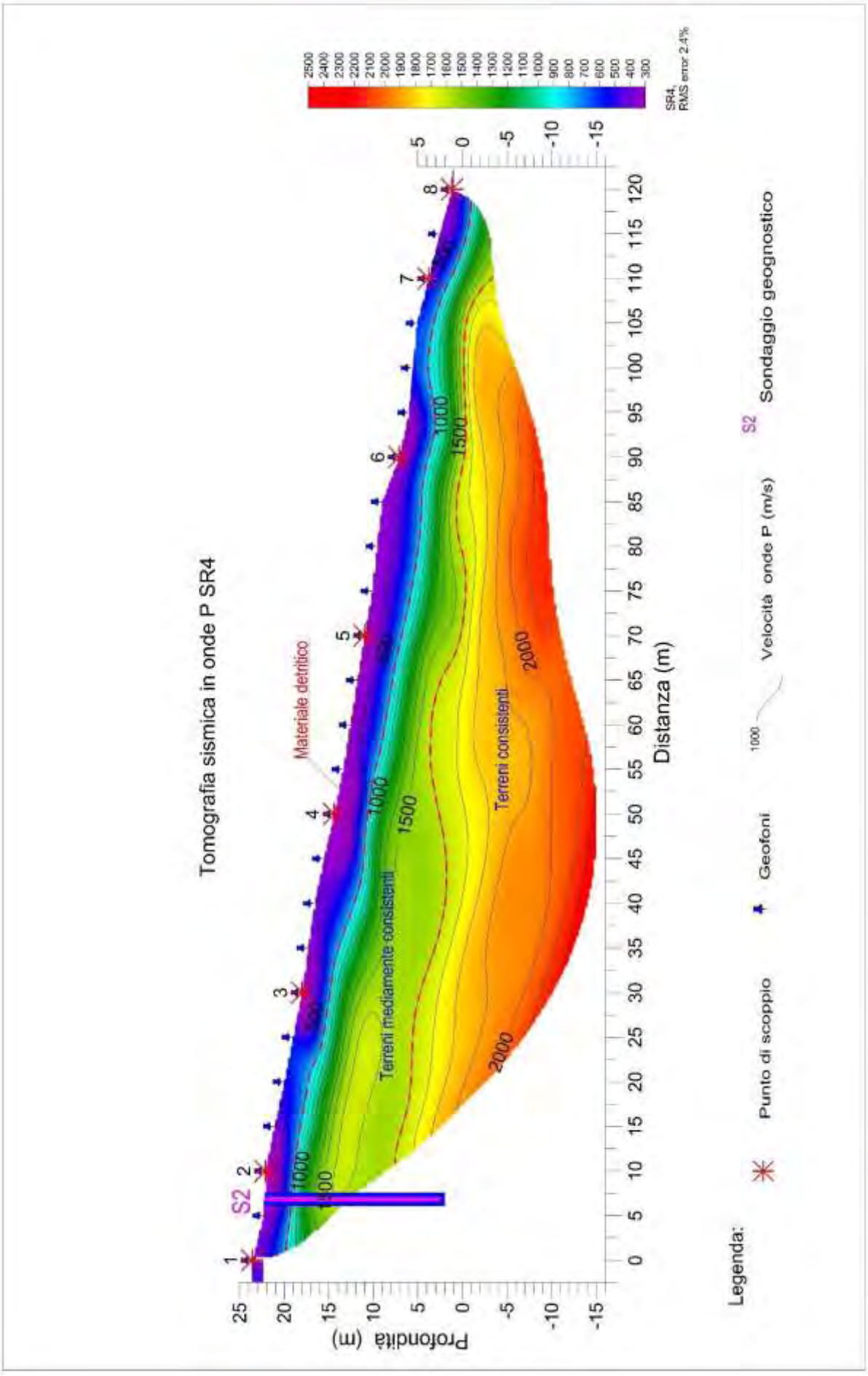
Pagina 344 - p_pz_0035715/2019

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR4è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. In particolare, dalla tomografia sismica di seguito riportata si evince che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 2,00 e 4,60 m, riferibile a materiale detritico di frana e pertanto caratterizzato da velocità più basse delle onde di volume e dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,50 a circa 12,00 m ed è caratterizzato da un andamento piuttosto irregolare delle linee di isovelocità soprattutto nella porzione iniziale dello stendimento, tra le progressive 0,0-60,0 m,indice di una variazione laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali. Le velocità di tale sismostrato sono tuttavia comprese tra 900 e 1600 m/s, riferibili quindi a depositi in posto piuttosto consistenti, seppur alteratie dotati dibuone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da circa 5,50 a circa 15,00 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite, oltre ai tempi di arrivo e alle dromocrone derivanti dal picking dei primi arrivi.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

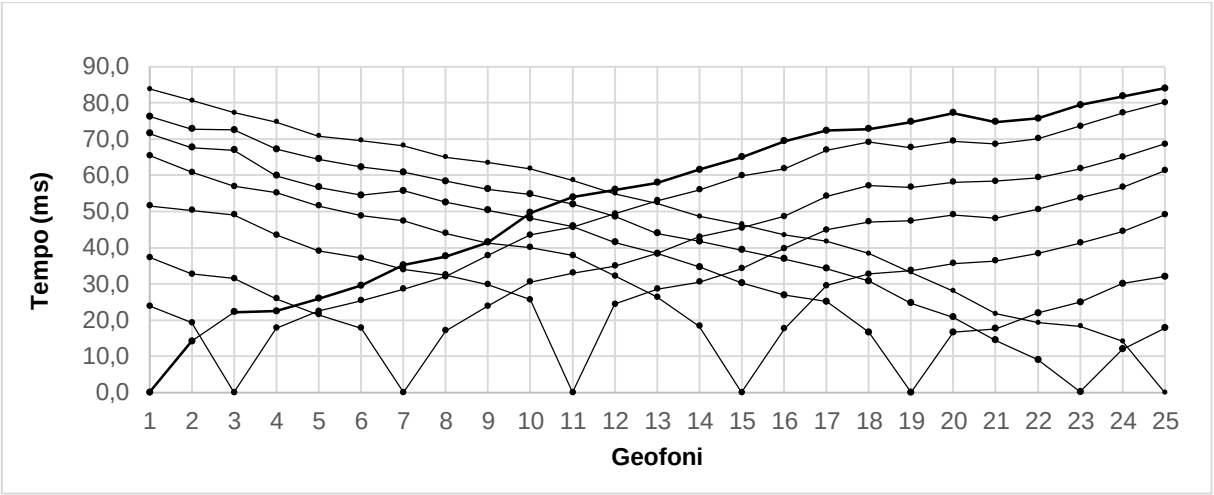
Pagina 345 - p_pz_0035715/2019


Tomografia sismica in onde P SR4
SR4, RMS error 2.4%
Materiale detritico
Terreni mediamente consistenti
Terreni consistenti
1000
1500
2000
S2
Profondità (m)
Distanza (m)
Legenda:
Punto di scoppio
Geofoni
Velocità onde P (m/s)
Sondaggio geognostico

Tempi di primo arrivo

Receiver Station	First Break (ms) - SR4 ONDE P							
	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6	Shot 7	Shot 8
1	0.00	23.93	37.35	51.51	65.43	71.53	76.17	83.74
2	14.16	19.29	32.72	50.29	60.79	67.63	72.75	80.57
3	22.22	0.00	31.49	49.07	56.89	66.90	72.51	77.22
4	22.46	17.82	25.88	43.46	55.18	59.81	67.14	74.71
5	25.88	22.46	21.48	39.06	51.51	56.64	64.45	70.80
6	29.54	25.39	17.82	37.11	48.83	54.44	62.26	69.58
7	35.16	28.56	0.00	33.94	47.36	55.66	60.79	68.12
8	37.60	31.98	17.09	32.47	43.95	52.49	58.35	64.94
9	41.50	37.84	23.93	29.79	41.26	50.29	56.15	63.48
10	49.56	43.46	30.52	25.64	40.04	48.10	54.69	61.77
11	53.96	45.65	32.96	0.00	37.84	45.90	52.00	58.59
12	55.91	49.32	34.91	24.41	32.23	41.50	48.58	54.93
13	57.86	52.98	38.33	28.56	26.37	38.33	43.95	52.25
14	61.52	55.91	42.97	30.52	18.31	34.67	41.75	48.58
15	64.94	59.81	45.41	34.18	0.00	30.27	39.31	46.39
16	69.34	61.77	48.58	39.80	17.58	26.86	36.87	43.46
17	72.27	66.90	54.20	44.92	29.54	25.15	34.18	41.75
18	72.75	69.09	57.13	47.12	32.72	16.60	30.76	38.33
19	74.71	67.63	56.64	47.36	33.69	0.00	24.66	33.20
20	77.15	69.34	58.11	49.07	35.65	16.60	20.75	28.08
21	74.71	68.60	58.35	48.10	36.38	17.58	14.40	21.73
22	75.68	70.07	59.33	50.54	38.33	21.97	9.03	19.29
23	79.35	73.49	61.77	53.71	41.26	24.90	0.24	18.31
24	81.79	77.15	64.94	56.64	44.43	30.03	11.96	14.16
25	83.98	80.08	68.60	61.28	49.07	31.98	17.82	0.00

Dromocrone SR4



4.2.5 Rapporto fotografico

Fasi di acquisizione della prospezione sismica SR2

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 348 - p_pz_0035715/2019

Fasi di acquisizione della prospezione sismica SR3 e della prospezione MASW/Re.Mi. 2

Fasi di acquisizione della prospezione sismica SR4

4.2.6 Ubicazione indagine

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 351 - p_pz_0035715/2019

4.3 INTERVENTO 3

4.3.1 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR5

Il profilo sismico denominato SR5, è stato realizzato lungo la corsia di valle dell'arteria stradale in corrispondenza dell'areale di intervento 3 che si rinviene all'altezza del km 20+500.La configurazione geometrica e strumentale adottata è la seguente:

- n. geofoni: 25
- distanza tra i geofoni: 5.0 m
- lunghezza stendimento: 120 m
- frequenza campionamento: 4KHz
- durata campionamento: 120 ms
- guadagno: variabile da 20 mV/digit a 0.2 mV/digit con AGC (Automatic Gain Control)
- n. shots: 8, di cui:

shot 1 in corrispondenza del geofono G1 (coord. = 0,0 m)
shot 2 in corrispondenza del geofono G3 (coord. = 10,0 m)
shot 3 in corrispondenza del geofono G7 (coord. = 30,0 m)
shot 4 in corrispondenza del geofono G11 (coord. = 50,0 m)
shot 5 in corrispondenza del geofono G15 (coord. = 70,0 m)
shot 6 in corrispondenza del geofono G19 (coord. = 90,0 m)
shot 7 in corrispondenza del geofono G23 (coord. = 110,0 m)
shot 8 in corrispondenza del geofono G25 (coord. = 120,0 m)

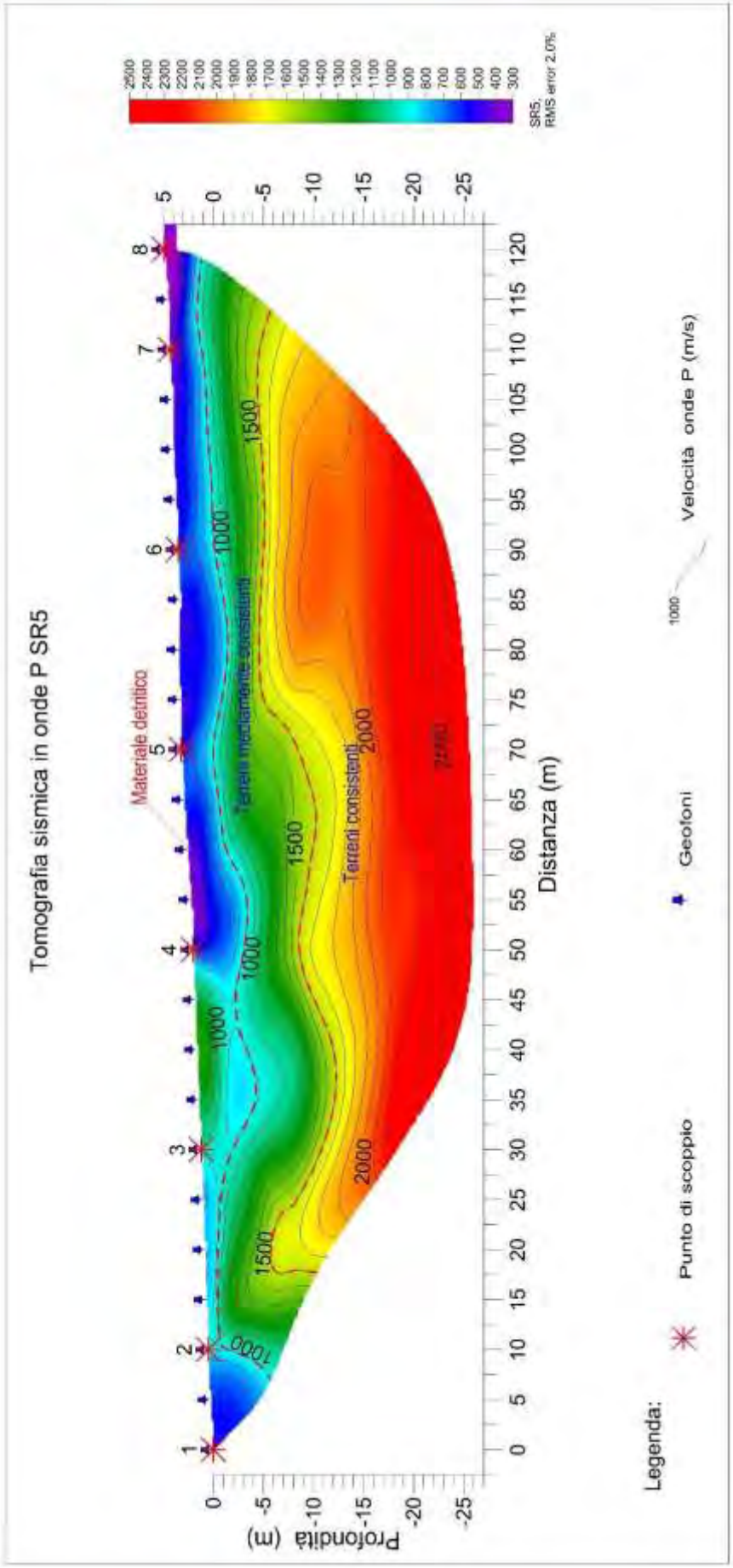
La**Sismosezione SR5, eseguita in onde P** (l. 120,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 2,80 a 5,70 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali piuttosto alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 3,20 a 7,60 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terrenipiuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;

- Segueun **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 8,80 a 13,60 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di circa 30 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a2700 m/s, riferibile a depositi consistenti, con ottime caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismicaSR5è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. La prospezione sismica SR5 è stata condotta parallelamente all'andamento planimetrico della strada a partire dal km 20+500, in un tratto in cui la corsia di valle ha subito un cedimento che ha coinvolto anche il muro di sottoscarpa.Dall'analisi tomografica è possibile apprezzare che il primo sismostrato, è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 3,0 e 6,0me con un andamento delle linee di isovelocità piuttosto irregolare indice di una certa variabilità laterale e verticale dei parametri sismo-elastici.Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 3,20 a circa 7,60 m ed anch'esso è caratterizzato da un andamento piuttosto articolato delle linee di isovelocità ma più regolare,indice comunque di unavariazione laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materiali, ma con velocità delle onde di compressione riferibili a depositi in posto piuttosto consistenti dotati dibuone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da circa 8,80 a 13,60 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

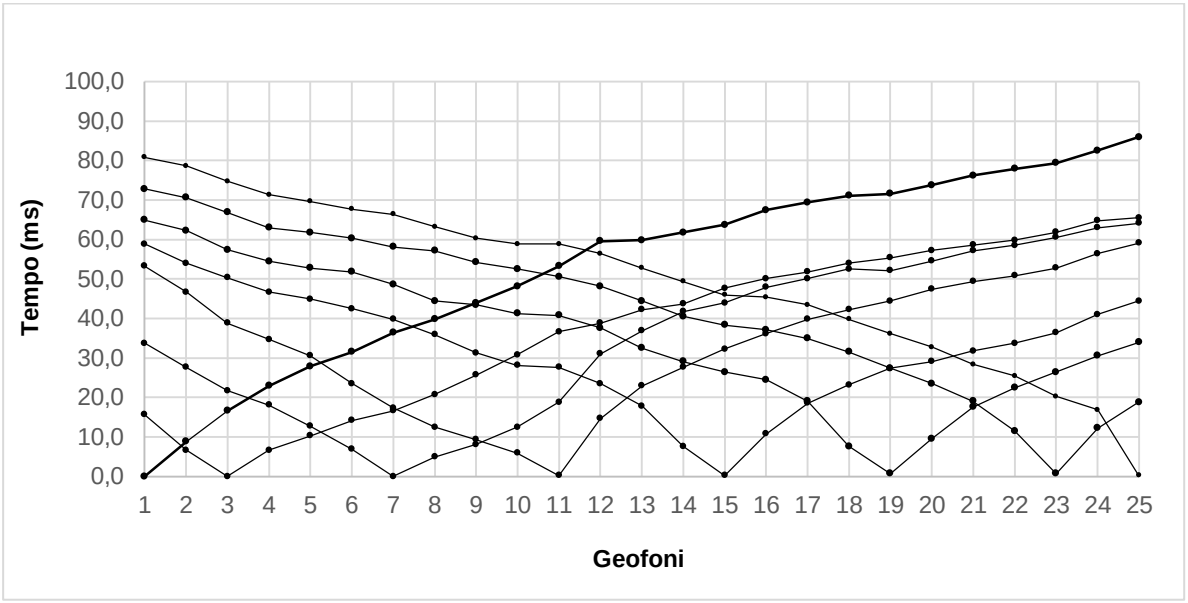
Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite, oltre ai tempi di arrivo e alle dromocrone derivanti dal picking dei primi arrivi.


Tomografia sismica in onde P SR5
SR5, RMS error 2.0%
Materiale detritico
Terreni mediamente addensati
Terreni consistenti
Profondità (m)
Distanza (m)
Velocità onde P (m/s)
Geofoni
Punto di scoppio
Legenda:

Tempi di primo arrivo

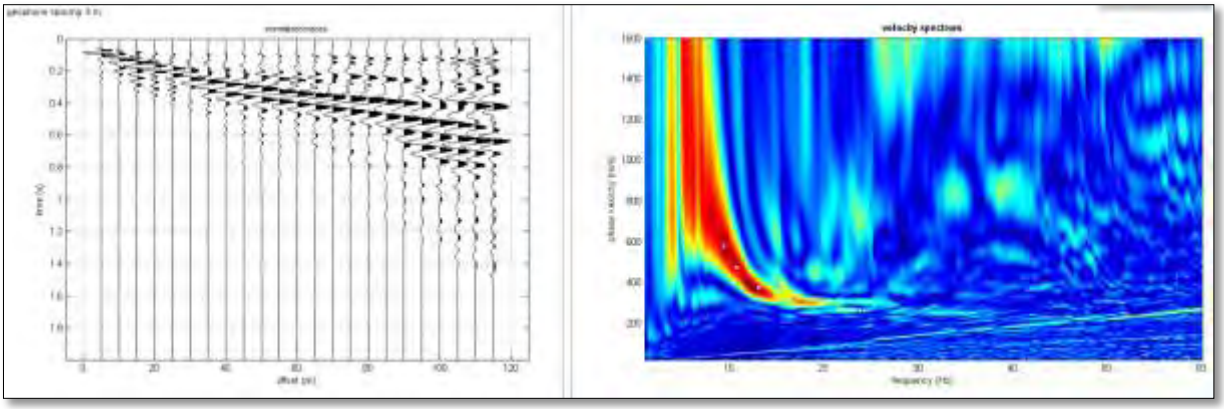
Receiver Station	First Break (ms) - SR5 ONDE P							
	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6	Shot 7	Shot 8
1	0.00	15.63	33.69	53.22	58.84	64.94	72.75	80.81
2	8.79	6.59	27.59	46.63	53.96	62.26	70.56	78.61
3	16.60	0.00	21.73	38.82	50.29	57.37	66.90	74.71
4	22.95	6.59	18.07	34.67	46.63	54.44	62.99	71.29
5	27.83	10.25	12.70	30.52	44.92	52.73	61.77	69.58
6	31.49	14.16	6.84	23.44	42.48	51.76	60.30	67.63
7	36.38	16.60	0.00	17.33	39.80	48.58	58.11	66.41
8	39.80	20.75	4.88	12.45	35.89	44.43	57.13	63.23
9	43.95	25.64	8.06	9.28	31.25	43.46	54.20	60.30
10	48.10	30.76	12.45	5.86	28.08	41.26	52.49	58.84
11	53.22	36.62	18.80	0.24	27.59	40.77	50.54	58.84
12	59.57	38.82	31.01	14.65	23.44	37.60	48.10	56.40
13	59.81	42.24	36.84	22.95	17.82	32.47	44.43	52.73
14	61.77	43.70	41.75	27.59	7.57	29.05	40.53	49.32
15	63.72	47.65	43.92	32.23	0.24	26.37	38.33	45.90
16	67.38	50.05	47.85	36.13	10.74	24.41	37.11	45.41
17	69.34	51.76	50.10	39.80	18.56	19.04	34.91	43.46
18	71.05	54.00	52.49	42.24	23.19	7.57	31.49	39.80
19	71.53	55.37	52.07	44.43	27.34	0.73	27.34	36.13
20	73.73	57.18	54.52	47.36	29.05	9.52	23.44	32.72
21	76.17	58.62	57.13	49.32	31.74	17.58	19.04	28.32
22	77.88	59.83	58.53	50.78	33.69	22.46	11.48	25.39
23	79.35	61.81	60.55	52.73	36.38	26.37	0.73	20.26
24	82.52	64.77	62.99	56.40	41.02	30.52	12.21	16.85
25	85.94	65.48	64.06	59.08	44.43	33.94	18.80	0.24

Dromocrone

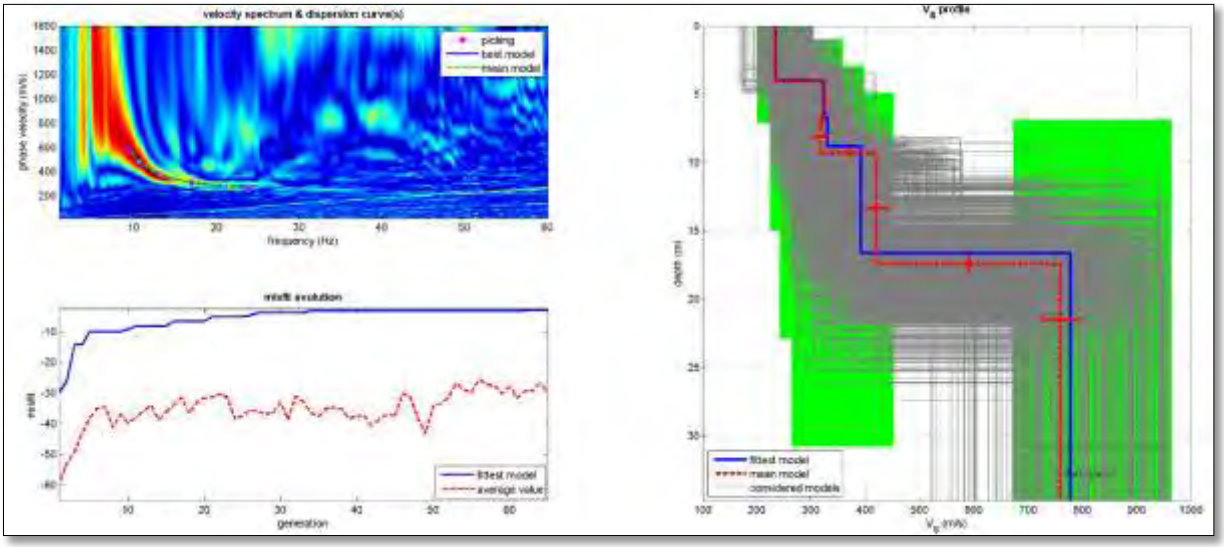


4.3.2 -Prospezione sismica MASW e Re.Mi. 3 (SR5)

La prospezione sismica denominata MASW/Re.Mi. 3 è stata eseguita lungo lo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR3, utilizzando una configurazione strumentale differente rispetto a quello utilizzato per la sismica in onde P. Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale:

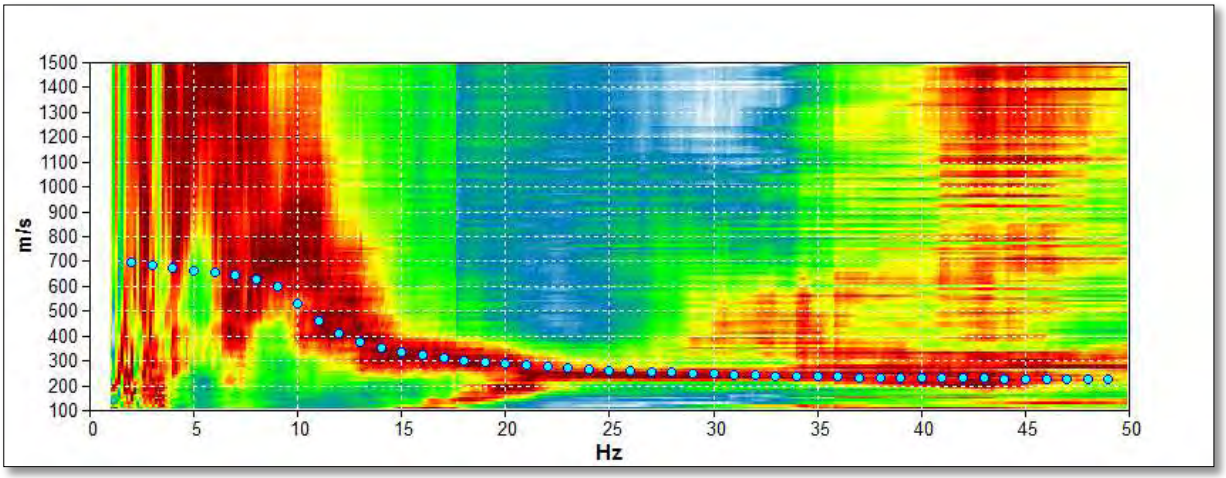


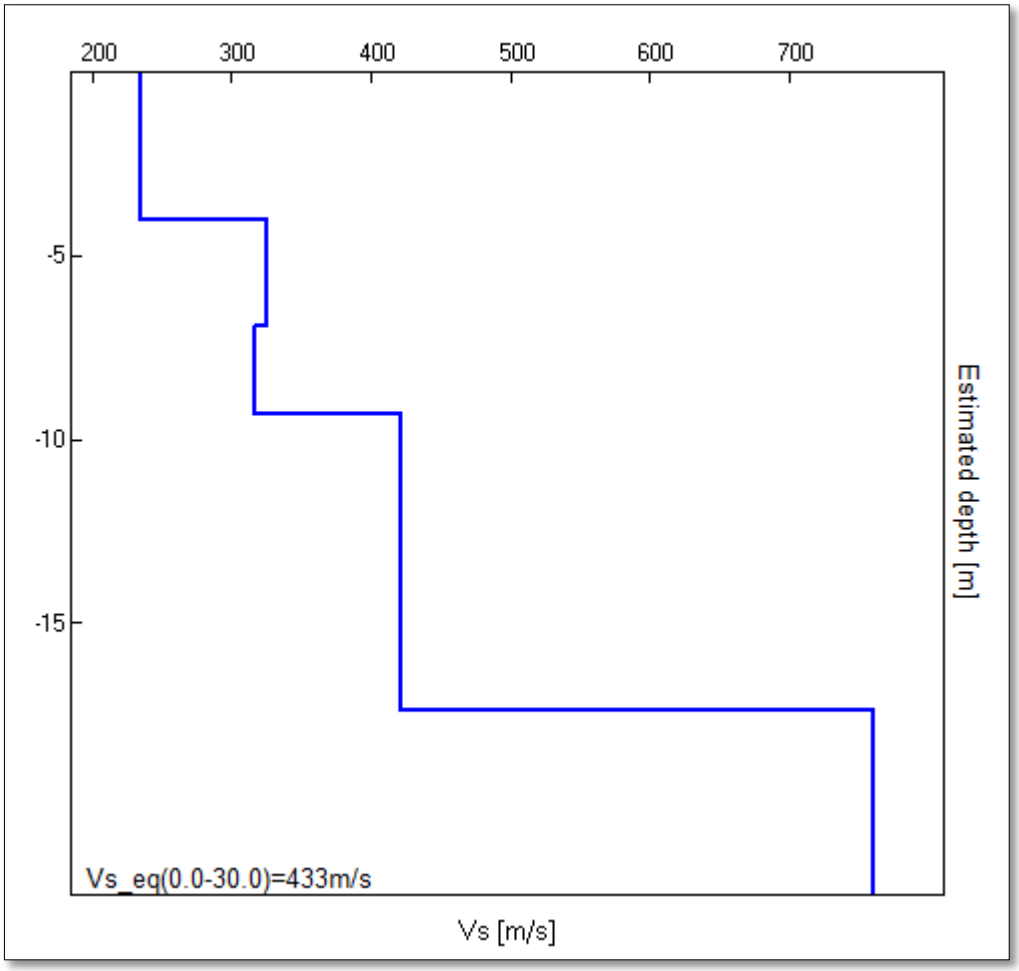
Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phasevelocity-frequency (c-f) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_S identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfitevolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).



Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già detto sono stati acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

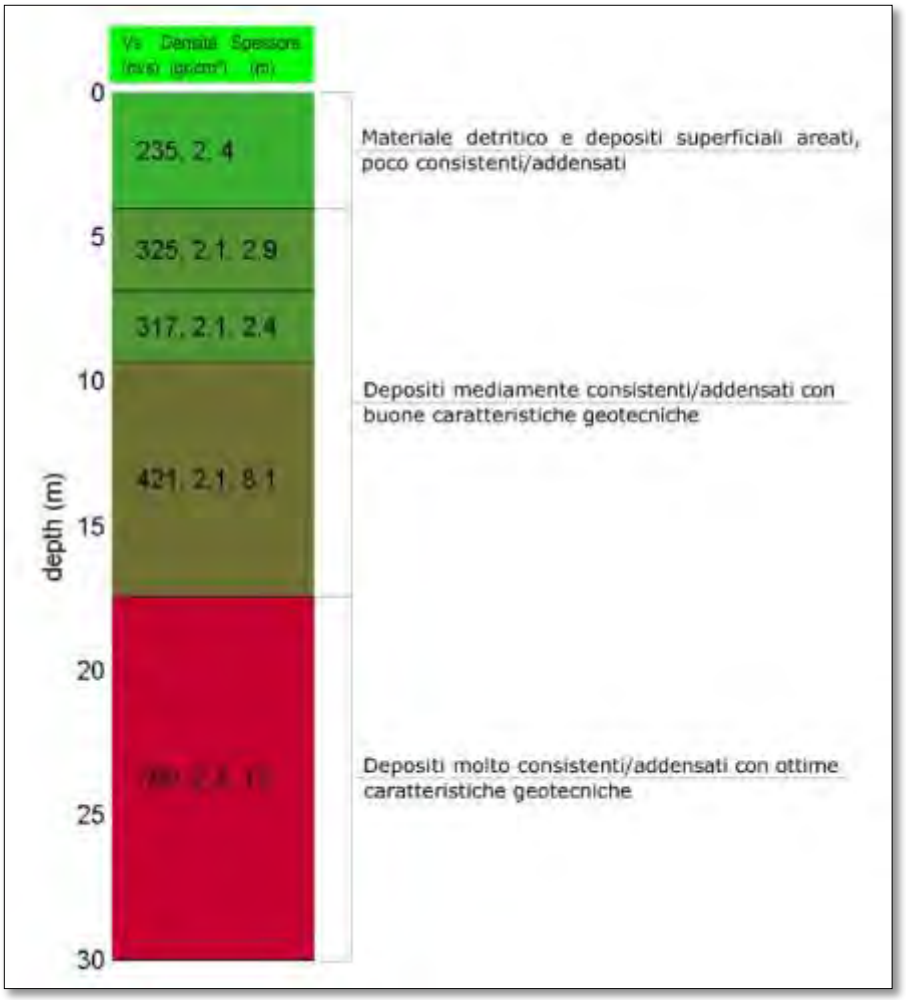
Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:





In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **$Vs_{,eq}$ di 433 m/s** a partire dal p.c. (pari alla V_{S30} in quanto non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m)

Spessore (m)	V_S (m/s)
4.00	235
2.90	325
2.40	317
8.10	421
semi-spazio	760



Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 4,00 m, con velocità delle onde S di 235 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali areati maggiormente alterati e decompressi;
- Il**secondo sismostrato** ha uno spessore di 13,40 m, con velocità delle onde S comprese tra 317 e 421 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Segue, da 17,40 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 760 m/s riferibile a un depositomolto consistente/addensato con ottimecaratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SV (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3),rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato

Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ g/cm^3	μ (-)	E_d Kg/cm^2	R T/m^2*s	G_0 Kg/cm^2	K Kg/cm^2
I°	3.50	600	235	1.8	0.41	2802	423	994	5155
II°	12.40	1250	382	1.9	0.45	8032	726	2773	25991
III°	-	2200	760	2.0	0.43	33091	1520	11552	81397

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s), **γ**= densità (g/cm^3); **μ**= coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm^2); **R**= rigidità sismica (T/m^2*s); **G_0**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm^2); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm^2)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e dei moduli dinamici) e di conseguenza, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m, del parametro **$Vs_{,eq}$**,risultato per il modello medio pari a **433 m/s**(considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{S,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 3	**433**	**"B"**

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella categoria **B** ovvero:

-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.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 360 - p_pz_0035715/2019

4.3.3 Rapporto fotografico

Fasi di acquisizione della prospezione sismica SR5 e della prospezione MASW/Re.Mi.3

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

4.3.4 Ubicazione indagine

4.4 INTERVENTO 4

4.4.1Profilo sismico a rifrazione in onda P SR6

Il profilo sismico denominato SR6 è stato realizzato in corrispondenza del ponte in pietra ubicato alla chilometrica 18+200, in quanto, presenta alcune patologie strutturali che necessitano di interventi al fine di scongiurare una loro possibile evoluzione tale da comprometterne l'utilizzo e, quindi, l'unico collegamento con l'abitato di Pietrapertosa.

.La configurazione geometrica e strumentale adottata è la seguente:

- n. geofoni: 17
- distanza tra i geofoni: 5.0 m
- lunghezza stendimento: 80 m
- frequenza campionamento: 4KHz
- durata campionamento: 120 ms
- guadagno: variabile da 20 mV/digit a 0.2 mV/digit con AGC (Automatic Gain Control)
- n. shots: 6, di cui:

shot 1 in corrispondenza del geofono G1 (coord. = 0,0 m)
shot 2 in corrispondenza del geofono G3 (coord. = 10,0 m)
shot 3 in corrispondenza del geofono G7 (coord. = 30,0 m)
shot 4 in corrispondenza del geofono G11 (coord. = 50,0 m)
shot 5 in corrispondenza del geofono G15 (coord. = 70,0 m)
shot 6 in corrispondenza del geofono G17 (coord. = 80,0 m)

La **Sismosezione SR6, eseguita in onde P** (l. 80,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, non ha un'estensione continua lungo tutto lo stendimento e presenta uno spessore variabile da 1,60 a 3,90 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali piuttosto alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 2,10 a 7,90 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1500 m/s e corrisponde a terreni piuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 363 - p_pz_0035715/2019

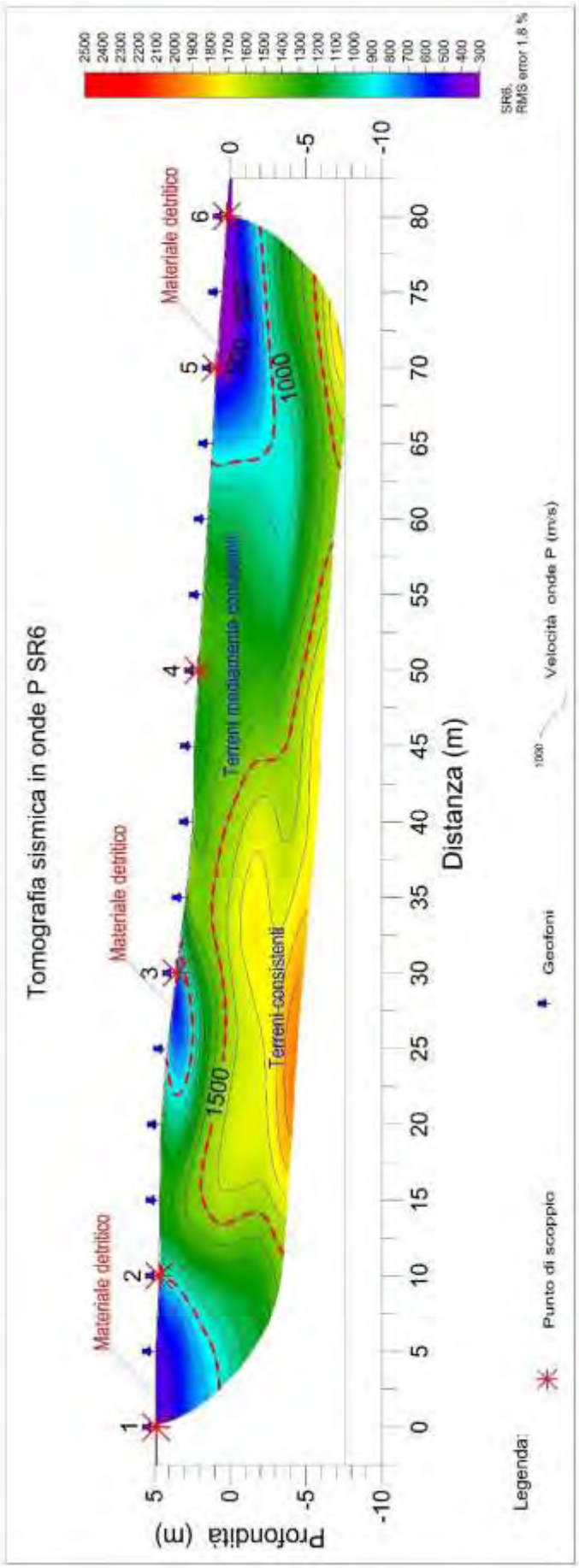
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 3,60 a 7,90 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di circa 10 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1500 a1900 m/s, riferibile a depositi consistenti, con buone caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR6 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. La prospezione sismica SR6 è stata condotta lungo la SP13 in corrispondenza di un'opera d'arte che attraversa un modesto fosso affluente in destra idraulica del Fiume Basento e che mostra segni di dissesto che interessano principalmente il paramento di valle dell'opera.

La presenza dell'opera d'arte, costituita da un ponte in muratura a sacco, ha fortemente condizionato l'esito dell'indagine svolta in quanto, lungo lo stendimento, è stata rinvenuta la presenza di materiali contraddistinti da una risposta sismo-elastica molto differente, eterogenea e anisotropa. Dall'analisi della sismosezione tomografica infatti, è possibile notare che il primo sismostrato, non ha un'estensione continua lungo tutto lo stendimento ma al contrario il profilo è caratterizzato già in superficie da zone a velocità relativamente basse (<900 m/s) costituite quindi dalla presenza di materiali di riporto e di terreni detritici superficiali sciolti o molto areati, a cui si affiancano zone invece in cui le velocità, già in prossimità della superficie topografica, presentano velocità di 1200-1300 m/s, riferibili quindi a materiali addensati e ascrivibili in tale contesto lito-stratigrafico alla muratura dell'opera d'arte. Dall'analisi della tomografia sismica si possono distinguere chiaramente le spalle del ponte, comprese tra le progressive 0,0-10,0 m e 65,0-80,0 m e costituite da zone a velocità relativamente più basse, mentre la zona centrale, che costituisce il pinte stesso, e quindi caratterizzato da materiali da costruzioni, quali pietra e malta, presenta delle velocità relativamente più alte fino a circa 1500 m/s.

A profondità variabili da circa 3,60 a circa 8,00 m, si rinviene invece un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenzapiù elevato e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto .

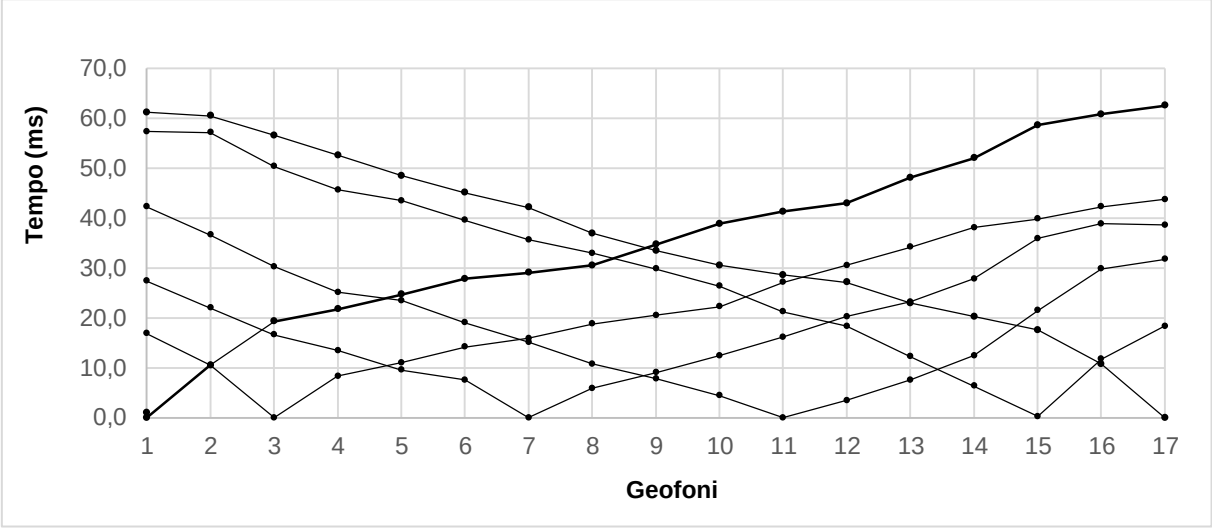
Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite, oltre ai tempi di arrivo e alle dromocrone derivanti dal picking dei primi arrivi.


Tomografia sismica in onde P SR6
SR6.
RMS error 1.8 %
Materiale detritico
Terreni mediamente consistenti
Terreni consistenti
1000
1500
Distanza (m)
Profondità (m)
Velocità onde P (m/s)
Geofoni
Punto di scoppio
Legenda:

Tempi di primo arrivo

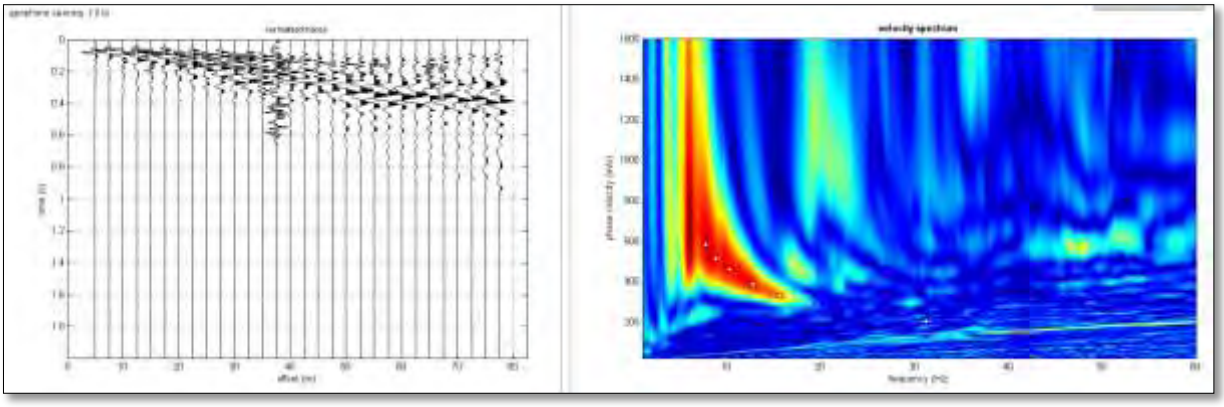
Receiver Station	First Break (ms) - SR6 ONDE P					
	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6
1	0.00	16.85	27.34	42.24	57.33	61.13
2	10.50	10.50	21.97	36.62	57.13	60.47
3	19.29	0.00	16.60	30.27	50.29	56.56
4	21.73	8.30	13.43	25.15	45.65	52.54
5	24.66	10.99	9.52	23.44	43.46	48.46
6	27.83	14.16	7.57	19.04	39.55	45.06
7	29.05	15.87	0.00	15.14	35.65	42.11
8	30.52	18.80	5.86	10.74	32.96	36.91
9	34.67	20.51	9.03	7.81	29.79	33.45
10	38.82	22.22	12.45	4.40	26.37	30.52
11	41.26	27.10	16.11	0.00	21.24	28.56
12	42.97	30.52	20.26	3.42	18.31	27.10
13	48.10	34.18	23.19	7.57	12.21	22.95
14	52.00	38.09	27.83	12.45	6.35	20.26
15	58.59	39.80	35.89	21.48	0.24	17.58
16	60.79	42.24	38.82	29.79	11.72	10.74
17	62.50	43.70	38.57	31.74	18.31	0.00

Dromocrone

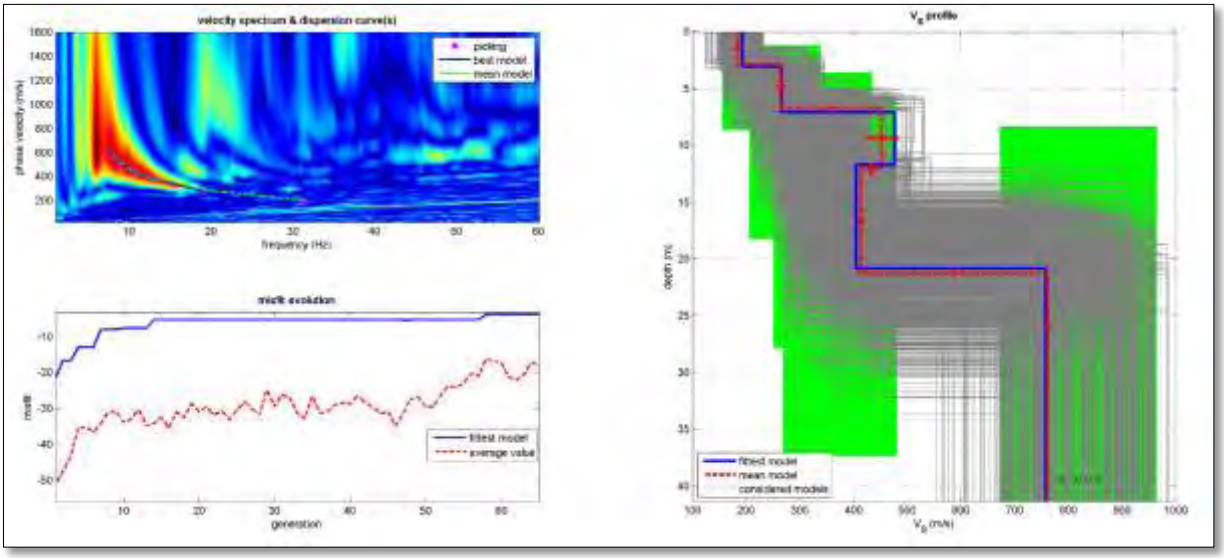


4.2.2 -Prospezione sismica MASW e Re.Mi. 4 (SR6)

La prospezione sismica denominata MASW/Re.Mi. 4 è stata eseguita lungo lo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR6, utilizzando una configurazione strumentale differente rispetto a quello utilizzato per la sismica in onde P. Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale:

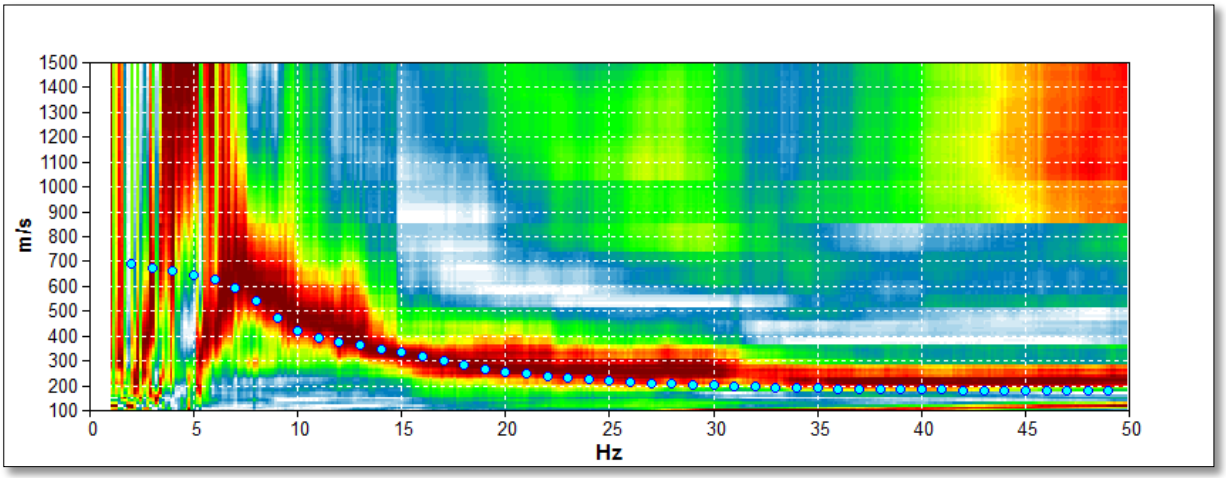


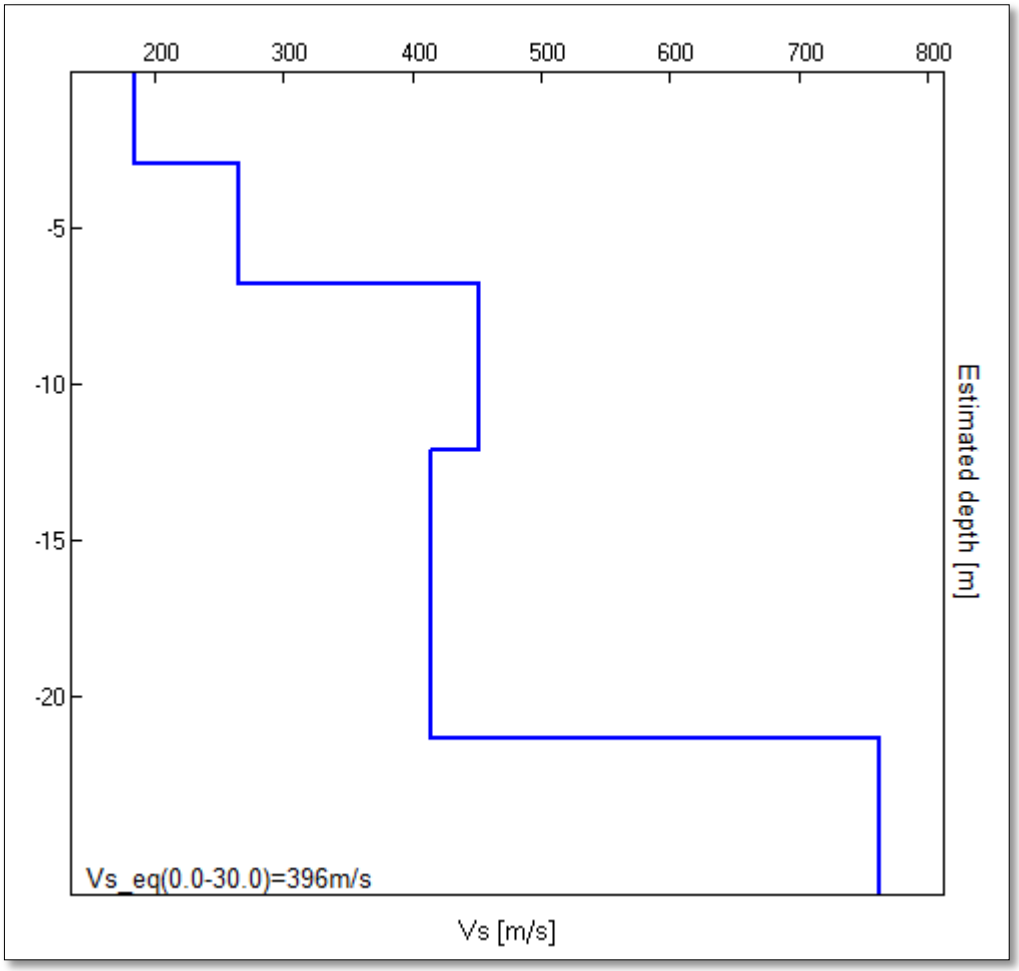
Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phasevelocity-frequency (c-f) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_S identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfitevolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).



Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già detto sono stati acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

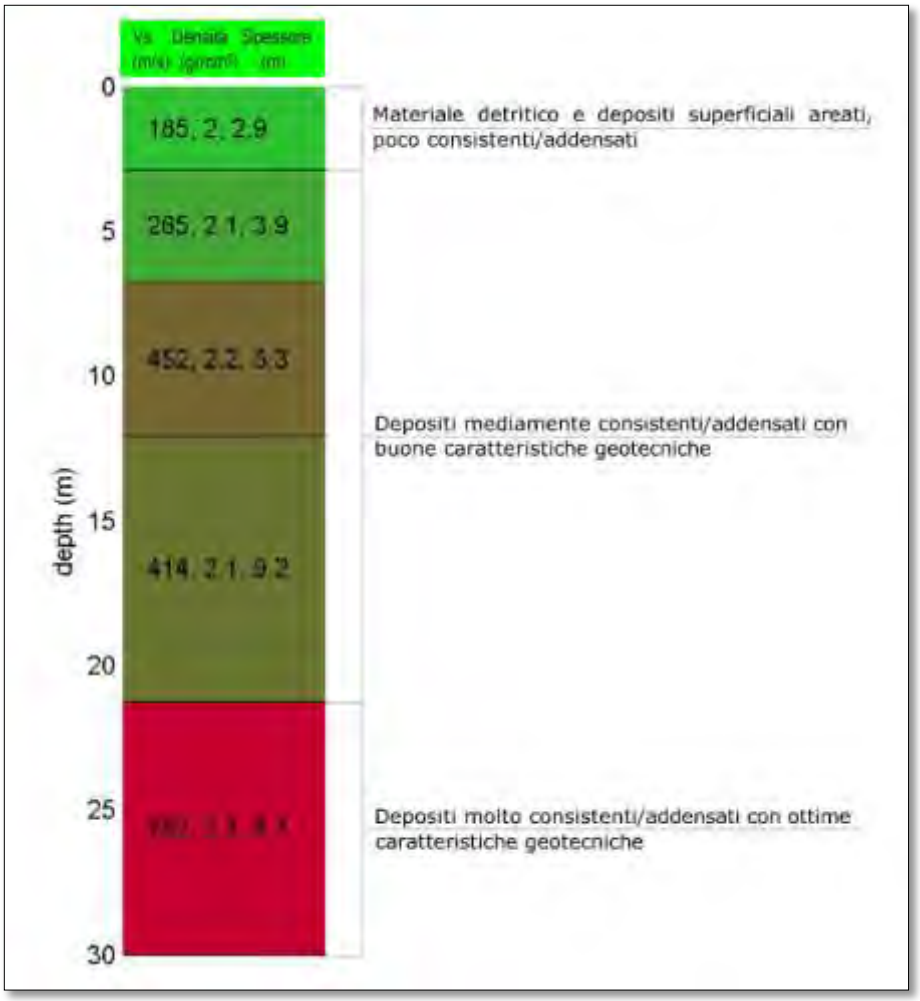
Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:





In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **$Vs_{,eq}$ di 396 m/s** a partire dal p.c. (pari alla V_{S30} in quanto non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m)

Spessore (m)	V_S (m/s)
2.90	185
3.90	265
5.30	452
9.20	414
semi-spazio	762



Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 2,20 m, con velocità delle onde S di 185 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali areati maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 18,40 m, con velocità delle onde S comprese tra 265 e 452 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Segue, da 20,60 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 762 m/s riferibile a un deposito molto consistente/addensato con ottime caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SV (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3), rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato

Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ g/cm^3	μ (-)	E_d Kg/cm^2	R T/m^2*s	G_0 Kg/cm^2	K Kg/cm^2
I°	2.90	600	185	1.8	0.45	1783	333	616	5659
II°	18.40	1250	393	1.9	0.45	8482	747	2935	25775
III°	-	2200	762	2.0	0.43	33256	1524	11613	81316

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s), **γ**= densità (g/cm^3); **μ**= coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm^2); **R**= rigidità sismica (T/m^2*s); **G_0**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm^2); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm^2)

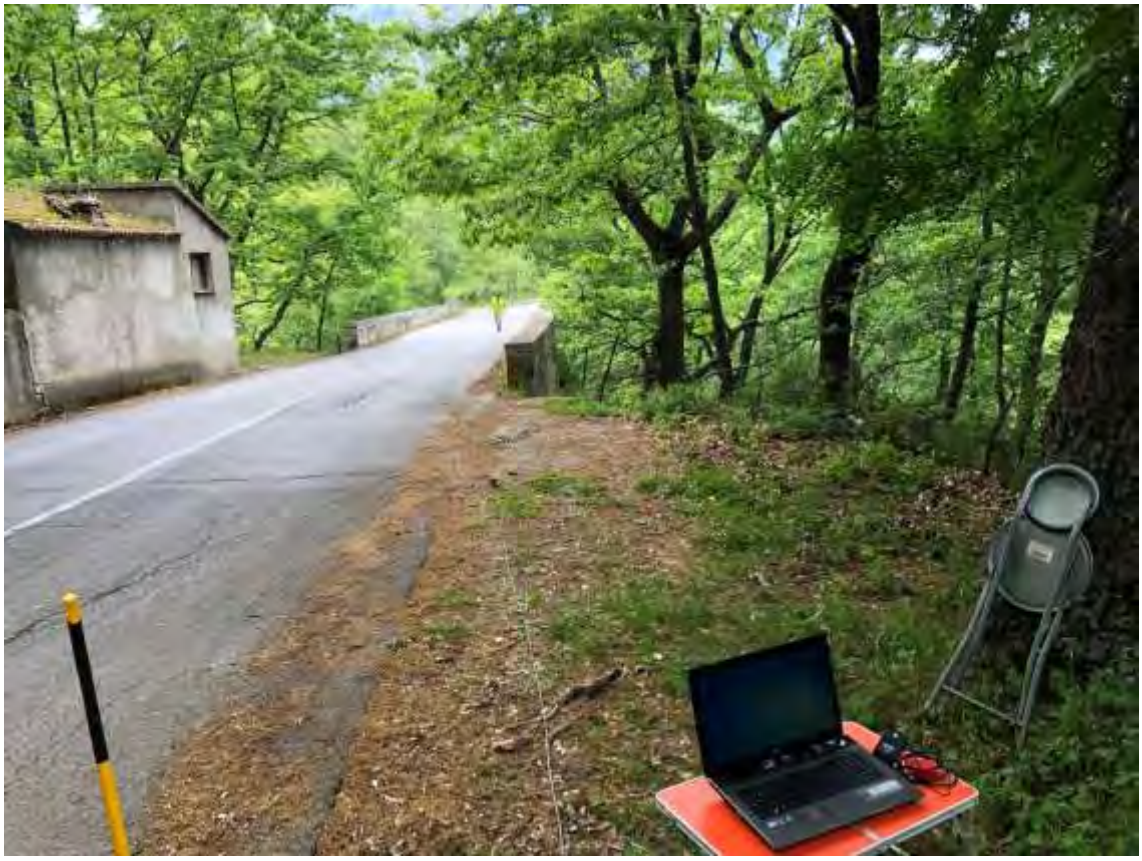
L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e dei moduli dinamici) e di conseguenza, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m, del parametro **$Vs_{,eq}$**,risultato per il modello medio pari a **396 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{S,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 4	**396**	**"B"**

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella categoria **B** ovvero:

-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.

4.4.3 Rapporto fotografico



Fasi di acquisizione della prospezione sismica SR6e della prospezione MASW/Re.Mi.4

4.4.4 Ubicazione indagine

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 373 - p_pz_0035715/2019

4.5 INTERVENTO 5

4.5.1 Profilo sismico a rifrazione in onda P SR7

Il profilo sismico denominato SR7 è stato realizzato lungo la corsia di valle della SP13 in corrispondenza in corrispondenza del cedimento della stessa corsia.La configurazione geometrica e strumentale adottata è la seguente:

- n. geofoni: 18
- distanza tra i geofoni: 5.0 m
- lunghezza stendimento: 85 m
- frequenza campionamento: 4KHz
- durata campionamento: 120 ms
- guadagno: variabile da 20 mV/digit a 0.2 mV/digit con AGC (Automatic Gain Control)
- n. shots: 6, di cui:

shot 1 in corrispondenza del geofono G1 (coord. = 0,0 m)
shot 2 in corrispondenza del geofono G3 (coord. = 10,0 m)
shot 3 in corrispondenza del geofono G7 (coord. = 30,0 m)
shot 4 in corrispondenza del geofono G11 (coord. = 50,0 m)
shot 5 in corrispondenza del geofono G15 (coord. = 70,0 m)
shot 6 in corrispondenza del geofono G18 (coord. = 85,0 m)

La **Sismosezione SR7, eseguita in onde P** (l. 85,0 m) evidenzia la presenza di tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche misurate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

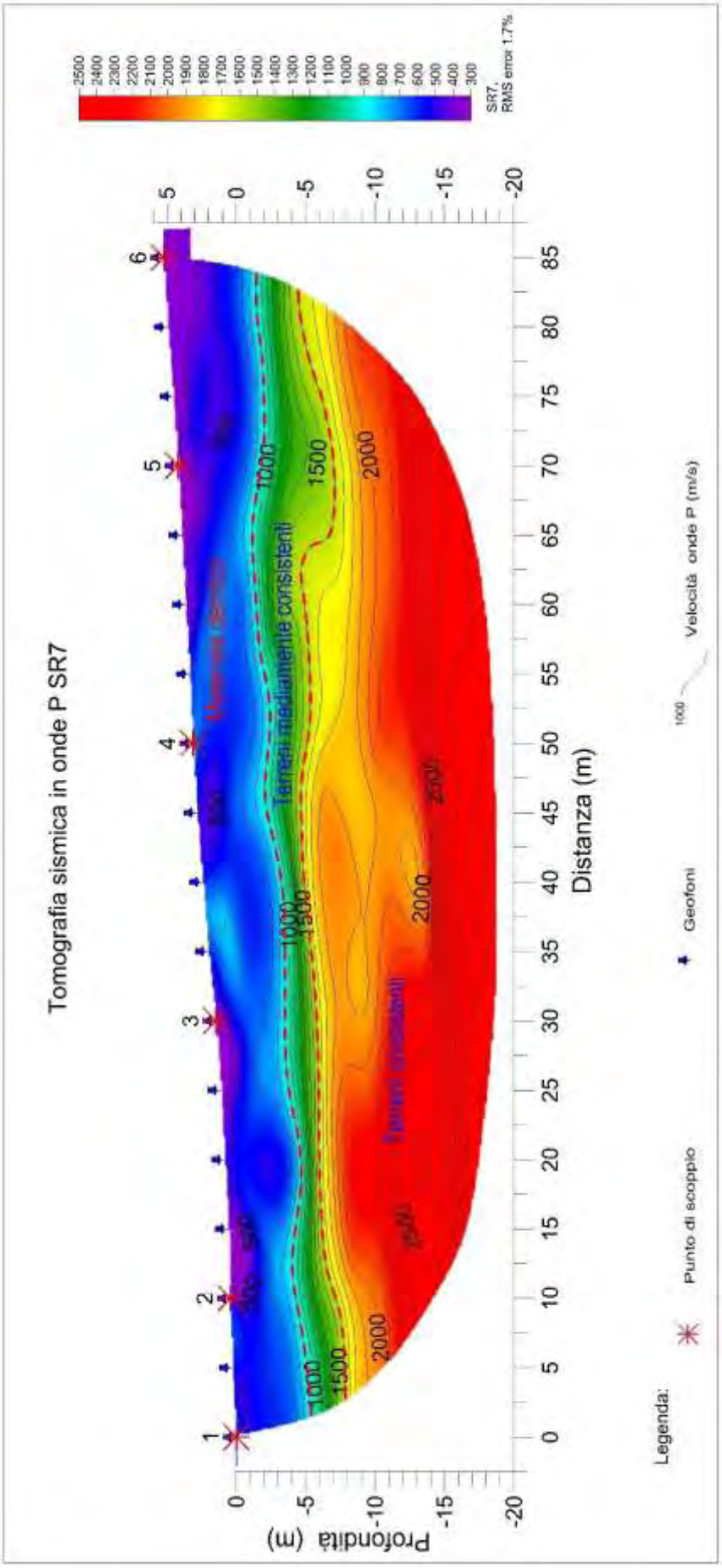
- Il **primo sismostrato**, quello più superficiale, ha uno spessore variabile da 3,80 a 6,40 metri, con velocità delle onde P compresa tra 300 e 900 m/s, riferibile a terreni areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali piuttosto alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** presenta uno spessore variabile da 1,60 a 5,40 m, con velocità delle onde di compressione compresa tra 900 - 1600 m/s e corrisponde a terreni piuttosto consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche che tendono ad aumentare gradualmente con la profondità ascrivibili al substrato alterato;
- Segue un **terzo sismostrato,** a profondità variabile da 6,80 a 11,30 m dal p.c fino alla profondità di investigazione di circa 22 m, caratterizzato da una velocità V_P dai 1600 a 3200 m/s, riferibile a depositi consistenti, con ottime caratteristiche geotecniche.

Dalla sismosezione ottenuta mediante inversione tomografica della prospezione sismica SR7 è possibile fare delle considerazioni in chiave litostratigrafica lungo tutto il profilo investigato. La prospezione sismica SR7 è stata condotta parallelamente all'andamento planimetrico della strada, in un tratto in cui la corsia di valle ha subito un cedimento del rilevato. Dall'analisi tomografica è possibile apprezzare che il primo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde sismiche di tipo P relativamente più basse (<900 m/s) per spessori compresi tra circa 4,0 e 6,5 m e con un andamento delle linee di isovelocità piuttosto articolato indice di una certa variabilità laterale e verticale dei parametri sismo-elastici. Il secondo sismostrato presenta uno spessore variabile da 1,60 a circa 6,00 m ed è caratterizzato da un andamento delle linee di isovelocità più regolare, indice di una maggiore omogeneità laterale delle caratteristiche sismoelastiche e del grado di addensamento dei materialie con velocità delle onde di compressione riferibili a depositi in posto piuttosto consistenti, e dotati di buone caratteristiche geotecniche che tendono a migliorare con la profondità. Segue, a profondità variabili da circa 6,80 a 11,30 m, un terzo sismostrato caratterizzato da proprietà sismoelastiche e grado di consistenza piuttosto omogeneo e dotato di buone caratteristiche geotecniche, riferibili nel contesto litologico dell'area al substrato in posto inalterato.

Per una maggiore comprensione di quanto detto, si riporta di seguito la sismosezione ottenuta dall'elaborazione tomografica delle tracce sismiche acquisite, oltre ai tempi di arrivo e alle dromocrone derivanti dal picking dei primi arrivi.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

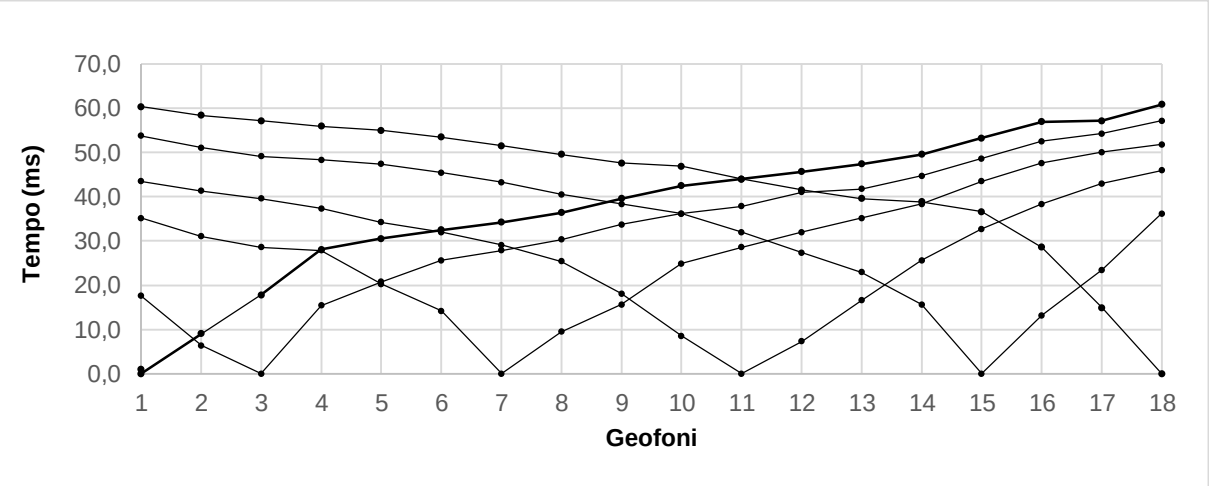
Pagina 375 - p_pz_0035715/2019


Tomografia sismica in onde P SR7
Profondità (m)
Distanza (m)
Legenda:
Punto di scoppio
Geofoni
Velocità onde P (m/s)
Terreni mediamente consistenti
SR7, RMS error 1.7%

Tempi di primo arrivo

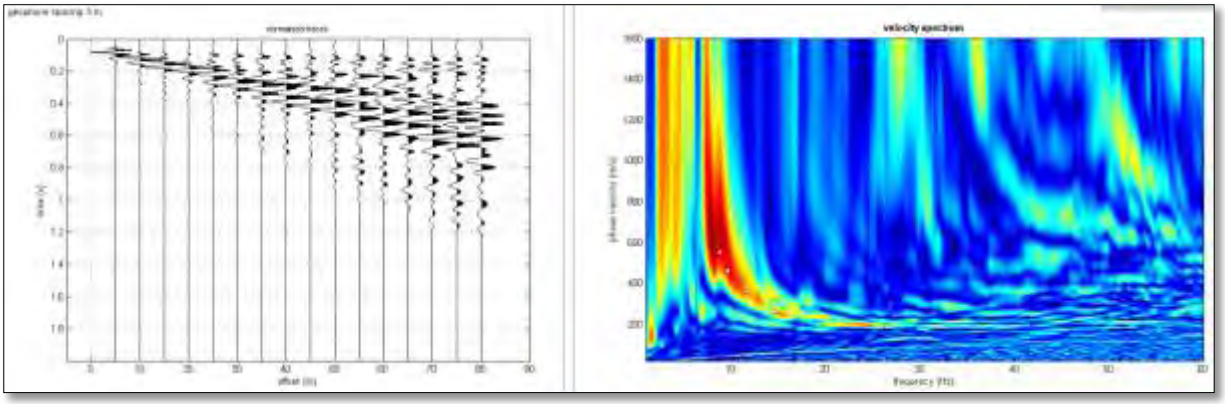
Receiver Station	First Break (ms) - SR7 ONDE P					
	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6
1	0.00	17.58	35.16	43.46	53.71	60.30
2	9.03	6.35	31.01	41.26	51.03	58.35
3	17.82	0.00	28.56	39.55	49.07	57.13
4	28.08	15.38	27.83	37.35	48.34	55.91
5	30.52	20.75	20.26	34.18	47.36	54.93
6	32.47	25.64	14.16	31.98	45.41	53.47
7	34.18	27.83	0.00	29.05	43.21	51.51
8	36.38	30.27	9.52	25.39	40.53	49.56
9	39.55	33.69	15.63	18.07	38.33	47.61
10	42.48	36.13	24.90	8.55	36.13	46.88
11	43.95	37.84	28.56	0.00	31.98	43.95
12	45.65	41.02	31.98	7.32	27.34	41.50
13	47.36	41.75	35.16	16.60	22.95	39.55
14	49.56	44.68	38.33	25.64	15.63	38.82
15	53.22	48.58	43.46	32.72	0.00	36.62
16	56.89	52.49	47.61	38.33	13.18	28.56
17	57.13	54.20	50.05	42.97	23.44	14.89
18	60.79	57.13	51.76	45.90	36.13	0.00

Dromocrone

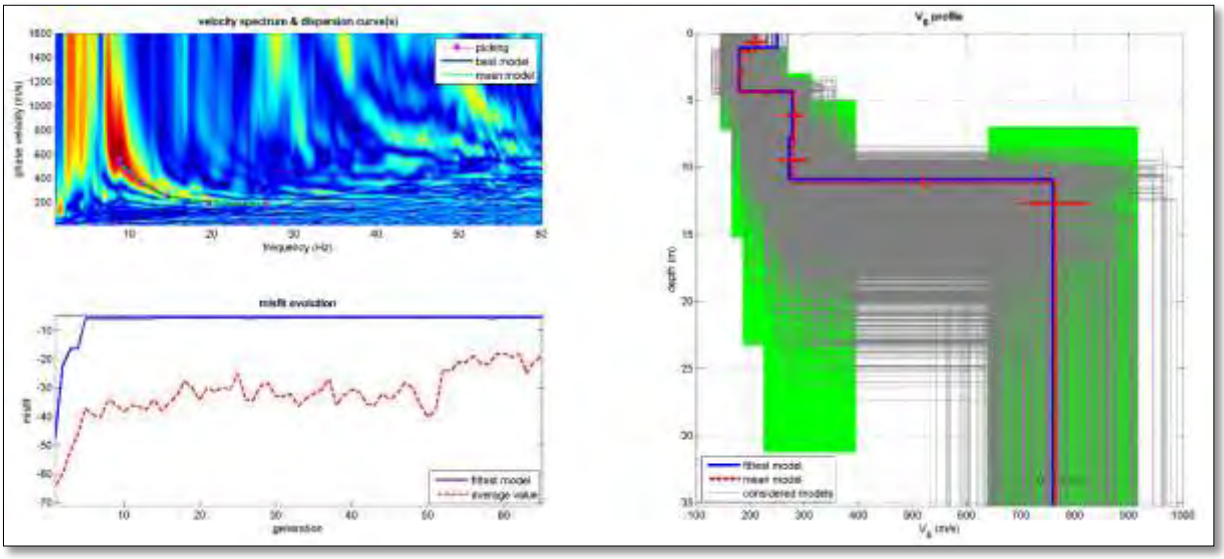


4.5.2 Prospezione sismica MASW e Re.Mi. 5 (SR7)

La prospezione sismica denominata MASW/Re.Mi. 5 è stata eseguita lungo lo stesso allineamento della prospezione sismica a rifrazione SR7, utilizzando una configurazione strumentale differente rispetto a quello utilizzato per la sismica in onde P. Di seguito le tracce sismiche acquisite in campagna e lo spettro di velocità ad esse corrispondente su cui è stato eseguito il *picking* del modo fondamentale:

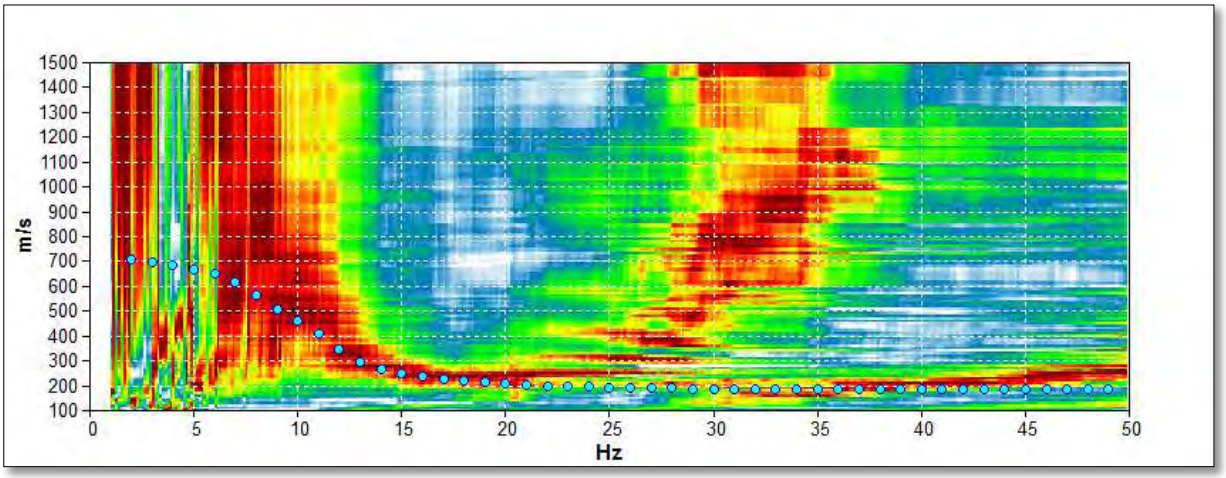


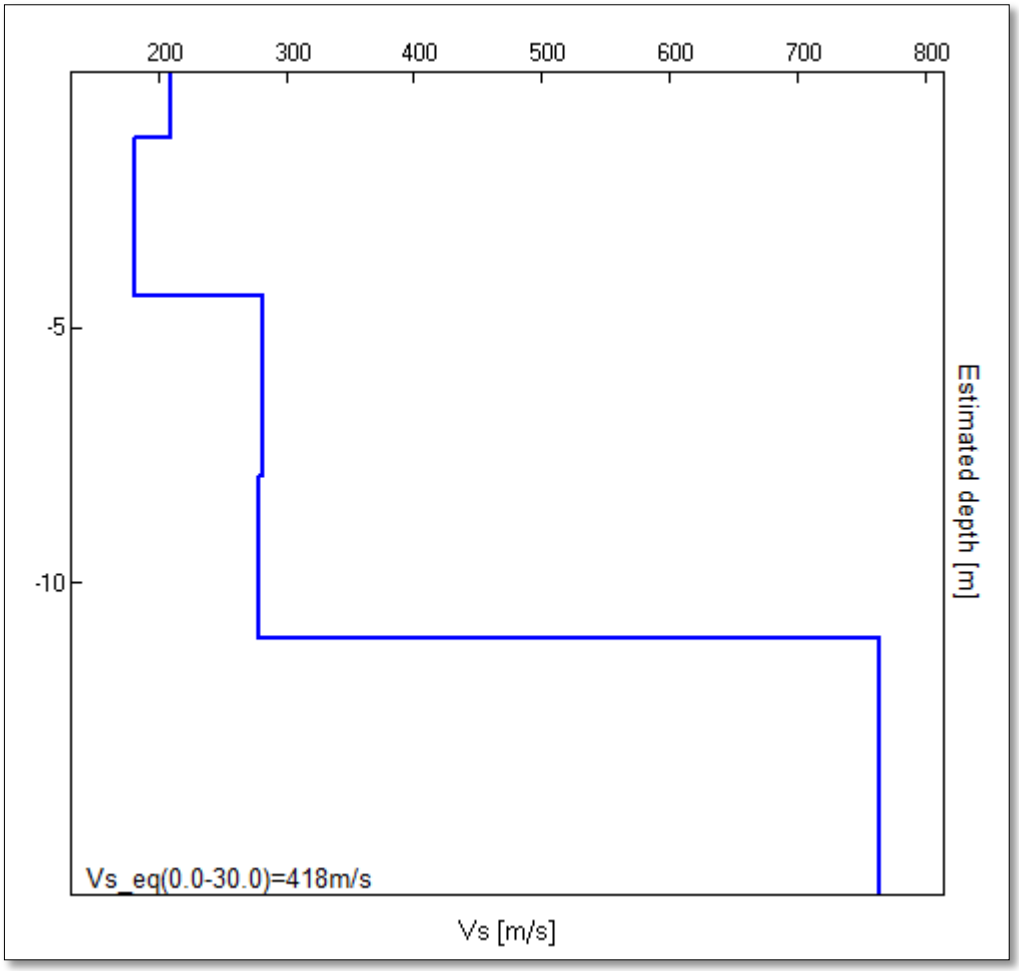
Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra lo spettro osservato bidimensionale "phasevelocity-frequency (c-f) su cui sono sovrapposte le curve di dispersione piccate e le curve del modello medio individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_S identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (misfitevolution) ovvero delle varie combinazioni che l'algoritmo utilizzato dal software esegue per l'inversione delle curve di dispersione e che appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici (Dal Moro et al., 2007).



Sullo stesso allineamento della prospezione sismica attiva MASW, come già detto sono stati acquisite registrazioni in passivo elaborate con tecnica Re.Mi.

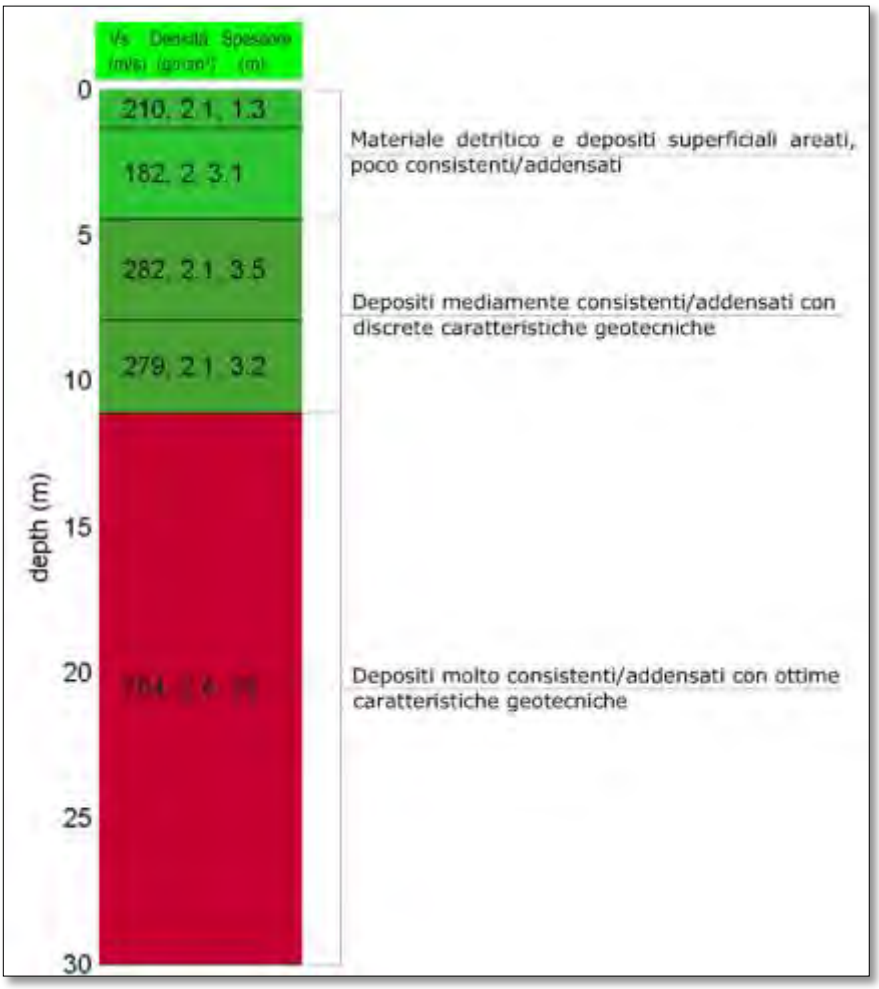
Di seguito si riporta lo spettro di velocità corrispondente alla metodologia Re.Mi, la curva di dispersione ottenuta dall'inversione e il *picking* del modo fondamentale da cui si ricava il profilo di velocità delle onde S corrispondente:





In tabella e in figura sottostante sono riportati i sismostrati del modello medio individuato a cui corrisponde una **$Vs_{,eq}$ di 418 m/s** a partire dal p.c. (pari alla V_{S30} in quanto non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m)

Spessore (m)	V_S (m/s)
1.30	210
3.10	182
3.50	282
3.20	279
semi-spazio	764



Sintetizzando, il modello sismostratigrafico del sottosuolo è assimilabile a tre unità geosismiche di cui di seguito si procede a darne una interpretazione basata sui valori delle velocità delle onde sismiche rilevate, ma la cui lettura deve essere effettuata anche in relazione alla situazione litologica e stratigrafica locale:

- Il **primo sismostrato** ha uno spessore di 4,40 m, con velocità delle onde S comprese tra 182 e 210 m/s, riferibile a terreni maggiormente areati, sciolti o poco addensati, ascrivibili, nel contesto litologico dell'area, a materiale di riporto e a terreni detritici superficiali areati maggiormente alterati e decompressi;
- Il **secondo sismostrato** ha uno spessore di 6,70 m, con velocità delle onde S comprese tra 279 e 282 m/s, ascrivibili depositi mediamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Segue, da 11,10 m e fino alla profondità di investigazione di oltre 30 m dal p.c., un **terzo sismostrato** caratterizzato da velocità delle onde di taglio di 764 m/s riferibile a un deposito molto consistente/addensato con ottime caratteristiche geotecniche ascrivibile al substrato inalterato.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_P (m/s) misurate con la sismica a rifrazione e dalla velocità delle onde SV (m/s) misurate con la prospezione sismica MASW e Re.Mi.; adottando opportuni valori del peso di volume γ (g/cm^3), rappresentativi dei litotipi presenti, è stato possibile inoltre stimare attraverso relazioni teoriche, i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

Parametri fisici e dinamici medi del sottosuolo investigato

Strato	Spessore	Vp m/s	Vs m/s	γ g/cm^3	μ (-)	E_d Kg/cm^2	R T/m^2*s	G_0 Kg/cm^2	K Kg/cm^2
I°	4.40	600	235	1.8	0.44	1877	342	650	5614
II°	6.70	1250	382	1.9	0.47	4421	534	1500	27687
III°	-	2400	760	2.0	0.44	33705	1528	11674	99635

Vp= velocità onde P (m/s); **Vs**= velocità onda S (m/s), **γ**= densità (g/cm^3); **μ**= coeff. di Poisson; **E_d**= Modulo di Young dinamico (Kg/cm^2); **R**= rigidità sismica (T/m^2*s); **G_0**=Modulo di taglio dinamico (Kg/cm^2); **K**=Modulo di incompressibilità (Kg/cm^2)

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) e passiva (Re.Mi.) hanno consentito di determinare il profilo verticale della V_S (e dei moduli dinamici) e di conseguenza, in virtù del fatto che non è stato rinvenuto il bedrock sismico entro i primi 30 m, del parametro **$Vs_{,eq}$**,risultato per il modello medio pari a **418 m/s**(considerando come riferimento il piano campagna).

Linea sismica	$V_{S,eq}$ (m/sec)	Categoria di Suolo
MASW/Re.Mi. 3	**418**	**"B"**

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame rientra quindi nella categoria **B** ovvero:

-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.

4.5.3 Rapporto fotografico

Fasi di acquisizione della prospezione sismica SR7 e della prospezione MASW/Re.Mi.5

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 383 - p_pz_0035715/2019

4.5.4 Ubicazione indagini

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Pagina 384 - p_pz_0035715/2019

REGIONE BASILICATA
COMUNE di PIETRAPERTOSA
(Provincia di Potenza)

F.S.C. 2014/2020 - Area Centro
"Lavori di Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13 in agro di Pietrapertosa"

STUDIO GEOLOGICO

ELAB:	COMMITTENTE	ESEGUITO	DATA
	Amministrazione Provinciale di Potenza	**Studio di Geologia e GeoIngegneria** **Dr. Geol. Antonio DE CARLO**	Maggio 2019

ALLEGATO	
03	ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

REVISIONI

DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

IL GEOLOGO
Dr. Antonio DE CARLO

Studio di Geologia e GeoIngegneria
Viale del Seminario Maggiore, 35 -85100 Potenza-
Tel./fax.: 0971.1800373; cell.: (+39).348.3017593; e-mail: studiogeopotenza@libero.it

Prove geotecniche su terre e rocce 	Prove per marcatura CE
Indagini geofisiche 	Monitoraggio inclinometrico

Laborgeo s.r.l.
Via Dei Mestieri n° 16 – 75100 MATERA
Tel. 0835.387641 - E-mail: laborgeo@tin.it

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE, AUTORIZZATO AI SENSI DELL'ART. 59 DEL D.P.R. N° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi

AREA CENTRO – F.S.C. 2014 – 2020 – LAVORI DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA DELLA S.P.13 IN AGRO DI PIETRAPERTOSA (PZ)

Committente:
DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.

Verbale di accettazione n° 84/2019 del 09.05.2019

Certificati emessi dal n° 902/2019 al n° 937/2019

QUADRO RIASSUNTIVO E INTERPRETATIVO DELLE ANALISI GEOTECNICHE
AREA CENTRO - F.S.C. 2014/2020 - LAVORI DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA DELLA S.P. 13 IN AGRO DI PIETRAPERTOSA (PZ)

Sond.	Camp.	Profondità m	W %	γ_v KN/m^3	γ_d KN/m^3	γ_{sat} KN/m^3	γ_s KN/m^3	e	n %	Sr %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	TG CD c KN/m^2 - φ°		TRX CD c KN/m^2 - φ°		CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006
1	1	2.50 - 3.00	35.08	18.03	13.35	18.34	26.63	0.995	49.88	93.88	2.15	14.25	54.94	28.65	57	39	18			9.50	20.5°	A - 7 - 5 MH
1	2	8.60 - 9.00	22.77	20.10	16.37	20.23	26.66	0.628	38.59	96.60	1.78	9.07	53.65	35.51	73	49	24			25.00	23.5°	A - 7 - 5 MH
2	1	4.50 - 5.00	25.96	19.70	15.64	19.78	26.68	0.706	41.38	98.12	0.46	14.40	43.71	41.43	94	63	31			9.00	21°	A - 7 - 5 MH
2	2	12.30 - 12.80	25.13	19.13	15.29	19.54	26.59	0.739	42.50	90.39	0.11	19.77	46.63	33.49	90	60	30	25.17	25.2°			A - 7 - 5 MH
3	1	2.50 - 3.00	29.25	18.40	14.24	18.87	26.51	0.862	46.30	89.94	4.34	18.36	48.98	28.32	60	34	26	8.07	21.4°			A - 7 - 5 MH
3	2	16.50 - 17.00	14.71	20.89	18.21	21.37	26.61	0.461	31.56	84.87	3.33	20.14	53.10	23.43	41	23	18	27.26	26.3°			A - 7 - 6 CL

Legenda:

W= Umidità naturale - γv= Peso di volume naturale - γd= Peso di volume secco - γs= Peso specifico - e= Indice dei vuoti - n= Porosità - Sr=Grado di saturazione - γsat=peso di volume saturo - L.L.= Limite liquido

L.P.= Limite plastico - IP= Indice plastico – c=Coesione – cu=Coesione non drenata - φ°= Angolo di attrito interno - P=Pressione sul provino – Cv=coefficiente di consolidazione – K=coefficiente di permeabilità.

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 902 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 1	Campione n° 1	Profondità:	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino		

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
(BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm^2
Volume del provino	72.00	72.00	cm^3

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	129.95	129.62	g
Volume provino	72.00	72.00	cm^3
Peso dell'unità di volume	18.05	18.00	KN/m^3
Peso dell'unità di volume medio	18.03		KN/m^3

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 20.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 903 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 1	Campione n° 1	Profondità:	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino		

MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
(ASTM D2216)

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa tara	64.2	63.12	g
Massa tara + massa campione umido	698.81	712.51	g
Massa tara + massa campione secco	532.78	545.11	g
Contenuto naturale d'acqua	35.43	34.73	%
Contenuto naturale medio d'acqua	**35.08**		**%**

Data Inizio Prova: 09.05.2019 **Data Fine Prova: 10.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 904 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)				
Sondaggio n°	1	**Campione n°**	1	**Profondità**	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino				

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D854)

Misura	1	2	**UNITA' DI MISURA**
Massa picnometro	36.67	36.88	g
Massa picnometro + massa campione secco	62.22	62.27	g
Massa campione secco	25.55	25.39	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	166.4	174.56	g
Massa picnometro + massa acqua	140.85	149.17	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	156.80	165.03	g
Volume del campione	9.6	9.53	cm^3
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	26.61	26.64	kN/m^3
Peso specifico dei grani medio a T=20°C	**26.63**		**kN/m^3**

Data Inizio Prova: 21.05.2019 **Data Fine Prova: 22.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

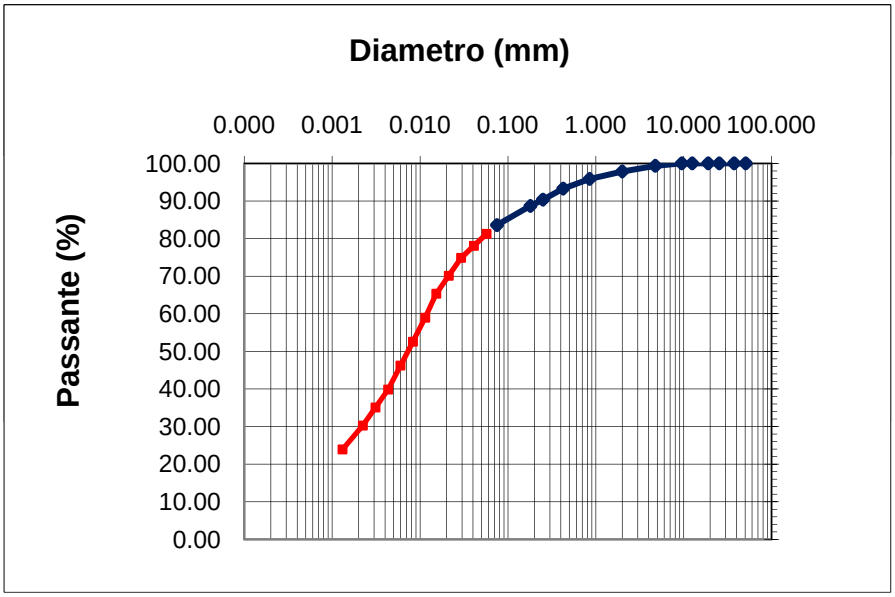
UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 905 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)				
Sondaggio n°	1	**Campione n°**	1	**Profondità:**	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo di contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino				

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
ASTM D422



d10 (mm)= -
d30 (mm)= 0.00219
d50 (mm)= -
d60 (mm)= 0.01207
d90 (mm)= -

Ghiaia = 2.15 %
Sabbia = 14.25 %
Limo = 54.94 %
Argilla = 28.65 %

CNR-UNI 10006
A - 7 - 5 MH

Apertura setaccio, mm	Passante %	D. equivalente (mm)	Passante %
50.80	100.00	0.05709	81.26
37.50	100.00	0.04095	78.07
25.40	100.00	0.02937	74.89
19.000	100.00	0.02119	70.11
12.500	100.00	0.01528	65.33
9.500	100.00	0.01144	58.95
4.750	99.35	0.00829	52.58
2.000	97.85	0.00599	46.21
0.850	95.86	0.00433	39.83
0.425	93.30	0.00311	35.05
0.250	90.37	0.00223	30.27
0.180	88.69	0.00131	23.90
0.075	83.60		

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 906 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

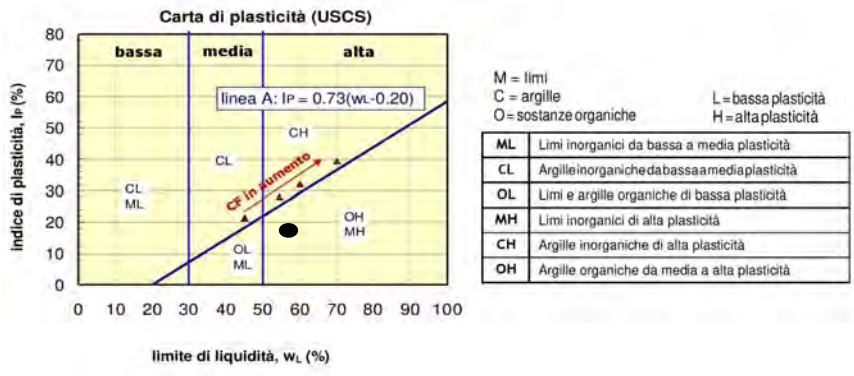
Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 1	**Campione n°** 1	**Profondità:**	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 **Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino		

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA: LIQUIDO E PLASTICO
(ASTM D4318)

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	13	23	34	
Massa campione umido + tara	30.17	30.25	29.93	g
Massa campione secco + tara	26.45	26.35	26.31	g
Massa acqua contenuta	3.72	3.90	3.62	g
Massa tara	20.36	19.69	19.74	g
Massa campione sec cco	6.09	6.66	6.57	g
Contenuto d'acqua	61.08	58.56	55.10	%
LIMITE LIQUIDO		57.00		%

MISURA	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa campione umido + tara	20.80	21.17	g
Massa campione secco + tara	18.58	19.07	g
Massa acqua contenuta	2.22	2.10	g
Massa tara	12.91	13.65	g
Massa campione sec cco	5.67	5.42	g
Contenuto d'acqua	39.15	38.75	%
LIMITE PLASTICO	39.00		%

INDICE PLASTICO	18.00	%



M = limi
C = argille
O = sostanze organiche

L = bassa plasticità
H = alta plasticità

ML	Limi inorganici da bassa a media plasticità
CL	Argille inorganiche da bassa a media plasticità
OL	Limi e argille organiche di bassa plasticità
MH	Limi inorganici di alta plasticità
CH	Argille inorganiche di alta plasticità
OH	Argille organiche da media a alta plasticità

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 907 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio 1	**Campione n°** 1	**Profondità:**	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 **Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione campione	Argilla di colore marroncino		

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (RACCOMANDAZIONE AGI 1994)

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

ensioni iniziali dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Altezza media	7.6	7.6	7.6	cm
Diametro medio	3.8	3.8	3.8	cm
Sezione media	11.34	11.34	11.34	cm^2
Volume medio	86.15	86.15	86.15	cm^3

Caratteristiche fisiche iniziali dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Massa	170.09	170.34	170.45	g
Contenuto d'acqua	35.08	35.06	35.03	%
Peso dell'unità di volume	18.03	18.03	18.03	kN/m^3
Peso specifico dei grani	26.63	26.63	26.63	kN/m^3
Peso dell'unità di volume secco	13.35	13.35	13.35	kN/m^3
Indice dei vuoti	0.995	0.995	0.994	
Grado di saturazione	93.88	93.85	93.81	%

Fase di consolidazione	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Parametro B a fine consolidazione	0.99	0.99	0.98	
Pressione efficace di consolidazione	100	200	300	kPa
Valore della back pressure	100	100	100	kPa
Variazione di volume a fine consolidazione	1.03	1.26	1.48	cm^3
Sezione provino fine consolidazione	11.16	11.12	11.08	cm^2

Tensioni di prova dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Pressione di cella	200	300	400	kPa
Velocità di deformazione	6.60E-08	6.60E-08	6.60E-08	m/s

Caratteristiche finali dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	36.11	36.18	36.22	%
Massa umida	171.06	171.11	170.98	g

Data Inizio Prova: 10.05.2019 **Data Fine Prova: 16.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 907 Del 28.05.2019

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA
Dati sperimentali della Fase di Compressione Assiale

δh	F	ΔV
0	0	0
0.35	16	-0.01
0.88	39	-0.02
1.23	61	-0.04
1.75	82	-0.05
2.22	101	-0.07
2.76	116	-0.1
3.15	131	-0.12
3.68	143	-0.15
4.14	155	-0.17
4.7	165	-0.19
5.35	172	-0.22
5.9	176	-0.25
6.37	178	-0.27
6.92	179	-0.3
7.44	179	-0.33

δh	F	ΔV
0	0	0
0.38	39	-0.01
0.92	86	-0.02
1.27	132	-0.04
1.79	168	-0.06
2.27	203	-0.09
2.81	224	-0.12
3.19	241	-0.15
3.74	256	-0.18
4.19	269	-0.22
4.76	282	-0.25
5.39	292	-0.29
5.95	298	-0.32
6.43	305	-0.36
6.99	308	-0.39
7.51	308	-0.43

δh	F	ΔV
0	0	0
0.42	65	-0.02
0.97	122	-0.04
1.32	178	-0.06
1.85	245	-0.08
2.32	293	-0.11
2.86	335	-0.14
3.25	366	-0.17
3.8	388	-0.21
4.24	402	-0.25
4.81	415	-0.28
5.44	425	-0.31
6.02	433	-0.35
6.49	439	-0.39
7.06	443	-0.43
7.58	445	-0.46

F= Carico Assiale (N); δh= Deformazione Verticale (mm) ΔV= Deformazione di volume (cm^3)

Data Inizio Prova: 10.05.2019 **Data Fine Prova: 16.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 907 Del 28.05.2019

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA
Calcoli della Fase di Compressione Assiale

ε	σ1-σ3
0	0
0.46	14.19
1.16	34.35
1.63	53.49
2.31	71.42
2.94	87.42
3.65	99.70
4.17	112.02
4.87	121.43
5.47	130.81
6.21	138.19
7.07	142.78
7.80	145.01
8.42	145.71
9.15	145.41
9.84	144.36

ε	σ1-σ3
0	0
0.50	34.84
1.22	76.29
1.69	116.58
2.38	147.36
3.01	176.97
3.73	193.90
4.23	207.59
4.96	218.91
5.56	228.69
6.32	237.91
7.15	244.26
7.90	247.38
8.53	251.56
9.28	252.06
9.97	250.26

ε	σ1-σ3
0	0
0.56	59.17
1.29	110.26
1.76	160.15
2.47	218.90
3.09	260.20
3.81	295.40
4.33	321.11
5.06	337.97
5.65	348.17
6.41	356.67
7.25	362.12
8.02	366.04
8.65	368.77
9.41	369.22
10.10	368.18

σ1-σ3= Tensione deviatorica (kPa); ε= Deformazione assiale (%)

Data Inizio Prova: 10.05.2019 **Data Fine Prova: 16.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 907 Del 28.05.2019

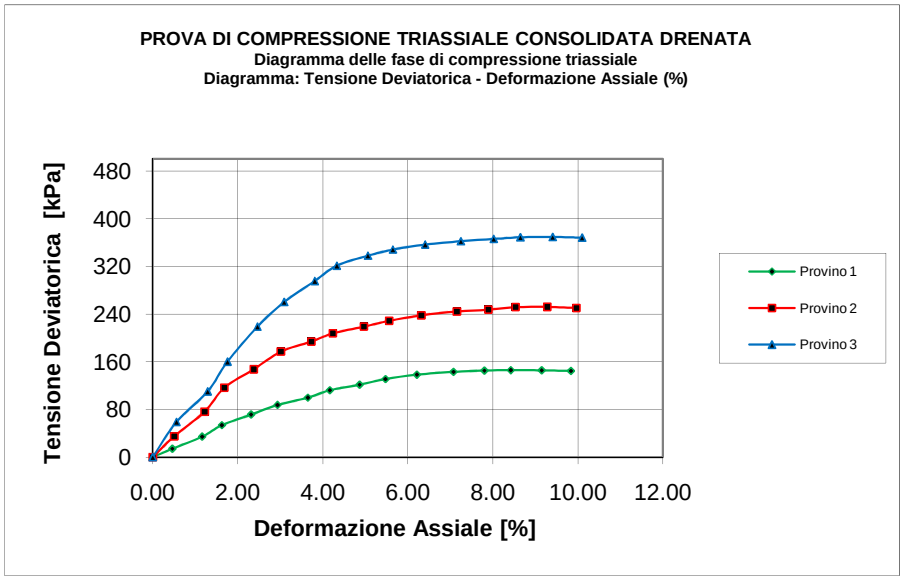
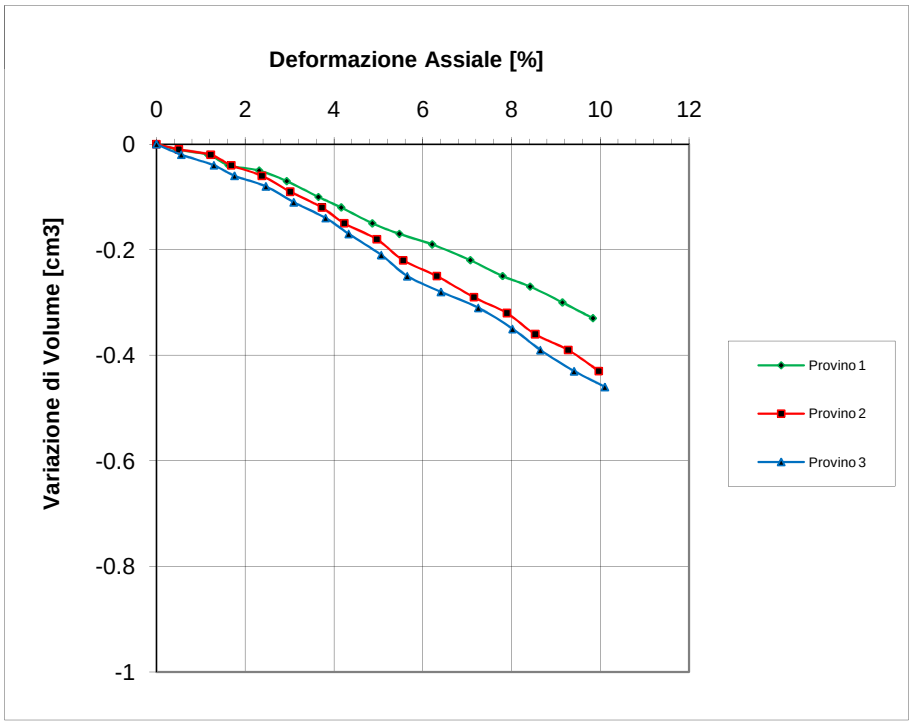


Diagramma Variazione di Volume (cm^3) - Deformazione assiale (%)



Data Inizio Prova: 10.05.2019 **Data Fine Prova: 16.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 908 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 1	Campione n° 2	Profondità:	8.60 - 9.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro		

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
(BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm^2
Volume del provino	72.00	72.00	cm^3

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	144.61	144.83	g
Volume provino	72.00	72.00	cm^3
Peso dell'unità di volume	20.08	20.12	KN/m^3
Peso dell'unità di volume medio	20.10		KN/m^3

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 20.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 909 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 1	Campione n° 2	Profondità:	8.60 - 9.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro		

MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
(ASTM D2216)

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa tara	68.87	66.36	g
Massa tara + massa campione umido	731.71	761.44	g
Massa tara + massa campione secco	606.41	635.01	g
Contenuto naturale d'acqua	23.31	22.23	%
Contenuto naturale medio d'acqua	**22.77**		**%**

Data Inizio Prova: 09.05.2019 **Data Fine Prova: 10.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 910 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)				
Sondaggio n°	1	**Campione n°**	2	**Profondità**	8.60 - 9.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro				

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D854)

Misura	1	2	**UNITA' DI MISURA**
Massa picnometro	36.24	35.98	g
Massa picnometro + massa campione secco	61.56	61.34	g
Massa campione secco	25.32	25.36	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	169.73	164.43	g
Massa picnometro + massa acqua	144.41	139.07	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	160.24	154.91	g
Volume del campione	9.49	9.52	cm^3
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	26.68	26.64	kN/m^3
Peso specifico dei grani medio a T=20°C	**26.66**		**kN/m^3**

Data Inizio Prova: 21.05.2019 **Data Fine Prova: 22.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

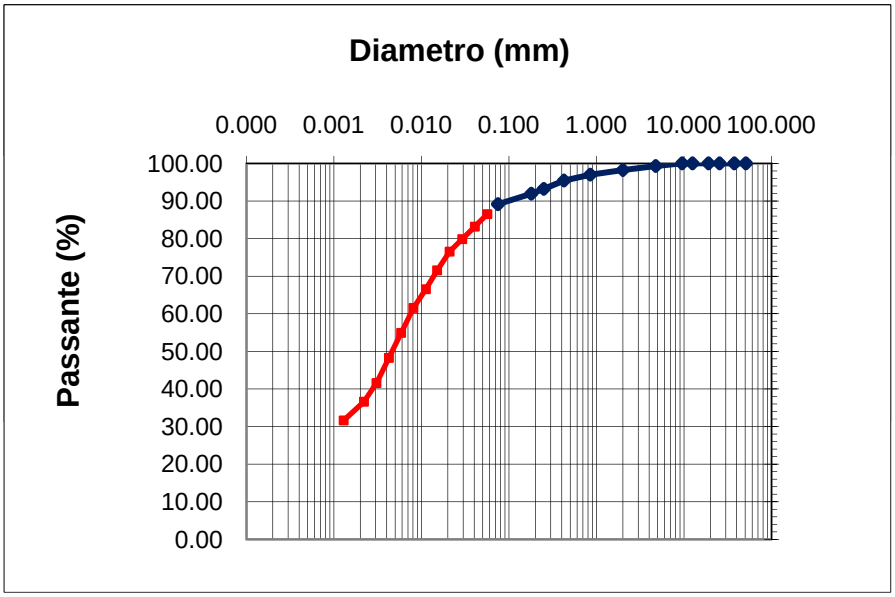
UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 911 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)			
Sondaggio n° 1	**Campione n°**	2	**Profondità:**	8.60 - 9.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo di contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro			

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
ASTM D422



d10 (mm)= -
d30 (mm)= -
d50 (mm)= -
d60 (mm)= 0.00757
d90 (mm)= -

Ghiaia = 1.78 %
Sabbia = 9.07 %
Limo = 53.65 %
Argilla = 35.51 %

CNR-UNI 10006
A - 7 - 5 MH

Apertura setaccio, mm	Passante %	D. equivalente (mm)	Passante %
50.80	100.00	0.05667	86.51
37.50	100.00	0.04066	83.18
25.40	100.00	0.02916	79.86
19.000	100.00	0.02091	76.53
12.500	100.00	0.01509	71.54
9.500	100.00	0.01123	66.55
4.750	99.30	0.00809	61.56
2.000	98.22	0.00586	54.90
0.850	97.00	0.00424	48.25
0.425	95.44	0.00306	41.59
0.250	93.21	0.00220	36.60
0.180	91.93	0.00129	31.61
0.075	89.15		

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluppo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 912 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

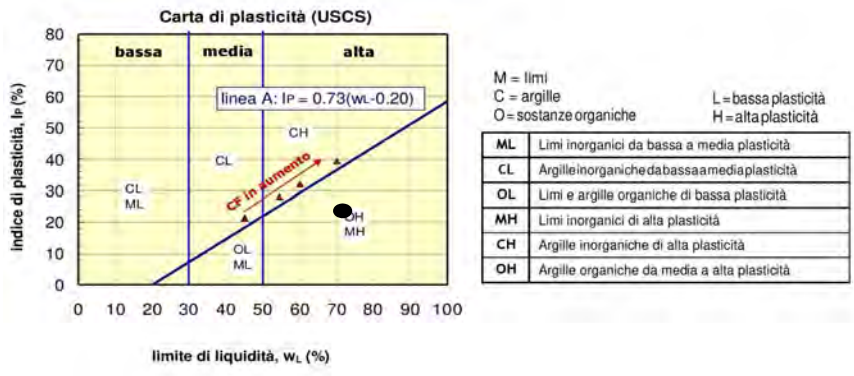
Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 1	**Campione n°** 2	**Profondità:**	8.60 - 9.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 **Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro		

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA: LIQUIDO E PLASTICO
(ASTM D4318)

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	16	27	37	
Massa campione umido + tara	31.70	34.01	32.70	g
Massa campione secco + tara	26.98	29.31	27.79	g
Massa acqua contenuta	4.72	4.70	4.91	g
Massa tara	20.65	22.91	20.93	g
Massa campione sec cco	6.33	6.4	6.86	g
Contenuto d'acqua	74.57	73.44	71.57	%
LIMITE LIQUIDO		73.00		%

MISURA	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa campione umido + tara	21.58	21.55	g
Massa campione secco + tara	18.92	18.88	g
Massa acqua contenuta	2.66	2.67	g
Massa tara	13.52	13.34	g
Massa campione sec cco	5.4	5.54	g
Contenuto d'acqua	49.26	48.19	%
LIMITE PLASTICO	49.00		%

INDICE PLASTICO	24.00	%



M = limi
C = argille
O = sostanze organiche

L = bassa plasticità
H = alta plasticità

ML	Limi inorganici da bassa a media plasticità
CL	Argille inorganiche da bassa a media plasticità
OL	Limi e argille organiche di bassa plasticità
MH	Limi inorganici di alta plasticità
CH	Argille inorganiche di alta plasticità
OH	Argille organiche da media a alta plasticità

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 913 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio 1	**Campione n°** 2	**Profondità:**	8.60 - 9.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione campione	Argilla di colore grigio - scuro		

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (RACCOMANDAZIONE AGI 1994)

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

ensioni iniziali dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Altezza media	7.6	7.6	7.6	cm
Diametro medio	3.8	3.8	3.8	cm
Sezione media	11.34	11.34	11.34	cm^2
Volume medio	86.15	86.15	86.15	cm^3

Caratteristiche fisiche iniziali dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Massa	173.11	172.65	173.35	g
Contenuto d'acqua	22.77	22.79	22.81	%
Peso dell'unità di volume	20.1	20.1	20.1	kN/m^3
Peso specifico dei grani	26.66	26.66	26.66	kN/m^3
Peso dell'unità di volume secco	16.37	16.37	16.37	kN/m^3
Indice dei vuoti	0.628	0.629	0.629	
Grado di saturazione	96.60	96.65	96.69	%

Fase di consolidazione	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Parametro B a fine consolidazione	0.99	0.98	0.98	
Pressione efficace di consolidazione	100	200	300	kPa
Valore della back pressure	100	100	100	kPa
Variazione di volume a fine consolidazione	0.71	0.99	1.32	cm^3
Sezione provino fine consolidazione	11.21	11.16	11.1	cm^2

Tensioni di prova dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Pressione di cella	200	300	400	kPa
Velocità di deformazione	6.60E-08	6.60E-08	6.60E-08	m/s

Caratteristiche finali dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	23.09	23.34	23.45	%
Massa umida	173.88	174.22	174.13	g

Data Inizio Prova: 15.05.2019 **Data Fine Prova: 21.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 913 Del 28.05.2019

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA
Dati sperimentali della Fase di Compressione Assiale

δh	F	ΔV
0	0	0
0.29	38	-0.01
0.67	85	-0.02
1.22	116	-0.04
1.7	146	-0.06
2.22	175	-0.08
2.75	194	-0.1
3.15	210	-0.13
3.68	224	-0.15
4.04	237	-0.18
4.55	246	-0.22
5.02	250	-0.24
5.56	251	-0.26
6.03	250	-0.28
6.55	248	-0.31
7.06	245	-0.33

δh	F	ΔV
0	0	0
0.34	66	-0.01
0.72	123	-0.03
1.27	187	-0.05
1.76	248	-0.07
2.28	303	-0.09
2.81	331	-0.11
3.21	355	-0.14
3.75	373	-0.17
4.1	388	-0.2
4.6	402	-0.23
5.08	414	-0.26
5.62	420	-0.28
6.09	422	-0.31
6.61	421	-0.34
7.12	420	-0.37

δh	F	ΔV
0	0	0
0.39	88	-0.02
0.77	155	-0.04
1.32	234	-0.06
1.82	308	-0.09
2.33	376	-0.12
2.87	440	-0.14
3.27	505	-0.17
3.81	544	-0.2
4.16	575	-0.22
4.66	593	-0.25
5.14	609	-0.28
5.68	622	-0.3
6.17	628	-0.33
6.68	630	-0.35
7.18	629	-0.39

F= Carico Assiale (N); δh= Deformazione Verticale (mm) ΔV= Deformazione di volume (cm^3)

Data Inizio Prova: 15.05.2018 **Data Fine Prova: 21.05.2018**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 913 Del 28.05.2019

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA
Calcoli della Fase di Compressione Assiale

ε	σ1-σ3
0	0
0.38	33.73
0.89	75.08
1.61	101.74
2.25	127.26
2.94	151.49
3.64	166.77
4.17	179.60
4.87	190.21
5.34	200.32
6.02	206.54
6.64	208.56
7.35	207.84
7.97	205.67
8.66	202.58
9.33	198.69

ε	σ1-σ3
0	0
0.45	59.00
0.96	109.42
1.69	165.17
2.34	217.65
3.03	264.10
3.73	286.48
4.26	305.67
4.98	318.88
5.44	330.20
6.11	339.84
6.74	347.73
7.46	350.14
8.08	349.56
8.77	346.24
9.45	342.98

ε	σ1-σ3
0	0
0.52	80.14
1.03	140.46
1.76	210.54
2.43	275.34
3.11	333.91
3.83	387.94
4.36	442.94
5.08	473.73
5.54	498.39
6.21	510.55
6.85	520.94
7.57	528.08
8.22	529.60
8.90	527.49
9.57	523.05

σ1-σ3= Tensione deviatorica (kPa); ε= Deformazione assiale (%)

Data Inizio Prova: 15.05.2019 **Data Fine Prova: 21.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 913 Del 28.05.2019

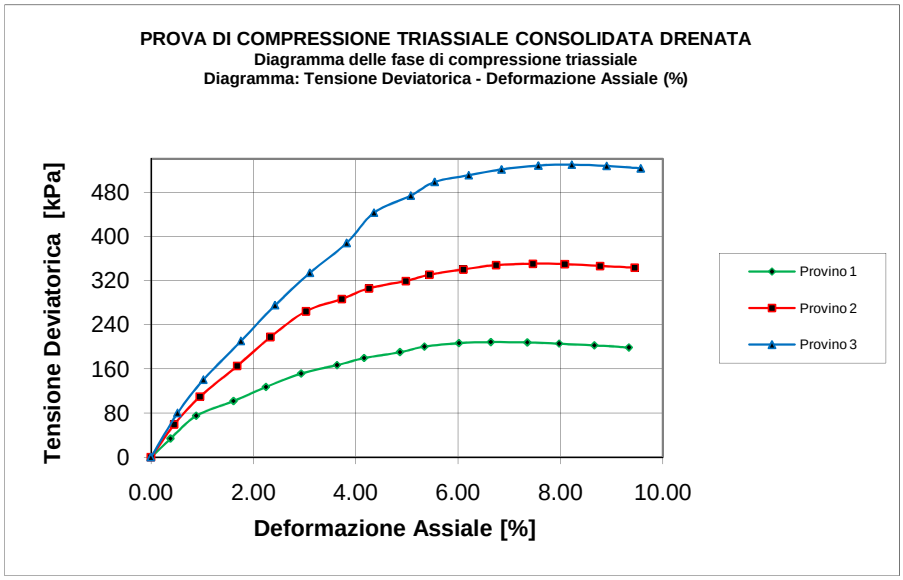
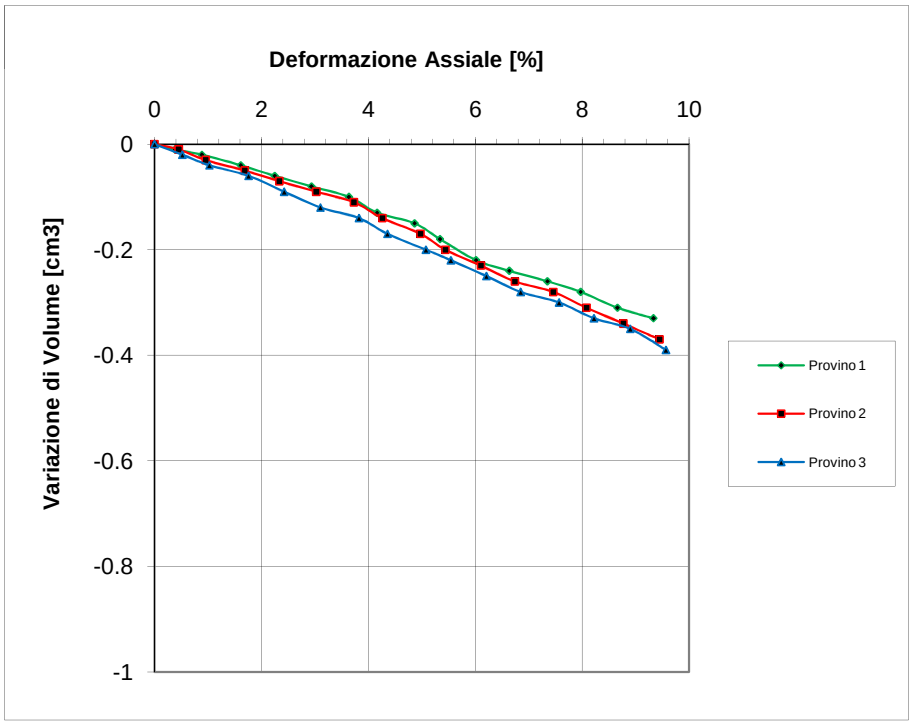


Diagramma Variazione di Volume (cm^3) - Deformazione assiale (%)



Data Inizio Prova: 15.05.2019 **Data Fine Prova: 21.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 914 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 2	Campione n° 1	Profondità:	4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro		

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
(BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm^2
Volume del provino	72.00	72.00	cm^3

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	141.72	141.95	g
Volume provino	72.00	72.00	cm^3
Peso dell'unità di volume	19.68	19.72	KN/m^3
Peso dell'unità di volume medio	19.70		KN/m^3

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 20.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 915 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 2	Campione n° 1	Profondità:	4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro		

MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
(ASTM D2216)

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa tara	68.15	62.81	g
Massa tara + massa campione umido	709.23	731.16	g
Massa tara + massa campione secco	575.43	595.18	g
Contenuto naturale d'acqua	26.38	25.54	%
Contenuto naturale medio d'acqua	**25.96**		**%**

Data Inizio Prova: 09.05.2019 **Data Fine Prova: 10.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluppo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 916 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)				
Sondaggio n°	2	**Campione n°**	1	**Profondità**	4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro				

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D854)

Misura	1	2	**UNITA' DI MISURA**
Massa picnometro	33.45	44.32	g
Massa picnometro + massa campione secco	58.96	69.74	g
Massa campione secco	25.51	25.42	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	165.14	169.16	g
Massa picnometro + massa acqua	139.63	143.74	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	155.57	159.64	g
Volume del campione	9.57	9.52	cm^3
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	26.66	26.70	kN/m^3
Peso specifico dei grani medio a T=20°C	**26.68**		**kN/m^3**

Data Inizio Prova: 21.05.2019 **Data Fine Prova: 22.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

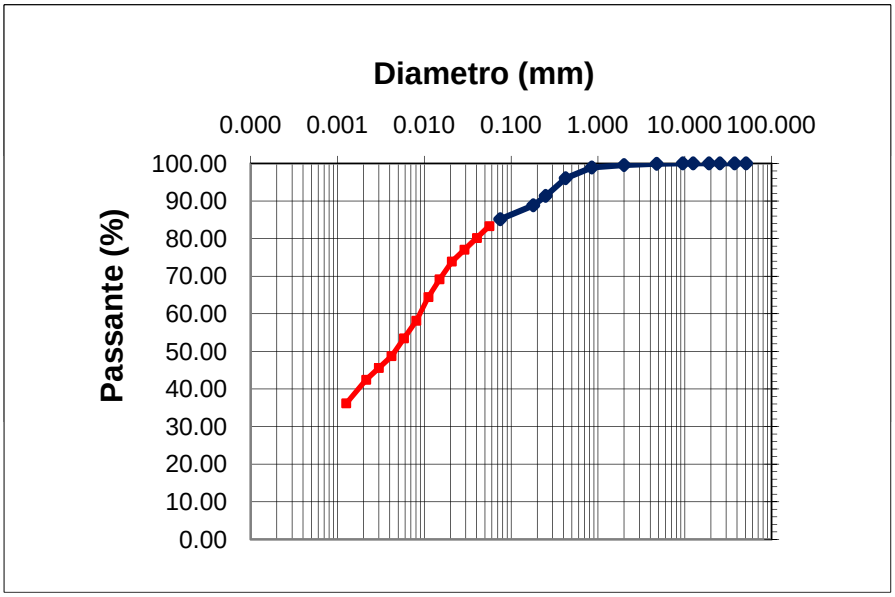
UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 917 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)			
Sondaggio n° 2	**Campione n°**	1	**Profondità:**	4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo di contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro			

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
ASTM D422



d10 (mm)= -
d30 (mm)= -
d50 (mm)= -
d60 (mm)= 0.00899
d90 (mm)= -

Ghiaia = 0.46 %
Sabbia = 14.40 %
Limo = 43.71 %
Argilla = 41.43 %

CNR-UNI 10006
A - 7 - 5 MH

Apertura setaccio, mm	Passante %	D. equivalente (mm)	Passante %
50.80	100.00	0.05624	83.31
37.50	100.00	0.04037	80.17
25.40	100.00	0.02896	77.03
19.000	100.00	0.02077	73.88
12.500	100.00	0.01499	69.17
9.500	100.00	0.01116	64.45
4.750	99.88	0.00809	58.16
2.000	99.54	0.00582	53.45
0.850	98.90	0.00419	48.73
0.425	96.05	0.00300	45.59
0.250	91.35	0.00214	42.44
0.180	88.84	0.00126	36.16
0.075	85.14		

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 918 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

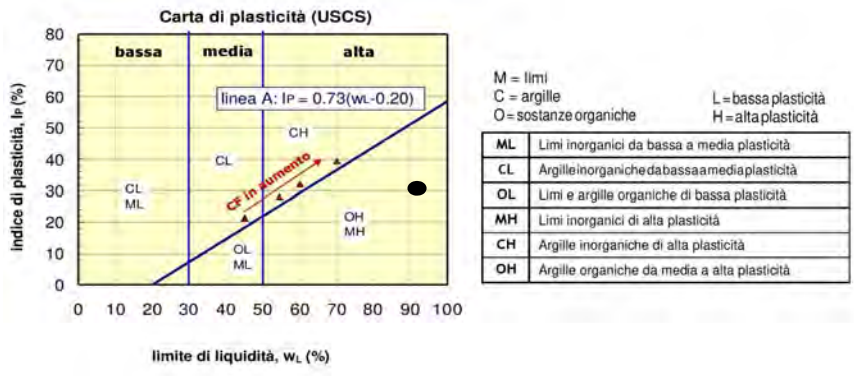
Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 2	**Campione n°** 1	**Profondità:**	4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 **Tipo contenitore:**		Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro		

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA: LIQUIDO E PLASTICO
(ASTM D4318)

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	17	28	38	
Massa campione umido + tara	31.65	33.56	32.64	g
Massa campione secco + tara	25.81	27.52	27.25	g
Massa acqua contenuta	5.84	6.04	5.39	g
Massa tara	19.73	21.11	21.29	g
Massa campione sec cco	6.08	6.41	5.96	g
Contenuto d'acqua	96.05	94.23	90.44	%
LIMITE LIQUIDO		94.00		%

MISURA	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa campione umido + tara	21.51	21.14	g
Massa campione secco + tara	18.51	18.15	g
Massa acqua contenuta	3.00	2.99	g
Massa tara	13.81	13.40	g
Massa campione sec cco	4.7	4.75	g
Contenuto d'acqua	63.83	62.95	%
LIMITE PLASTICO		63.00	%

INDICE PLASTICO	31.00	%



M = limi
C = argille
O = sostanze organiche

L = bassa plasticità
H = alta plasticità

ML	Limi inorganici da bassa a media plasticità
CL	Argille inorganiche da bassa a media plasticità
OL	Limi e argille organiche di bassa plasticità
MH	Limi inorganici di alta plasticità
CH	Argille inorganiche di alta plasticità
OH	Argille organiche da media a alta plasticità

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 919 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio 2	**Campione n°** 1	**Profondità:**	4.50 - 5.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione campione	Argilla di colore grigio - scuro		

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (RACCOMANDAZIONE AGI 1994)

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

ensioni iniziali dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Altezza media	7.6	7.6	7.6	cm
Diametro medio	3.8	3.8	3.8	cm
Sezione media	11.34	11.34	11.34	cm^2
Volume medio	86.15	86.15	86.15	cm^3

Caratteristiche fisiche iniziali dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Massa	168.92	168.92	168.95	g
Contenuto d'acqua	25.96	25.98	26.05	%
Peso dell'unità di volume	19.70	19.70	19.70	kN/m^3
Peso specifico dei grani	26.68	26.68	26.68	kN/m^3
Peso dell'unità di volume secco	15.64	15.64	15.63	kN/m^3
Indice dei vuoti	0.706	0.706	0.707	
Grado di saturazione	98.12	98.16	98.29	%

Fase di consolidazione	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Parametro B a fine consolidazione	0.99	0.99	0.98	
Pressione efficace di consolidazione	100	200	300	kPa
Valore della back pressure	100	100	100	kPa
Variazione di volume a fine consolidazione	0.79	1.10	1.37	cm^3
Sezione provino fine consolidazione	11.2	11.14	11.1	cm^2

Tensioni di prova dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Pressione di cella	200	300	400	kPa
Velocità di deformazione	6.60E-08	6.60E-08	6.60E-08	m/s

Caratteristiche finali dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	26.56	26.57	26.61	%
Massa umida	169.55	169.56	169.61	g

Data Inizio Prova: 17.05.2019 **Data Fine Prova: 25.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 919 Del 28.05.2019

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA
Dati sperimentali della Fase di Compressione Assiale

δh	F	ΔV
0	0	0
0.31	44	-0.01
0.85	97	-0.02
1.23	131	-0.04
1.74	160	-0.06
2.23	183	-0.08
2.78	198	-0.11
3.25	215	-0.13
3.8	230	-0.15
4.28	243	-0.18
4.83	253	-0.22
5.34	259	-0.24
5.9	264	-0.26
6.42	266	-0.29
6.99	265	-0.32
7.48	263	-0.35

δh	F	ΔV
0	0	0
0.34	66	-0.01
0.89	138	-0.02
1.28	191	-0.04
1.79	254	-0.07
2.28	295	-0.09
2.84	322	-0.12
3.29	347	-0.15
3.85	372	-0.17
4.33	392	-0.2
4.88	406	-0.23
5.39	419	-0.26
5.95	430	-0.29
6.47	436	-0.32
7.05	438	-0.34
7.52	437	-0.37

δh	F	ΔV
0	0	0
0.37	61	-0.02
0.93	133	-0.04
1.32	244	-0.07
1.84	335	-0.1
2.33	401	-0.13
2.9	477	-0.16
3.35	533	-0.19
3.91	575	-0.22
4.38	608	-0.25
4.93	626	-0.28
5.44	641	-0.31
6.01	650	-0.34
6.53	654	-0.38
7.11	655	-0.42
7.58	654	-0.45

F= Carico Assiale (N); δh= Deformazione Verticale (mm) ΔV= Deformazione di volume (cm^3)

Data Inizio Prova: 17.05.2019 **Data Fine Prova: 25.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 919 Del 28.05.2019

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA
Calcoli della Fase di Compressione Assiale

ε	σ1-σ3
0	0
0.41	39.05
1.12	85.48
1.63	114.88
2.30	139.38
2.95	158.40
3.68	170.16
4.30	183.62
5.02	194.98
5.66	204.70
6.39	211.58
7.06	215.09
7.80	217.55
8.49	217.64
9.24	215.11
9.89	212.04

ε	σ1-σ3
0	0
0.45	59.00
1.18	122.47
1.70	168.66
2.38	222.83
3.03	257.13
3.77	278.61
4.37	298.49
5.11	317.58
5.75	332.53
6.48	341.86
7.15	350.38
7.90	356.82
8.59	359.22
9.36	357.92
9.98	354.77

ε	σ1-σ3
0	0
0.49	55.56
1.24	120.27
1.76	219.56
2.45	299.43
3.11	356.15
3.87	420.49
4.46	467.09
5.21	500.15
5.84	525.55
6.57	537.09
7.25	546.16
8.01	549.50
8.70	548.99
9.48	545.44
10.10	541.04

σ1-σ3= Tensione deviatorica (kPa); ε= Deformazione assiale (%)

Data Inizio Prova: 17.05.2019 **Data Fine Prova: 25.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16
75100 - Matera - Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P.IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 919 Del 28.05.2019

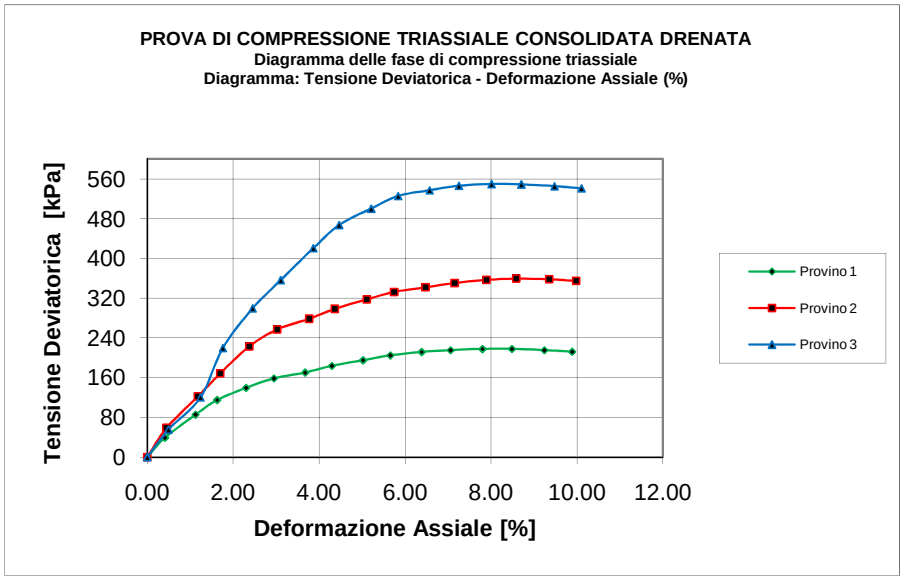
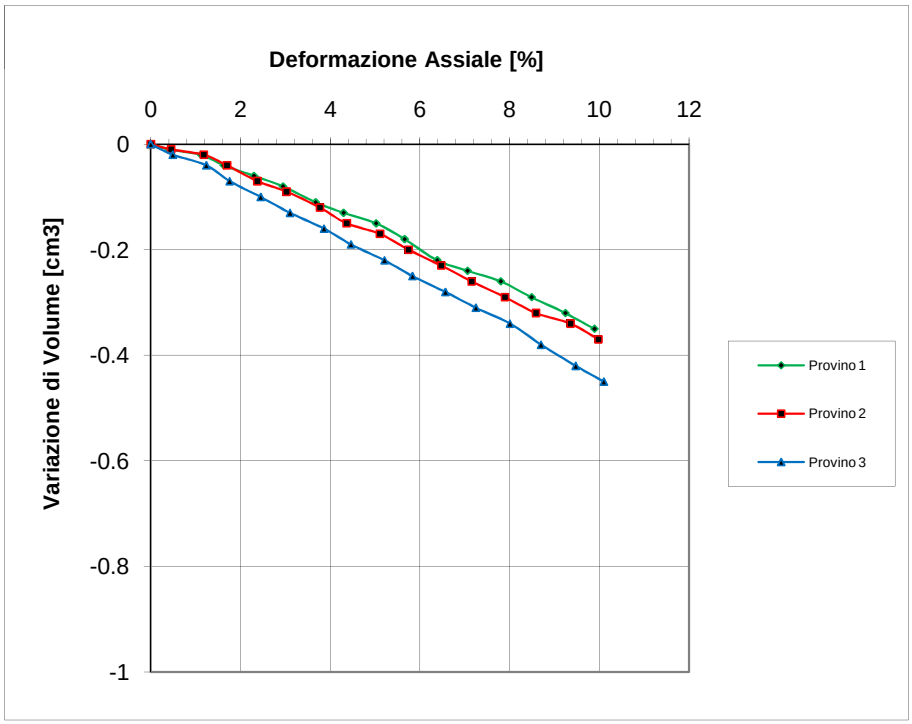


Diagramma Variazione di Volume (cm^3) - Deformazione assiale (%)



Data Inizio Prova: 17.05.2019 **Data Fine Prova: 25.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 920 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 2	Campione n° 2	Profondità:	12.30 - 12.80 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro		

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
(BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm^2
Volume del provino	72.00	72.00	cm^3

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	137.80	137.6	g
Volume provino	72.00	72.00	cm^3
Peso dell'unità di volume	19.14	19.11	KN/m^3
Peso dell'unità di volume medio	19.13		KN/m^3

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 20.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 921 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 2	Campione n° 2	Profondità:	12.30 - 12.80 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro		

MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
(ASTM D2216)

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa tara	70.73	69.34	g
Massa tara + massa campione umido	824.15	808.44	g
Massa tara + massa campione secco	672.02	660.81	g
Contenuto naturale d'acqua	25.30	24.96	%
Contenuto naturale medio d'acqua	**25.13**		**%**

Data Inizio Prova: 09.05.2019 **Data Fine Prova: 10.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 922 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)				
Sondaggio n°	2	**Campione n°**	2	**Profondità**	12.30 - 12.80 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro				

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D854)

Misura	1	2	**UNITA' DI MISURA**
Massa picnometro	38.4	36.78	g
Massa picnometro + massa campione secco	64.01	62.30	g
Massa campione secco	25.61	25.52	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	170.48	171.83	g
Massa picnometro + massa acqua	144.87	146.31	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	160.84	162.24	g
Volume del campione	9.64	9.59	cm^3
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	26.57	26.61	kN/m^3
Peso specifico dei grani medio a T=20°C	**26.59**		**kN/m^3**

Data Inizio Prova: 21.05.2019 **Data Fine Prova: 22.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

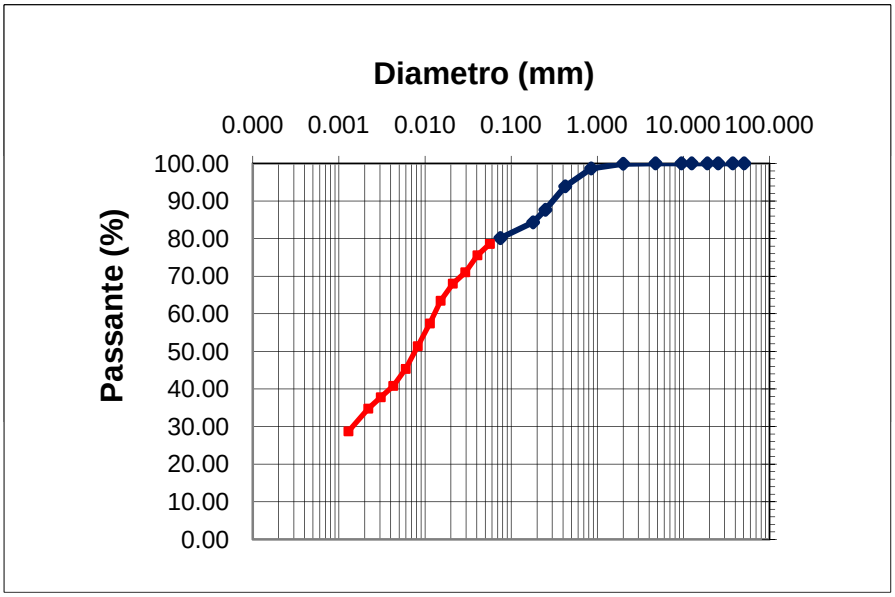
UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 923 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)			
Sondaggio n° 2	**Campione n°**	2	**Profondità:**	12.30 - 12.80 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo di contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro			

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
ASTM D422



d10 (mm)= -
d30 (mm)= 0.00148
d50 (mm)= -
d60 (mm)= 0.01299
d90 (mm)= -

Ghiaia = 0.11 %
Sabbia = 19.77 %
Limo = 46.63 %
Argilla = 33.49 %

CNR-UNI 10006
A - 7 - 5 MH

Apertura setaccio, mm	Passante %	D. equivalente (mm)	Passante %
50.80	100.00	0.05667	78.59
37.50	100.00	0.04066	75.56
25.40	100.00	0.02937	71.03
19.000	100.00	0.02105	68.01
12.500	100.00	0.01518	63.47
9.500	100.00	0.01137	57.43
4.750	100.00	0.00824	51.38
2.000	99.89	0.00596	45.34
0.850	98.65	0.00428	40.80
0.425	93.89	0.00306	37.78
0.250	87.65	0.00219	34.76
0.180	84.31	0.00129	28.71
0.075	80.13		

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 924 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

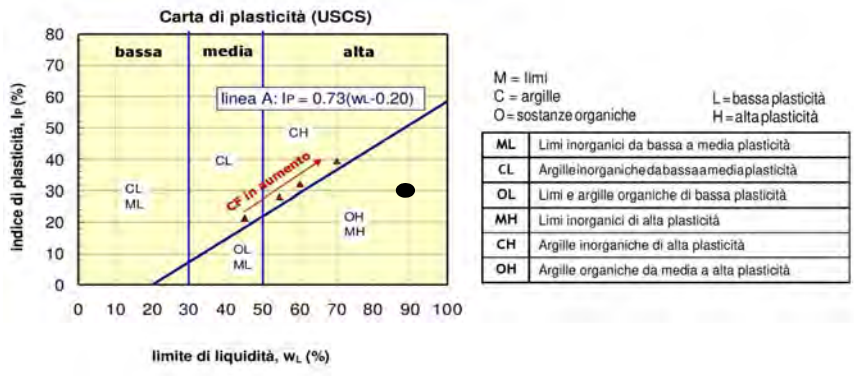
Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 2	**Campione n°** 2	**Profondità:**	12.30 - 12.80 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 **Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro		

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA: LIQUIDO E PLASTICO
(ASTM D4318)

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	17	27	39	
Massa campione umido + tara	32.87	33.03	32.48	g
Massa campione secco + tara	26.83	27.23	26.75	g
Massa acqua contenuta	6.04	5.80	5.73	g
Massa tara	20.45	20.74	20.07	g
Massa campione sec cco	6.38	6.49	6.68	g
Contenuto d'acqua	94.67	89.37	85.78	%
LIMITE LIQUIDO		90.00		%

MISURA	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa campione umido + tara	20.17	20.13	g
Massa campione secco + tara	17.24	17.18	g
Massa acqua contenuta	2.93	2.95	g
Massa tara	12.20	12.21	g
Massa campione sec cco	5.04	4.97	g
Contenuto d'acqua	58.13	59.36	%
LIMITE PLASTICO	60.00		%

INDICE PLASTICO	30.00	%



M = limi
C = argille
O = sostanze organiche

L = bassa plasticità
H = alta plasticità

ML	Limi inorganici da bassa a media plasticità
CL	Argille inorganiche da bassa a media plasticità
OL	Limi e argille organiche di bassa plasticità
MH	Limi inorganici di alta plasticità
CH	Argille inorganiche di alta plasticità
OH	Argille organiche da media a alta plasticità

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 925 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campioni	PIETRAPERTOSA (PZ)			
Sondaggio n° 2	**Campione n°** 2		**Profondità:**	12.30 - 12.80 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro			

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)
Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

Caratteristiche fisiche dei provini

Caratteristiche fisiche iniziale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	25.13	25.15	25.16	%
Peso dell'unità di volume	19.13	19.13	19.13	kN/m^3
Peso specifico dei grani	26.59	26.59	26.59	kN/m^3
Peso dell'unità di volume secco	15.29	15.29	15.28	kN/m^3
Indice dei vuoti	0.739	0.740	0.740	
Grado di saturazione	90.39	90.43	90.45	%

Caratteristiche fisiche finale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	29.44	29.45	29.48	%
Peso dell'unità di volume	19.25	19.25	19.25	kN/m^3
Peso specifico dei grani	26.59	26.59	26.59	kN/m^3
Peso dell'unità di volume secco	14.87	14.87	14.87	kN/m^3
Indice dei vuoti	0.788	0.788	0.789	
Grado di saturazione	99.35	99.36	99.41	%

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA

Altezza media	2.0 cm	**Lato**	6.0 cm	**Area media**	36.00 cm^2	**Volume medio**	72.0 cm^3
Tipo di scatola	Quadrata			**Velocità di deformazio**	5.00E-08 m/s		
Tipo di campione	indisturbato						
Tensione Normale provino 1		100.00	kPa				
Tensione Normale provino 2		200.00	kPa				
Tensione Normale provino 3		300.00	kPa				

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 925 Del 28.05.2019

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Dati Sperimentali della Fase di Taglio

Provino 1

δx	F	δh
0.18	61	-0.2
0.33	126	-0.3
0.46	171	-0.5
0.59	201	-0.7
0.72	227	-1
0.85	244	-1.2
0.99	255	-1.3
1.12	258	-1.4
1.24	256	-1.5
1.38	255	-1.7
1.52	251	-1.8

Provino 2

δx	F	δh
0.18	73	-0.9
0.36	168	-1.6
0.53	253	-2
0.7	320	-2.4
0.84	367	-2.8
0.98	393	-3.3
1.11	416	-3.6
1.25	430	-3.8
1.38	435	-4
1.52	433	-4.2
1.64	430	-4.3
1.76	423	-4.4

Provino 3

δx	F	δh
0.15	92	-1.1
0.35	201	-2.4
0.54	307	-3.2
0.77	398	-3.8
0.97	469	-4.4
1.14	511	-4.9
1.32	542	-5.5
1.46	566	-6
1.61	584	-6.4
1.76	594	-6.7
1.91	598	-7
2.05	596	-7.2
2.18	592	-7.4
2.31	585	-7.5

δx=Spostamento orizzontale (mm); F=Forza di taglio (N); δh=Deformazione verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 925 Del 28.05.2019

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Calcoli della fase di taglio

Provino 1

δx	T	δh
0	0	0
0.18	16.84	-0.2
0.33	35.12	-0.3
0.46	47.63	-0.5
0.59	55.81	-0.7
0.72	63.03	-1
0.85	67.84	-1.2
0.99	70.72	-1.3
1.12	71.69	-1.4
1.24	71.20	-1.5
1.38	70.72	-1.7
1.52	69.76	-1.8

Provino 2

δx	T	δh
0	0	0
0.18	20.21	-0.9
0.36	46.67	-1.6
0.53	70.24	-2
0.7	89.01	-2.4
0.84	102.00	-2.8
0.98	109.21	-3.3
1.11	115.47	-3.6
1.25	119.32	-3.8
1.38	120.76	-4
1.52	120.28	-4.2
1.64	119.32	-4.3
1.76	117.39	-4.4

Provino 3

δx	T	δh
0	0	0
0.15	25.50	-1.1
0.35	55.81	-2.4
0.54	85.16	-3.2
0.77	110.66	-3.8
0.97	130.38	-4.4
1.14	141.93	-4.9
1.32	150.59	-5.5
1.46	157.32	-6
1.61	162.13	-6.4
1.76	165.02	-6.7
1.91	165.98	-7
2.05	165.50	-7.2
2.18	164.54	-7.4
2.31	162.62	-7.5

δx=Spostamento orizzontale (mm); T=Tensione Tang. Eff. (kPa); δh =Deformazione Verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

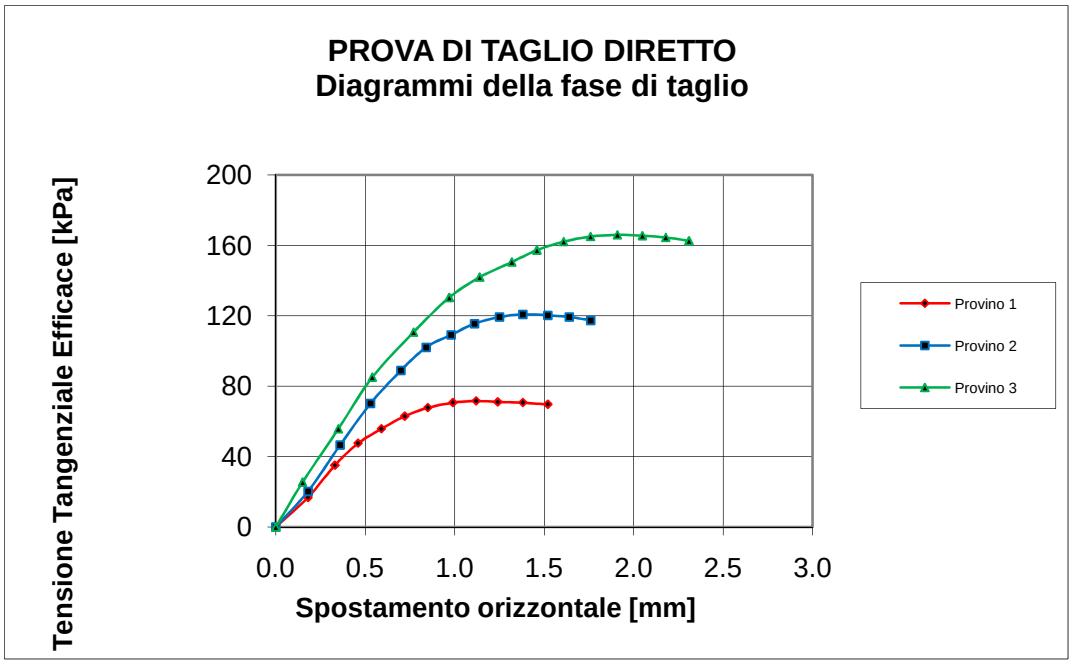
Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

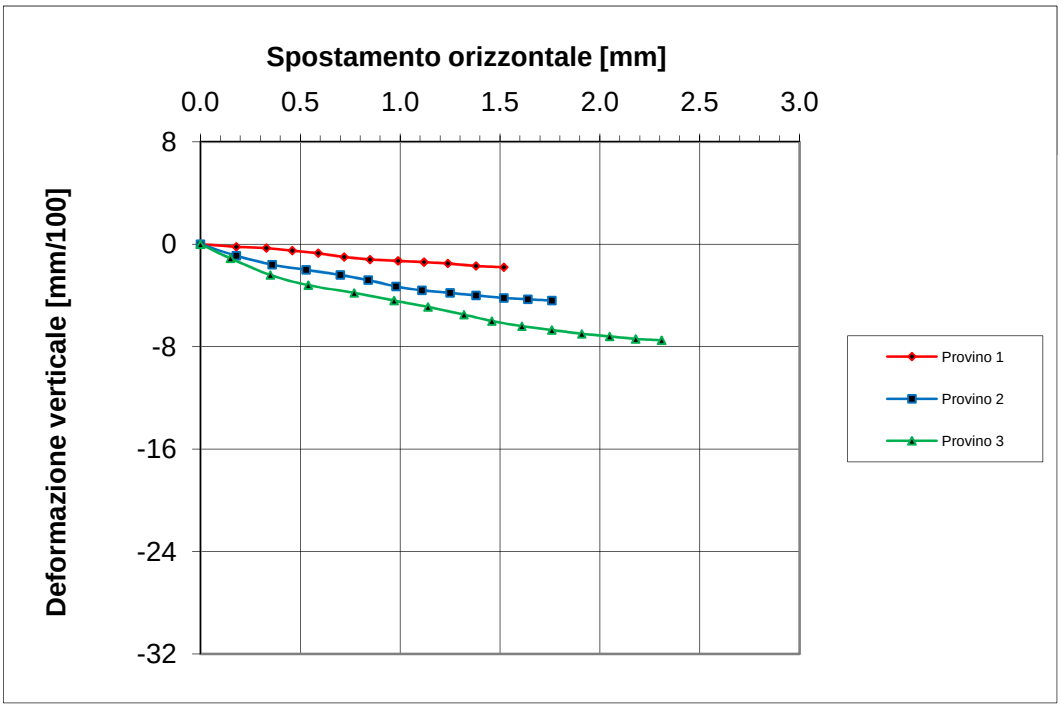
Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluppo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 925 Del 28.05.2019





Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

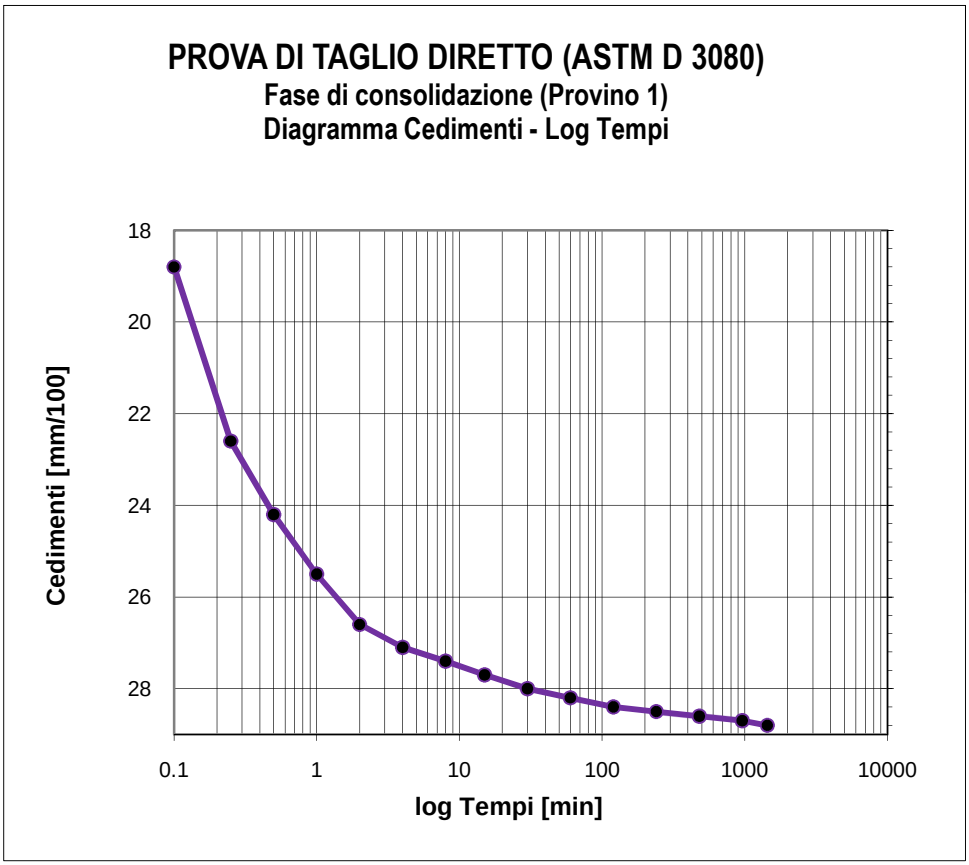
DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluppo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 925 Del 28.05.2019



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	18.8
0.25	22.6
0.5	24.2
1	25.5
2	26.6
4	27.1
8	27.4
15	27.7
30	28
60	28.2
120	28.4
240	28.5
480	28.6
960	28.7
1440	28.8

Tensione di consolidazione	100	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm^2
T100	112.39	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

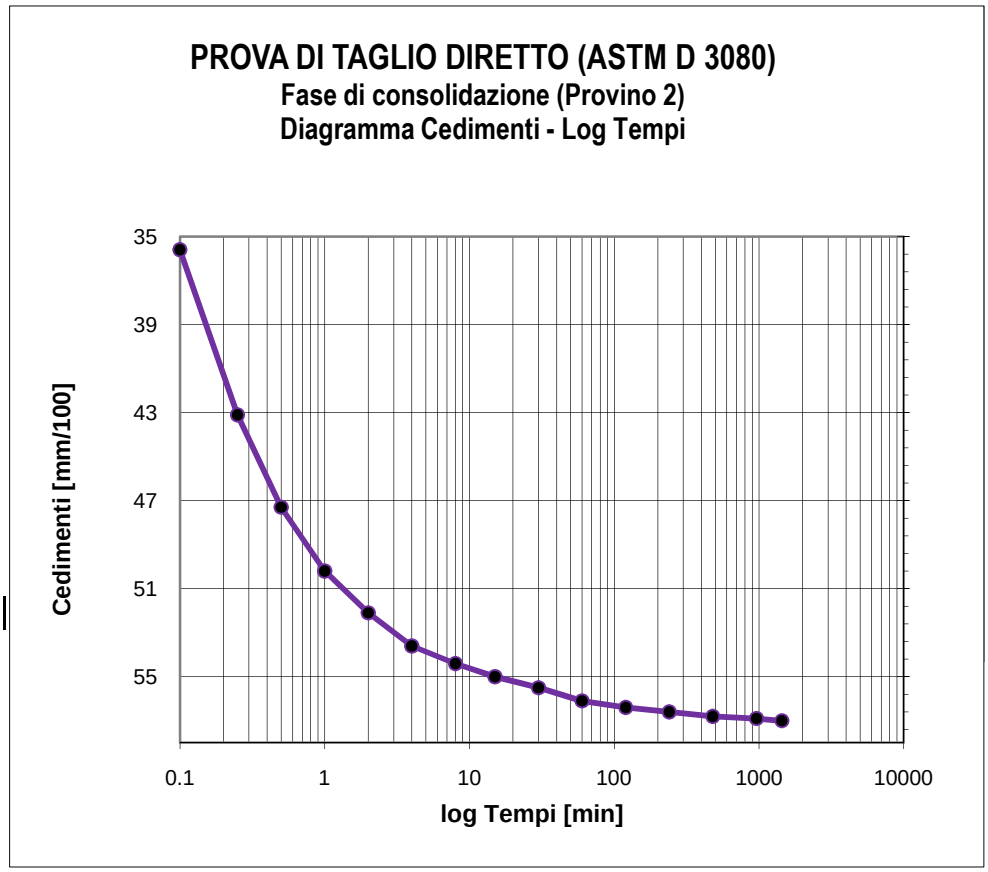
Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 925 Del 28.05.2019



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	35.6
0.25	43.1
0.5	47.3
1	50.2
2	52.1
4	53.6
8	54.4
15	55
30	55.5
60	56.1
120	56.4
240	56.6
480	56.8
960	56.9
1440	57

Tensione di consolidazione	200	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm^2
T100	114.76	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

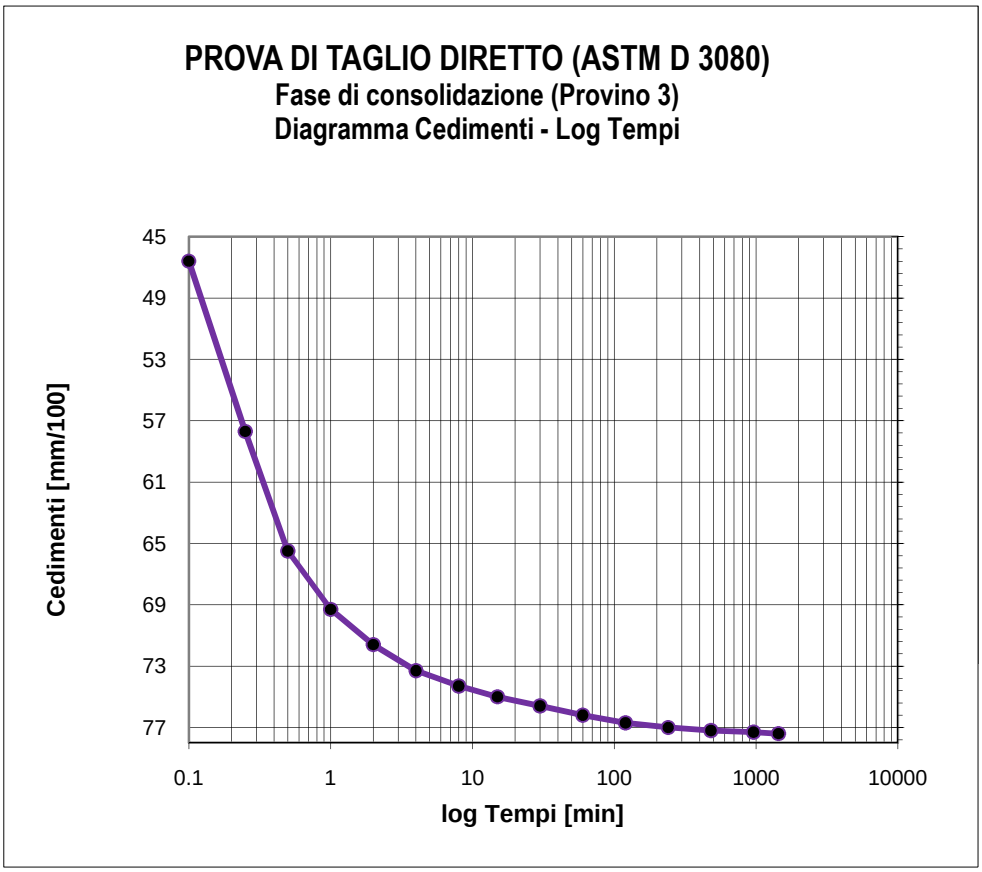
Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 925 Del 28.05.2019



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	46.6
0.25	57.7
0.5	65.5
1	69.3
2	71.6
4	73.3
8	74.3
15	75
30	75.6
60	76.2
120	76.7
240	77
480	77.2
960	77.3
1440	77.4

Tensione di consolidazione	300	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm^2
T100	115.66	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 926 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 3	Campione n° 1	Profondità:	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino		

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
(BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm^2
Volume del provino	72.00	72.00	cm^3

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	132.25	132.65	g
Volume provino	72.00	72.00	cm^3
Peso dell'unità di volume	18.37	18.42	KN/m^3
Peso dell'unità di volume medio	18.40		KN/m^3

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 20.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 927 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 3	Campione n° 1	Profondità:	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino		

MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
(ASTM D2216)

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa tara	63.45	66.36	g
Massa tara + massa campione umido	764.25	777.15	g
Massa tara + massa campione secco	603.54	618.42	g
Contenuto naturale d'acqua	29.76	28.75	%
Contenuto naturale medio d'acqua	**29.25**		**%**

Data Inizio Prova: 09.05.2019 **Data Fine Prova: 10.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 928 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)				
Sondaggio n°	3	**Campione n°**	1	**Profondità**	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino				

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D854)

Misura	1	2	**UNITA' DI MISURA**
Massa picnometro	36.55	37.2	g
Massa picnometro + massa campione secco	61.95	62.65	g
Massa campione secco	25.4	25.45	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	167.55	171.73	g
Massa picnometro + massa acqua	142.15	146.28	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	157.98	162.12	g
Volume del campione	9.57	9.61	cm^3
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	26.54	26.48	kN/m^3
Peso specifico dei grani medio a T=20°C	**26.51**		**kN/m^3**

Data Inizio Prova: 21.05.2019 **Data Fine Prova: 22.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

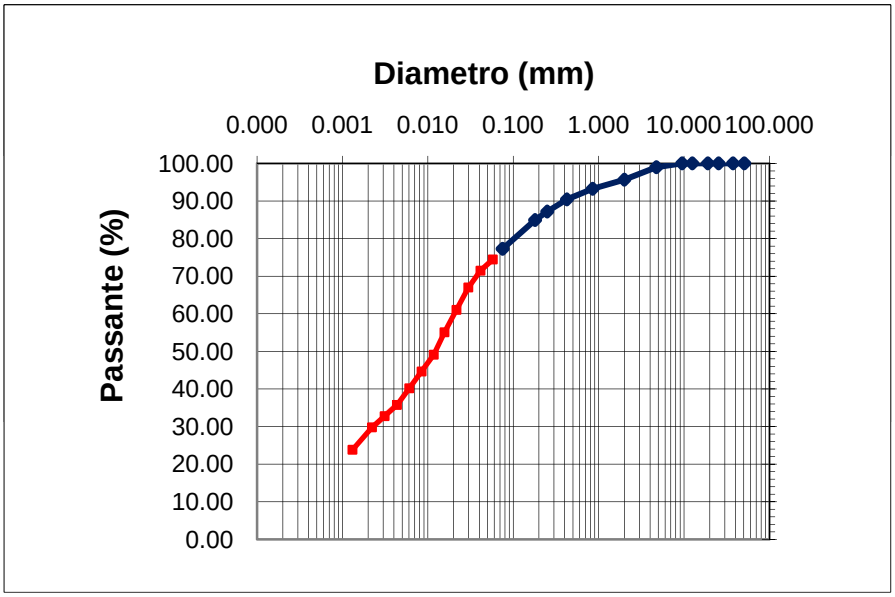
UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 929 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)			
Sondaggio n° 3	**Campione n°**	1	**Profondità:**	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo di contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino			

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
ASTM D422



d10 (mm)= -
d30 (mm)= 0.00229
d50 (mm)= -
d60 (mm)= 0.02058
d90 (mm)= -

Ghiaia = 4.34 %
Sabbia = 18.36 %
Limo = 48.98 %
Argilla = 28.32 %

CNR-UNI 10006
A - 7 - 5 MH

Apertura setaccio, mm	Passante %	D. equivalente (mm)	Passante %
50.80	100.00	0.05750	74.43
37.50	100.00	0.04124	71.45
25.40	100.00	0.02977	66.99
19.000	100.00	0.02161	61.03
12.500	100.00	0.01567	55.08
9.500	100.00	0.01172	49.12
4.750	98.98	0.00843	44.66
2.000	95.66	0.00606	40.19
0.850	93.24	0.00435	35.73
0.425	90.42	0.00311	32.75
0.250	87.19	0.00222	29.77
0.180	84.94	0.00131	23.82
0.075	77.30		

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 930 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

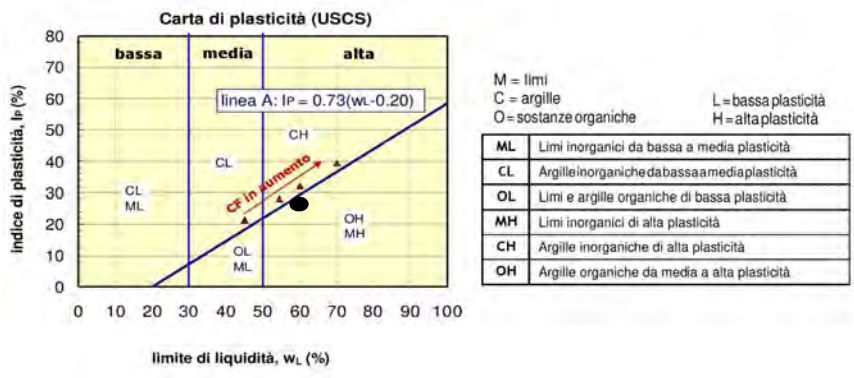
Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 3	**Campione n°** 1	**Profondità:**	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 **Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino		

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA: LIQUIDO E PLASTICO
(ASTM D4318)

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	14	25	36	
Massa campione umido + tara	31.72	33.09	33.44	g
Massa campione secco + tara	27.70	28.74	29.09	g
Massa acqua contenuta	4.02	4.35	4.35	g
Massa tara	21.15	21.54	21.56	g
Massa campione sec cco	6.55	7.2	7.53	g
Contenuto d'acqua	61.37	60.42	57.77	%
LIMITE LIQUIDO		60.00		%

MISURA	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa campione umido + tara	20.19	19.95	g
Massa campione secco + tara	18.14	17.95	g
Massa acqua contenuta	2.05	2.00	g
Massa tara	12.20	11.99	g
Massa campione sec cco	5.94	5.96	g
Contenuto d'acqua	34.51	33.56	%
LIMITE PLASTICO	34.00		%

INDICE PLASTICO	26.00	%



M = limi
C = argille
O = sostanze organiche

L = bassa plasticità
H = alta plasticità

ML	Limi inorganici da bassa a media plasticità
CL	Argille inorganiche da bassa a media plasticità
OL	Limi e argille organiche di bassa plasticità
MH	Limi inorganici di alta plasticità
CH	Argille inorganiche di alta plasticità
OH	Argille organiche da media a alta plasticità

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 931 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campioni	PIETRAPERTOSA (PZ)			
Sondaggio n° 3	**Campione n°** 1		**Profondità:**	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino			

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)
Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

Caratteristiche fisiche dei provini

Caratteristiche fisiche iniziale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	29.26	29.27	29.31	%
Peso dell'unità di volume	18.40	18.40	18.40	kN/m^3
Peso specifico dei grani	26.51	26.51	26.51	kN/m^3
Peso dell'unità di volume secco	14.23	14.23	14.23	kN/m^3
Indice dei vuoti	0.862	0.862	0.863	
Grado di saturazione	89.95	89.97	90.03	%

Caratteristiche fisiche finale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	34.05	34.06	34.11	%
Peso dell'unità di volume	18.66	18.66	18.66	kN/m^3
Peso specifico dei grani	26.51	26.51	26.51	kN/m^3
Peso dell'unità di volume secco	13.92	13.92	13.91	kN/m^3
Indice dei vuoti	0.904	0.905	0.905	
Grado di saturazione	99.80	99.82	99.89	%

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA

Altezza media	2.0 cm	**Lato**	6.0 cm	**Area media**	36.00 cm^2	**Volume medio**	72.0 cm^3
Tipo di scatola	Quadrata			**Velocità di deformazio**	5.00E-08 m/s		
Tipo di campione	indisturbato						
Tensione Normale provino 1		100.00	kPa				
Tensione Normale provino 2		200.00	kPa				
Tensione Normale provino 3		300.00	kPa				

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluppo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 931 Del 28.05.2019

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Dati Sperimentali della Fase di Taglio

Provino 1

δx	F	δh
0.14	51	-1
0.28	112	-1.5
0.42	152	-1.8
0.56	184	-2.1
0.72	208	-2.3
0.87	220	-2.5
1.02	228	-2.7
1.17	233	-2.8
1.31	235	-3
1.44	233	-3.1
1.56	231	-3.3
1.68	228	-3.4

Provino 2

δx	F	δh
0.15	75	-1.5
0.3	154	-2.4
0.45	211	-3.1
0.62	257	-3.5
0.76	298	-3.9
0.92	325	-4.3
1.08	345	-4.6
1.23	360	-5
1.38	367	-5.3
1.52	371	-5.6
1.65	369	-5.8
1.78	367	-6
1.9	364	-6.2

Provino 3

δx	F	δh
0.14	105	-1.3
0.31	220	-2.7
0.48	303	-3.6
0.67	371	-4.4
0.88	423	-5
1.11	459	-5.7
1.26	489	-6.3
1.43	518	-7
1.58	533	-7.7
1.75	544	-8.3
1.9	547	-8.6
2.03	546	-8.8
2.18	542	-9
2.31	536	-9.2

δx=Spostamento orizzontale (mm); F=Forza di taglio (N); δh=Deformazione verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 931 Del 28.05.2019

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Calcoli della fase di taglio

Provino 1

δx	T	δh
0	0	0
0.14	14.29	-1
0.28	31.13	-1.5
0.42	42.35	-1.8
0.56	51.03	-2.1
0.72	57.66	-2.3
0.87	61.23	-2.5
1.02	63.27	-2.7
1.17	64.81	-2.8
1.31	65.32	-3
1.44	64.81	-3.1
1.56	64.30	-3.3
1.68	63.27	-3.4

Provino 2

δx	T	δh
0	0	0
0.15	20.92	-1.5
0.3	42.86	-2.4
0.45	58.68	-3.1
0.62	71.44	-3.5
0.76	82.67	-3.9
0.92	90.32	-4.3
1.08	95.93	-4.6
1.23	100.01	-5
1.38	102.06	-5.3
1.52	103.08	-5.6
1.65	102.57	-5.8
1.78	102.06	-6
1.9	101.04	-6.2

Provino 3

δx	T	δh
0	0	0
0.14	29.09	-1.3
0.31	61.23	-2.7
0.48	84.20	-3.6
0.67	103.08	-4.4
0.88	117.36	-5
1.11	127.57	-5.7
1.26	135.73	-6.3
1.43	143.90	-7
1.58	147.98	-7.7
1.75	151.04	-8.3
1.9	152.06	-8.6
2.03	151.55	-8.8
2.18	150.53	-9
2.31	149.00	-9.2

δx=Spostamento orizzontale (mm); T=Tensione Tang. Eff. (kPa); δh =Deformazione Verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

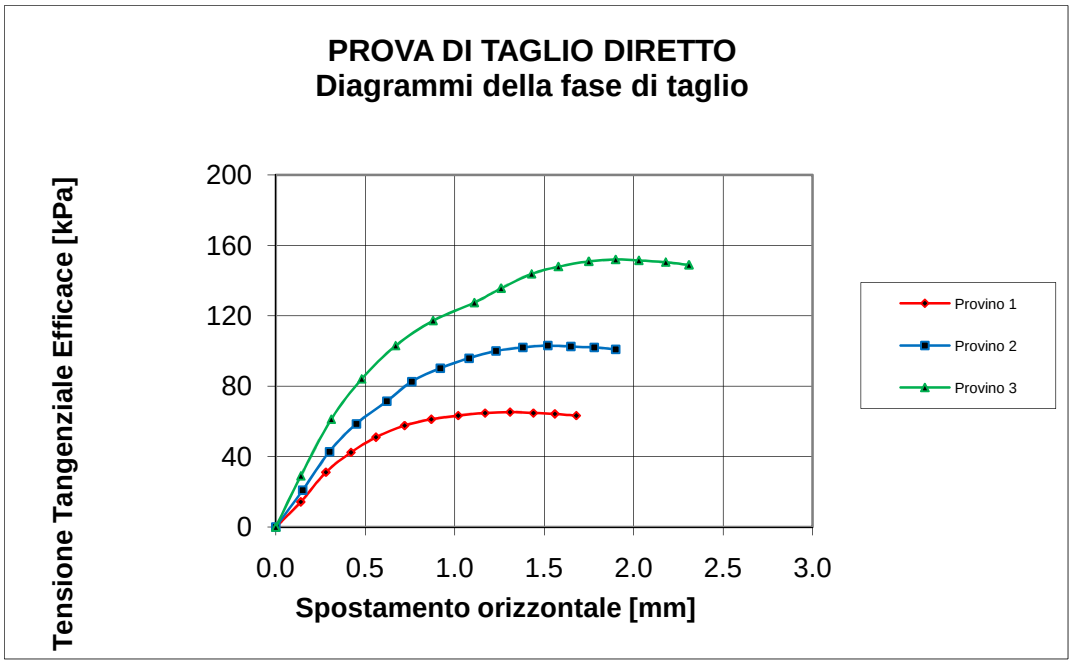
Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

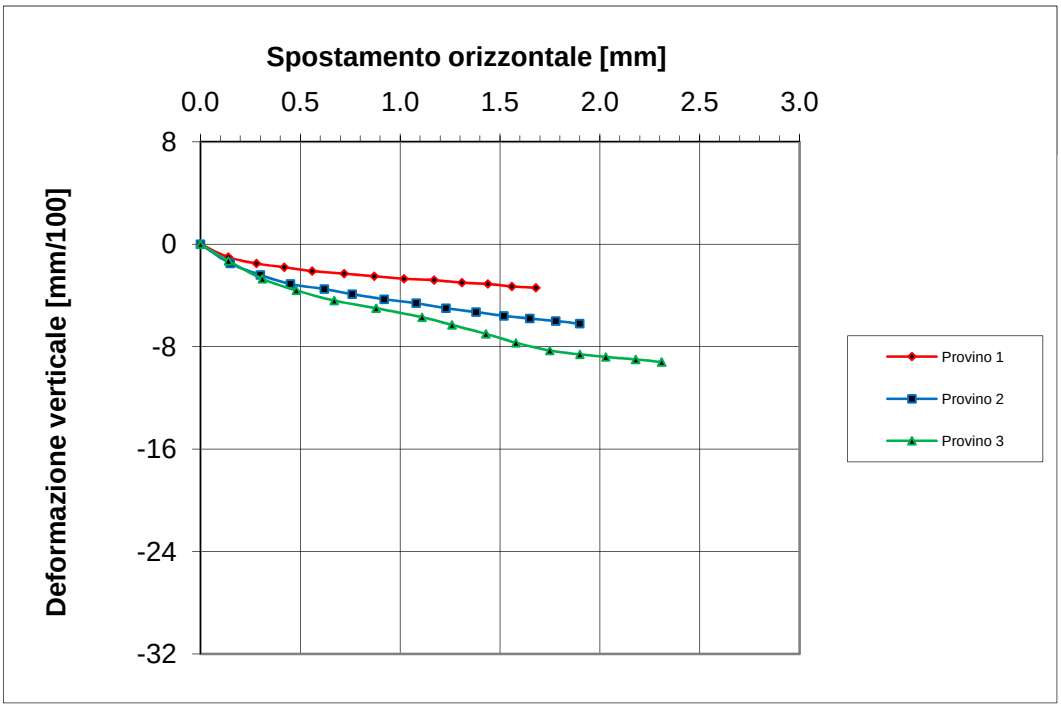
Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluppo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 931 Del 28.05.2019





Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

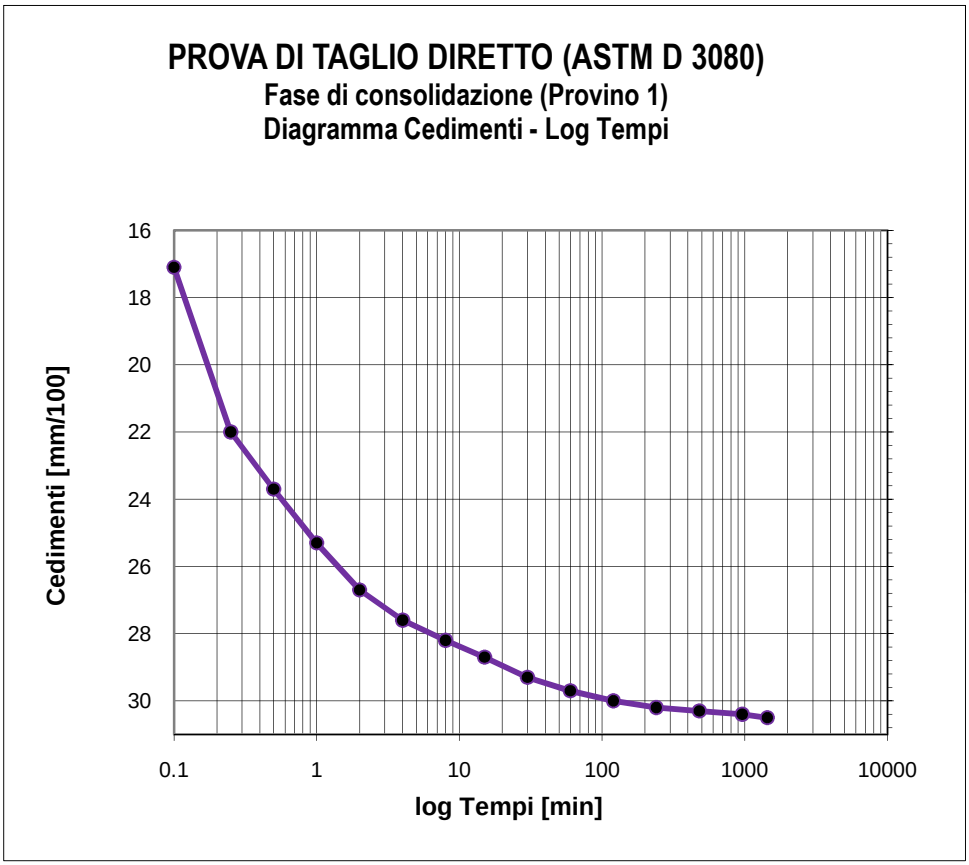
DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 931 Del 28.05.2019



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	17.1
0.25	22
0.5	23.7
1	25.3
2	26.7
4	27.6
8	28.2
15	28.7
30	29.3
60	29.7
120	30
240	30.2
480	30.3
960	30.4
1440	30.5

Tensione di consolidazione	100	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm^2
T100	115.64	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

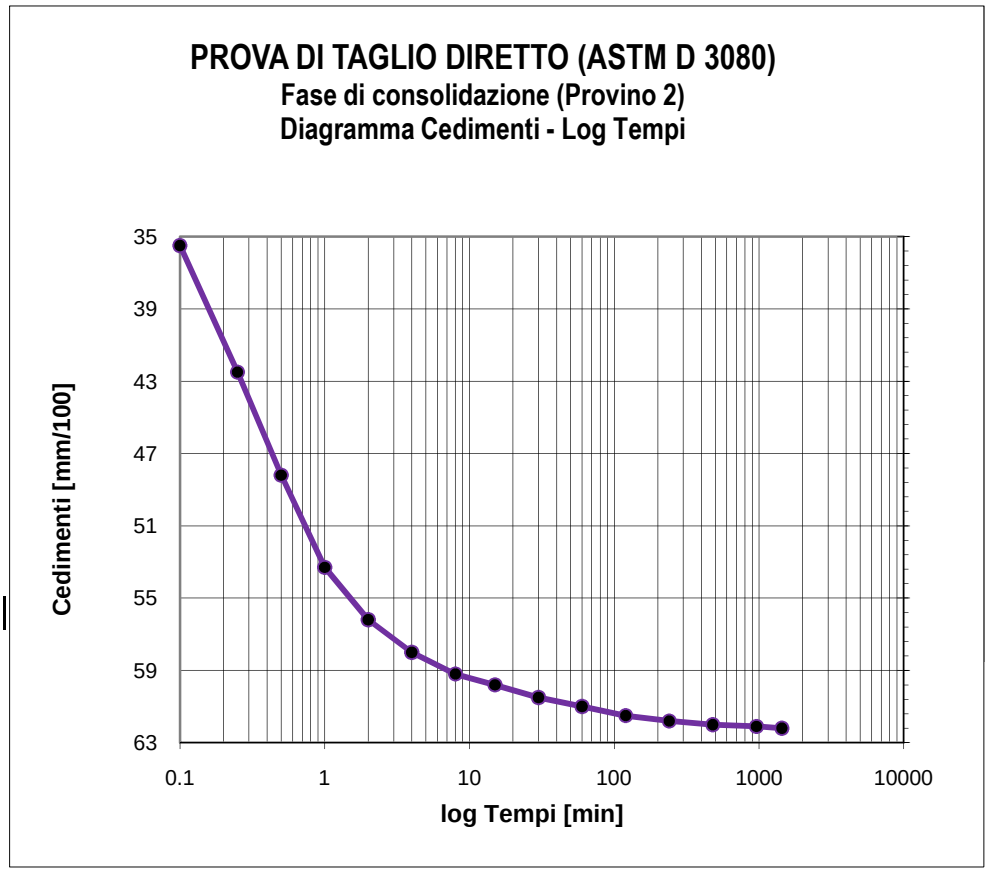
DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 931 Del 28.05.2019



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	35.5
0.25	42.5
0.5	48.2
1	53.3
2	56.2
4	58
8	59.2
15	59.8
30	60.5
60	61
120	61.5
240	61.8
480	62
960	62.1
1440	62.2

Tensione di consolidazione	200	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm^2
T100	115.69	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

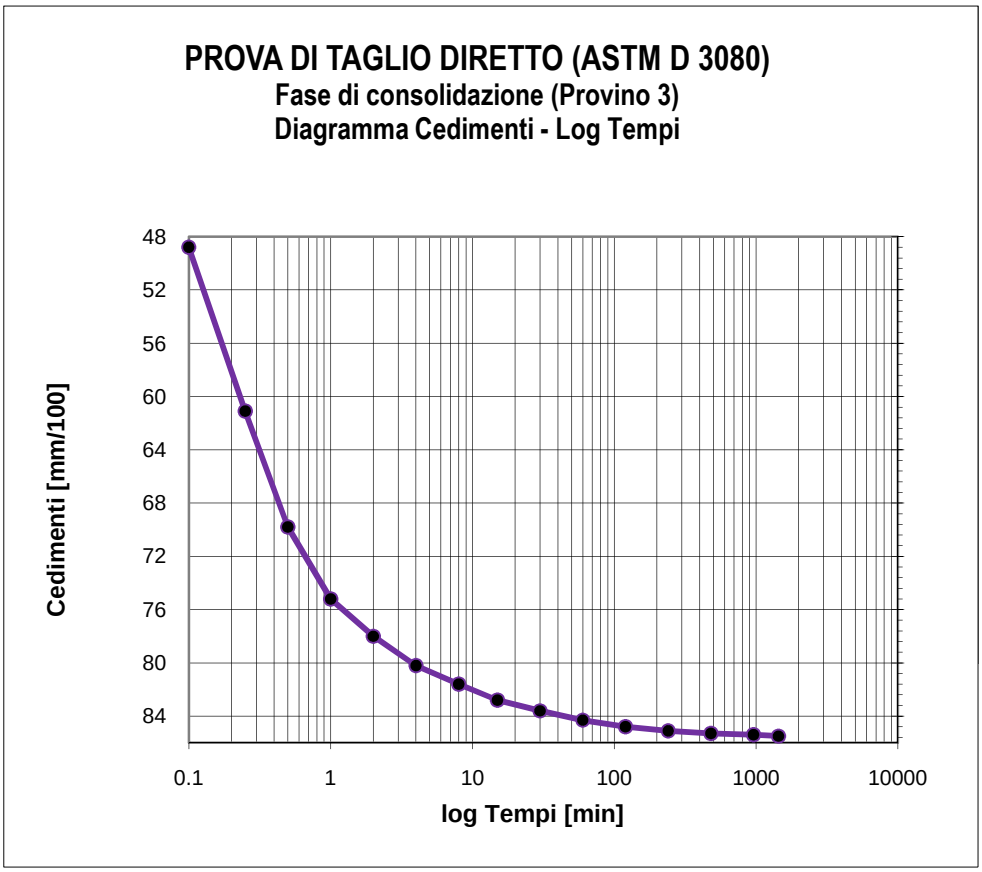
Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 931 Del 28.05.2019



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	48.8
0.25	61.1
0.5	69.8
1	75.2
2	78
4	80.2
8	81.6
15	82.8
30	83.6
60	84.3
120	84.8
240	85.1
480	85.3
960	85.4
1440	85.5

Tensione di consolidazione	300	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm^2
T100	113.44	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 23.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 932 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 3	Campione n° 2	Profondità:	16.50 - 17.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio scuro		

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
(BS 1377T15/e)

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm^2
Volume del provino	72.00	72.00	cm^3

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	150.61	150.2	g
Volume provino	72.00	72.00	cm^3
Peso dell'unità di volume	20.92	20.86	KN/m^3
Peso dell'unità di volume medio	20.89		KN/m^3

Data Inizio Prova: 20.05.2019 **Data Fine Prova: 20.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 933 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 3	Campione n° 2	Profondità:	16.50 - 17.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro		

MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
(ASTM D2216)

Misura	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa tara	69.39	62.85	g
Massa tara + massa campione umido	715.31	725.81	g
Massa tara + massa campione secco	631.63	641.66	g
Contenuto naturale d'acqua	14.88	14.54	%
Contenuto naturale medio d'acqua	**14.71**		**%**

Data Inizio Prova: 09.05.2019 **Data Fine Prova: 10.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 934 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)				
Sondaggio n°	3	**Campione n°**	2	**Profondità**	16.50 - 17.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro				

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D854)

Misura	1	2	**UNITA' DI MISURA**
Massa picnometro	36.9	37.05	g
Massa picnometro + massa campione secco	62.19	62.39	g
Massa campione secco	25.29	25.34	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	171.74	171.94	g
Massa picnometro + massa acqua	146.45	146.6	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	162.23	162.42	g
Volume del campione	9.51	9.52	cm^3
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	26.59	26.62	kN/m^3
Peso specifico dei grani medio a T=20°C	**26.61**		**kN/m^3**

Data Inizio Prova: 21.05.2019 **Data Fine Prova: 22.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

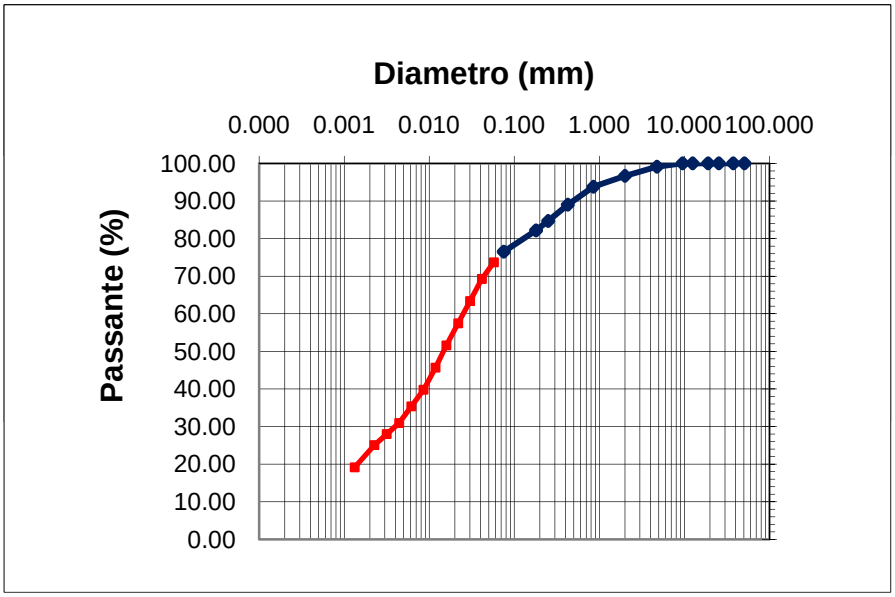
UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 935 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)			
Sondaggio n° 3	**Campione n°**	2	**Profondità:**	16.50 - 17.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo di contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro			

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
ASTM D422



d10 (mm)= -
d30 (mm)= 0.00401
d50 (mm)= -
d60 (mm)= 0.02543
d90 (mm)= -

Ghiaia = 3.33 %
Sabbia = 20.14 %
Limo = 53.10 %
Argilla = 23.43 %

CNR-UNI 10006
A - 7 - 6 CL

Apertura setaccio, mm	Passante %	D. equivalente (mm)	Passante %
50.80	100.00	0.05750	73.69
37.50	100.00	0.04153	69.27
25.40	100.00	0.03017	63.37
19.000	100.00	0.02189	57.48
12.500	100.00	0.01586	51.58
9.500	100.00	0.01185	45.69
4.750	99.11	0.00857	39.79
2.000	96.67	0.00616	35.37
0.850	93.78	0.00442	30.95
0.425	89.01	0.00316	28.00
0.250	84.68	0.00226	25.05
0.180	82.18	0.00133	19.16
0.075	76.53		

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 936 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

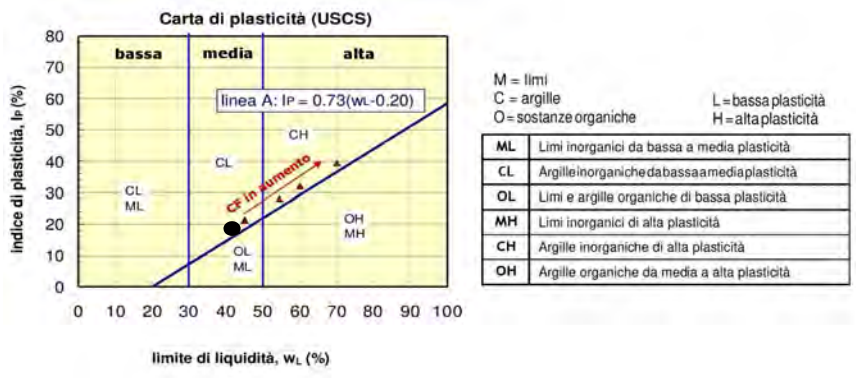
Località prelievo campione	PIETRAPERTOSA (PZ)		
Sondaggio n° 3	**Campione n°** 1	**Profondità:**	2.50 - 3.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 **Tipo contenitore:**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore marroncino		

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA: LIQUIDO E PLASTICO
(ASTM D4318)

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	15	26	36	
Massa campione umido + tara	29.41	29.33	29.84	g
Massa campione secco + tara	26.03	26.02	26.45	g
Massa acqua contenuta	3.38	3.31	3.39	g
Massa tara	18.00	18.02	18.01	g
Massa campione sec cco	8.03	8	8.44	g
Contenuto d'acqua	42.09	41.38	40.17	%
LIMITE LIQUIDO		41.00		%

MISURA	1	2	UNITA' DI MISURA
Massa campione umido + tara	19.87	17.78	g
Massa campione secco + tara	18.36	16.12	g
Massa acqua contenuta	1.51	1.66	g
Massa tara	12.01	8.95	g
Massa campione sec cco	6.35	7.17	g
Contenuto d'acqua	23.78	23.15	%
LIMITE PLASTICO	23.00		%

INDICE PLASTICO	18.00	%



M = limi
C = argille
O = sostanze organiche
L = bassa plasticità
H = alta plasticità

ML	Limi inorganici da bassa a media plasticità
CL	Argille inorganiche da bassa a media plasticità
OL	Limi e argille organiche di bassa plasticità
MH	Limi inorganici di alta plasticità
CH	Argille inorganiche di alta plasticità
OH	Argille organiche da media a alta plasticità

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluno

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 937 Del 28.05.2019

Committente	DE STEFANO SALVATORE & C. s.r.l.
Indirizzo	Via Santa Maria di Bethlehem n° 3 - 85100 POTENZA
Progetto/Lavoro	Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13

Località prelievo campioni	PIETRAPERTOSA (PZ)			
Sondaggio n° 3	**Campione n°** 2		**Profondità:**	16.50 - 17.00 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	**Tipo contenitore**	Fustella metallica tipo Shelby	
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio - scuro			

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)
Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

Caratteristiche fisiche dei provini

Caratteristiche fisiche iniziale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	14.71	14.74	14.75	%
Peso dell'unità di volume	20.89	20.89	20.89	kN/m^3
Peso specifico dei grani	26.61	26.61	26.61	kN/m^3
Peso dell'unità di volume secco	18.21	18.21	18.20	kN/m^3
Indice dei vuoti	0.461	0.462	0.462	
Grado di saturazione	84.87	84.98	85.01	%

Caratteristiche fisiche finale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	17.87	17.88	17.89	%
Peso dell'unità di volume	20.99	20.99	20.99	kN/m^3
Peso specifico dei grani	26.61	26.61	26.61	kN/m^3
Peso dell'unità di volume secco	17.81	17.81	17.80	kN/m^3
Indice dei vuoti	0.494	0.494	0.495	
Grado di saturazione	96.20	96.23	96.26	%

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA

Altezza media	2.0 cm	**Lato**	6.0 cm	**Area media**	36.00 cm^2	**Volume medio**	72.0 cm^3
Tipo di scatola	Quadrata			**Velocità di deformazio**	5.00E-08 m/s		
Tipo di campione	indisturbato						
Tensione Normale provino 1		100.00	kPa				
Tensione Normale provino 2		200.00	kPa				
Tensione Normale provino 3		300.00	kPa				

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 937 Del 28.05.2019

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Dati Sperimentali della Fase di Taglio

Provino 1

δx	F	δh
0.13	59	-0.1
0.28	126	-0.2
0.47	182	-0.3
0.68	218	-0.5
0.86	244	-0.7
1.02	260	-1
1.17	270	-1.1
1.3	274	-1.3
1.43	272	-1.5
1.55	268	-1.7
1.66	262	-1.8

Provino 2

δx	F	δh
0.12	102	-0.2
0.26	222	-0.3
0.4	298	-0.5
0.54	360	-0.7
0.7	393	-1.1
0.86	421	-1.4
1.01	442	-1.7
1.15	454	-2.1
1.3	459	-2.4
1.43	461	-2.7
1.56	459	-3
1.7	456	-3.3
1.83	450	-3.5

Provino 3

δx	F	δh
0.14	106	-0.8
0.31	215	-1.7
0.48	326	-2.4
0.66	423	-3.1
0.88	514	-3.5
1.13	558	-4
1.35	585	-4.4
1.52	613	-4.8
1.67	624	-5.1
1.84	629	-5.3
1.98	630	-5.4
2.12	630	-5.5
2.26	627	-5.7
2.39	620	-5.8

δx=Spostamento orizzontale (mm); F=Forza di taglio (N); δh=Deformazione verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 937 Del 28.05.2019

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Calcoli della fase di taglio

Provino 1

δx	T	δh
0	0	0
0.13	16.36	-0.1
0.28	35.12	-0.2
0.47	50.52	-0.3
0.68	60.62	-0.5
0.86	67.84	-0.7
1.02	72.17	-1
1.17	75.05	-1.1
1.3	76.02	-1.3
1.43	75.53	-1.5
1.55	74.57	-1.7
1.66	72.65	-1.8

Provino 2

δx	T	δh
0	0	0
0.12	28.39	-0.2
0.26	61.58	-0.3
0.4	82.75	-0.5
0.54	100.07	-0.7
0.7	109.21	-1.1
0.86	116.91	-1.4
1.01	122.68	-1.7
1.15	126.05	-2.1
1.3	127.49	-2.4
1.43	127.98	-2.7
1.56	127.49	-3
1.7	126.53	-3.3
1.83	125.09	-3.5

Provino 3

δx	T	δh
0	0	0
0.14	29.35	-0.8
0.31	59.66	-1.7
0.48	90.45	-2.4
0.66	117.39	-3.1
0.88	142.89	-3.5
1.13	154.92	-4
1.35	162.62	-4.4
1.52	170.31	-4.8
1.67	173.20	-5.1
1.84	174.64	-5.3
1.98	175.12	-5.4
2.12	175.12	-5.5
2.26	174.16	-5.7
2.39	172.24	-5.8

δx=Spostamento orizzontale (mm); T=Tensione Tang. Eff. (kPa); δh =Deformazione Verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

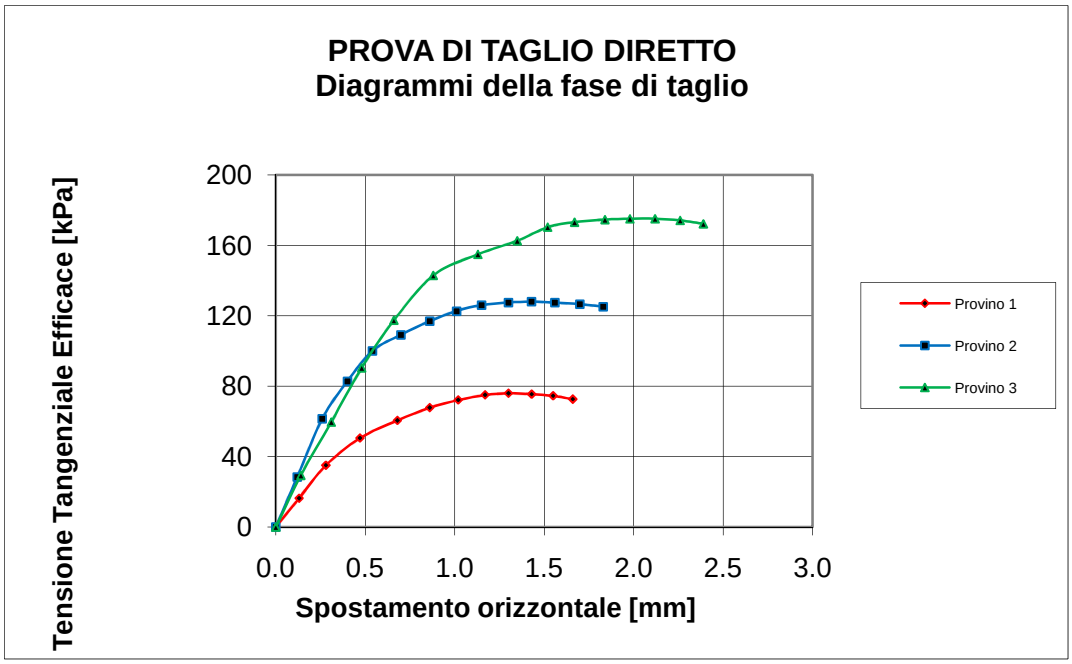
Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

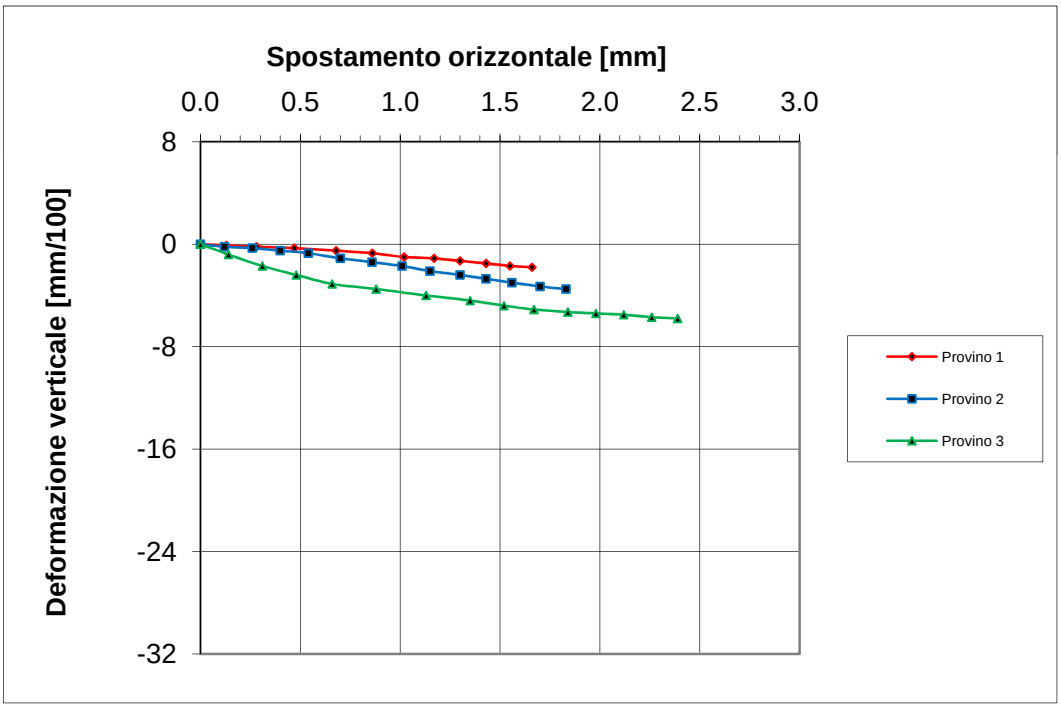
Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluppo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 937 Del 28.05.2019





Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

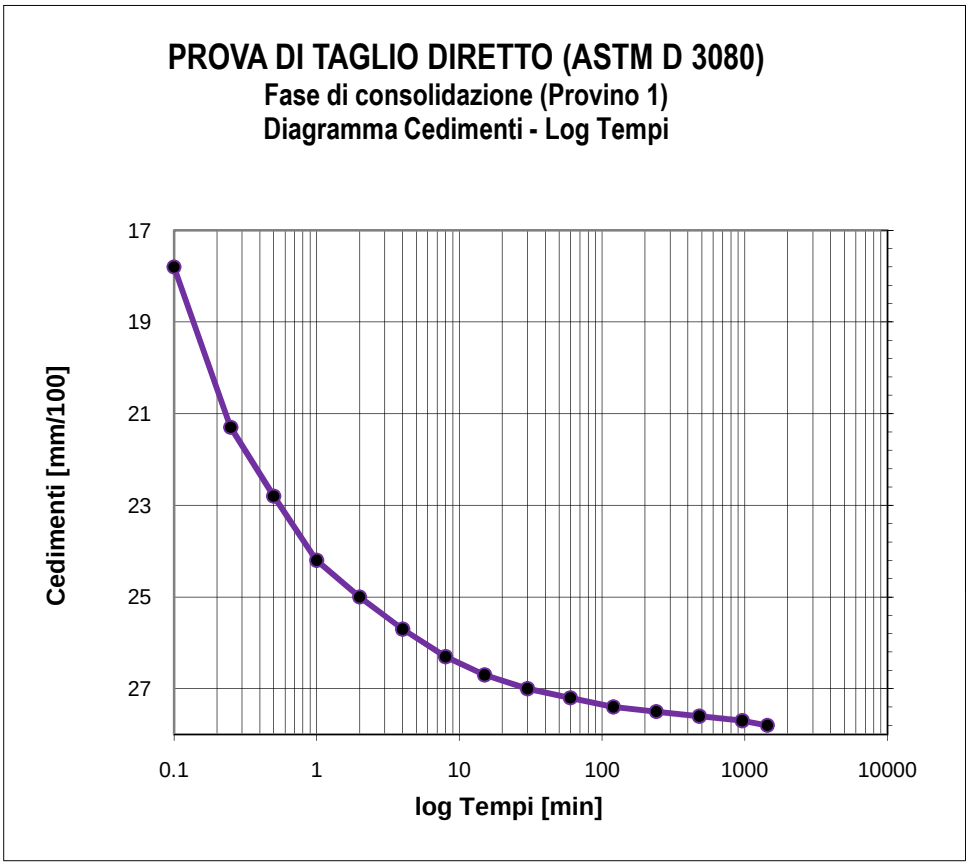
Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodiluppo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 937 Del 28.05.2019

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)
Fase di consolidazione (Provino 1)
Diagramma Cedimenti - Log Tempi



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	17.8
0.25	21.3
0.5	22.8
1	24.2
2	25
4	25.7
8	26.3
15	26.7
30	27
60	27.2
120	27.4
240	27.5
480	27.6
960	27.7
1440	27.8

Tensione di consolidazione	100	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm^2
T100	113.22	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

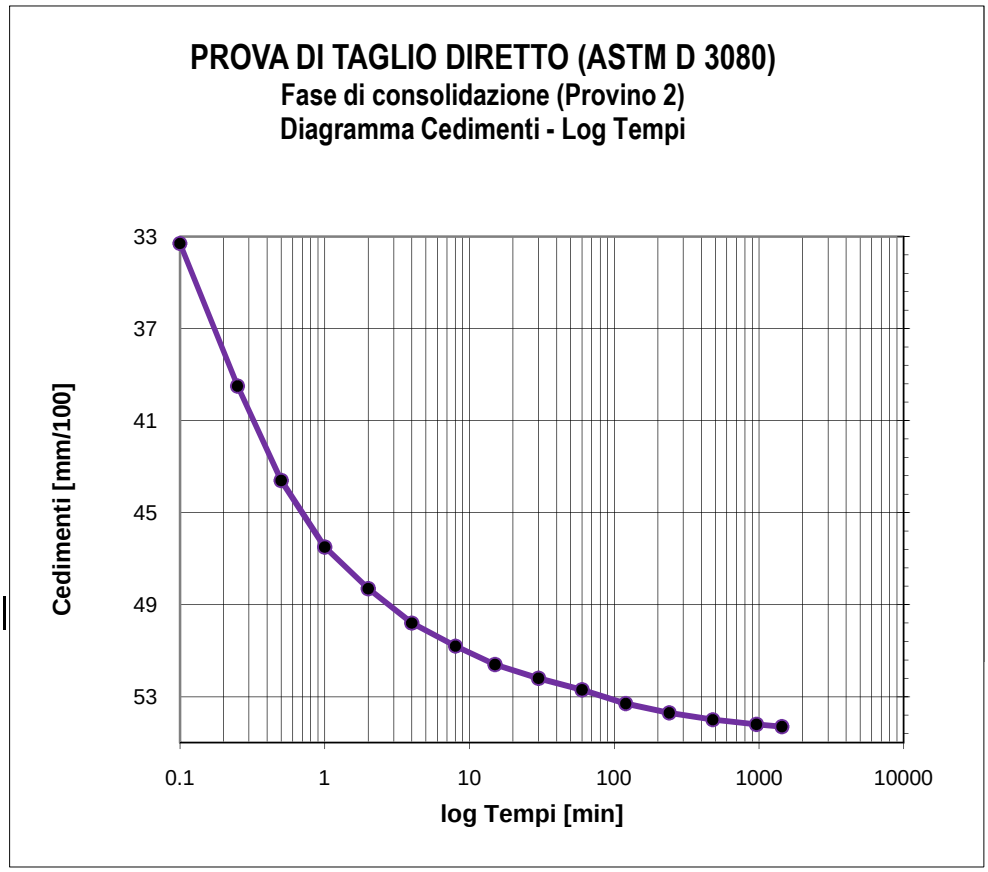
Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 937 Del 28.05.2019



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	33.3
0.25	39.5
0.5	43.6
1	46.5
2	48.3
4	49.8
8	50.8
15	51.6
30	52.2
60	52.7
120	53.3
240	53.7
480	54
960	54.2
1440	54.3

Tensione di consolidazione	200	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm^2
T100	115.42	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

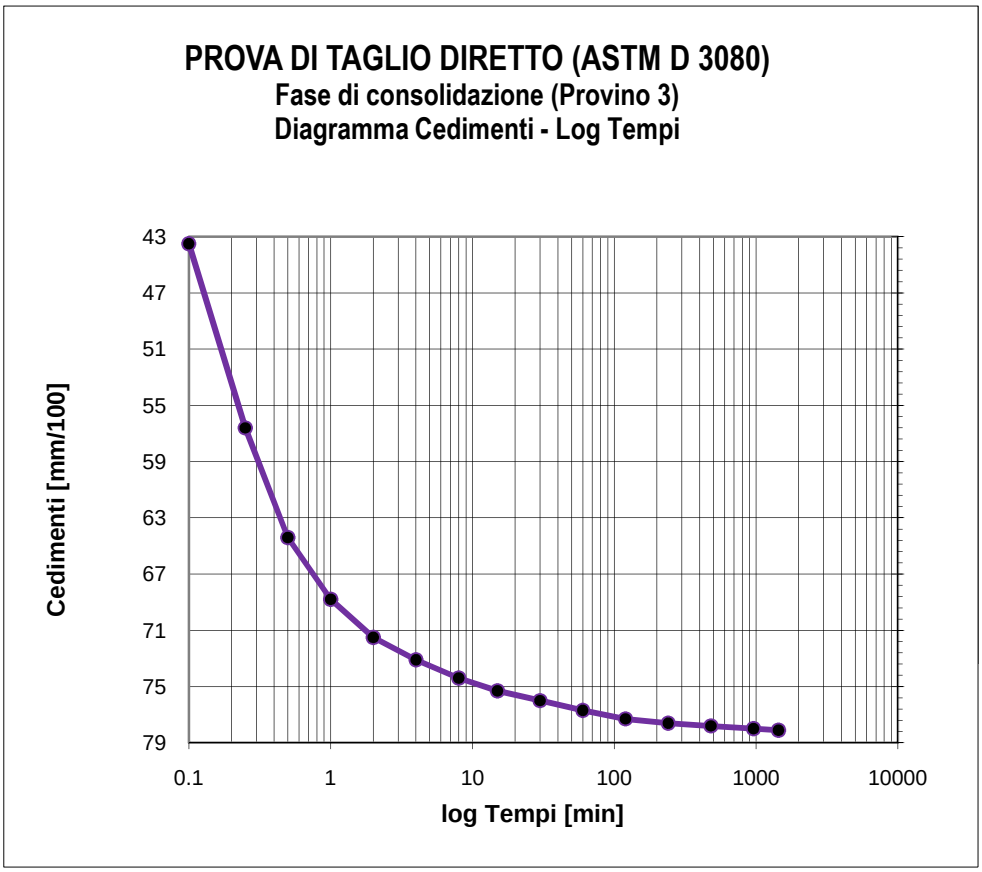
Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

LABORGEO s.r.l.
Via Dei Mestieri n°16 75100 - Matera
Tel/Fax 0835 387641
laborgeo@tin.it P. IVA 00671730778

UNI EN ISO 9001:2015
Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – CSLP
Decreto 54111 del 10.11.2005 e rinnovi - Settore "A"
Prove su terre, carico su piastra e densità in sito

Verbale Accettazione N. 84/2019 Del 09.05.2019 Certificato N. 937 Del 28.05.2019

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)
Fase di consolidazione (Provino 3)
Diagramma Cedimenti - Log Tempi



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	43.5
0.25	56.6
0.5	64.4
1	68.8
2	71.5
4	73.1
8	74.4
15	75.3
30	76
60	76.7
120	77.3
240	77.6
480	77.8
960	78
1440	78.1

Tensione di consolidazione	300	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm^2
T100	117.82	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 22.05.2019 **Data Fine Prova: 24.05.2019**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. D. Santospirito

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. A. Capodilupo

REGIONE BASILICATA

COMUNE di PIETRAPERTOSA

(Provincia di Potenza)

Area Centro - F.S.C. 2014/2020 -
Lavori di Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. 13
in agro di Pietrapertosa

STUDIO GEOLOGICO

ELAB:	COMMITTENTE	ESEGUITO	DATA
	Amministrazione Provinciale di Potenza	GTG Survey del Geol. Bartolo ROMANIELLO	Giugno 2019

ALLEGATO	
05	VERIFICHE DI STABILITA' - INTERVENTO II AL Km 21+000

REVISIONI

DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

IL GEOLOGO
Dr. Bartolo ROMANIELLO

GTG Survey
Studio di Geologia Tecnica & Geofisica
Via Sardegna, 3 - 85100 Potenza
Tel.: (+39) 393 5650705; fax: 178 2718757
e-mail: bartoloromaniello@tiscali.it - gtgsurvey@yahoo.it

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP. del 11/03/1988
Norme tecniche riguardanti 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.
D.M. LL.PP. del 14/02/1992
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
Ordinanza P.C.M. n. 3274del 20.3.2003
Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
N.T.C. 2018 -D.M. 17 Gennaio 2018-
Eurocodice 7
Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
Eurocodice 8
Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

Definizione
Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità
La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.
Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:
(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)
Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.
Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*).
Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci
La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a *n*, il problema presenta le seguenti incognite:

n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i
(n-1) forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;
(n-1) forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
n valori della coordinata *a* che individua il punto di applicazione delle E_i;
(n-1) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i;
una incognita costituita dal fattore di sicurezza *F*.
Complessivamente le incognite sono *(6n-2)*.
mentre le equazioni a disposizione sono:
Equazioni di equilibrio dei momenti *n*

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale *n*
Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale *n*
Equazioni relative al criterio di rottura *n*
Totale numero di equazioni *4n*

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a *(n-2)* in quando si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.
I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le *(n-2)* indeterminazioni.

Metodo di FELLENIUS (1927)
Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:
n valori delle forze normali N_i;
n valori delle forze da taglio T_i;
1 fattore di sicurezza.
Incognite (2n+1)

Le equazioni a disposizione sono:
n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
n equazioni relative al criterio di rottura;
1 equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\Sigma\{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos\alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan\varphi_i \}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

Metodo di BISHOP (1955)
Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.
Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M_0 = 0$, Criterio di rottura.

$$F = \frac{\Sigma\{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan\varphi_i \} \times \frac{\sec\alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

I valori di *F* e di *ΔX* per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre *ΔX= 0* ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di ***Bishop ordinario,*** gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

Metodo di JANBU (1967)

Janbu estese il metodo di *Bishop* a superfici si scorrimento di forma qualsiasi.
Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio) a tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\Sigma\left\{c_i \times b \ + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan\varphi_i\right\} \times \dfrac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \tan\alpha_i}$$

Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario.

Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$F_{corretto} = f_O F$

dove f_O è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

Metodo di BELL (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno, *W*, le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali $K_x W$ e $K_z W$, le forze orizzontali e verticali *X* e *Z* applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio σ e τ agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.
Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori *u* che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.
In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da *Taylor*.
In accordo con la legge della resistenza di *Mohr-Coulomb* in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell'i-esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i)\tan\phi_i}{F}$$

in cui
F = il fattore di sicurezza;
c_i = la coesione efficace (o totale) alla base dell'i-esimo concio;
ϕ_i = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell'i-esimo concio;
L_i = la lunghezza della base dell'i-esimo concio;
u_{ci} = la pressione dei pori al centro della base dell'i-esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.
Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[C_1(1 - K_z)\frac{W_i \cos\alpha_i}{L_i}\right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:
$W_i \cos \alpha_i / L_i =$ valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei conci.
Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Dove x_0 ed x_n sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre x_{ci} rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i-esimo.
Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno K_Z g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore (1 - K_Z).

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:
$N_i = \sigma_{ci} L_i$
La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F, sostituendo l'espressione di Ni e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario C3.
Si assume una relazione di linearità tra detto coefficiente, determinabile tramite la regola di Cramer, ed il fattore di sicurezza F. Il corretto valore di F può essere ottenuto dalla formula di interpolazione lineare:

$$F = F(2) + \left(\frac{1 - C_3(2)}{C_3(2) - C_3(1)} \right) (F(2) - F(1))$$

dove i numeri in parentesi (1) e (2) indicano i valori iniziale e successivo dei parametri F e C_3.
Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.
Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

Metodo di SARMA (1973)
Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica *Kc*) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.
Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in *n* strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:
L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i = W_i - \Delta X_i$$
$$T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i = KW_i + \Delta E_i$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\Sigma \Delta E_i = 0$$
$$\Sigma \Delta X_i = 0$$

dove *Eì* e *Xi* rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i-esima del concio generico *i*.
L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel metodo di **Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:

$$*\sum \Delta X_i \cdot tg\left(\psi_i' - \alpha_i\right) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$**\sum \Delta X_i \cdot \left[\left(y_{mi} - y_G\right) \cdot tg\left(\psi_i' - \alpha'\right) + \left(x_i' - x_G\right)\right] = \sum W_i \cdot \left(x_{mi} - x_G\right) + \sum \Delta_i \cdot \left(y_{mi} - y_G\right)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di *K* (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione *K* corrispondente al fattore di sicurezza F = 1 , ossia l'*accelerazione critica*.
Si ha pertanto:

K = Kc *accelerazione critica* se F = 1
F = Fs *fattore di sicurezza in condizioni statiche* se K = 0

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne *Xi* ed *Ei* tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.
E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze *Xi*:

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot \left(Q_{i+1} - Q_i\right)$$

dove *Qi* è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla *i*-esima faccia del concio *i*, e λ rappresenta un'incognita.
La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di *Kc*, λ e *F*, che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

Metodo di SPENCER

Il metodo è basato sull'assunzione:

Le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo θ. tutti i momenti sono nulli $M_i = 0$ $i=1.....n$

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione f(x) = 1.

Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$\sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s}(W\cos\alpha - \gamma_w hl\sec\alpha)\frac{tg\alpha}{F_s} - Wsen\alpha}{\cos(\alpha-\theta)\left[\frac{F_s + tg\varphi tg(\alpha-\theta)}{F_s}\right]}$$

forza d'interazione fra i conci;

R = raggio dell'arco di cerchio;

θ = angolo d'inclinazione della forza Qi rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum(Q_i \cos\theta) = 0 \quad \sum(Q_i sen\theta) = 0$$

Con l'assunzione delle forze Qi parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$\sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo (F_{sm}) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo (F_{sf}) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo θ, considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia $F_{sm} = F_{sf}$.

Metodo di MORGENSTERN e PRICE

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo X = λ f(x)E, dove λ è un fattore di scala e f(x), funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione f(x) è scelta arbitrariamente (costante, sinusoide, semisinusoide, trapezia, spezzata…) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza F_S, il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU.

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c'\sec^2\frac{\alpha}{F_s}+tg\varphi'\left(\frac{dW}{dx}-\frac{dX}{dx}-tg\alpha\frac{dE}{dx}-\sec\alpha\frac{dU}{dx}\right)=$$

$$=\frac{dE}{dx}-tg\alpha\left(\frac{dX}{dx}-\frac{dW}{dx}\right)$$

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X=\frac{d\left(E_\gamma\right)}{dx}-\gamma\frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.
Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.
Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H=K_o\cdot W$$
$$F_V=K_v\cdot W$$

Essendo:
F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
W: peso concio
K_O: Coefficiente sismico orizzontale
K_V: Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici
Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti K_O e K_V in dipendenza di vari fattori:

$$K_O=\beta s\times(a_{max}/g)$$
$$K_V=\pm 0{,}5\times K_O$$

Con

βs coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S S_T a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): 0.90 ≤Ss≤ 1.80; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

T1$(S_T = 1.0)$ ***T2***$(S_T = 1.20)$ ***T3***$(S_T = 1.20)$ ***T4***$(S_T = 1.40)$.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$T_R = -V_R / \ln(1-PVR)$

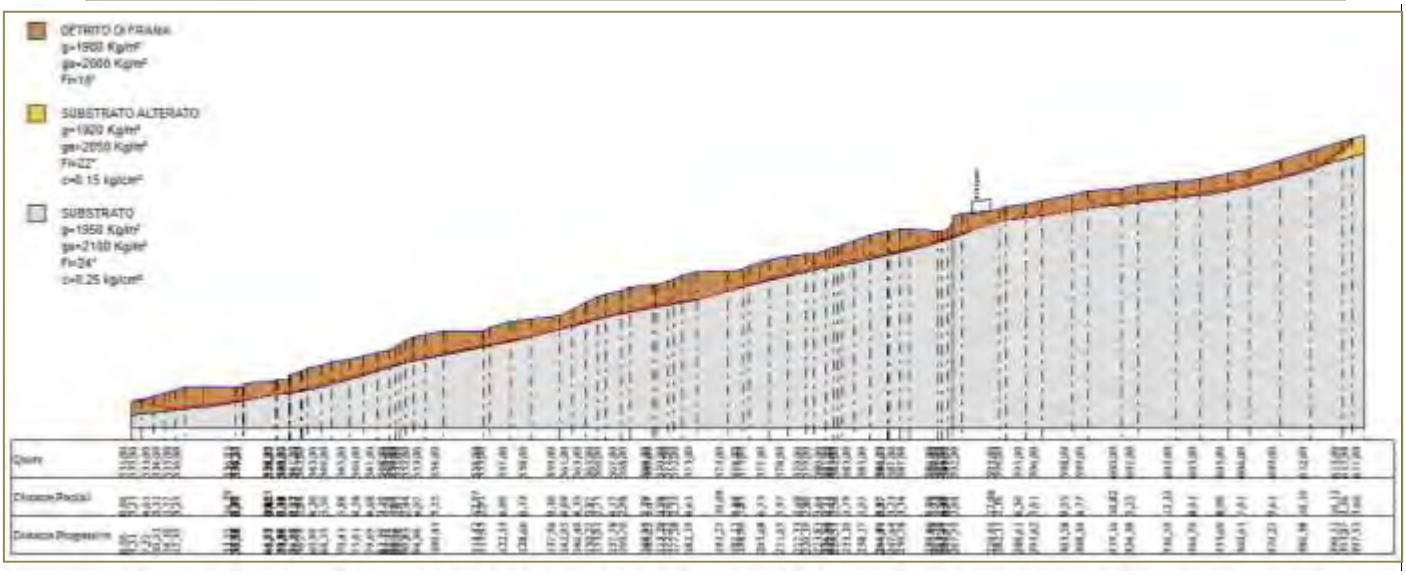
Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici. Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia m×n e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Sez. A-B:

- **Verifica di Stabilità n°1:**
- **Condizione di verifica:** ***ANTE OPERAM -PSEUDO BACK ANALYSIS-***



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Numero di strati	3,0
Numero dei conci	35,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3
14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0

23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0
47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0
73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0

82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Falda

Nr.	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3
14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0
23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0
47	177,58	572,0
48	182,19	573,0

49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0
73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	13,52	528,43
3	27,05	530,11
4	43,7	532,82
5	60,35	535,54
6	74,16	539,65
7	87,96	543,75
8	106,88	547,49
9	125,8	551,23
10	140,54	555,06
11	155,27	558,89
12	183,38	564,15
13	201,27	569,47
14	221,11	573,87
15	232,47	575,85

16	240,96	577,89
17	255,58	581,1
18	266,42	584,72
19	272,29	586,98
20	281,03	589,44
21	296,42	591,63
22	309,48	593,75
23	320,86	594,98
24	335,15	596,76
25	347,62	597,97
26	359,93	600,78
27	366,06	602,01
28	373,87	604,24
29	381,68	606,47
30	383,3	607,15
31	386,05	608,67
32	387,9	609,78
33	389,22	610,91
34	390,55	611,84
35	392,44	613,77
36	393,87	615,98
37	397,53	617,0

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	6,76	527,6
3	13,52	528,43
4	20,28	529,27
5	27,05	530,11
6	35,37	531,46
7	43,7	532,82
8	52,03	534,18
9	60,35	535,54
10	74,16	539,65
11	87,96	543,75
12	116,34	549,36
13	125,8	551,23
14	133,17	553,15
15	140,54	555,06
16	147,9	556,98
17	155,27	558,89
18	169,33	561,52
19	183,38	564,15
20	201,27	569,47
21	211,19	571,67
22	221,11	573,87
23	232,47	575,85
24	240,96	577,89
25	248,27	579,5
26	255,58	581,1
27	261,0	582,91
28	266,42	584,72
29	272,29	586,98
30	281,03	589,44
31	296,42	591,63
32	309,48	593,75
33	320,86	594,98

34	335,15	596,76
35	347,62	597,97
36	359,93	600,78
37	366,06	602,01
38	373,87	604,24
39	381,68	606,47
40	383,3	607,15
41	388,14	608,49
42	391,27	609,3
43	394,89	610,54
44	397,53	611,17

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	0,69	531,32
2	12,46	529,18
3	28,46	530,85
4	52,56	534,67
5	65,69	537,77
6	83,83	543,03
7	106,03	547,8
8	127,51	552,1
9	135,87	554,01
10	142,16	555,97
11	148,01	557,57
12	162,06	560,73
13	174,46	563,09
14	184,89	564,86
15	199,26	568,99
16	212,25	572,73
17	226,22	575,69
18	245,31	579,43
19	259,29	582,97
20	282,32	590,05
21	300,43	592,42
22	318,14	595,37
23	340,38	597,73
24	353,57	600,09
25	367,35	603,04
26	381,12	606,78
27	388,21	611,11
28	393,43	615,89

Stratigrafia

C'$_k$: coesione; **φ'$_k$**: Angolo di attrito; **γ$_{vk}$**: Peso dell'unita di volume; **γ$_{satk}$**: Peso dell'unita di volume saturo

Strato	**C'$_k$** (kg/cm²)	**φ'$_k$** (°)	**γ$_{vk}$** (Kg/m³)	**γ$_{sat\ k}$** (Kg/m³)		
1	0.00	18	1900	2000		
2	0.15	22	1920	2050	Substrato alterato	
3	0.25	24	1950	2100	Substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm²)
1	271	591,95	277	591,95	0,5

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	0,74

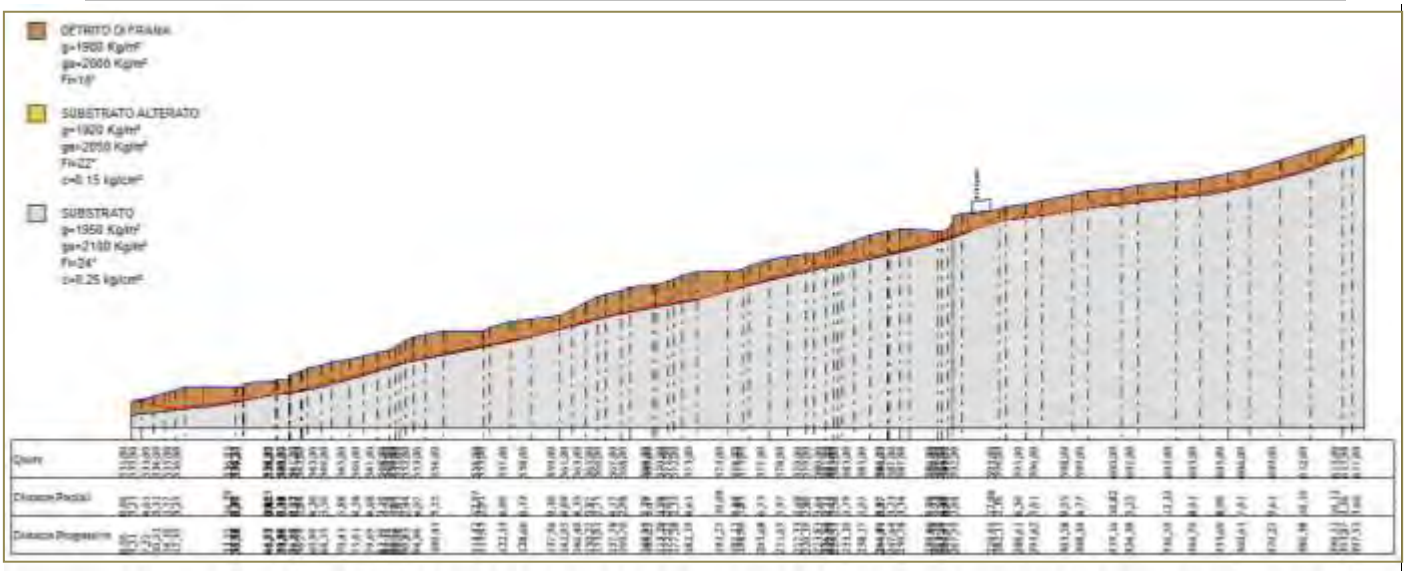
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=0,94

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,21	-10,3	11,4	57405,48	0,0	0,0	0,0	18,0	2559,7	31552,3	13307,4
2	11,21	5,5	11,26	69741,95	0,0	0,0	0,0	18,0	6219,6	67384,8	28089,7
3	11,21	7,6	11,31	55391,27	0,0	0,0	0,0	18,0	4939,8	52945,6	22166,1
4	11,21	9,0	11,35	53834,24	0,0	0,0	0,0	18,0	4803,3	51143,6	21487,2
5	11,21	10,7	11,41	121809,7	0,0	0,0	0,0	18,0	5431,5	57474,8	24272,2
6	11,21	13,9	11,55	142216,1	0,0	0,0	0,0	18,0	6341,4	66424,5	28399,7
7	11,21	16,1	11,67	125932,6	0,0	0,0	0,0	18,0	5615,3	58521,8	25281,2
8	11,21	13,7	11,54	130351,2	0,0	0,0	0,0	18,0	5812,3	60915,3	26021,9
9	11,21	12,1	11,47	169289,9	0,0	0,0	0,0	18,0	7548,6	79486,8	33738,0
10	11,21	11,6	11,45	133474,8	0,0	0,0	0,0	18,0	5951,6	62776,9	26595,0
11	11,21	11,3	11,44	125799,8	0,0	0,0	0,0	18,0	5609,4	59230,0	25064,8
12	11,21	12,4	11,48	122224,5	0,0	0,0	0,0	18,0	5450,0	57336,5	24362,7
13	11,21	16,4	11,69	111302,7	0,0	0,0	0,0	18,0	4963,0	51702,4	22358,9
14	11,21	13,0	11,51	162318,5	0,0	0,0	0,0	18,0	7237,7	76015,2	32371,2
15	11,21	11,5	11,44	166982,1	0,0	0,0	0,0	18,0	7445,7	78570,9	33270,6
16	11,21	10,2	11,39	171801,7	0,0	0,0	0,0	18,0	7660,6	81220,7	34243,1
17	11,21	13,5	11,53	169816,9	0,0	0,0	0,0	18,0	7572,1	79415,4	33887,2
18	11,21	16,1	11,67	126283,0	0,0	0,0	0,0	18,0	5630,9	58695,2	25344,4
19	11,21	15,4	11,63	132338,6	0,0	0,0	0,0	18,0	5900,9	61588,8	26513,7
20	11,21	11,9	11,46	105867,1	0,0	0,0	0,0	18,0	4720,6	49741,2	21096,3
21	11,21	11,2	11,43	130449,7	0,0	0,0	0,0	18,0	5816,7	61451,6	25991,6
22	11,21	11,7	11,45	152729,9	0,0	0,0	0,0	18,0	6810,1	71807,6	30432,8
23	11,21	14,2	11,57	119010,5	0,0	0,0	0,0	18,0	5306,6	55544,4	23777,9
24	11,21	17,0	11,72	86788,53	0,0	0,0	0,0	18,0	3869,9	40269,6	17472,1
25	11,21	17,1	11,73	134123,2	0,0	0,0	0,0	18,0	4642,8	76137,2	33055,6
26	11,21	8,4	11,33	93736,65	0,0	0,0	0,0	18,0	4179,7	44643,2	18725,5
27	11,21	8,0	11,32	105982,1	0,0	0,0	0,0	18,0	4725,7	50558,3	21186,9
28	11,21	9,5	11,37	116517,9	0,0	0,0	0,0	18,0	5195,5	55242,1	23239,4
29	11,21	7,1	11,3	106188,8	0,0	0,0	0,0	18,0	4734,9	50886,0	21276,8
30	11,21	6,1	11,28	53667,93	0,0	0,0	0,0	18,0	4786,1	51691,8	21570,7
31	11,21	9,0	11,35	100484,9	0,0	0,0	0,0	18,0	4480,6	47723,5	20052,5
32	11,21	11,2	11,43	53533,1	0,0	0,0	0,0	18,0	4774,1	50424,6	21332,3
33	11,21	13,1	11,51	53359,26	0,0	0,0	0,0	18,0	4758,6	49961,1	21285,5
34	11,21	16,8	11,72	115487,2	0,0	0,0	0,0	18,0	5149,5	53598,0	23238,5
35	11,21	36,9	14,02	57389,06	0,0	0,0	0,0	18,0	2559,0	27359,4	14198,3

Sez. A-B:

- **Verifica di Stabilità n°2**
- **Condizione di verifica: *ANTE OPERAM -CON SISMA E FALDA A PIANO CAMPAGNA-***



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long.	40,534388/16,071291
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	35,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	75,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,6	2,41	0,31
S.L.D.	75,0	0,76	2,47	0,32
S.L.V.	712,0	1,93	2,49	0,37
S.L.C.	1462,0	2,44	2,51	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,9	0,2	0,0184	0,0092
S.L.D.	1,14	0,2	0,0233	0,0116
S.L.V.	2,7135	0,24	0,0664	0,0332
S.L.C.	3,2336	0,28	0,0923	0,0462

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0664
Coefficiente azione sismica verticale 0,0332

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3
14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0
23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0

44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0
47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0
73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Falda

Nr.	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2

11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3
14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0
23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0
47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0

70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0
73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	13,52	528,43
3	27,05	530,11
4	43,7	532,82
5	60,35	535,54
6	74,16	539,65
7	87,96	543,75
8	106,88	547,49
9	125,8	551,23
10	140,54	555,06
11	155,27	558,89
12	183,38	564,15
13	201,27	569,47
14	221,11	573,87
15	232,47	575,85
16	240,96	577,89
17	255,58	581,1
18	266,42	584,72
19	272,29	586,98
20	281,03	589,44
21	296,42	591,63
22	309,48	593,75
23	320,86	594,98
24	335,15	596,76
25	347,62	597,97
26	359,93	600,78
27	366,06	602,01
28	373,87	604,24
29	381,68	606,47
30	383,3	607,15
31	386,05	608,67
32	387,9	609,78
33	389,22	610,91
34	390,55	611,84
35	392,44	613,77
36	393,87	615,98

37	397,53	617,0

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	6,76	527,6
3	13,52	528,43
4	20,28	529,27
5	27,05	530,11
6	35,37	531,46
7	43,7	532,82
8	52,03	534,18
9	60,35	535,54
10	74,16	539,65
11	87,96	543,75
12	116,34	549,36
13	125,8	551,23
14	133,17	553,15
15	140,54	555,06
16	147,9	556,98
17	155,27	558,89
18	169,33	561,52
19	183,38	564,15
20	201,27	569,47
21	211,19	571,67
22	221,11	573,87
23	232,47	575,85
24	240,96	577,89
25	248,27	579,5
26	255,58	581,1
27	261,0	582,91
28	266,42	584,72
29	272,29	586,98
30	281,03	589,44
31	296,42	591,63
32	309,48	593,75
33	320,86	594,98
34	335,15	596,76
35	347,62	597,97
36	359,93	600,78
37	366,06	602,01
38	373,87	604,24
39	381,68	606,47
40	383,3	607,15
41	388,14	608,49
42	391,27	609,3
43	394,89	610,54
44	397,53	611,17

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	0,69	531,32
2	12,46	529,18
3	28,46	530,85
4	52,56	534,67
5	65,69	537,77
6	83,83	543,03

7	106,03	547,8
8	127,51	552,1
9	135,87	554,01
10	142,16	555,97
11	148,01	557,57
12	162,06	560,73
13	174,46	563,09
14	184,89	564,86
15	199,26	568,99
16	212,25	572,73
17	226,22	575,69
18	245,31	579,43
19	259,29	582,97
20	282,32	590,05
21	300,43	592,42
22	318,14	595,37
23	340,38	597,73
24	353,57	600,09
25	367,35	603,04
26	381,12	606,78
27	388,21	611,11
28	393,43	615,89

Stratigrafia

C'_k: coesione; φ'_k: Angolo di attrito; γ_{vk}: Peso dell'unita di volume; γ_{satk}: Peso dell'unita di volume saturo

Strato	C'_k (kg/cm²)	φ'_k (°)	γ_{vk} (Kg/m³)	$\gamma_{sat\,k}$ (Kg/m³)	Litologia	
1	0.00	18	1900	2000	Detrito di Frana	
2	0.15	22	1920	2050	Substrato alterato	
3	0.25	24	1950	2100	Substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm²)
1	271	591,95	277	591,95	0,5

Risultati analisi pendio [NTC 2018:]

==========

Fs minimo individuato 0,61

==========

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

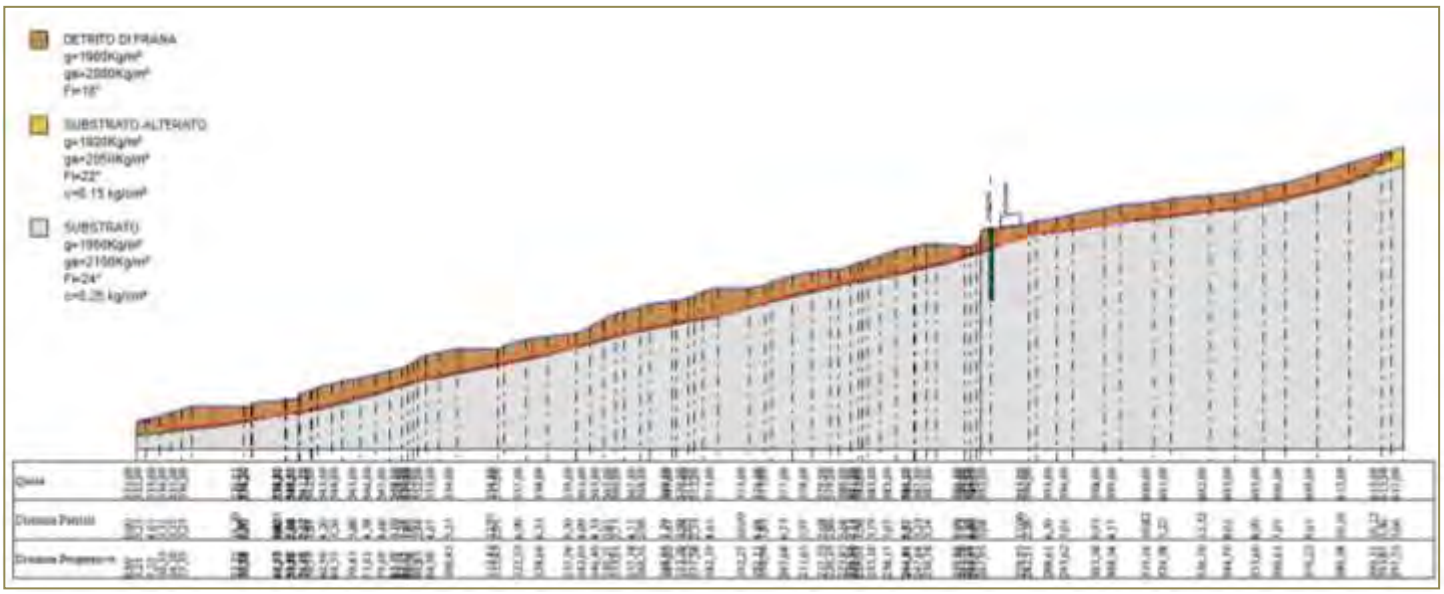
Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=0,68

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,21	-10,3	11,4	57405,48	3811,72	1905,86	0,0	18,0	2559,7	32546,5	18867,8
2	11,21	5,5	11,26	69741,95	4630,87	2315,43	0,0	18,0	6219,6	66434,5	38065,6
3	11,21	7,6	11,31	55391,27	3677,98	1838,99	0,0	18,0	4939,8	51922,9	29879,3
4	11,21	9,0	11,35	53834,24	3574,59	1787,3	0,0	18,0	4803,3	49988,8	28867,9
5	11,21	10,7	11,41	121809,7	8088,17	4044,08	0,0	18,0	5431,5	55950,4	32478,0
6	11,21	13,9	11,55	142216,1	9443,15	4721,57	0,0	18,0	6341,4	64180,2	37717,2
7	11,21	16,1	11,67	125932,6	8361,93	4180,96	0,0	18,0	5615,3	56262,1	33407,9
8	11,21	13,7	11,54	130351,2	8655,32	4327,66	0,0	18,0	5812,3	58884,0	34575,1
9	11,21	12,1	11,47	169289,9	11240,85	5620,43	0,0	18,0	7548,6	77120,4	44993,2

10	11,21	11,6	11,45	133474,8	8862,73	4431,36	0,0	18,0	5951,6	60981,1	35509,9
11	11,21	11,3	11,44	125799,8	8353,11	4176,56	0,0	18,0	5609,4	57577,5	33491,1
12	11,21	12,4	11,48	122224,5	8115,71	4057,85	0,0	18,0	5450,0	55592,9	32468,8
13	11,21	16,4	11,69	111302,7	7390,5	3695,25	0,0	18,0	4963,0	49682,7	29532,4
14	11,21	13,0	11,51	162318,5	10777,95	5388,98	0,0	18,0	7237,7	73607,4	43085,7
15	11,21	11,5	11,44	166982,1	11087,61	5543,81	0,0	18,0	7445,7	76346,5	44436,7
16	11,21	10,2	11,39	171801,7	11407,63	5703,82	0,0	18,0	7660,6	79163,6	45875,9
17	11,21	13,5	11,53	169816,9	11275,84	5637,92	0,0	18,0	7572,1	76813,4	45052,8
18	11,21	16,1	11,67	126283,0	8385,19	4192,6	0,0	18,0	5630,9	56440,6	33498,3
19	11,21	15,4	11,63	132338,6	8787,28	4393,64	0,0	18,0	5900,9	59305,0	35092,4
20	11,21	11,9	11,46	105867,1	7029,58	3514,79	0,0	18,0	4720,6	48283,6	28147,7
21	11,21	11,2	11,43	130449,7	8661,86	4330,93	0,0	18,0	5816,7	59757,8	34741,5
22	11,21	11,7	11,45	152729,9	10141,26	5070,63	0,0	18,0	6810,1	69735,9	40623,8
23	11,21	14,2	11,57	119010,5	7902,3	3951,15	0,0	18,0	5306,6	53632,3	31558,3
24	11,21	17,0	11,72	86788,53	5762,76	2881,38	0,0	18,0	3869,9	38641,8	23045,2
25	11,21	17,1	11,73	134123,2	8905,78	4452,89	0,0	18,0	4642,8	73040,0	43587,5
26	11,21	8,4	11,33	93736,65	6224,11	3112,06	0,0	18,0	4179,7	43699,4	25194,6
27	11,21	8,0	11,32	105982,1	7037,21	3518,61	0,0	18,0	4725,7	49533,5	28531,7
28	11,21	9,5	11,37	116517,9	7736,79	3868,39	0,0	18,0	5195,5	53935,4	31187,7
29	11,21	7,1	11,3	106188,8	7050,94	3525,47	0,0	18,0	4734,9	49971,6	28720,0
30	11,21	6,1	11,28	53667,93	3563,55	1781,78	0,0	18,0	4786,1	50887,4	29188,1
31	11,21	9,0	11,35	100484,9	6672,2	3336,1	0,0	18,0	4480,6	46641,6	26937,8
32	11,21	11,2	11,43	53533,1	3554,6	1777,3	0,0	18,0	4774,1	49027,6	28509,4
33	11,21	13,1	11,51	53359,26	3543,06	1771,53	0,0	18,0	4758,6	48366,4	28323,6
34	11,21	16,8	11,72	115487,2	7668,35	3834,17	0,0	18,0	5149,5	51447,0	30660,0
35	11,21	36,9	14,02	57389,06	3810,63	1905,32	0,0	18,0	2559,0	25123,7	17921,2

Sez. A-B:

- **Verifica di Stabilità n°3**
- **Condizione di verifica:** ***POST OPERAM -CON SISMA E FALDA A PIANO CAMPAGNA E PARATIA LINEARE-***



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long.	40,534388/16,071291
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	35,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	75,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,6	2,41	0,31
S.L.D.	75,0	0,76	2,47	0,32
S.L.V.	712,0	1,93	2,49	0,37
S.L.C.	1462,0	2,44	2,51	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	2,7135	0,38	0,10	0,05

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,1
Coefficiente azione sismica verticale 0,05

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3
14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0
23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0

47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0
73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Falda

Nr.	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3

14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0
23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0
47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0

73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	13,52	528,43
3	27,05	530,11
4	43,7	532,82
5	60,35	535,54
6	74,16	539,65
7	87,96	543,75
8	106,88	547,49
9	125,8	551,23
10	140,54	555,06
11	155,27	558,89
12	183,38	564,15
13	201,27	569,47
14	221,11	573,87
15	232,47	575,85
16	240,96	577,89
17	255,58	581,1
18	266,42	584,72
19	272,29	586,98
20	281,03	589,44
21	296,42	591,63
22	309,48	593,75
23	320,86	594,98
24	335,15	596,76
25	347,62	597,97
26	359,93	600,78
27	366,06	602,01
28	373,87	604,24
29	381,68	606,47
30	383,3	607,15
31	386,05	608,67
32	387,9	609,78
33	389,22	610,91
34	390,55	611,84
35	392,44	613,77
36	393,87	615,98
37	397,53	617,0

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	6,76	527,6
3	13,52	528,43
4	20,28	529,27
5	27,05	530,11
6	35,37	531,46
7	43,7	532,82
8	52,03	534,18
9	60,35	535,54
10	74,16	539,65
11	87,96	543,75
12	116,34	549,36
13	125,8	551,23
14	133,17	553,15
15	140,54	555,06
16	147,9	556,98
17	155,27	558,89
18	169,33	561,52
19	183,38	564,15
20	201,27	569,47
21	211,19	571,67
22	221,11	573,87
23	232,47	575,85
24	240,96	577,89
25	248,27	579,5
26	255,58	581,1
27	261,0	582,91
28	266,42	584,72
29	272,29	586,98
30	281,03	589,44
31	296,42	591,63
32	309,48	593,75
33	320,86	594,98
34	335,15	596,76
35	347,62	597,97
36	359,93	600,78
37	366,06	602,01
38	373,87	604,24
39	381,68	606,47
40	383,3	607,15
41	388,14	608,49
42	391,27	609,3
43	394,89	610,54
44	397,53	611,17

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	0,69	531,32
2	12,46	529,18
3	28,46	530,85
4	52,56	534,67
5	65,69	537,77
6	83,83	543,03
7	106,03	547,8
8	127,51	552,1

9	135,87	554,01
10	142,16	555,97
11	148,01	557,57
12	162,06	560,73
13	174,46	563,09
14	184,89	564,86
15	199,26	568,99
16	212,25	572,73
17	226,22	575,69
18	245,31	579,43
19	259,29	582,97
20	282,32	590,05
21	300,43	592,42
22	318,14	595,37
23	340,38	597,73
24	353,57	600,09
25	367,35	603,04
26	381,12	606,78
27	388,21	611,11
28	393,43	615,89

Stratigrafia

C'$_k$: coesione; **φ'$_k$**: Angolo di attrito; **γ$_{vk}$**: Peso dell'unita di volume; **γ$_{satk}$**: Peso dell'unita di volume saturo

Strato	C'$_k$ (kg/cm²)	φ'$_k$ (°)	γ$_{vk}$ (Kg/m³)	γ$_{sat\,k}$ (Kg/m³)	Litologia	
1	0.00	18	1900	2000	Detrito di Frana	
2	0.15	22	1920	2050	Substrato alterato	
3	0.25	24	1950	2100	Substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm²)
1	271	591,95	277	591,95	0,5

Pali...

N°	x m	y m	Diametro m	Lunghezza m	Inclinazione (°)	Interasse m
1	267,45	591,20	1,2	22	90	1,5

Risultati analisi pendio [NTC 2018:]

==========

Fs minimo individuato 0,74

==========

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

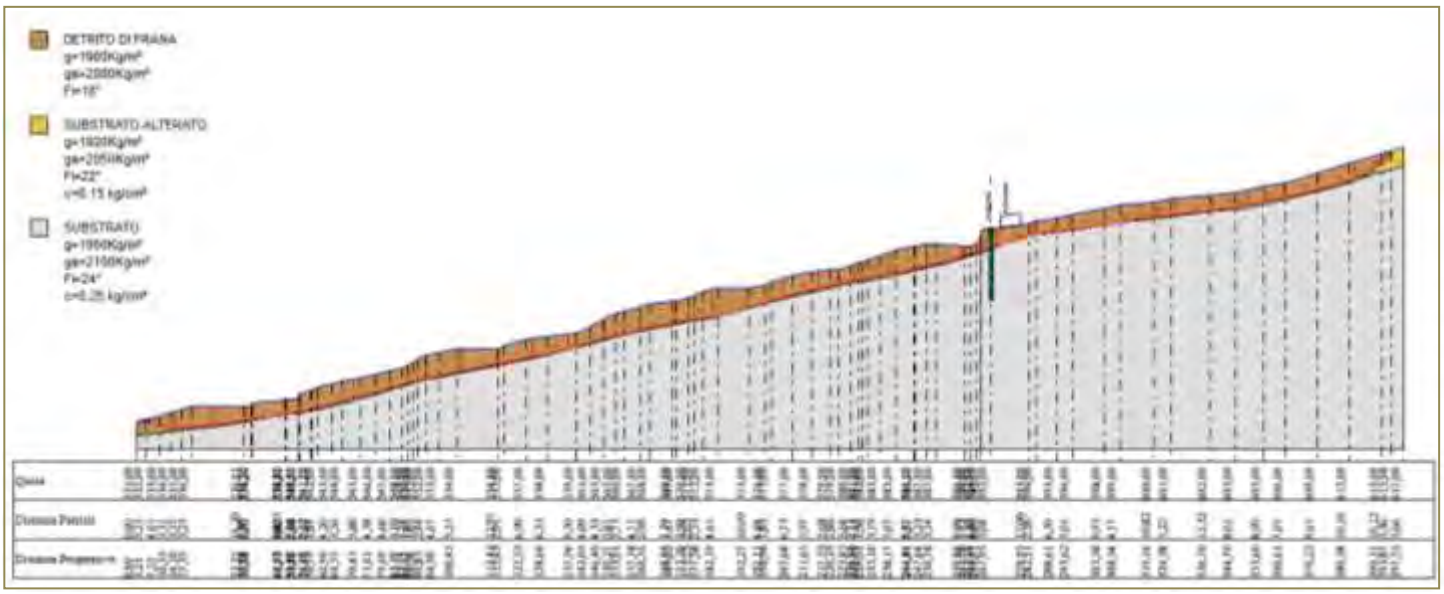
Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=0,74

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,21	-10,3	11,4	57405,48	5740,55	2870,27	0,0	18,0	2559,7	32262,1	17277,1
2	11,21	5,5	11,26	69741,95	6974,2	3487,1	0,0	18,0	6219,6	66697,6	35303,1
3	11,21	7,6	11,31	55391,27	5539,13	2769,56	0,0	18,0	4939,8	52205,0	27751,5
4	11,21	9,0	11,35	53834,24	5383,42	2691,71	0,0	18,0	4803,3	50306,6	26836,7
5	11,21	10,7	11,41	121809,7	12180,97	6090,49	0,0	18,0	5431,5	56368,7	30226,4
6	11,21	13,9	11,55	142216,1	14221,61	7110,8	0,0	18,0	6341,4	64792,7	35174,4

7	11,21	16,1	11,67	125932,6	12593,26	6296,63	0,0	18,0	5615,3	56876,5	31198,1
8	11,21	13,7	11,54	130351,2	13035,12	6517,56	0,0	18,0	5812,3	59438,5	32240,1
9	11,21	12,1	11,47	169289,9	16928,99	8464,5	0,0	18,0	7548,6	77768,2	41912,4
10	11,21	11,6	11,45	133474,8	13347,48	6673,74	0,0	18,0	5951,6	61473,1	33067,6
11	11,21	11,3	11,44	125799,8	12579,98	6289,99	0,0	18,0	5609,4	58030,5	31181,4
12	11,21	12,4	11,48	122224,5	12222,45	6111,23	0,0	18,0	5450,0	56069,9	30251,0
13	11,21	16,4	11,69	111302,7	11130,27	5565,13	0,0	18,0	4963,0	50231,7	27582,5
14	11,21	13,0	11,51	162318,5	16231,85	8115,93	0,0	18,0	7237,7	74265,6	40157,0
15	11,21	11,5	11,44	166982,1	16698,21	8349,1	0,0	18,0	7445,7	76956,1	41376,9
16	11,21	10,2	11,39	171801,7	17180,17	8590,09	0,0	18,0	7660,6	79728,5	42681,1
17	11,21	13,5	11,53	169816,9	16981,69	8490,85	0,0	18,0	7572,1	77524,0	42003,3
18	11,21	16,1	11,67	126283,0	12628,3	6314,15	0,0	18,0	5630,9	57053,7	31280,8
19	11,21	15,4	11,63	132338,6	13233,86	6616,93	0,0	18,0	5900,9	59926,7	32757,1
20	11,21	11,9	11,46	105867,1	10586,71	5293,36	0,0	18,0	4720,6	48682,8	26216,8
21	11,21	11,2	11,43	130449,7	13044,97	6522,48	0,0	18,0	5816,7	60222,2	32342,4
22	11,21	11,7	11,45	152729,9	15272,99	7636,5	0,0	18,0	6810,1	70303,4	37832,3
23	11,21	14,2	11,57	119010,5	11901,05	5950,53	0,0	18,0	5306,6	54153,9	29436,0
24	11,21	17,0	11,72	86788,53	8678,85	4339,43	0,0	18,0	3869,9	39083,8	21531,9
25	11,21	17,1	11,73	134123,2	13412,32	6706,16	0,0	18,0	4642,8	73880,8	40728,3
26	11,21	8,4	11,33	93736,65	9373,67	4686,83	0,0	18,0	4179,7	43959,4	23412,4
27	11,21	8,0	11,32	105982,1	10598,21	5299,11	0,0	18,0	4725,7	49816,0	26507,0
28	11,21	9,5	11,37	116517,9	11651,79	5825,89	0,0	18,0	5195,5	54294,7	29002,1
29	11,21	7,1	11,3	106188,8	10618,88	5309,44	0,0	18,0	4734,9	50224,1	26664,7
30	11,21	6,1	11,28	53667,93	5366,79	2683,4	0,0	18,0	4786,1	51109,9	27080,9
31	11,21	9,0	11,35	100484,9	10048,49	5024,25	0,0	18,0	4480,6	46939,3	25043,1
32	11,21	11,2	11,43	53533,1	5353,31	2676,66	0,0	18,0	4774,1	49410,6	26541,8
33	11,21	13,1	11,51	53359,26	5335,93	2667,96	0,0	18,0	4758,6	48802,2	26400,2
34	11,21	16,8	11,72	115487,2	11548,72	5774,36	0,0	18,0	5149,5	52031,2	28644,3
35	11,21	36,9	14,02	57389,06	5738,91	2869,45	0,0	18,0	2559,0	25711,5	16942,4

Sez. A-B:

- **Verifica di Stabilità n°4**
- **Condizione di verifica:** ***POST OPERAM -CON SISMA E FALDA A PIANO CAMPAGNA E PARATIA CON PALI A QUINCONCE-***



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long.	40,534388/16,071291
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	35,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	75,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,6	2,41	0,31
S.L.D.	75,0	0,76	2,47	0,32
S.L.V.	712,0	1,93	2,49	0,37
S.L.C.	1462,0	2,44	2,51	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	2,7135	0,38	0,10	0,05

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,1
Coefficiente azione sismica verticale 0,05

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3
14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0
23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0

47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0
73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Falda

Nr.	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3

14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0
23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0
47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0

73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	13,52	528,43
3	27,05	530,11
4	43,7	532,82
5	60,35	535,54
6	74,16	539,65
7	87,96	543,75
8	106,88	547,49
9	125,8	551,23
10	140,54	555,06
11	155,27	558,89
12	183,38	564,15
13	201,27	569,47
14	221,11	573,87
15	232,47	575,85
16	240,96	577,89
17	255,58	581,1
18	266,42	584,72
19	272,29	586,98
20	281,03	589,44
21	296,42	591,63
22	309,48	593,75
23	320,86	594,98
24	335,15	596,76
25	347,62	597,97
26	359,93	600,78
27	366,06	602,01
28	373,87	604,24
29	381,68	606,47
30	383,3	607,15
31	386,05	608,67
32	387,9	609,78
33	389,22	610,91
34	390,55	611,84
35	392,44	613,77
36	393,87	615,98
37	397,53	617,0

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	6,76	527,6
3	13,52	528,43
4	20,28	529,27
5	27,05	530,11
6	35,37	531,46
7	43,7	532,82
8	52,03	534,18
9	60,35	535,54
10	74,16	539,65
11	87,96	543,75
12	116,34	549,36
13	125,8	551,23
14	133,17	553,15
15	140,54	555,06
16	147,9	556,98
17	155,27	558,89
18	169,33	561,52
19	183,38	564,15
20	201,27	569,47
21	211,19	571,67
22	221,11	573,87
23	232,47	575,85
24	240,96	577,89
25	248,27	579,5
26	255,58	581,1
27	261,0	582,91
28	266,42	584,72
29	272,29	586,98
30	281,03	589,44
31	296,42	591,63
32	309,48	593,75
33	320,86	594,98
34	335,15	596,76
35	347,62	597,97
36	359,93	600,78
37	366,06	602,01
38	373,87	604,24
39	381,68	606,47
40	383,3	607,15
41	388,14	608,49
42	391,27	609,3
43	394,89	610,54
44	397,53	611,17

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	0,69	531,32
2	12,46	529,18
3	28,46	530,85
4	52,56	534,67
5	65,69	537,77
6	83,83	543,03
7	106,03	547,8
8	127,51	552,1

9	135,87	554,01
10	142,16	555,97
11	148,01	557,57
12	162,06	560,73
13	174,46	563,09
14	184,89	564,86
15	199,26	568,99
16	212,25	572,73
17	226,22	575,69
18	245,31	579,43
19	259,29	582,97
20	282,32	590,05
21	300,43	592,42
22	318,14	595,37
23	340,38	597,73
24	353,57	600,09
25	367,35	603,04
26	381,12	606,78
27	388,21	611,11
28	393,43	615,89

Stratigrafia

C'$_k$: coesione; **φ'$_k$**: Angolo di attrito; **γ$_{vk}$**: Peso dell'unita di volume; **γ$_{satk}$**: Peso dell'unita di volume saturo

Strato	C'$_k$ (kg/cm²)	φ'$_k$ (°)	γ$_{vk}$ (Kg/m³)	γ$_{sat\,k}$ (Kg/m³)	Litologia	
1	0.00	18	1900	2000	Detrito di Frana	
2	0.15	22	1920	2050	Substrato alterato	
3	0.25	24	1950	2100	Substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm²)
1	271	591,95	277	591,95	0,5

Pali...

N°	x m	y m	Diametro m	Lunghezza m	Inclinazione (°)	Interasse m
1	267,45	591,20	1,2	22	90	3.0
2	269,45	591,20	1,2	22	90	1,5

Risultati analisi pendio [NTC 2018:]

==========

Fs minimo individuato 0,84

==========

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

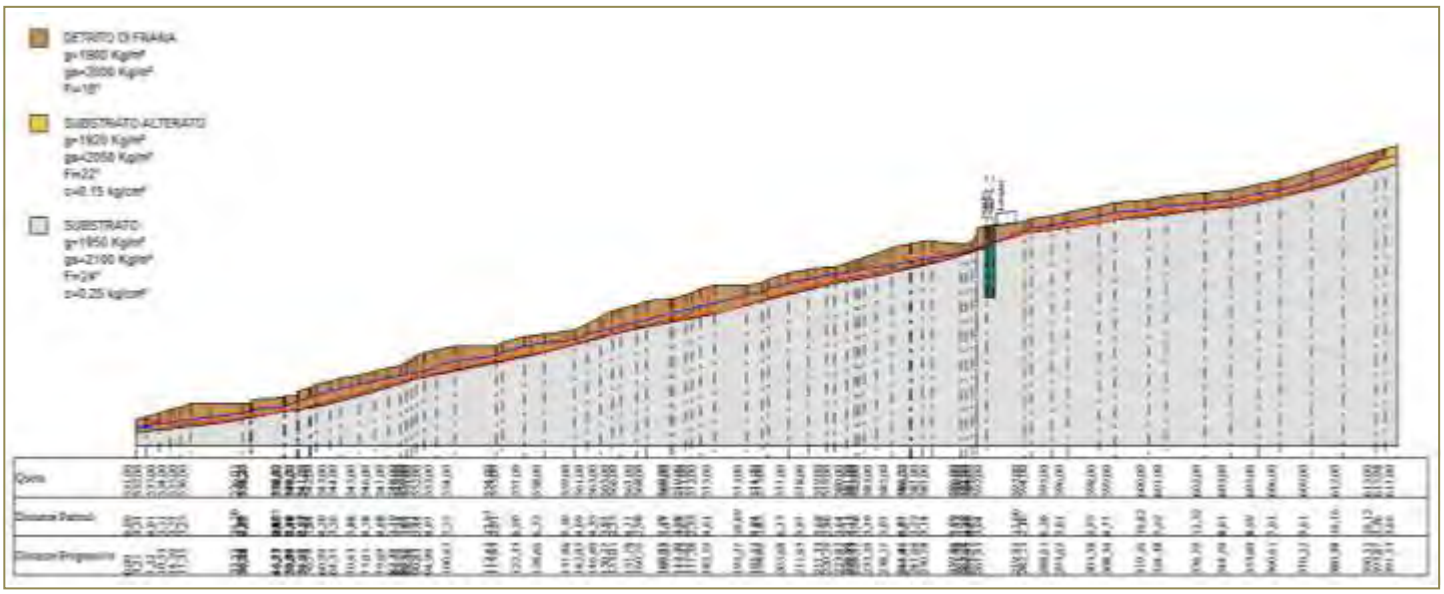
Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=0,84

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,21	-10,3	11,4	57405,48	5740,55	2870,27	0,0	18,0	2559,7	31873,1	15101,5
2	11,21	5,5	11,26	69741,95	6974,2	3487,1	0,0	18,0	6219,6	67068,7	31408,0
3	11,21	7,6	11,31	55391,27	5539,13	2769,56	0,0	18,0	4939,8	52604,3	24740,8
4	11,21	9,0	11,35	53834,24	5383,42	2691,71	0,0	18,0	4803,3	50757,2	23956,4
5	11,21	10,7	11,41	121809,7	12180,97	6090,49	0,0	18,0	5431,5	56963,4	27024,8

6	11,21	13,9	11,55	142216,1	14221,61	7110,8	0,0	18,0	6341,4	65667,9	31540,8
7	11,21	16,1	11,67	125932,6	12593,26	6296,63	0,0	18,0	5615,3	57757,5	28029,9
8	11,21	13,7	11,54	130351,2	13035,12	6517,56	0,0	18,0	5812,3	60230,7	28904,5
9	11,21	12,1	11,47	169289,9	16928,99	8464,5	0,0	18,0	7548,6	78691,3	37521,9
10	11,21	11,6	11,45	133474,8	13347,48	6673,74	0,0	18,0	5951,6	62173,6	29589,8
11	11,21	11,3	11,44	125799,8	12579,98	6289,99	0,0	18,0	5609,4	58675,2	27894,1
12	11,21	12,4	11,48	122224,5	12222,45	6111,23	0,0	18,0	5450,0	56750,1	27089,1
13	11,21	16,4	11,69	111302,7	11130,27	5565,13	0,0	18,0	4963,0	51019,0	24786,0
14	11,21	13,0	11,51	162318,5	16231,85	8115,93	0,0	18,0	7237,7	75204,7	35978,0
15	11,21	11,5	11,44	166982,1	16698,21	8349,1	0,0	18,0	7445,7	77823,8	37020,8
16	11,21	10,2	11,39	171801,7	17180,17	8590,09	0,0	18,0	7660,6	80531,2	38142,1
17	11,21	13,5	11,53	169816,9	16981,69	8490,85	0,0	18,0	7572,1	78538,8	37648,7
18	11,21	16,1	11,67	126283,0	12628,3	6314,15	0,0	18,0	5630,9	57932,7	28102,0
19	11,21	15,4	11,63	132338,6	13233,86	6616,93	0,0	18,0	5900,9	60817,1	29412,3
20	11,21	11,9	11,46	105867,1	10586,71	5293,36	0,0	18,0	4720,6	49251,4	23466,1
21	11,21	11,2	11,43	130449,7	13044,97	6522,48	0,0	18,0	5816,7	60883,0	28928,8
22	11,21	11,7	11,45	152729,9	15272,99	7636,5	0,0	18,0	6810,1	71111,6	33856,8
23	11,21	14,2	11,57	119010,5	11901,05	5950,53	0,0	18,0	5306,6	54899,5	26402,0
24	11,21	17,0	11,72	86788,53	8678,85	4339,43	0,0	18,0	3869,9	39718,3	19359,5
25	11,21	17,1	11,73	134123,2	13412,32	6706,16	0,0	18,0	4642,8	75088,1	36623,0
26	11,21	8,4	11,33	93736,65	9373,67	4686,83	0,0	18,0	4179,7	44327,7	20887,6
27	11,21	8,0	11,32	105982,1	10598,21	5299,11	0,0	18,0	4725,7	50216,0	23640,3
28	11,21	9,5	11,37	116517,9	11651,79	5825,89	0,0	18,0	5195,5	54804,6	25900,5
29	11,21	7,1	11,3	106188,8	10618,88	5309,44	0,0	18,0	4734,9	50581,0	23759,1
30	11,21	6,1	11,28	53667,93	5366,79	2683,4	0,0	18,0	4786,1	51424,0	24106,9
31	11,21	9,0	11,35	100484,9	10048,49	5024,25	0,0	18,0	4480,6	47361,5	22356,1
32	11,21	11,2	11,43	53533,1	5353,31	2676,66	0,0	18,0	4774,1	49955,6	23741,8
33	11,21	13,1	11,51	53359,26	5335,93	2667,96	0,0	18,0	4758,6	49424,2	23655,2
34	11,21	16,8	11,72	115487,2	11548,72	5774,36	0,0	18,0	5149,5	52869,7	25751,4
35	11,21	36,9	14,02	57389,06	5738,91	2869,45	0,0	18,0	2559,0	26580,1	15496,0

Sez. A-B:

- **Verifica di Stabilità n°5**
- **Condizione di verifica:** ***POST OPERAM -CON SISMA, PARATIA CON PALI A QUINCONCE E FALDA A -3.00 M DAL PIANO CAMPAGNA-***



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long.	40,534388/16,071291
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	35,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	75,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,6	2,41	0,31
S.L.D.	75,0	0,76	2,47	0,32
S.L.V.	712,0	1,93	2,49	0,37
S.L.C.	1462,0	2,44	2,51	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.V.	2,7135	0,38	0,10	0,05

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,1
Coefficiente azione sismica verticale 0,05

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	531,0
2	3,21	532,0
3	7,22	533,0
4	10,53	534,0
5	14,1	535,0
6	17,35	536,0
7	33,55	536,01
8	35,88	536,2
9	36,18	536,2
10	36,18	537,2
11	46,53	538,0
12	46,53	538,3
13	46,93	538,3
14	50,88	538,3
15	50,88	540,0
16	51,06	540,0
17	54,68	541,0
18	54,95	541,0
19	56,79	542,0
20	60,99	543,0
21	64,55	544,0
22	70,43	545,0
23	75,01	546,0
24	79,69	547,0
25	83,39	548,0
26	85,14	549,0
27	86,77	550,0
28	88,38	551,0
29	90,83	552,0
30	94,9	553,0
31	100,45	554,0
32	113,42	554,0
33	115,43	555,0
34	122,33	557,0
35	128,66	558,0
36	137,96	559,0
37	142,05	561,0
38	146,4	563,0
39	150,27	565,0
40	153,01	566,0
41	157,78	567,0
42	160,76	568,0
43	168,05	569,0
44	169,22	569,0
45	173,2	570,0
46	175,25	571,0

47	177,58	572,0
48	182,19	573,0
49	192,27	573,0
50	197,11	574,0
51	198,96	575,0
52	205,68	577,0
53	211,65	578,0
54	217,33	579,0
55	220,19	579,0
56	223,83	580,0
57	226,6	581,0
58	227,75	581,0
59	229,31	582,0
60	233,1	583,0
61	238,17	585,0
62	244,04	586,0
63	244,41	586,0
64	247,64	587,0
65	250,78	587,0
66	259,86	586,0
67	261,59	586,0
68	263,18	587,0
69	264,91	589,0
70	264,91	591,0
71	267,95	592,0
72	279,95	593,0
73	282,11	594,0
74	288,61	595,0
75	293,62	596,0
76	303,58	598,0
77	308,34	599,0
78	319,16	600,0
79	324,38	601,0
80	336,7	602,0
81	344,7	603,0
82	353,6	605,0
83	360,61	606,0
84	370,22	609,0
85	380,38	612,0
86	390,51	615,0
87	393,87	615,98
88	397,53	617,0

Falda

Nr.	X m	y m
1	0,0	528,0
2	3,21	529,0
3	17,96	531,03
4	33,55	533,01
5	35,88	533,2
6	36,18	533,2
7	36,18	534,2
8	46,53	535,0
9	46,53	535,3
10	46,93	535,3
11	51,06	537,0
12	54,68	538,0
13	54,95	538,0

14	60,99	540,0
15	70,43	542,0
16	75,01	543,0
17	79,69	544,0
18	83,39	545,0
19	93,0	546,69
20	95,36	547,87
21	100,98	549,35
22	113,42	551,0
23	115,43	552,0
24	122,33	554,0
25	128,66	555,0
26	137,96	556,0
27	142,05	558,0
28	192,27	570,0
29	197,11	571,0
30	198,96	572,0
31	205,68	574,0
32	211,65	575,0
33	217,33	576,0
34	263,18	584,0
35	282,11	591,0
36	288,61	592,0
37	293,62	593,0
38	303,58	595,0
39	308,34	596,0
40	319,16	597,0
41	324,38	598,0
42	336,7	599,0
43	344,7	600,0
44	353,6	602,0
45	360,61	603,0
46	370,22	606,0
47	380,38	609,0
48	390,51	612,0
49	393,87	612,98
50	397,53	614,0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	13,52	528,43
3	27,05	530,11
4	43,7	532,82
5	60,35	535,54
6	74,16	539,65
7	87,96	543,75
8	106,88	547,49
9	125,8	551,23
10	140,54	555,06
11	155,27	558,89
12	183,38	564,15
13	201,27	569,47
14	221,11	573,87
15	232,47	575,85
16	240,96	577,89
17	255,58	581,1
18	266,42	584,72

19	272,29	586,98
20	281,03	589,44
21	296,42	591,63
22	309,48	593,75
23	320,86	594,98
24	335,15	596,76
25	347,62	597,97
26	359,93	600,78
27	366,06	602,01
28	373,87	604,24
29	381,68	606,47
30	383,3	607,15
31	386,05	608,67
32	387,9	609,78
33	389,22	610,91
34	390,55	611,84
35	392,44	613,77
36	393,87	615,98
37	397,53	617,0

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0,0	526,76
2	6,76	527,6
3	13,52	528,43
4	20,28	529,27
5	27,05	530,11
6	35,37	531,46
7	43,7	532,82
8	52,03	534,18
9	60,35	535,54
10	74,16	539,65
11	87,96	543,75
12	116,34	549,36
13	125,8	551,23
14	133,17	553,15
15	140,54	555,06
16	147,9	556,98
17	155,27	558,89
18	169,33	561,52
19	183,38	564,15
20	201,27	569,47
21	211,19	571,67
22	221,11	573,87
23	232,47	575,85
24	240,96	577,89
25	248,27	579,5
26	255,58	581,1
27	261,0	582,91
28	266,42	584,72
29	272,29	586,98
30	281,03	589,44
31	296,42	591,63
32	309,48	593,75
33	320,86	594,98
34	335,15	596,76
35	347,62	597,97
36	359,93	600,78

37	366,06	602,01
38	373,87	604,24
39	381,68	606,47
40	383,3	607,15
41	388,14	608,49
42	391,27	609,3
43	394,89	610,54
44	397,53	611,17

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	0,69	531,32
2	12,46	529,18
3	28,46	530,85
4	52,56	534,67
5	65,69	537,77
6	83,83	543,03
7	106,03	547,8
8	127,51	552,1
9	135,87	554,01
10	142,16	555,97
11	148,01	557,57
12	162,06	560,73
13	174,46	563,09
14	184,89	564,86
15	199,26	568,99
16	212,25	572,73
17	226,22	575,69
18	245,31	579,43
19	259,29	582,97
20	282,32	590,05
21	300,43	592,42
22	318,14	595,37
23	340,38	597,73
24	353,57	600,09
25	367,35	603,04
26	381,12	606,78
27	388,21	611,11
28	393,43	615,89

Stratigrafia

C'$_k$: coesione; **φ'$_k$**: Angolo di attrito; **γ$_{vk}$**: Peso dell'unita di volume; **γ$_{satk}$**: Peso dell'unita di volume saturo

Strato	**C'$_k$** (kg/cm²)	**φ'$_k$** (°)	**γ$_{vk}$** (Kg/m³)	**γ$_{sat\ k}$** (Kg/m³)	Litologia	
1	0.00	18	1900	2000	Detrito di Frana	
2	0.15	22	1920	2050	Substrato alterato	
3	0.25	24	1950	2100	Substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm²)
1	271	591,95	277	591,95	0,5

Pali...

N°	x m	y m	Diametro m	Lunghezza m	Inclinazione (°)	Interasse m
1	267,45	591,20	1,2	22	90	3.0
2	269,45	591,20	1,2	22	90	1,5

Risultati analisi pendio [NTC 2018:]

==========

Fs minimo individuato 1.31

==========

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=1,31

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11,21	-10,3	11,4	54535,21	5453,52	2726,76	0,0	18,0	0,0	58588,8	17674,8
2	11,21	5,5	11,26	133874,4	13387,44	6693,72	0,0	18,0	1217,0	117441,4	35017,5
3	11,21	7,6	11,31	106765,2	10676,52	5338,26	0,0	18,0	1357,1	88835,6	26602,5
4	11,21	9,0	11,35	104307,2	10430,72	5215,36	0,0	18,0	1803,3	81311,0	24435,2
5	11,21	10,7	11,41	118445,7	11844,57	5922,29	0,0	18,0	2431,5	87865,6	26541,7
6	11,21	13,9	11,55	138728,9	13872,89	6936,44	0,0	18,0	3231,5	98356,9	30079,3
7	11,21	16,1	11,67	122568,6	12256,86	6128,43	0,0	18,0	2615,3	89390,1	27621,4
8	11,21	13,7	11,54	126267,4	12626,74	6313,37	0,0	18,0	2170,4	97832,6	29893,3
9	11,21	12,1	11,47	163522,3	16352,23	8176,11	0,0	18,0	2405,0	131295,1	39861,2
10	11,21	11,6	11,45	129218,7	12921,87	6460,93	0,0	18,0	2156,0	101071,5	30627,2
11	11,21	11,3	11,44	122435,8	12243,58	6121,79	0,0	18,0	2609,4	89696,6	27150,4
12	11,21	12,4	11,48	118860,5	11886,05	5943,02	0,0	18,0	2450,0	87836,4	26696,0
13	11,21	16,4	11,69	107938,7	10793,87	5396,94	0,0	18,0	1963,0	82375,8	25481,1
14	11,21	13,0	11,51	156387,4	15638,74	7819,37	0,0	18,0	1948,4	129225,0	39362,4
15	11,21	11,5	11,44	161094,3	16109,43	8054,72	0,0	18,0	2195,0	131347,2	39783,0
16	11,21	10,2	11,39	166269,6	16626,96	8313,48	0,0	18,0	2727,1	130882,4	39469,8
17	11,21	13,5	11,53	164752,2	16475,22	8237,61	0,0	18,0	3055,4	125274,7	38236,0
18	11,21	16,1	11,67	122919,0	12291,9	6145,95	0,0	18,0	2630,9	89559,1	27660,9
19	11,21	15,4	11,63	128974,6	12897,46	6448,73	0,0	18,0	2900,9	92476,0	28475,8
20	11,21	11,9	11,46	102940,5	10294,05	5147,03	0,0	18,0	2110,7	76241,9	23129,2
21	11,21	11,2	11,43	125919,0	12591,9	6295,95	0,0	18,0	1776,2	102067,5	30879,1
22	11,21	11,7	11,45	146733,2	14673,32	7336,66	0,0	18,0	1462,3	125388,6	38010,7
23	11,21	14,2	11,57	113994,2	11399,42	5699,71	0,0	18,0	833,1	100407,3	30745,1
24	11,21	17,0	11,72	82449,11	8244,91	4122,46	0,0	18,0	0,0	79043,3	24530,8
25	11,21	17,1	11,73	129597,9	12959,79	6479,9	0,0	18,0	607,2	117719,5	36557,3
26	11,21	8,4	11,33	90372,65	9037,27	4518,63	0,0	18,0	1179,7	74708,5	22414,4
27	11,21	8,0	11,32	102618,1	10261,81	5130,91	0,0	18,0	1725,7	80713,9	24193,7
28	11,21	9,5	11,37	113153,9	11315,39	5657,69	0,0	18,0	2195,5	85525,4	25735,2
29	11,21	7,1	11,3	102824,8	10282,48	5141,24	0,0	18,0	1734,9	81029,8	24234,3
30	11,21	6,1	11,28	103971,9	10397,19	5198,6	0,0	18,0	1786,1	81835,9	24426,6
31	11,21	9,0	11,35	97120,92	9712,09	4856,05	0,0	18,0	1480,6	77854,6	23399,0
32	11,21	11,2	11,43	103702,3	10370,23	5185,11	0,0	18,0	1774,1	80690,1	24417,0
33	11,21	13,1	11,51	103354,6	10335,46	5167,73	0,0	18,0	1758,6	80321,8	24477,2
34	11,21	16,8	11,72	112123,2	11212,32	5606,16	0,0	18,0	2149,5	84382,5	26169,1
35	11,21	36,9	14,02	54519,61	5451,96	2725,98	0,0	18,0	0,0	55754,6	20696,1

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

INTERVENTO AL 18+000 - Relazione di calcolo strutturale

N. articolo/Riferimento

Data Settembre 2019	Scala/e /	Tavola n. **01**	Revisione n. 0

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Introduzione.

Le paratie sono opere di ingegneria civile che trovano molta applicazione in problemi legati alla stabilizzazione di versanti o al sostegno di rilevati di terreno. Tuttavia è anche facile sentire parlare di paratie che sono utilizzate per l'ormeggio di grandi imbarcazioni, o per puntellare pareti di trincee e altri scavi o per realizzare cassoni a tenuta stagna per lavori subacquei. Come si può quindi intuire grande importanza deve essere data alla progettazione di una simile opera, soprattutto per quanto riguarda il progetto strutturale e geotecnico. Per quanto riguarda l'aspetto del calcolo vale la pena sottolineare che non esistono, ad oggi, metodi esatti, e questo è anche dovuto alla complessa interazione tra la profondità di scavo, la rigidezza del materiale costituente la paratia e la resistenza dovuta alla pressione passiva. In ogni caso, i metodi correntemente utilizzati possono essere classificati in due categorie:

1. Metodi che si basano su una discretizzazione del modello di paratia (si parla di differenze finite o di elementi finiti);
2. Metodi che si basano su congetture di tipo semplicistico, al fine di poter affrontare il problema con il semplice studio dell'equilibrio di un corpo rigido.

Tra le due classi di metodi esposti all'elenco precedente, quello degli elementi finiti è quello che più di tutti risulta razionale, in quanto basato su considerazioni che coinvolgono sia la statica del problema (equilibrio) sia la cinematica (congruenza).

Tipi di paratie.

I tipi di paratie maggiormente utilizzate allo stato attuale possono essere classificati come segue:

1. Paratie in calcestruzzo armato, costruite per mezzo di pali o per mezzo di setti (entrambi armati);
2. Paratie di legno;
3. Paratie in acciaio.

Analisi della paratia.

Alcune considerazioni preliminari.

Gli elementi che concorrono al calcolo di una paratia sono vari. Si coinvolgono infatti concetti legati alla flessibilità dei pali, al calcolo della spinta del terrapieno, alla rigidezza del terreno ecc. Si osservi la seguente figura:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **500**

Pagina 500 - p_pz_0035715/2019

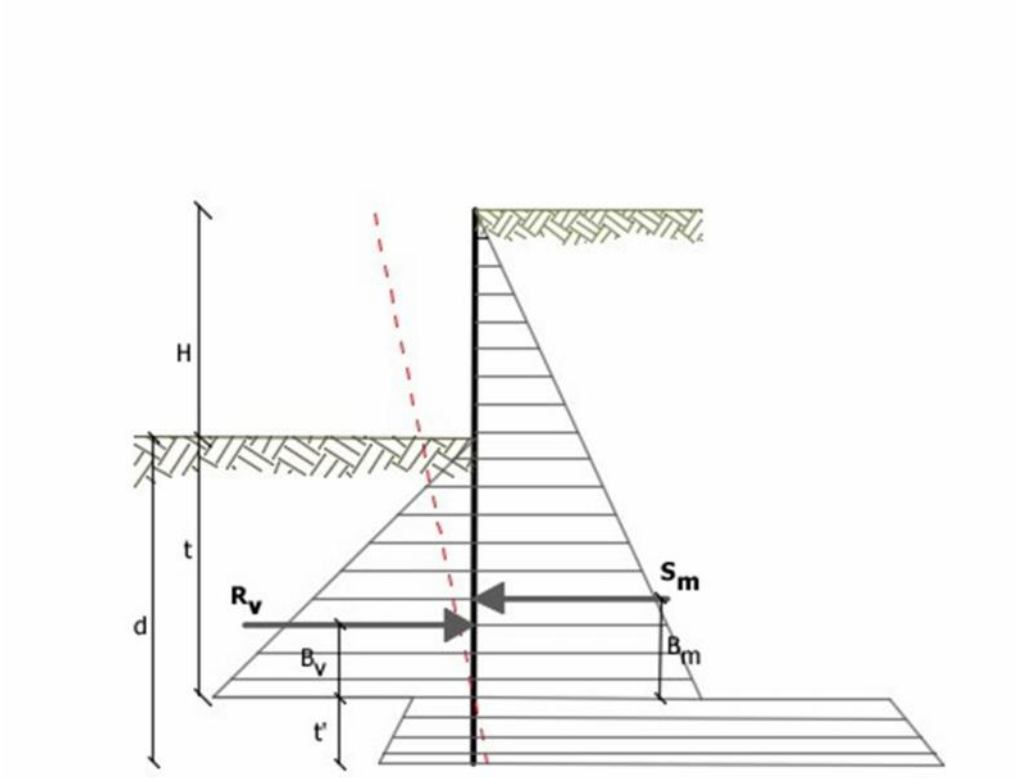


Figura 1: Schema delle pressioni agenti sulla paratia

Si vede che le pressioni laterali che sono chiamate a concorrere nell'equilibrio sono la pressione attiva sviluppata a tergo della paratia e la pressione passiva che si sviluppa nella parte anteriore della paratia (Parte di valle della paratia). Il calcolo, sia nell'ambito dei metodi semplificati che nell'ambito di metodi numerici, della spinta a tergo ed a valle della paratia viene solitamente condotto sia con il metodo di Rankine che con il metodo dI Coulomb. Si rileva però che il metodo di Coulomb fornisce risultati più accurati in quanto essendo la paratia un opera solitamente flessibile, e manifestando quindi spostamenti maggiori si generano fenomeni di attrito all'interfaccia paratia-terreno che possono essere tenuti in conto solo attraverso i coefficienti di spinta di Coulomb. Nell'utilizzo del metodo degli elementi finiti si deve calcolare anche un coefficiente di reazione del terreno ks, oltre che la spinta attiva e passive del terreno. Se si parla di analisi in condizioni non drenate è inoltre necessario conoscere il valore della coesione non drenata. E' inoltre opportuno considerare che se si vuole tenere debitamente in conto l'attrito tra terreno e opera si deve essere a conoscenza dell'angolo di attrito tra terreno e opera (appunto). In conclusione i parametri (in termini di proprietà del terreno) di cui si deve disporre per effettuare l'analisi sono i seguenti:

1. Angolo di attrito interno del terreno;
2. Coesione del terreno;
3. Peso dell'unità di volume del terreno;
4. Angolo di attrito tra il terreno ed il materiale che costituisce l'opera.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **501**

Pagina 501 - p_pz_0035715/2019

Calcolo delle spinte.

Come accennato in uno dei paragrafi precedenti, deve in ogni caso essere effettuato il calcolo della spinta attiva e passiva. Si espone quindi in questa sezione il calcolo delle spinte con il metodo di Coulomb.

Calcolo della spinta attiva.

La spinta attiva può essere calcolata con il metodo di Coulomb o alternativamente utilizzando la Teoria di Caquot.

Metodo di Coulomb.

Il metodo di Coulomb è capace di tenere in conto le variabili più significative, soprattutto con riguardo al fenomeno attritivo che si genera all'interfaccia paratia-terreno. Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione (valutata alla profondità z):

$$\sigma_h(z) = k_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta totale, che è l'integrale della relazione precedente su tutta l'altezza, è applicata ad 1/3 di H e si calcola con la seguente espressione:

$$S_t(z) = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato con ka il valore del coefficiente di pressione attiva, determinabile con la seguente relazione:

$$\begin{cases} k_a = \dfrac{\sin^2(\phi+\beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta-\delta)\cdot\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\varepsilon)}{\sin(\beta-\delta)\cdot\sin(\beta+\varepsilon)}}\right]^2} \\ \text{con } \delta < (\beta-\phi-\varepsilon) \text{ secondo Muller} - \text{Breslau} \end{cases}$$

γ_t Peso unità di volume del terreno;

β Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

Φ Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ Angolo di attrito terreno-paratia positivo se antiorario;

ε Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria;

Metodo di Caquot.

Il metodo di Coulomb risulta essere un metodo sufficientemente accurato per la valutazione dei coefficienti di pressione allo stato limite. Tuttavia soffre dell'ipotesi riguardante la planarità della superficie di scorrimento. Tale ipotesi è rimossa applicando la teoria di Caquot la quale si basa sull'utilizzo di una superficie di scorrimento a forma di spirale logaritmica. Secondo questa teoria il coefficiente di pressione attiva si determina utilizzando la seguente formula:

$$K_a = \rho \cdot K_a^{\text{Coulomb}}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **502**

Pagina 502 - p_pz_0035715/2019

- $K_a^{Coulomb}$ è il coefficiente di pressione attiva calcolato con la teoria di Coulomb;
- ρ è un coefficiente moltiplicativo calcolato con la seguente formula:

$$\rho = \left(\left[1 - 0.9 \cdot \lambda^2 - 0.1 \cdot \lambda\right] \cdot \left[1 - 0.3 \cdot \lambda^3\right]\right)^{-n}$$

Dove i simboli sono calcolati con le seguenti formule:

$$\lambda = \frac{\Delta + \beta - \Gamma}{4 \cdot \varphi - 2 \cdot \pi \cdot (\Delta + \beta - \Gamma)}$$

$$\Delta = 2 \cdot \tan^{-1}\left(\frac{\left|\cot(\delta)\right| - \sqrt{\cot^2(\delta) - \cot^2(\varphi)}}{1 + \cos\mathrm{ec}(\varphi)}\right)$$

$$\Gamma = \sin^{-1}\left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\varphi)}\right)$$

Dove i simboli hanno il seguente significato (vedere anche figura seguente):

- β è l'inclinazione del profilo di monte misurata rispetto all' orizzontale;
- φ è l' angolo di attrito interno del terreno spingente;
- δ è l' angolo di attrito all'interfaccia opera-terreno;

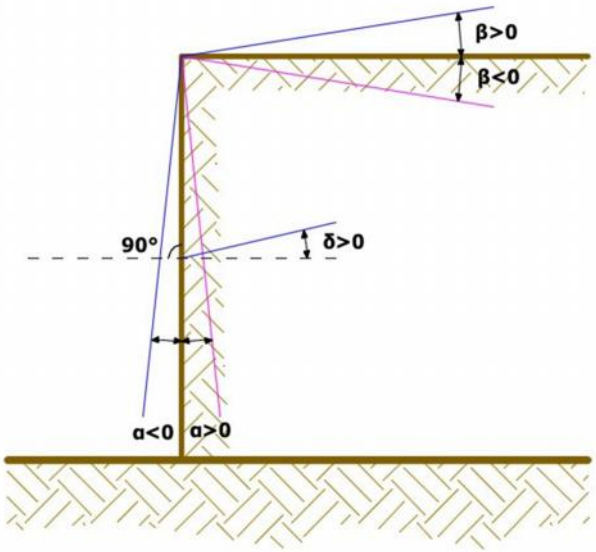


Figura 2: Convenzione utilizzata per il calcolo del coefficiente di pressione secondo la teoria di Caquot

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q, uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari:

$$\sigma_q(z) = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Integrando la tensione riportata alla formula precedente si ottiene la spinta totale dovuta al sovraccarico:

$$S_q = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta+\varepsilon)} \cdot H$$

Con punto di applicazione ad H/2 (essendo la distribuzione delle tensioni costante). Nelle precedenti formule i simboli hanno il seguente significato:

β	Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede
ε	Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria
Ka	Coefficiente di pressione attiva calcolato al paragrafo precedente

Striscia di carico su pc inclinato

Il carico agente viene decomposto in un carico ortogonale ed in uno tangenziale al terrapieno, le pressioni indotte sulla parete saranno calcolate come illustrato nei due paragrafi che seguono.

Striscia di carico ortogonale al piano di azione

Un carico ripartito in modo parziale di ascissa iniziale x1 ed ascissa finale x2 genera un diagramma di pressioni sulla parete i cui valori sono stati determinati secondo la formulazione di Terzaghi, che esprime la pressione alla generica profondità z come segue:

$$\sigma_q(z) = \frac{Q}{2\pi \times (2\Delta\theta + A)}$$

$$\tau_{xz} = -\frac{Q}{2\pi B}$$

Con:

$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$

$A = \text{sen}(2\theta_1) - \text{sen}(2\theta_2)$

$B = \cos(2\theta_1) - \cos(2\theta_2)$

$\theta_1 = \text{arctg}(z/x_1)$

$\theta_2 = \text{arctg}(z/x_2)$

Per integrazione si otterrà la risultante ed il relativo braccio.

Striscia di carico tangenziale al p.c.

$$\sigma_x = \frac{t}{2\pi \times (D - 2E)}$$

T= Intensità del carico [F/L²]

$D = 4 \cdot \log[\text{sen}\theta_1 / \text{sen}\theta_2]$

$E = \text{sen}^2\theta_1 - \text{sen}^2\theta_2$

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **504**

Pagina 504 - p_pz_0035715/2019

Linee di carico sul terrapieno

Le linee di carico generano un incremento di pressioni sulla parete che secondo BOUSSINESQ, alla profondità z, possono essere espresse come segue:

$$\sigma_x(x,z) = \frac{2V}{\pi \cdot x^2 \cdot z \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

$$\tau_{xz}(x,z) = \frac{2V}{\pi \cdot x \cdot z^2 \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

V= Intensità del carico espessa in [F/L];

X= Distanza, in proiezione orizzontale, del punto di applicazione del carico dalla parete;

Se il piano di azione è inclinato di ε viene ruotato il sistema di riferimento xz in XZ, attraverso la seguente trasformazione:

$$\begin{cases} X = x \cdot \cos(\varepsilon) - z \cdot \sin(\varepsilon) \\ Z = z \cdot \cos(\varepsilon) + x \cdot \sin(\varepsilon) \end{cases}$$

Spinta in presenza di falda acquifera

La falda con superficie distante Hw dalla base della struttura, induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z sono espresse come segue:

$$u(z) = \gamma_w \cdot z$$

La spinta idrostatica totale si ottiene per integrazione su tutta l'altezza della relazione precedente:

$$S_w = \frac{1}{2}\gamma_w \cdot H^2$$

Avendo indicato con H l'altezza totale di spinta e con γ_w il peso dell'unità di volume dell'acqua. La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{saturo} - \gamma_w$), peso specifico del materiale immerso in acqua. In condizioni sismiche la sovraspinta esercitata dall'acqua viene valutata nel seguente modo:

$$\Delta S_w = \frac{7}{12}\gamma_w \cdot {H_w}^2 \cdot C$$

applicata a 2/3 dell'altezza della falda Hw *[Matsuo O'Hara (1960) Geotecnica , R. Lancellotta]*

Effetto dovuto alla presenza di coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -\frac{2 \cdot c}{\sqrt{k_a}}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto della spinta per effetto della coesione. È stata calcolate l'altezza critica Zc come segue:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **505**

Pagina 505 - p_pz_0035715/2019

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma_t \cdot \sqrt{ka}} - \left\{ \frac{\left[Q \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta+\varepsilon)} \right]}{\gamma_t} \right\}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato

- Q Carico agente sul terrapieno eventualmente presente.
- γ_t Peso unità di volume del terreno
- β Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede
- ε Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria
- C Coesione del materiale
- K_a Coefficiente di pressione attiva, come calcolato ai passi precedenti

Nel caso in cui si verifichi la circostanza che la Zc, calcolata con la formula precedente, sia minore di zero è possibile sovrapporre direttamente gli effetti dei diagrammi, imponendo un decremento al diagramma di spinta originario valutato come segue:

$$S_c = P_c \cdot H$$

Dove si è indicata con il simbolo H l'altezza totale di spinta.

Sisma

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sulla parete è data da:

$$E_d = \frac{1}{2}\gamma \cdot (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- H altezza di scavo
- K_v coefficiente sismico verticale
- γ peso per unità di volume del terreno
- K coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico) (vedi Mononobe & Okabe)
- E_{ws} spinta idrostatica dell'acqua
- E_{wd} spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo β della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **506**

Pagina 506 - p_pz_0035715/2019

$$tg\vartheta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H'^2$$

Con H' altezza del livello di falda (riportata nella sezione relativa al calcolo della spinta idrostatica).

Resistenza passiva

Anche per il calcolo della resistenza passiva si possono utilizzare i due metodi usati nel calcolo della pressione allo stato limite attivo (metodo di Coulomb e metodo di Caquot).

Metodo di Coulomb

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni in condizioni di stato limite passivo risulta lineare con legge del tipo del tipo:

$$\sigma_p(z) = k_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

Ancora una volta integrando la precedente relazione sull'altezza di spinta (che per le paratie deve essere valutata attentamente) si ottiene la spinta passiva totale:

$$S_t = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato al solito con H l'altezza di spinta, gt il peso dell'unità di volume di terreno e con kp il coefficiente di pressione passiva (in condizioni di stato limite passivo). Il valore di questo coefficiente è determinato con la seguente formula:

$$\begin{cases} k_p = \dfrac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\dfrac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)}}\right]^2} \\ \text{con } \delta < \beta - \phi - \varepsilon \text{ secondo Muller} - \text{Breslau} \end{cases}$$

con valori limite pari a:$\delta < \beta\text{-}\Phi\text{-}\varepsilon$ (Muller-Breslau).

Metodo di Caquot

Il metodo di Caquot differisce dal metodo di Coulomb per il calcolo del coefficiente di pressione allo stato limite passivo. Il coefficiente di pressione passiva viene calcolato, con questo metodo, interpolando i valori della seguente tabella:

Coefficient of passive earth pressure K_p for δ = -¶											
α[°]	φ[°]	K_p when β°									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	10	1,17	1,41	1,53							

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **507**

Pagina 507 - p_pz_0035715/2019

	15	1,30	1,70	1,92	2,08						
	20	1,71	2,08	2,42	2,71	2,92					
	25	2,14	2,81	2,98	3,88	4,22	4,43				
-30	30	2,78	3,42	4,18	5,01	5,98	8,94	7,40			
	35	3,75	4,73	5,87	7,21	8,78	10,80	12,50	13,80		
	40	5,31	8,87	8,77	11,00	13,70	17,20	24,80	25,40	28,40	
	45	8,05	10,70	14,20	18,40	23,80	90,60	38.90	49,10	60,70	69,10
	10	1,36	1,58	1,70							
	15	1,68	1,97	2,20	2,38						
	20	2,13	2,52	2,92	3,22	3,51					
	25	2,78	3,34	3,99	4,80	5,29	5,57				
-20	30	3,78	4,81	8,58	8,81	7,84	9,12	9,77			
	35	5,38	8,89	8,28	10,10	12,20	14,80	17,40	19,00		
	40	8,07	10,40	12,00	18,50	20,00	25,50	38,50	37,80	42,20	
	45	13,2	17,50	22,90	29,80	38,30	48,90	82,30	78,80	97,30	111,04
	10	1,52	1,72	1,83							.
	15	1,95	2,23	2,57	2,88						
	20	2,57	2,98	3,42	3,75	4,09					
	25	3,50	4,14	4,90	5,82	8,45	8,81				
-10	30	4,98	8,01	7,19	8,51	10,10	11,70	12,80			
	35	7,47	9,24	11,30	13,80	18,70	20,10	23,70	26,00		
	40	12,0	15,40	19,40	24,10	29,80	37,10	53,20	55,10	61,80	
	45	21,2	27,90	38,50	47,20	80,80	77,30	908,20	124,00	153,00	178,00
	10	1,84	1,81	1,93							
	15	2,19	2,46	2,73	2,91						
	20	3,01	3,44	3,91	4,42	4,66					
	25	4,28	5,02	5,81	8,72	7,71	8,16				
0	30	8,42	7,69	9,19	10,80	12,70	14,80	15,90			
	35	10,2	12,60	15,30	18,80	22,30	28,90	31,70	34,90		
	40	17,5	22,30	28,00	34,80	42,90	53,30	78,40	79,10	88,70	
	45	33,5	44,10	57,40	74,10	94,70	120,00	153,00	174,00	240,00	275,00
	10	1,73	1,87	1,98							
	15	2,40	2,65	2,93	3,12						
	20	3,45	3,90	4,40	4,96	5,23					
10	25	5,17	5,99	6,90	7,95	9,11	9,67				
	30	8,17	9,69	11,40	13,50	15,90	18,50	19,90			

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **508**

Pagina 508 - p_pz_0035715/2019

	35	13,8	16,90	20,50	24,80	29,80	35,80	42,30	46,60		
	40	25,5	32,20	40,40	49,90	61,70	76,40	110,00	113,00	127,00	
	45	52,9	69,40	90,90	116,00	148,00	i88,00	239,00	303,00	375,00	431,00
	10	1,78	1,89 I	2,01							
	15	2,58	2,821	3,11	3,30						
	20	3,90	4,38	4,92	5,53	5,83					
20	25	6,18	7,12	8,17	9,39	10,70	11,40				
	30	10,4	12,30	14,40	16,90	20,00	23,20	25,00			
	35	18,7	22,80	27,60	33,30	40,00	48,00	56,80	62,50		
	40	37,2	46,90	58,60	72,50	89,30	111,00	158,00	164,00	185,00	
	45	84,0	110,00	143,00	184,00	234,00	297,00	378,00	478,00	592,00	680,00

Tabella: Valutazione del coefficiente di pressione passiva con la teoria di Caquot

Carico uniforme sul terrapieno

La resistenza indotta da un carico uniformemente distribuito Sq vale:

$$S_q = k_p \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\text{sen}\beta}{\text{sen}(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione pari a H/2 (essendo il diagramma delle tensioni orizzontali costante per tutta l'altezza). Nella precedente formula k_p è il coefficiente di spinta passiva valutato al paragrafo precedente.

Coesione

La coesione determina un incremento di resistenza pari a:

$$Pc = 2c \cdot \sqrt{k_p}$$

Tale incremento va a sommarsi direttamente al diagramma principale di spinta.

Metodo dell'equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nel ricercare soluzioni, al problema di verifica o di progetto, che siano compatibili con il solo aspetto statico del problema. In sostanza si ragiona in termini di equilibrio di un corpo rigido, senza preoccuparsi della congruenza cinematica degli spostamenti. I principali schemi di calcolo cui si farà riferimento sono i seguenti:

1. Paratia a sbalzo;
2. Paratia tirantata ad estremo libero;
3. Paratia tirantata ad estremo fisso;

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **509**

Pagina 509 - p_pz_0035715/2019

Paratia a sbalzo: calcolo della profondità d'infissione limite

Per paratia non tirantata, la stabilità è assicurata dalla resistenza passiva del terreno che si trova a valle della stessa; dall'equilibrio dei momenti rispetto al centro di rotazione si ottiene:

$$S_m \cdot B_m - R_v \cdot B_v = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- S_m componente orizzontale della spinta attiva;
- B_m braccio di S_m rispetto ad O centro di rotazione;
- R_V componente orizzontale della resistenza passiva;
- B_V braccio di R_V rispetto ad O centro di rotazione;

ogni termine risulta funzione di t dove t è la profondità del centro di rotazione rispetto al piano di riferimento di valle (piano campagna a valle). La lunghezza necessaria per assicurare l'equilibrio alla traslazione orizzontale si ottiene aumentando t come segue:

$$t' = a \cdot t \quad d = t \cdot (1 + a) \quad \text{dove} \quad a = 0.2 \ (\text{Metodo di Blum})$$

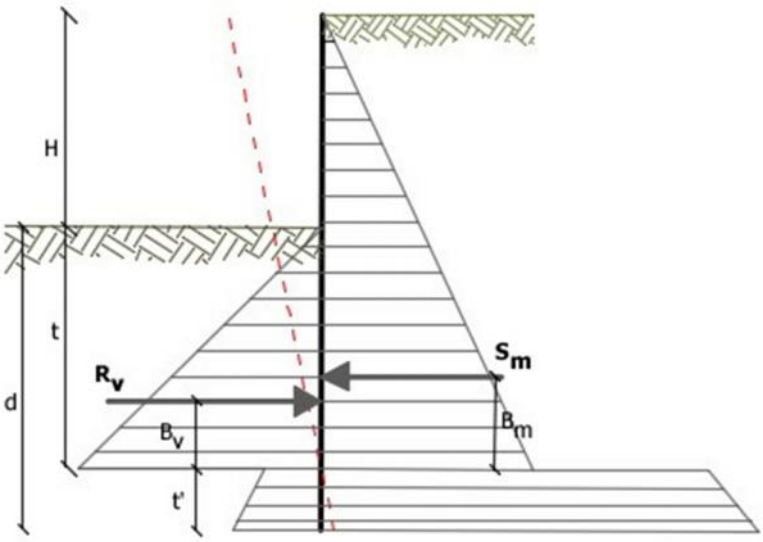


Figura 32: Schema di riferimento per il calcolo dell'equilibrio della paratia

Coefficiente di sicurezza sulla resistenza passiva

La lunghezza d'infissione d come sopra determinata è relativa alla condizione limite di incipiente collasso, tramite un coefficiente F. E' possibile introdurre un margine di sicurezza sulle resistenze passive; la riduzione si effetua come segue:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **510**

Pagina 510 - p_pz_0035715/2019

$$S_m \cdot B_m - \frac{R_v}{F} \cdot B_v = 0$$

Paratia tirantata ad estremo libero: calcolo della profondità d'infissione limite

La stabilità dell'opera è assicurata anche dai tiranti ancorati sulla paratia. Per utilizzare lo schema di calcolo ad estremo libero, la paratia deve essere sufficientemente corta e rigida. La lunghezza di infissione, sarà determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione sull'origine del tirante indicato B1

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - R_v \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- S_m componente orizzontale spinta attiva;
- H altezza terreno da sostenere;
- t profondità di infissione calcolata;
- B_m braccio di S_m rispetto alla base della paratia;
- P_m ordinata del punto di applicazione del tirante a monte;
- R_v componente orizzontale della resistenza passiva;
- B_v braccio di R_v.

Noto t, si determinano S_m ed R_v ed il relativo sforzo del tirante.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze passive

La lunghezza d'infissione sarà ulteriormente aumentata per avere margine di sicurezza in condizioni di esercizio tramite il coefficiente di sicurezza F:

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - \frac{R_v}{F} \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Paratia tirantata ad estremo fisso: calcolo della profondità d'infissione limite

Se la sezione più profonda della paratia non trasla e non ruota può essere assimilata ad un incastro, in tal caso la paratia si definisce ad estremo fisso. Un procedimento elaborato da BLUM consente di ricavare la profondità d'infissione (t+t'), imponendo le condizioni cinematiche di spostamenti nulli alla base dell'opera ed all'origine del tirante (B1), e le condizioni statiche di momento e taglio nullo alla base della paratia. Si perviene ad una equazione di 5° grado in (t+t') che può essere risolta in modo agevole.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze

Per aumentare il fattore di sicurezza sono stati introdotti negli sviluppi numerici, valori delle resistenze passive ridotte.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **511**

Pagina 511 - p_pz_0035715/2019

Metodo degli elementi finiti (FEM)

Il metodo degli elementi finiti è il metodo che più di tutti si fonda su basi teoriche solide e razionali. Di fatti tutto il metodo presuppone che il problema sia affrontato tenendo in conto sia l'aspetto statico (e quindi l'equilibrio del problema, sia l'aspetto cinematica (e quindi la congruenza degli spostamenti o meglio delle deformazioni). In questo approccio la paratia è modellata come un insieme di travi, con vincolo di continuità tra loro (elementi beam) vincolati al terreno mediante molle elastiche, la cui rigidezza è valutata in funzione delle proprietà elastiche del terreno. Nella figura che segue è mostrato schematicamente il modello utilizzato per l'analisi ad elementi finiti:

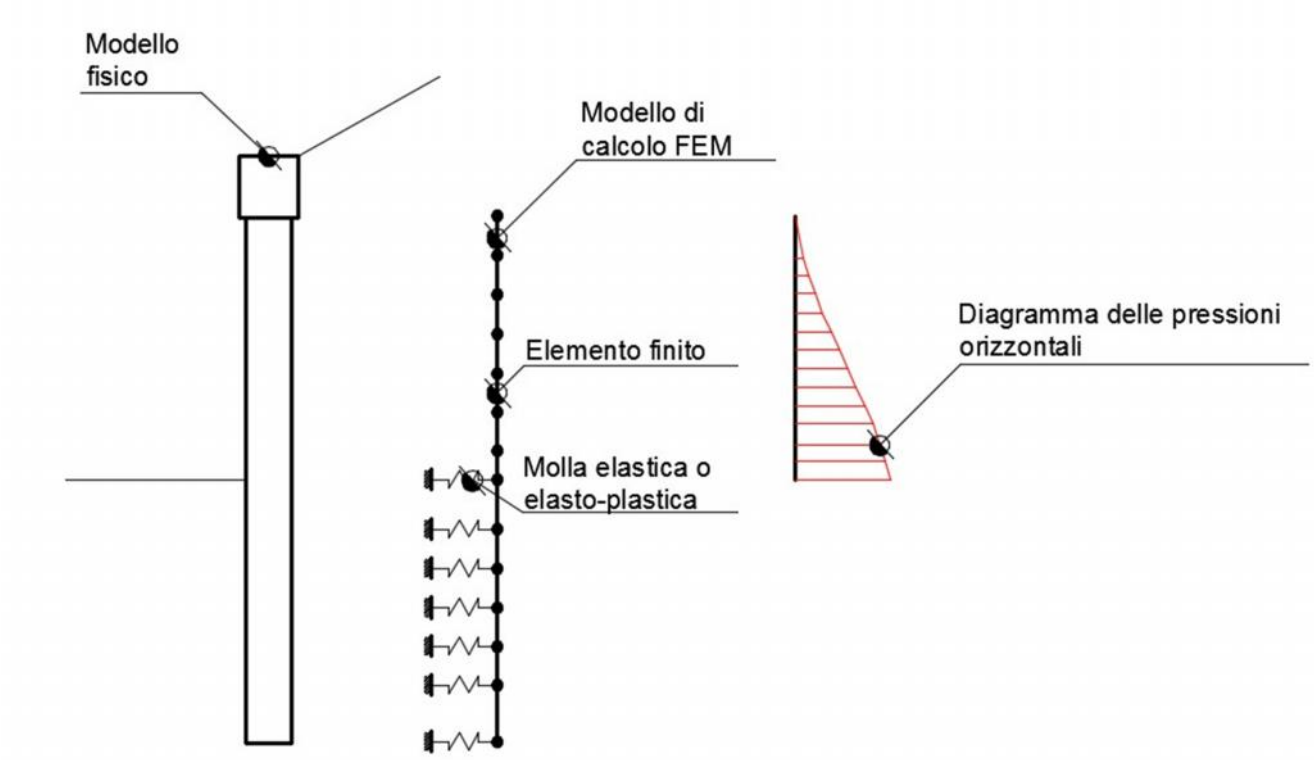


Figura 4: Schematizzazione della paratia ad elementi finiti

Vari aspetti hanno importanza centrale in questo metodo di calcolo. Si riportano nel seguito gli aspetti essenziali.

Calcolo del modulo di rigidezza Ks del terreno

Come già detto in precedenza, il terreno viene schematizzato con delle molle di rigidezza Ks applicate sui nodi dei conci compresi tra il nodo di fondo scavo e l'estremità di infissione. La stima della rigidezza *Ks* è stata effettuata sulla base della capacità portante delle fondazioni secondo la seguente formula:

$$ks = A_s + B_s \cdot z^n$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- A_S costante, calcolata come segue As=C·(c·Nc+0.5·G·B·Ng)
- B_S coefficiente funzione della profondità Bs=C·G·Nq
- Z Profondità in esame
- C 40 nel sistema internazionale SI

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **512**

Pagina 512 - p_pz_0035715/2019

$n = \pi \cdot \tan\varphi$

N_q $\exp[n \cdot (\tan^2(45° + \varphi/2)$

N_c $(N_q-1) \cdot \cot\varphi$

N_g $1.5 \cdot (N_q-1) \cdot \tan\varphi$

Tiranti

I tiranti vengono schematizzati come elementi elastici, con sezione trasversale di area pari ad A modulo di elasticità E e lunghezza L. Per un tratto di paratia di larghezza unitaria, l'azione dei tiranti inclinati di un angolo β vale:

$$F = \frac{A \cdot E}{S \cdot L} \cdot \cos(\beta)$$

Sifonamento

Il sifonamento è un fenomeno che in una fase iniziale si localizza al piede della paratia, e poi rapidamente si estende nell'intorno del volume resistente. Si verifica quando, per una elevata pressione idrodinamica o di infiltrazione, si annullano le pressioni passive efficaci, con la conseguente perdita di resistenza del terreno. Si assume di norma un fattore di sicurezza $F_{sif} = 3.5\text{-}4$ Indicando con:

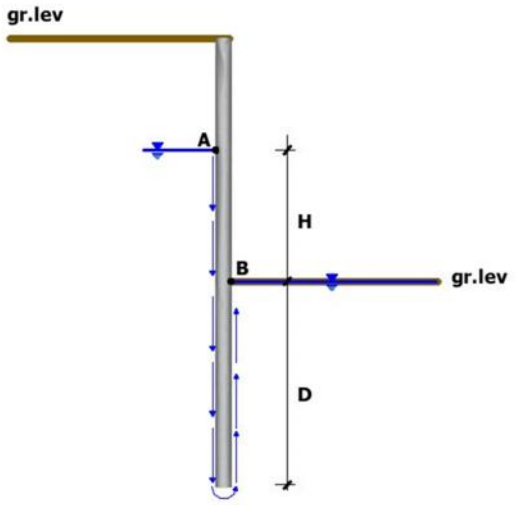
ic Gradiente Idraulico critico;

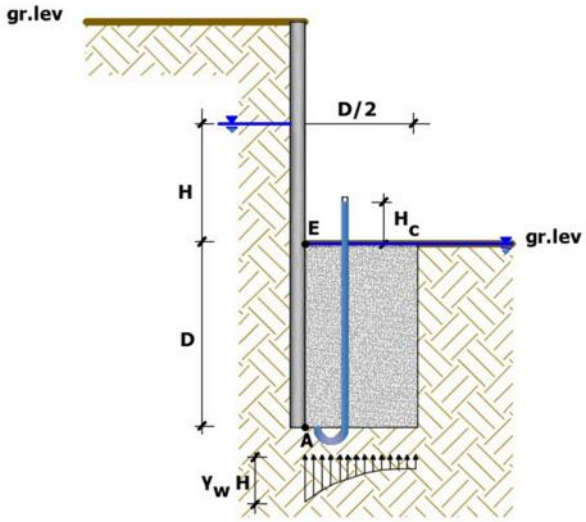
ie Gradiente Idraulico in condizioni di esercizio;

Il margine di sicurezza è definito come rapporto tra *ic* ed *ie*, se $ie < ic$ la paratie è stabile.

Verifica di sollevamento del fondo scavo.

Nel caso di un diaframma infisso nel terreno, la presenza della falda in posizioni tali da innescare un moto di filtrazione comporta l'instaurarsi di una forza di filtrazione che, se diretta verso l'alto, può annullare il peso del terreno il quale, in assenza di coesione, può essere trascinato dal flusso dell'acqua e compromettere la stabilità dell'opera. Il fenomeno della stabilità del fondo scavo, analogo a quello del sifonamento, è stato affrontato per la prima volta da Terzaghi (1943). A differenza del sifonamento, che è un fenomeno localizzato nel punto di sbocco della prima linea di flusso, quello del sollevamento del fondo scavo si estende per una profondità pari a quella d'infissione della paratia per una larghezza pari a metà di tale infissione.





Per semplificare il problema della determinazione dell'effettivo andamento della pressione interstiziale nel punto A, si assume che il valore della sovrappressione al piede del diaframma sia costante sulla lunghezza D/2 e pari a $\gamma_w x H_c$. Per determinare H_c si ricorre all'espressione del gradiente di efflusso i_E:

$$i_E = \frac{H_c}{D} = \frac{H}{H+2D}$$

Da cui si ottiene:

$$H_c = \frac{H \cdot D}{H+2D}$$

La forza di filtrazione S_W che tende a sollevare il blocco di terreno coinvolto è pari a:

$$S_w = H_c \cdot \gamma_w \cdot \frac{D}{2}$$

Le condizioni limite di stabilità vengono raggiunte quando S_W uguaglia il peso efficace del blocco, pertanto il fattore di sicurezza a sollevamento del fondo scavo si definisce come il rapporto tra il peso efficace del blocco e la forza di filtrazione:

$$F_s = \frac{W'}{S_w} = \frac{\gamma' \cdot \frac{D}{2}}{H_c \cdot \gamma_w \cdot \frac{D}{2}} = \frac{\gamma' \cdot D}{H_c \cdot \gamma_w}$$

Verifica delle sezioni e calcolo armature

Il calcolo delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio della paratia soggetta alle sollecitazioni N,M e T, si effettuano sulla sezione maggiormente sollecitata. Le sollecitazioni di calcolo sono ottenute come prodotto tra le sollecitazioni ottenute con un calcolo a metro lineare e l'interasse tra i pali (o larghezza dei setti se la paratia è costituita da setto):

$$N_d = N' \cdot i; M_d = M' \cdot i; T_d = T' \cdot i$$

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **514**

Pagina 514 - p_pz_0035715/2019

Dove M', M', T' rappresentano il momento il taglio e lo sforzo normale relativi ad una striscia unitaria di calcolo mentre i è l'interasse tra i pali per paratia costituita da pali o micropali (o larghezza setti per paratia costituita da setti).

Archivio materiali

CONGLOMERATI

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29960	20	11.33	1.03	2.21
2	C25/30	30	31470	25	14,16	1,19	2,56
3	C28/35	35	32300	28	15,86	1,28	2,76
4	C40/50	50	35220	40	19,83	1,49	3,2

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	ß1*ß2 in.	ß1*ß2 fin.
1	B450C	200000	450	391,3	540	391,3	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	200000	450	391,3	540	450	.05	.04	1	0,5
3	S235H	210000	235	204,35	360	204,35	0,05	0,04	1	0,5
4	S275H	210000	275	239,13	430	239,13	0,05	0,04	1	0,5
5	S355H	210000	355	308,7	510	308,7	0,05	0,04	1	0,5
6	C1860	200205	1600	1116	1860	1116	0.05	0.04	1	0.5

GEOMETRIA SEZIONE

Sezione	Circolare Barre	
Calcestruzzo	C25/30	
Acciaio	B450C	
Nome	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	
Diametro	1	m
Disposizione	Quinconce	
Interasse Iy	2	m
Interasse Ix	1,1	m

Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	1,5	cm
Fattore tolleranza spostamento	0,03	cm
Tipo analisi	Lineare	
Massimo numero di iterazioni	1	
Fattore riduzione molla fondo scavo	1	
Profondità infissione iniziale	8	m
Incremento profondità infissione	0,2	m

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **515**

Pagina 515 - p_pz_0035715/2019

Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	8

Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m³]	Peso specifico saturo [kN/m³]	Coesione [kN/m²]	Angolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	19,0	20,0	0,0	18,0	1,0	1470,0	12,0	-12,0	4,0	8,0	DETRITO DI FRANA
2	19,5	21,0	25,0	24,0	1,0	5883,0	16,0	-16,0	25,0	0,0	FLYSH DI GORGOGLIONE

Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

Descrizione zona		
Latitudine	40,5425	[°]
Longitudine	16,0700	[°]

Dati opera

Tipo opera	Opere ordinarie	
Classe d'uso	III	
Vita nominale	50	[anni]
Vita di riferimento	75	[anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo	B
Categoria topografica	T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	45	0,60	2,41	0,31
SLD	75	0,76	2,47	0,32
SLV	712	1,95	2,49	0,37
SLC	1462	2,45	2,51	0,38

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **516**

Pagina 516 - p_pz_0035715/2019

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: SLC

SL	Amax [m/sec²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,72	0,71	0,05	0,03
SLD	0,91	0,71	0,07	0,03
SLV	2,34	0,71	0,17	0,08
SLC	2,82	0,71	0,20	0,10

Carichi

Fase: 1

Descrizione	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profondità [m]	Valore [kN]-[kPa]
CARICO STRADA	Strisce	2,5	8,5	0,36	1,21	0	20

Risultati analisi strutturale

Fase: 1 Risultati analisi strutturale

Fase: 1 - Combinazione: 1

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0,57	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	71,84	-1,04	-10,129	20Ø24	71,84	-952,59	912,86	Verificata
1,14	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	83,85	-6,91	-27,233	20Ø24	83,84	-955,86	138,39	Verificata
1,71	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	96,85	-22,48	-51,569	20Ø24	96,84	-959,39	42,67	Verificata
2,29	CIRCOLARE	108,85	-51,96	-83,155	20Ø24	108,85	-962,66	18,53	Verificata

	QUINCONCE 1 mt.--								
2,86	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	121,86	-99,50	-121,936	20Ø24	121,86	-966,19	9,71	Verificata
3,43	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	133,86	-169,14	-166,078	20Ø24	133,86	-969,43	5,73	Verificata
4,00	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	146,86	-263,93	-188,072	20Ø24	146,86	-972,94	3,69	Verificata
4,28	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	207,17	-315,67	-155,530	20Ø24	207,17	-989,17	3,13	Verificata
4,55	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	212,48	-358,66	-125,727	20Ø24	212,48	-990,59	2,76	Verificata
4,83	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	217,80	-393,45	-92,809	20Ø24	217,80	-992,01	2,52	Verificata
5,10	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	223,11	-419,31	-64,380	20Ø24	223,10	-993,43	2,37	Verificata
5,38	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	228,42	-436,93	-37,691	20Ø24	228,42	-994,86	2,28	Verificata
5,66	CIRCOLARE QUINCO	233,73	-447,17	-12,846	20Ø24	233,73	-996,28	2,23	Verificata

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **518**

Pagina 518 - p_pz_0035715/2019

	NCE 1 mt.--								
5,93	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	239,04	-450,82	7,722	20Ø24	239,04	-997,70	2,21	Verificata
6,21	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	244,36	-448,51	26,793	20Ø24	244,35	-999,12	2,23	Verificata
6,48	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	249,67	-441,13	44,874	20Ø24	249,67	-1000,54	2,27	Verificata
6,76	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	254,98	-429,05	60,174	20Ø24	254,98	-1001,95	2,34	Verificata
7,03	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	260,29	-412,59	72,676	20Ø24	260,29	-1003,36	2,43	Verificata
7,31	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	265,60	-392,58	84,403	20Ø24	265,61	-1004,78	2,56	Verificata
7,59	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	270,91	-369,33	93,702	20Ø24	270,91	-1006,19	2,72	Verificata
7,86	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	276,23	-343,48	100,640	20Ø24	276,23	-1007,60	2,93	Verificata
8,14	CIRCOLARE QUINCONCE 1	281,54	-315,66	106,391	20Ø24	281,54	-1009,01	3,20	Verificata

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **519**

Pagina 519 - p_pz_0035715/2019

	mt.--								
8,41	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	286,85	-286,34	110,002	20Ø24	286,84	-1010,42	3,53	Verificata
8,69	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	292,16	-256,01	111,428	20Ø24	292,17	-1011,84	3,95	Verificata
8,97	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	297,47	-225,25	111,204	20Ø24	297,48	-1013,25	4,50	Verificata
9,24	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	302,79	-194,58	109,136	20Ø24	302,78	-1014,66	5,21	Verificata
9,52	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	308,10	-164,47	105,455	20Ø24	308,09	-1016,07	6,18	Verificata
9,79	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	313,41	-135,39	99,816	20Ø24	313,41	-1017,47	7,51	Verificata
10,07	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	318,72	-107,87	92,861	20Ø24	318,73	-1018,87	9,45	Verificata
10,34	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	324,03	-82,33	83,295	20Ø24	324,02	-1020,27	12,39	Verificata
10,62	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	329,34	-59,40	72,485	20Ø24	329,35	-1021,68	17,20	Verificata

10,90	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	334,66	-39,56	60,702	20Ø24	334,66	-1023,08	25,86	Verificata
11,17	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	339,97	-22,91	45,142	20Ø24	339,98	-1024,48	44,71	Verificata
11,45	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	345,28	-10,39	28,189	20Ø24	345,27	-1025,88	98,75	Verificata
11,72	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	350,59	-2,80	9,871	20Ø24	350,59	-1027,28	367,01	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione puntoni [°]
0,57	1,07E-03	-1,96E-03	-16,13	19,1Ø10	Calcestruzzo=1261,16 Staffe=571,94	0,02	Verificata	21,80
1,14	1,07E-03	-1,96E-03	-16,04	19,1Ø10	Calcestruzzo=1262,11 Staffe=571,64	0,05	Verificata	21,80
1,71	1,08E-03	-1,96E-03	-15,93	19,1Ø10	Calcestruzzo=1263,14 Staffe=571,30	0,09	Verificata	21,80
2,29	1,08E-03	-1,96E-03	-15,83	19,1Ø10	Calcestruzzo=1264,09 Staffe=571,00	0,15	Verificata	21,80

2,86	1,09E-03	-1,96E-03	-15,72	19,1Ø10	Calcestruzzo=1265,12 Staffe=570,67	0,21	Verificata	21,80
3,43	1,09E-03	-1,96E-03	-15,62	19,1Ø10	Calcestruzzo=1266,08 Staffe=570,37	0,29	Verificata	21,80
4,00	1,10E-03	-1,96E-03	-15,52	19,1Ø10	Calcestruzzo=1277,91 Staffe=567,08	0,33	Verificata	21,80
4,28	1,12E-03	-1,96E-03	-15,04	19,1Ø10	Calcestruzzo=1282,72 Staffe=565,61	0,27	Verificata	21,80
4,55	1,12E-03	-1,96E-03	-14,99	19,1Ø10	Calcestruzzo=1283,15 Staffe=565,48	0,22	Verificata	21,80
4,83	1,12E-03	-1,96E-03	-14,95	19,1Ø10	Calcestruzzo=1283,57 Staffe=565,35	0,16	Verificata	21,80
5,10	1,13E-03	-1,96E-03	-14,91	19,1Ø10	Calcestruzzo=1284,00 Staffe=565,22	0,11	Verificata	21,80
5,38	1,13E-03	-1,96E-03	-14,87	19,1Ø10	Calcestruzzo=1284,42 Staffe=565,09	0,07	Verificata	21,80
5,66	1,13E-03	-1,96E-03	-14,83	19,1Ø10	Calcestruzzo=1284,85 Staffe=564,96	0,02	Verificata	21,80
5,93	1,13E-03	-1,96E-03	-14,78	19,1Ø10	Calcestruz	0,01	Verificata	21,80

					zo=1285,27 Staffe=564,84			
6,21	1,14E-03	-1,96E-03	-14,74	19,1Ø10	Calcestruzzo=1285,70 Staffe=564,71	0,05	Verificata	21,80
6,48	1,14E-03	-1,96E-03	-14,70	19,1Ø10	Calcestruzzo=1286,13 Staffe=564,58	0,08	Verificata	21,80
6,76	1,14E-03	-1,96E-03	-14,66	19,1Ø10	Calcestruzzo=1286,55 Staffe=564,46	0,11	Verificata	21,80
7,03	1,14E-03	-1,96E-03	-14,62	19,1Ø10	Calcestruzzo=1286,98 Staffe=564,33	0,13	Verificata	21,80
7,31	1,14E-03	-1,96E-03	-14,58	19,1Ø10	Calcestruzzo=1287,41 Staffe=564,21	0,15	Verificata	21,80
7,59	1,15E-03	-1,96E-03	-14,54	19,1Ø10	Calcestruzzo=1287,84 Staffe=564,08	0,17	Verificata	21,80
7,86	1,15E-03	-1,96E-03	-14,50	19,1Ø10	Calcestruzzo=1288,27 Staffe=563,95	0,18	Verificata	21,80
8,14	1,15E-03	-1,96E-03	-14,45	19,1Ø10	Calcestruzzo=1288,69 Staffe=563,83	0,19	Verificata	21,80
8,41	1,15E-03	-1,96E-03	-14,41	19,1Ø10	Calcestruzzo=1289,1	0,20	Verificata	21,80

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **523**

Pagina 523 - p_pz_0035715/2019

					2 Staffe=563 ,70			
8,69	1,15E-03	-1,96E-03	-14,37	19,1Ø10	Calcestruz zo=1289,5 5 Staffe=563 ,58	0,20	Verificata	21,80
8,97	1,16E-03	-1,96E-03	-14,33	19,1Ø10	Calcestruz zo=1289,9 7 Staffe=563 ,45	0,20	Verificata	21,80
9,24	1,16E-03	-1,96E-03	-14,29	19,1Ø10	Calcestruz zo=1290,4 0 Staffe=563 ,33	0,19	Verificata	21,80
9,52	1,16E-03	-1,96E-03	-14,25	19,1Ø10	Calcestruz zo=1290,8 3 Staffe=563 ,20	0,19	Verificata	21,80
9,79	1,16E-03	-1,96E-03	-14,21	19,1Ø10	Calcestruz zo=1291,2 6 Staffe=563 ,08	0,18	Verificata	21,80
10,07	1,17E-03	-1,96E-03	-14,17	19,1Ø10	Calcestruz zo=1291,6 9 Staffe=562 ,96	0,16	Verificata	21,80
10,34	1,17E-03	-1,96E-03	-14,13	19,1Ø10	Calcestruz zo=1292,1 2 Staffe=562 ,83	0,15	Verificata	21,80
10,62	1,17E-03	-1,96E-03	-14,09	19,1Ø10	Calcestruz zo=1292,5 5 Staffe=562 ,71	0,13	Verificata	21,80
10,90	1,17E-03	-1,96E-03	-14,05	19,1Ø10	Calcestruz zo=1292,9 8	0,11	Verificata	21,80

					Staffe=562,59			
11,17	1,17E-03	-1,96E-03	-14,01	19,1Ø10	Calcestruzzo=1293,41 Staffe=562,46	0,08	Verificata	21,80
11,45	1,18E-03	-1,96E-03	-13,97	19,1Ø10	Calcestruzzo=1293,84 Staffe=562,34	0,05	Verificata	21,80
11,72	1,18E-03	-1,96E-03	-13,93	19,1Ø10	Calcestruzzo=1294,27 Staffe=562,22	0,02	Verificata	21,80

RISULTATI ANALISI STRUTTURALE TRAVE DI TESTATA

DATI GEOMETRI DELLA TRAVE DI COLLEGAMENTO

Diametro	1	m	
Interasse X	1,1	m	
Lunghezza complessiva	10	m	
Interasse Y	2	m	
Modulo elasticità	2,06E+08	KN/m2	
Modulo Poisson	0,4		
Area sezione	2,4	m2	
Momento inerzia	0,2	m4	

MODELLO DI CALCOLO E SCHEMA DELLE FORZE

Carico sulla trave	1		
Posizione	0	m	
Forza applicata	0	kN	
Appoggio fisso			
Costante elastica vincolo cedevole (ks)	0	kN/m	

Carico sulla trave	2		
Posizione	0,55	m	
Forza applicata	200	kN	
Appoggio cedevole			
Costante elastica vincolo cedevole (ks)	0	kN/m	

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **525**

Pagina 525 - p_pz_0035715/2019

Carico sulla trave 3
Posizione 1,1 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 4
Posizione 1,65 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 5
Posizione 2,2 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 6
Posizione 2,75 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 7
Posizione 3,3 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 8
Posizione 3,85 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 9
Posizione 4,4 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **526**

Pagina 526 - p_pz_0035715/2019

Carico sulla trave 10
Posizione 4,95 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 11
Posizione 5,5 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 12
Posizione 6,05 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 13
Posizione 6,6 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 14
Posizione 7,15 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 15
Posizione 7,7 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 16
Posizione 8,25 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **527**

Pagina 527 - p_pz_0035715/2019

Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 17
Posizione 8,8 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 18
Posizione 9,35 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 19
Posizione 9,9 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

SOLLECITAZIONI

Momento massimo 33,81 kNm
Momento minimo -21,9 kNm

Taglio massimo 131,7 kN
Taglio minimo -131,7 kN

Spostamento massimo 7,14E-08 cm
Spostamento minimo 0,00E+00 cm

VERIFICA SEZIONE

Momento ultimo (Mu) 2803,84 kNm
Sforzo normale ultimo (Nu) 0,29 kN
Resistenza a taglio conglomerato (Vrcdd) 4068,9 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd) 3077,6 kN

ARMATURA

Ferri longitudinali di calcolo 20/32 cm
Staffe 10/10 cm

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **528**

Pagina 528 - p_pz_0035715/2019

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

INTERVENTO AL KM 18+000 - Relazione di sintesi

N. articolo/Riferimento

Data Settembre 2019	Scala/e /	Tavola n. **02**	Revisione n. 0

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Sommario

1. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEL SITO 2

2. MODELLAZIONE SISMICA 4

3. CARICHI AGENTI 5

4. MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL PENDIO AI SENSI DELLE NTC 2018 6

4.1. DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI ESEGUITE 6

4.2. MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO 9

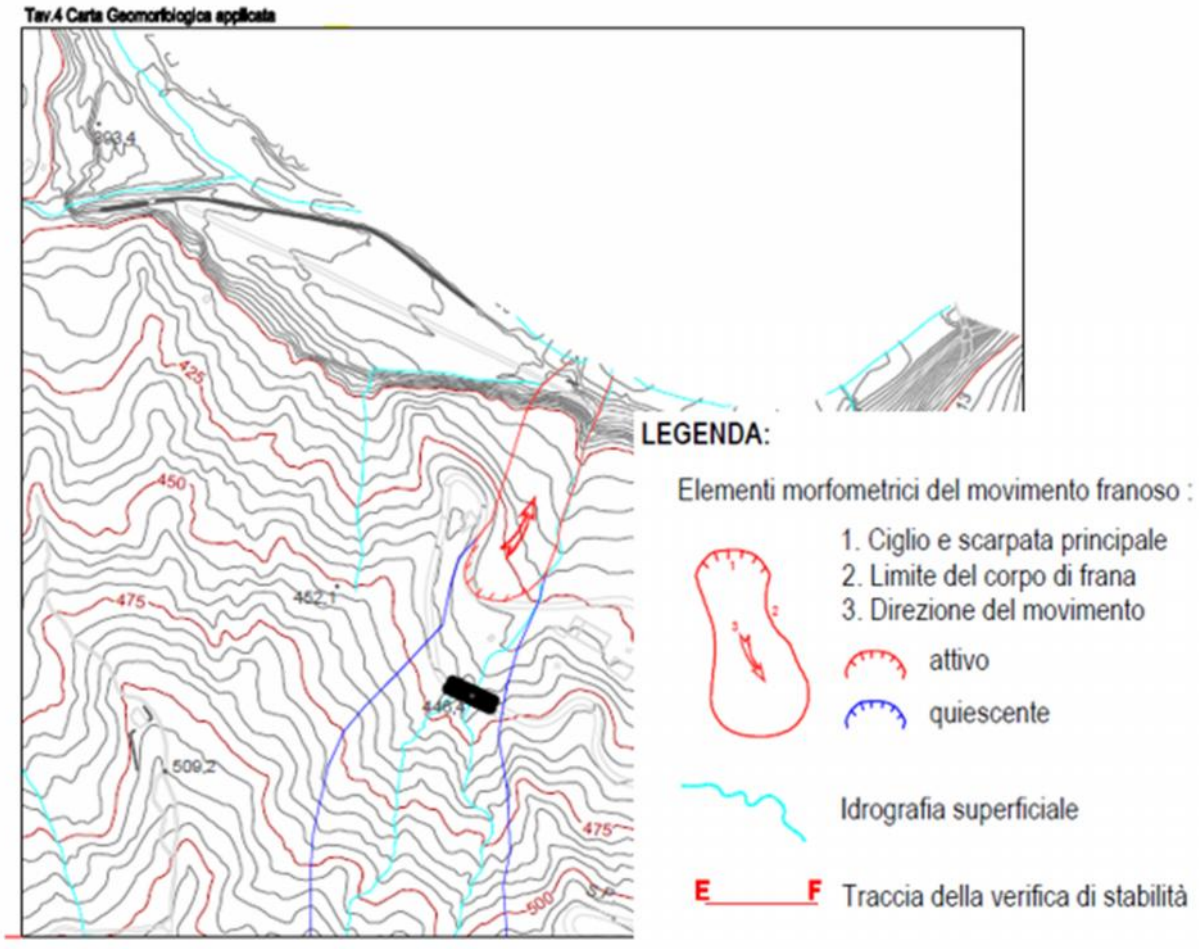
4.3. TIPOLOGIE DI INTERVENTI DI INGEGNERIA GEOTECNICA PROGETTATI PER LA STABILIZZAZIONE DELL'AREE OGGETTO DI STUDIO 10

5. CONCLUSIONI 15

1. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEL SITO

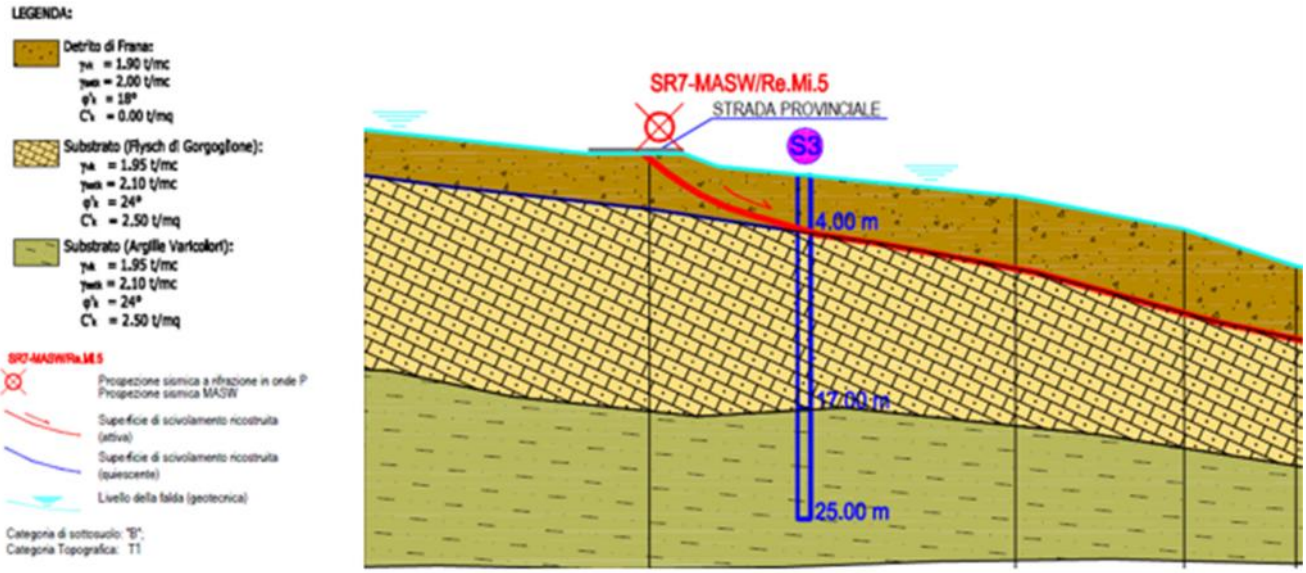
La strada provinciale, partendo dal settore di fondovalle del Fiume Basento, comincia a risalire il versante in leggera salita fino ad intersecare al km 18+000 il settore medio-basso di un grosso movimento franoso che, proprio per le sue dimensioni, coinvolge la stessa SP 13 anche al km 21+500.

La strada in questo tratto si sviluppa su litotipi interessati sono sabbioso-limosi, afferente al Flysch di Gorgoglione, chiaramente in assetto detritico, ed è caratterizzata da una sezione in leggero rilevato nella corsia di valle ed attraversa la frana nella del suo "piede" che ad oggi è interessata da una parziale riattivazione; infatti sulla carreggiata è chiaramente evidente il coronamento della stessa che la comprende per oltre la sua metà. La sede stradale risulta abbassata con evidenti linee di trazione. Dalla ricostruzione geometrica, lo spessore del movimento franoso sul bordo di valle della carreggiata è di circa m 5.00 m a partire dal piano stradale, e lo stesso è di tipo roto-traslativo retrogressivo.



DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **531**

Pagina 531 - p_pz_0035715/2019


LEGENDA:
Detrito di Frana:
γn = 1.90 t/mc
γsat = 2.00 t/mc
φ'k = 18°
C'k = 0.00 t/mq
Substrato (Flysch di Gorgoglione):
γn = 1.95 t/mc
γsat = 2.10 t/mc
φ'k = 24°
C'k = 2.50 t/mq
Substrato (Argille Varicolori):
γn = 1.95 t/mc
γsat = 2.10 t/mc
φ'k = 24°
C'k = 2.50 t/mq
SR7-MASW/Re.Mi.5
Prospezione sismica a rifrazione in onde P
Prospezione sismica MASW
Superficie di scivolamento ricostruita (attiva)
Superficie di scivolamento ricostruita (quiescente)
Livello della falda (geotecnica)
Categoria di sottosuolo: "B";
Categoria Topografica: T1
SR7-MASW/Re.Mi.5
STRADA PROVINCIALE
S3
4.00 m
17.00 m
25.00 m

2. MODELLAZIONE SISMICA

Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

Descrizione zona		
Latitudine	40,5425	[°]
Longitudine	16,0700	[°]

Dati opera

Tipo opera	Opere ordinarie	
Classe d'uso	III	
Vita nominale	50	[anni]
Vita di riferimento	75	[anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo	B
Categoria topografica	T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	45	0,60	2,41	0,31
SLD	75	0,76	2,47	0,32
SLV	712	1,95	2,49	0,37
SLC	1462	2,45	2,51	0,38

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: SLC

SL	Amax [m/sec²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,72	0,71	0,05	0,03
SLD	0,91	0,71	0,07	0,03
SLV	2,34	0,71	0,17	0,08
SLC	2,82	0,71	0,20	0,10

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **533**

Pagina 533 - p_pz_0035715/2019

3. CARICHI AGENTI

Carichi

Descrizione	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profondità [m]	Valore [kN]-[kPa]
CARICO STRADA	Strisce	2,5	8,5	0,36	1,21	0	20

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **534**

Pagina 534 - p_pz_0035715/2019

4. MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL PENDIO AI SENSI DELLE NTC 2018

Lo studio della stabilità dei pendii naturali richiede osservazioni e rilievi di superficie, raccolta di notizie storiche sull'evoluzione dello stato del pendio e su eventuali danni subiti dalle strutture o infrastrutture esistenti, la constatazione di movimenti eventualmente in atto e dei loro caratteri geometrici e cinematici, la raccolta dei dati sulle precipitazioni meteoriche, sui caratteri idrogeologici della zona e sui precedenti interventi di consolidamento. Le verifiche di sicurezza, anche in relazione alle opere da eseguire, devono essere basate su dati acquisiti con specifiche indagini geotecniche.

Tenendo conto del modello geologico ed evolutivo del versante, devono essere programmate specifiche indagini per la caratterizzazione geotecnica dei terreni e dell'ammasso roccioso, finalizzate alla definizione del ***modello geotecnico*** sulla base del quale effettuare lo studio delle condizioni di stabilità nonché il progetto di eventuali interventi di stabilizzazione. Le indagini devono effettuarsi secondo i seguenti criteri:

- la superficie del pendio deve essere definita attraverso un rilievo plano-altimetrico in scala adeguata ed esteso ad una zona sufficientemente ampia a monte e valle del pendio stesso;
- lo studio geotecnico deve definire la successione stratigrafica e le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi, l'entità e la distribuzione delle pressioni interstiziali nel terreno e nelle discontinuità, degli eventuali spostamenti plano-altimetrici di punti in superficie e in profondità.

La scelta delle tipologie di indagini e misura, dell'ubicazione del numero di verticali da esplorare, della posizione e del numero dei campioni di terreno da prelevare e sottoporre a prove di laboratorio dipende dall'estensione dell'area, dalla disponibilità di informazioni provenienti da precedenti indagini e dalla complessità delle condizioni idrogeologiche e stratigrafiche del sito in esame. Il numero minimo di verticali di indagine e misura deve essere tale da permettere una descrizione accurata della successione stratigrafica dei terreni interessati da cinematismi di collasso effettivi e potenziali e, in caso di pendii in frana, deve consentire di accertare forma e posizione della superficie o delle superfici di scorrimento esistenti e definire i caratteri cinematici della frana.

La profondità e l'estensione delle indagini devono essere fissate in relazione alle caratteristiche geometriche del pendio, ai risultati dei rilievi di superficie nonché alla più probabile posizione della eventuale superficie di scorrimento. Tutti gli elementi raccolti devono permettere la definizione di un ***modello geotecnico di sottosuolo*** che tenga conto della complessità della situazione stratigrafica e geotecnica, della presenza di discontinuità e dell'evidenza di movimenti pregressi e al quale fare riferimento per le verifiche di stabilità e per il progetto degli eventuali interventi di stabilizzazione.

4.1. DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI ESEGUITE

Al fine di definire gli assetti geometrici delle formazioni nel substrato, nonché per estrapolare la caratterizzazione geotecnica delle stesse e definire la giacitura spaziale dei corpi è stata programmata e svolta una campagna di indagini geognostiche, proporzionata soprattutto all'estensione degli areali interessati dai dissesti

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **535**

Pagina 535 - p_pz_0035715/2019

Sondaggi geognostici

Allo scopo di acquisire informazioni litostratigrafiche, geotecniche ed idrogeologiche su quelle frane che maggiormente interessano la strada, tra i giorni 26 Aprile e il 2 Maggio 2019 sono stati eseguiti n°03 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, indicati con la sigla Sn. Le perforazioni sono state effettuate con sonda a rotazione di tipo MAITGEA. Nella Tabella seguente sono riportati i sondaggi con la sigla d'identificazione, la data di realizzazione e la profondità d'investigazione, nonché il sito d'intervento entro cui ricadono.

Sito d'intervento	Sigla sondaggio	Data di esecuzione		Profondità (m. dal p.c.)
		Inizio	Fine	
II	S1	30/04/2019	02/05/2019	20.00
II	S2	23/04/2019	26/04/2019	20.00
V	S3	02/05/2019	06/05/2019	20.00

Tabella : Sondaggi geognostici

Descrizione delle metodologie utilizzate

La perforazione adottata è stata a rotazione ed a carotaggio continuo, con metodo di avanzamento idraulico. L'utensile di perforazione utilizzato è stato il carotiere semplice, diametro nominale Øest = 101 mm, lunghezza utile L= 300 cm è altresì stata utilizzata la tubazione di rivestimento provvisorio (tubo-forma in acciaio, Øest = 127 mm) per evitare franamenti e/o chiusure del foro.

Per ogni sondaggio è stata redatta una "stratigrafia litotecnica" contenente i dati identificativi del sito, il tipo di macchina utilizzato e le informazioni sulla natura e sulle caratteristiche dei terreni attraversati, con riferimento allo stato di consistenza/addensamento dei terreni a carattere coesivo e al TCR (percentuale di carotaggio totale, data dal rapporto percentuale tra la lunghezza delle carote estratte e la lunghezza della manovra di carotaggio o battuta).

Nell'Allegato 02 (STUDIO GEOLOGICO) "Stratigrafie dei sondaggi geognostici e report fotografici" si riportano le stratigrafie ricostruite a partire dall'analisi delle carote estratte durante le perforazioni dei sondaggi ed il report fotografico delle attività svolte, delle postazioni di sondaggio e delle cassette catalogatrici.

Prelievo di campioni

Compatibilmente con la natura litologica dei terreni attraversati, sono stati prelevati campioni da sottoporre ad analisi e prove geotecniche di laboratorio. In particolare, sono stati prelevati complessivamente n°6 campioni con campionatore a pareti sottili tipo Shelby. La profondità di prelievo è stata condizionata dalla natura dei terreni in affioramento. Le rispettive sigle di etichettamento e le profondità di campionamento sono riportate nella Tabella seguente:

Sito d'intervento	Sigla sondaggio	Sigla campione indisturbato	Profondità di prelievo (m dal p.c.)	Laboratorio geotecnico
II	S1	C1 - C2	2.50-3.00; 8.60-9.00	Laborgeo srl di Matera
II	S2	C1 - C2	4.50-5.00;12.30-12.80	
V	S3	C1 - C2	2.50-3.00;16.50-17.00	

Tabella : Campioni prelevati nei sondaggi geognostici

Analisi e prove geotecniche di laboratorio

Le analisi e prove geotecniche di laboratorio sui campioni di terra prelevati durante le perforazioni sono state eseguite e certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001, facente parte dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Laborgeo s.r.l. con sede in Matera.

In accordo al programma di indagini previsto e compatibilmente con le effettive proprietà litotecniche dei materiali, sono stati determinati i parametri fisico-meccanici di identificazione e di resistenza meccanica (determinazione di proprietà indice e di stato; Prove di Taglio Diretto CD e Prove Triassiali TRX CD). I relativi risultati saranno discussi in apposito capitolo, mentre per il dettaglio dei risultati si rimanda ai certificati contenuti nell'Allegato 4 (STUDIO GEOLOGICO) "Analisi e prove geotecniche di laboratorio".

Indagini geofisiche

Le indagini geofisiche eseguite riguardano complessivamente, come accennato, n°5 tratti maggiormente in dissesto della SP distribuite così come di seguito riportato:

INTERVENTO V

In corrispondenza dell'areale interessato dall'intervento 5 sono state eseguite:

- n°1 prospezione sismica a rifrazione in onda P denominata con la sigla SR7 della lunghezza di 120 ml;
- n°1 prospezione sismica attiva di tipo MASW e passiva di tipo Re.Mi. denominata con la sigla MASW/Re.Mi.5, eseguita sullo stesso allineamento utilizzato per la prospezione sismica SR7.

Il D.M. 17/01/2018 *definisce il valore caratteristico di un parametro geotecnico come "una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato", senza ulteriori considerazioni".*

La Circolare Esplicativa N.7 del 21/01/2019 e quella in adozione, facendo esplicito riferimento all' EUROCODICE 7 chiarisce in modo inequivocabile che cosa si debba intendere nella pratica per valore caratteristico di un parametro geotecnico: *"..appare giustificato il riferimento a valori medi quando, nello stato limite considerato, è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle*

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **537**

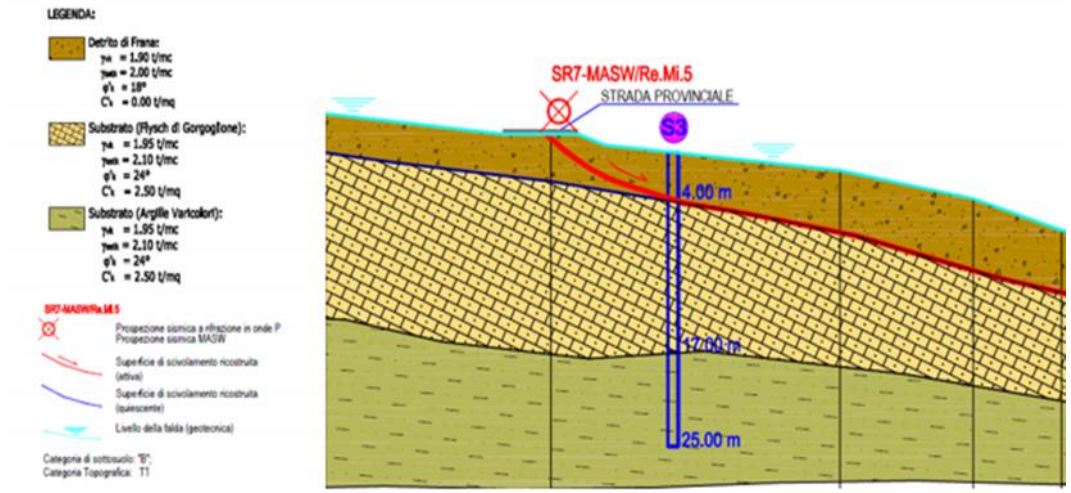
Pagina 537 - p_pz_0035715/2019

eterogeneità. . . Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno . . . "

4.2. MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO

Per i siti oggetto di intervento si è ricostruito lo schema del "***Modello geotecnico di sottosuolo"*** , desunto dalle risultanze geotecniche di laboratorio e di situ, in relazione alle caratteristiche geometriche del pendio ed ai risultati dei rilievi di superficie. Il modello geotecnico di sottosuolo ha tenuto debito conto della complessità della situazione stratigrafica e geotecnica locale e dell'evidenza di eventuali movimenti gravitativi di versante pregressi, in atto e/o potenziali . Di seguito si riporta il modello geotecnico di sottosuolo con indicazione dei parametri fisici e geomeccanici caratteristici dello strato di terreno compreso nel volume significativo considerato ai fini geotecnici per l'esecuzione delle verifiche di stabilità e per la progettazione geotecnica e strutturale degli interventi di stabilizzazione individuati.

INTERVENTO 5



Nr.	Peso specifico [kN/m³]	Peso specifico saturo [kN/m³]	Coesione [kN/m²]	Angolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	19,0	20,0	0,0	18,0	1,0	1470,0	12,0	-12,0	4,0	8,0	DETRITO DI FRANA
2	19,5	21,0	25,0	24,0	1,0	5883,0	16,0	-16,0	25,0	0,0	FLYSH DI GORGOGLIONE

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **538**

Pagina 538 - p_pz_0035715/2019

4.3. TIPOLOGIE DI INTERVENTI DI INGEGNERIA GEOTECNICA PROGETTATI PER LA STABILIZZAZIONE DELL'AREE OGGETTO DI STUDIO

In relazione alle risultanze della caratterizzazione geologica geotecnica e sismica delle aree analizzate, nonché in funzione delle specifiche competenze sono stati proposti e progettati i seguenti interventi di ingegneria geotecnica per la difesa del suolo, mirati alla stabilizzazione dei pendii studiati.

La strada provinciale, partendo dal settore di fondovalle del Fiume Basento, comincia a risalire il versante in leggera salita fino ad intersecare al km 18+000 il settore medio-basso di un grosso movimento franoso che, proprio per le sue dimensioni, coinvolge la stessa SP 13 anche al km 21+500.

La strada in questo tratto si sviluppa su litotipi interessati sono sabbioso-limosi, afferente al Flysch di Gorgoglione, chiaramente in assetto detritico, ed è caratterizzata da una sezione in leggero rilevato nella corsia di valle ed attraversa la frana nella del suo "piede" che ad oggi è interessata da una parziale riattivazione; infatti sulla carreggiata è chiaramente evidente il coronamento della stessa che la comprende per oltre la sua metà. La sede stradale risulta abbassata con evidenti linee di trazione. Dalla ricostruzione geometrica, lo spessore del movimento franoso sul bordo di valle della carreggiata è di circa m 5.00 m a partire dal piano stradale, e lo stesso è di tipo roto-traslativo retrogressivo.

Pertanto al fine di arrestare il fenomeno in atto è stata progettata una paratia di pali in CA, disposti a quinconce, avente una estensione longitudinale pari a 70,30 mt.

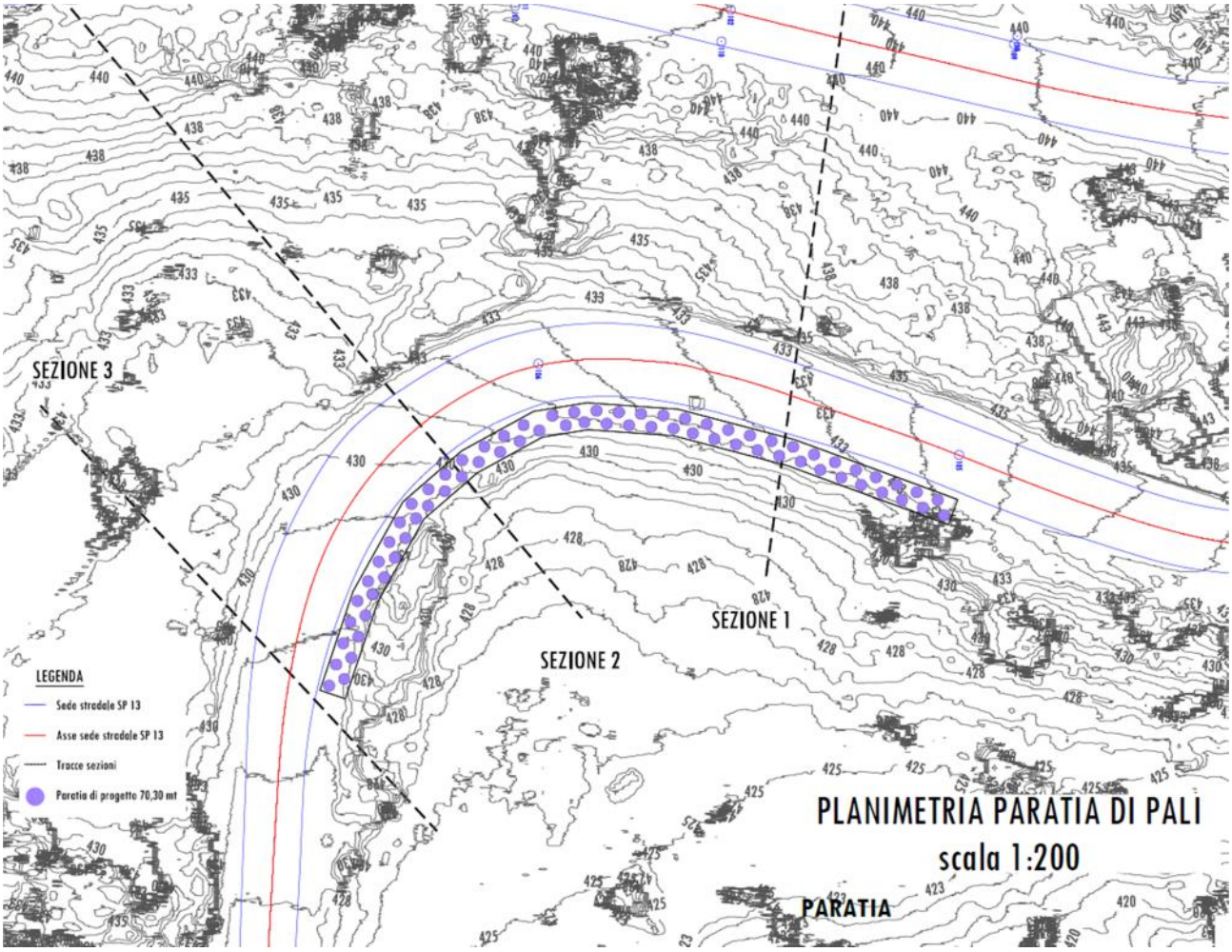
Le paratie progettate presentano le seguenti caratteristiche:

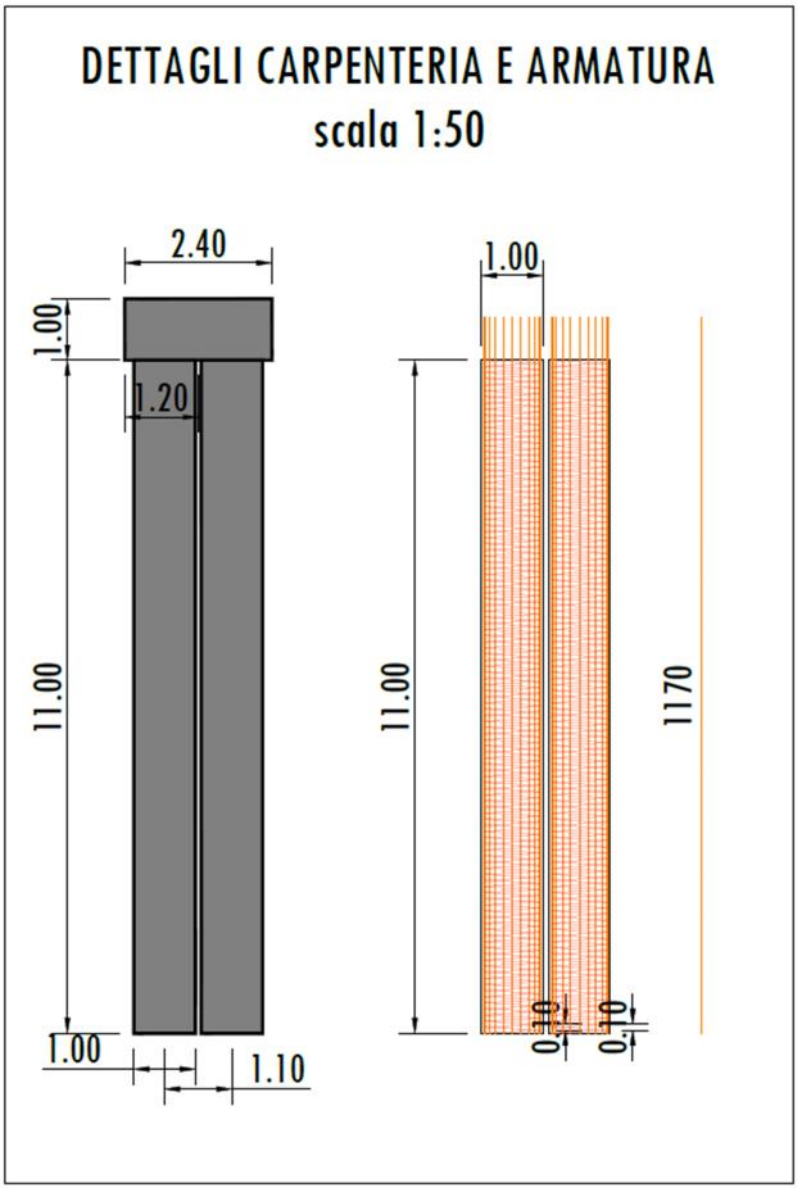
- diametro dei pali 100 cm;
- interasse longitudinale 200 cm (Iy);
- interasse trasversale 110 cm (Ix);
- trave di coronamento 240 x 100 cm (b x h);
- profondità paratia 12 mt.;
- acciaio B450C;
- calcestruzzo C25/30 classe di esposizione XC2,

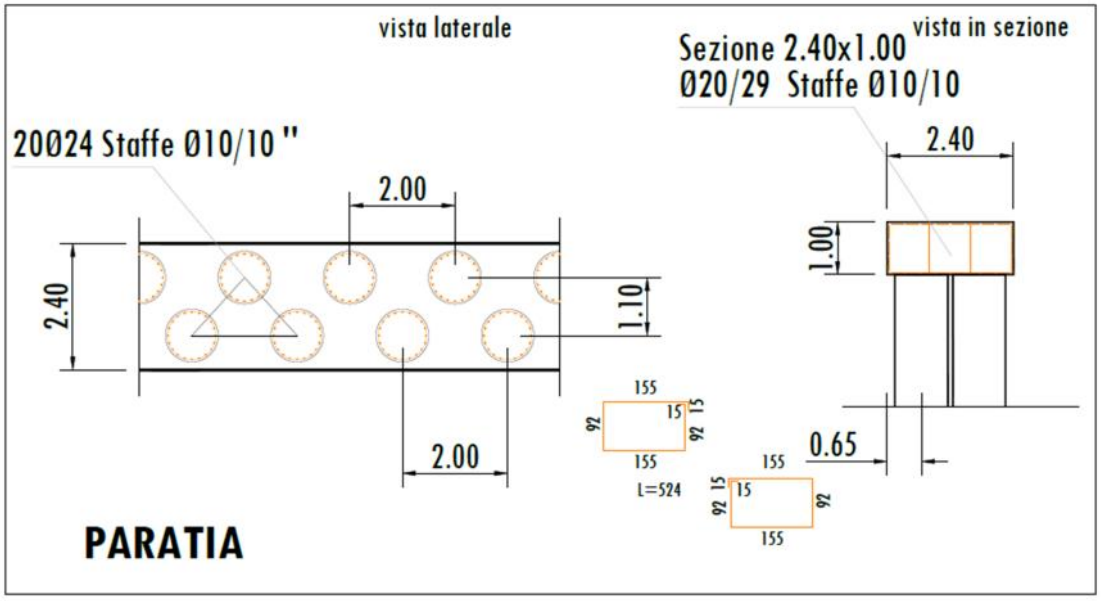
Nelle figure seguenti si riporta qualche schema grafico delle opere progettate.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **539**

Pagina 539 - p_pz_0035715/2019

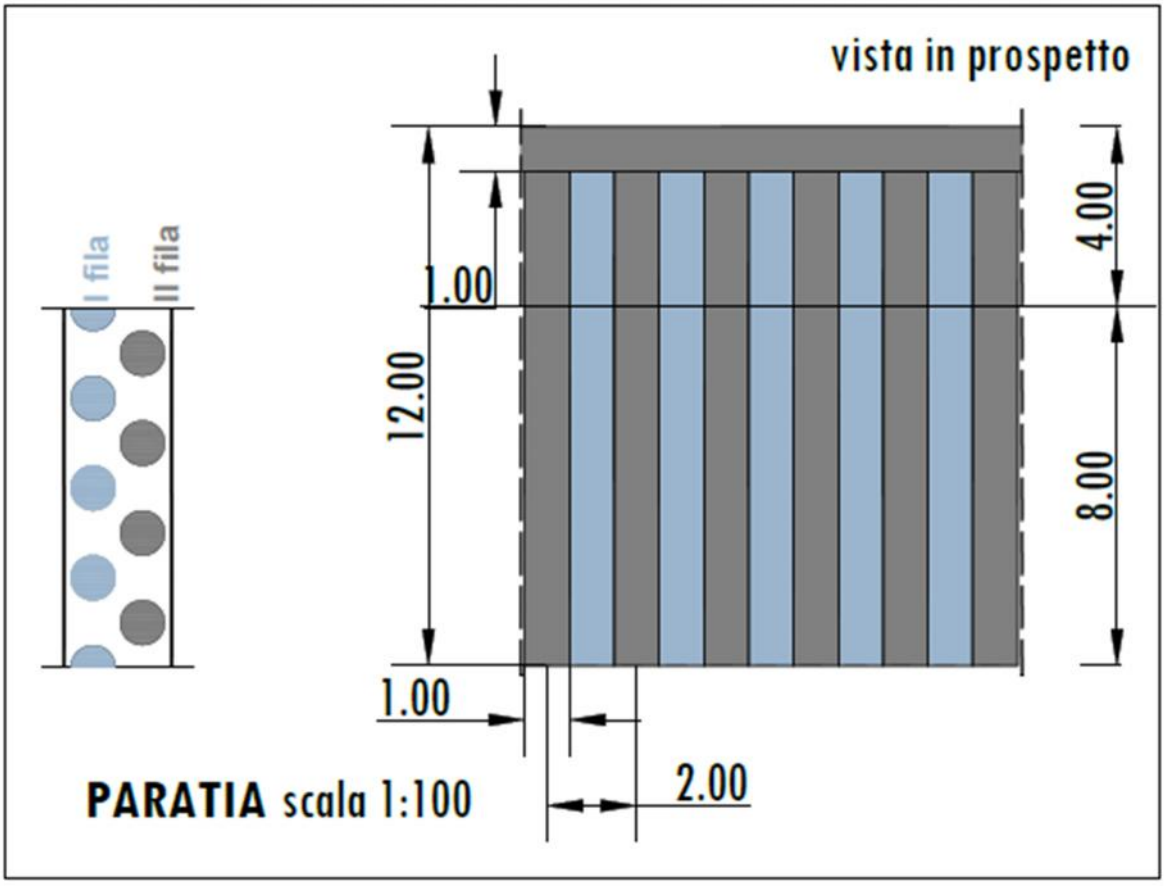

SEZIONE 3
SEZIONE 1
SEZIONE 2
LEGENDA
Sede stradale SP 13
Asse sede stradale SP 13
Tracce sezioni
Paratia di progetto 70,30 mt
PLANIMETRIA PARATIA DI PALI
scala 1:200
PARATIA

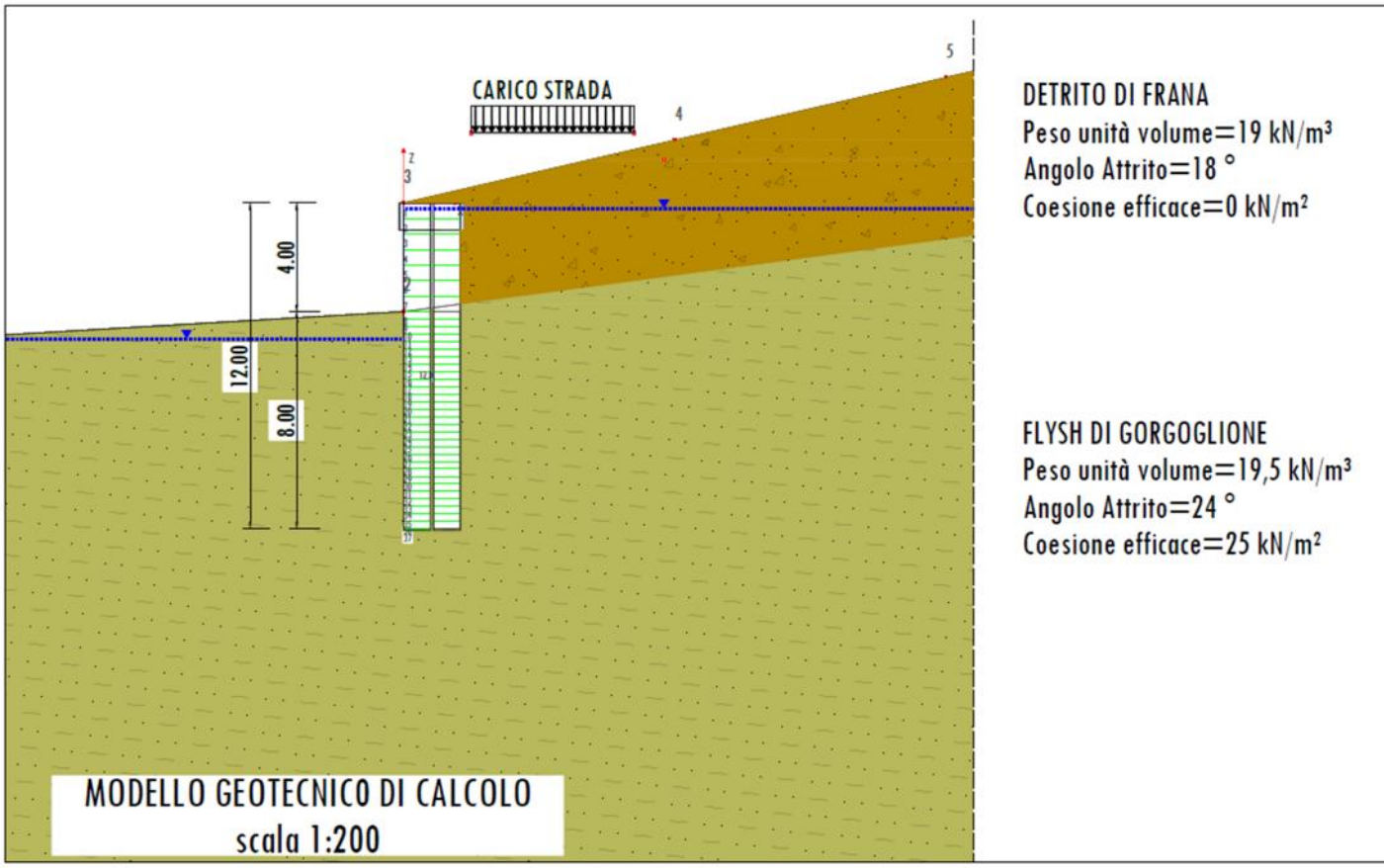




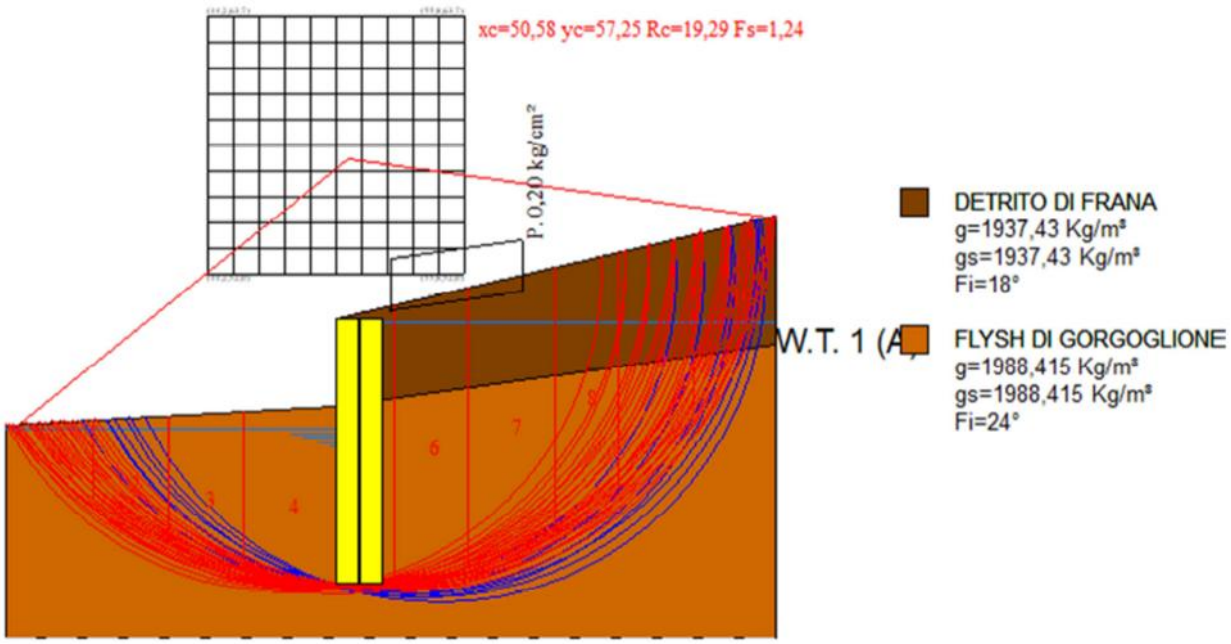
DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **541**

Pagina 541 - p_pz_0035715/2019


vista in prospetto
I fila
II fila
1.00
12.00
4.00
8.00
1.00
2.00
PARATIA scala 1:100


CARICO STRADA
4.00
12.00
8.00
MODELLO GEOTECNICO DI CALCOLO
scala 1:200
DETRITO DI FRANA
Peso unità volume=19 kN/m³
Angolo Attrito=18 °
Coesione efficace=0 kN/m²
FLYSH DI GORGOGLIONE
Peso unità volume=19,5 kN/m³
Angolo Attrito=24 °
Coesione efficace=25 kN/m²

Dai risultati delle analisi di stabilità globale del complesso terreno-opera si evince che, per l'ipotesi di calcolo implementata (Metodo di Bishop superficie di scorrimento circolare), l'opera progettata apporterà un incremento del coefficiente globale di sicurezza, considerando le attuali condizioni di instabilità (dissesto avvenuto coefficienti di sicurezza << all'unità). Difatti i coefficienti di sicurezza ottenuti, nella condizione ex post, sono maggiori del grado di sicurezza ritenuto accettabile ai sensi delle NTC18 (maggiori all'unità).



Si precisa, infine, che le verifiche di stabilità globale e la progettazione geotecnica della paratia sono state implementare considerando i terreni completamente saturi (ipotesi maggiormente conservativa) e un sovraccarico indotto dal traffico veicolare pari a 2000 kg/mq.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **543**

Pagina 543 - p_pz_0035715/2019

5. CONCLUSIONI

Si ritiene opportuno, a parere di chi scrive, evidenziare che, con gli interventi sopra descritti si potrà ridurre sensibilmente il rischio alle persone e/o cose lungo la strada provinciale SP13.

Dall'esame dei tabulati di calcolo automatico, prodotti con il software SPW della GEOSTRU house software, di cui lo scrivente è titolare di licenza e contratto di assistenza in corso di validità e per cui si rimanda alla relazione di calcolo, si evince che in nessun elemento della struttura viene raggiunto né lo stato limite ultimo né quello di esercizio, nonché risulta soddisfatta anche la verifica geotecnica di stabilità globale del complesso terreno-struttura, risultando il valore del coefficiente minimo di sicurezza superiore a quello minimo ritenuto accettabile ai sensi delle NTC2018. Pertanto l'opera di sostegno in esame resiste in sicurezza ai carichi agenti, sia in condizioni sismiche che statiche.

Tanto dovevasi in adempimento all'incarico ricevuto.

Sala Consilina (SA), li Settembre 2019

Il Progettista delle strutture

Dott. Ing. Daniele Giaffrida

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **544**

Pagina 544 - p_pz_0035715/2019

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

INTERVENTO AL KM 18+000 - Fascicolo dei calcoli

N. articolo/Riferimento

Data Settembre 2019	Scala/e /	Tavola n. **03**	Revisione n. 0

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

FASCICOLI DEI CALCOLI

Archivio materiali

CONGLOMERATI

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29960	20	11.33	1.03	2.21
2	C25/30	30	31470	25	14,16	1,19	2,56
3	C28/35	35	32300	28	15,86	1,28	2,76
4	C40/50	50	35220	40	19,83	1,49	3,2

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	ß1*ß2 in.	ß1*ß2 fin.
1	B450C	200000	450	391,3	540	391,3	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	200000	450	391,3	540	450	.05	.04	1	0,5
3	S235H	210000	235	204,35	360	204,35	0,05	0,04	1	0,5
4	S275H	210000	275	239,13	430	239,13	0,05	0,04	1	0,5
5	S355H	210000	355	308,7	510	308,7	0,05	0,04	1	0,5
6	C1860	200205	1600	1116	1860	1116	0.05	0.04	1	0.5

GEOMETRIA SEZIONE

Sezione	Circolare Barre
Calcestruzzo	C25/30
Acciaio	B450C
Nome	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--
Diametro	1 m
Disposizione	Quinconce
Interasse Iy	2 m
Interasse Ix	1,1 m

Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	1,5 cm
Fattore tolleranza spostamento	0,03 cm
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	1
Fattore riduzione molla fondo scavo	1
Profondità infissione iniziale	8 m
Incremento profondità infissione	0,2 m
Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	8

Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m³]	Peso specifico saturo [kN/m³]	Coesione [kN/m²]	Angolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	19,0	20,0	0,0	18,0	1,0	1470,0	12,0	-12,0	4,0	8,0	DETRITO DI FRANA
2	19,5	21,0	25,0	24,0	1,0	5883,0	16,0	-16,0	25,0	0,0	FLYSH DI GORGOGLIONE

Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

Descrizione zona

Latitudine 40,5425 [°]

Longitudine 16,0700 [°]

Dati opera

Tipo opera Opere ordinarie

Classe d'uso III

Vita nominale 50 [anni]

Vita di riferimento 75 [anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo B

Categoria topografica T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	45	0,60	2,41	0,31
SLD	75	0,76	2,47	0,32
SLV	712	1,95	2,49	0,37
SLC	1462	2,45	2,51	0,38

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: SLC

SL	Amax [m/sec²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,72	0,71	0,05	0,03
SLD	0,91	0,71	0,07	0,03

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **547**

Pagina 547 - p_pz_0035715/2019

SLV	2,34	0,71	0,17	0,08
SLC	2,82	0,71	0,20	0,10

Carichi

Fase: 1

Descrizione	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profondità [m]	Valore [kN]-[kPa]
CARICO STRADA	Strisce	2,5	8,5	0,36	1,21	0	20

Risultati analisi strutturale

Fase: 1 Risultati analisi strutturale

Fase: 1 - Combinazione: 1

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0,57	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	71,84	-1,04	-10,129	20Ø24	71,84	-952,59	912,86	Verificata
1,14	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	83,85	-6,91	-27,233	20Ø24	83,84	-955,86	138,39	Verificata
1,71	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	96,85	-22,48	-51,569	20Ø24	96,84	-959,39	42,67	Verificata
2,29	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	108,85	-51,96	-83,155	20Ø24	108,85	-962,66	18,53	Verificata
2,86	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	121,86	-99,50	-121,936	20Ø24	121,86	-966,19	9,71	Verificata
3,43	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	133,86	-169,14	-166,078	20Ø24	133,86	-969,43	5,73	Verificata

4,00	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	146,86	-263,93	-188,072	20Ø24	146,86	-972,94	3,69	Verificata
4,28	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	207,17	-315,67	-155,530	20Ø24	207,17	-989,17	3,13	Verificata
4,55	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	212,48	-358,66	-125,727	20Ø24	212,48	-990,59	2,76	Verificata
4,83	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	217,80	-393,45	-92,809	20Ø24	217,80	-992,01	2,52	Verificata
5,10	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	223,11	-419,31	-64,380	20Ø24	223,10	-993,43	2,37	Verificata
5,38	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	228,42	-436,93	-37,691	20Ø24	228,42	-994,86	2,28	Verificata
5,66	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	233,73	-447,17	-12,846	20Ø24	233,73	-996,28	2,23	Verificata
5,93	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	239,04	-450,82	7,722	20Ø24	239,04	-997,70	2,21	Verificata
6,21	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	244,36	-448,51	26,793	20Ø24	244,35	-999,12	2,23	Verificata
6,48	CIRCOLA	249,67	-441,13	44,874	20Ø24	249,67	-1000,54	2,27	Verificata

	RE QUINCONCE 1 mt.--								
6,76	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	254,98	-429,05	60,174	20Ø24	254,98	-1001,95	2,34	Verificata
7,03	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	260,29	-412,59	72,676	20Ø24	260,29	-1003,36	2,43	Verificata
7,31	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	265,60	-392,58	84,403	20Ø24	265,61	-1004,78	2,56	Verificata
7,59	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	270,91	-369,33	93,702	20Ø24	270,91	-1006,19	2,72	Verificata
7,86	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	276,23	-343,48	100,640	20Ø24	276,23	-1007,60	2,93	Verificata
8,14	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	281,54	-315,66	106,391	20Ø24	281,54	-1009,01	3,20	Verificata
8,41	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	286,85	-286,34	110,002	20Ø24	286,84	-1010,42	3,53	Verificata
8,69	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	292,16	-256,01	111,428	20Ø24	292,17	-1011,84	3,95	Verificata
8,97	CIRCOLARE	297,47	-225,25	111,204	20Ø24	297,48	-1013,25	4,50	Verificata

	QUINCONCE 1 mt.--								
9,24	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	302,79	-194,58	109,136	20Ø24	302,78	-1014,66	5,21	Verificata
9,52	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	308,10	-164,47	105,455	20Ø24	308,09	-1016,07	6,18	Verificata
9,79	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	313,41	-135,39	99,816	20Ø24	313,41	-1017,47	7,51	Verificata
10,07	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	318,72	-107,87	92,861	20Ø24	318,73	-1018,87	9,45	Verificata
10,34	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	324,03	-82,33	83,295	20Ø24	324,02	-1020,27	12,39	Verificata
10,62	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	329,34	-59,40	72,485	20Ø24	329,35	-1021,68	17,20	Verificata
10,90	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	334,66	-39,56	60,702	20Ø24	334,66	-1023,08	25,86	Verificata
11,17	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	339,97	-22,91	45,142	20Ø24	339,98	-1024,48	44,71	Verificata
11,45	CIRCOLARE QUINCO	345,28	-10,39	28,189	20Ø24	345,27	-1025,88	98,75	Verificata

	NCE 1 mt.--								
11,72	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--	350,59	-2,80	9,871	20Ø24	350,59	-1027,28	367,01	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione puntoni [°]
0,57	1,07E-03	-1,96E-03	-16,13	19,1Ø10	Calcestruzzo=1261,16 Staffe=571,94	0,02	Verificata	21,80
1,14	1,07E-03	-1,96E-03	-16,04	19,1Ø10	Calcestruzzo=1262,11 Staffe=571,64	0,05	Verificata	21,80
1,71	1,08E-03	-1,96E-03	-15,93	19,1Ø10	Calcestruzzo=1263,14 Staffe=571,30	0,09	Verificata	21,80
2,29	1,08E-03	-1,96E-03	-15,83	19,1Ø10	Calcestruzzo=1264,09 Staffe=571,00	0,15	Verificata	21,80
2,86	1,09E-03	-1,96E-03	-15,72	19,1Ø10	Calcestruzzo=1265,12 Staffe=570,67	0,21	Verificata	21,80
3,43	1,09E-03	-1,96E-03	-15,62	19,1Ø10	Calcestruzzo=1266,08 Staffe=570,37	0,29	Verificata	21,80
4,00	1,10E-03	-1,96E-03	-15,52	19,1Ø10	Calcestruzzo=1277,91	0,33	Verificata	21,80

					Staffe=567,08			
4,28	1,12E-03	-1,96E-03	-15,04	19,1Ø10	Calcestruzzo=1282,72 Staffe=565,61	0,27	Verificata	21,80
4,55	1,12E-03	-1,96E-03	-14,99	19,1Ø10	Calcestruzzo=1283,15 Staffe=565,48	0,22	Verificata	21,80
4,83	1,12E-03	-1,96E-03	-14,95	19,1Ø10	Calcestruzzo=1283,57 Staffe=565,35	0,16	Verificata	21,80
5,10	1,13E-03	-1,96E-03	-14,91	19,1Ø10	Calcestruzzo=1284,00 Staffe=565,22	0,11	Verificata	21,80
5,38	1,13E-03	-1,96E-03	-14,87	19,1Ø10	Calcestruzzo=1284,42 Staffe=565,09	0,07	Verificata	21,80
5,66	1,13E-03	-1,96E-03	-14,83	19,1Ø10	Calcestruzzo=1284,85 Staffe=564,96	0,02	Verificata	21,80
5,93	1,13E-03	-1,96E-03	-14,78	19,1Ø10	Calcestruzzo=1285,27 Staffe=564,84	0,01	Verificata	21,80
6,21	1,14E-03	-1,96E-03	-14,74	19,1Ø10	Calcestruzzo=1285,70 Staffe=564,71	0,05	Verificata	21,80
6,48	1,14E-03	-1,96E-03	-14,70	19,1Ø10	Calcestruzzo=1286,13 Staffe=564	0,08	Verificata	21,80

					,58			
6,76	1,14E-03	-1,96E-03	-14,66	19,1Ø10	Calcestruzzo=1286,55 Staffe=564,46	0,11	Verificata	21,80
7,03	1,14E-03	-1,96E-03	-14,62	19,1Ø10	Calcestruzzo=1286,98 Staffe=564,33	0,13	Verificata	21,80
7,31	1,14E-03	-1,96E-03	-14,58	19,1Ø10	Calcestruzzo=1287,41 Staffe=564,21	0,15	Verificata	21,80
7,59	1,15E-03	-1,96E-03	-14,54	19,1Ø10	Calcestruzzo=1287,84 Staffe=564,08	0,17	Verificata	21,80
7,86	1,15E-03	-1,96E-03	-14,50	19,1Ø10	Calcestruzzo=1288,27 Staffe=563,95	0,18	Verificata	21,80
8,14	1,15E-03	-1,96E-03	-14,45	19,1Ø10	Calcestruzzo=1288,69 Staffe=563,83	0,19	Verificata	21,80
8,41	1,15E-03	-1,96E-03	-14,41	19,1Ø10	Calcestruzzo=1289,12 Staffe=563,70	0,20	Verificata	21,80
8,69	1,15E-03	-1,96E-03	-14,37	19,1Ø10	Calcestruzzo=1289,55 Staffe=563,58	0,20	Verificata	21,80
8,97	1,16E-03	-1,96E-03	-14,33	19,1Ø10	Calcestruzzo=1289,97 Staffe=563,45	0,20	Verificata	21,80

9,24	1,16E-03	-1,96E-03	-14,29	19,1Ø10	Calcestruzzo=1290,40 Staffe=563,33	0,19	Verificata	21,80
9,52	1,16E-03	-1,96E-03	-14,25	19,1Ø10	Calcestruzzo=1290,83 Staffe=563,20	0,19	Verificata	21,80
9,79	1,16E-03	-1,96E-03	-14,21	19,1Ø10	Calcestruzzo=1291,26 Staffe=563,08	0,18	Verificata	21,80
10,07	1,17E-03	-1,96E-03	-14,17	19,1Ø10	Calcestruzzo=1291,69 Staffe=562,96	0,16	Verificata	21,80
10,34	1,17E-03	-1,96E-03	-14,13	19,1Ø10	Calcestruzzo=1292,12 Staffe=562,83	0,15	Verificata	21,80
10,62	1,17E-03	-1,96E-03	-14,09	19,1Ø10	Calcestruzzo=1292,55 Staffe=562,71	0,13	Verificata	21,80
10,90	1,17E-03	-1,96E-03	-14,05	19,1Ø10	Calcestruzzo=1292,98 Staffe=562,59	0,11	Verificata	21,80
11,17	1,17E-03	-1,96E-03	-14,01	19,1Ø10	Calcestruzzo=1293,41 Staffe=562,46	0,08	Verificata	21,80
11,45	1,18E-03	-1,96E-03	-13,97	19,1Ø10	Calcestruzzo=1293,84 Staffe=562,34	0,05	Verificata	21,80
11,72	1,18E-03	-1,96E-03	-13,93	19,1Ø10	Calcestruz	0,02	Verificata	21,80

					zo=1294,27 Staffe=562,22			

RISULTATI ANALISI STRUTTURALE TRAVE DI TESTATA

DATI GEOMETRI DELLA TRAVE DI COLLEGAMENTO

Diametro	1	m	
Interasse X	1,1	m	
Lunghezza complessiva	10	m	
Interasse Y	2	m	
Modulo elasticità	2,06E+08	KN/m2	
Modulo Poisson	0,4		
Area sezione	2,4	m2	
Momento inerzia	0,2	m4	

MODELLO DI CALCOLO E SCHEMA DELLE FORZE

Carico sulla trave	1			
Posizione	0	m		
Forza applicata	0	kN		
Appoggio fisso				
Costante elastica vincolo cedevole (ks)			0	kN/m
Carico sulla trave	2			
Posizione	0,55	m		
Forza applicata	200	kN		
Appoggio cedevole				
Costante elastica vincolo cedevole (ks)			0	kN/m
Carico sulla trave	3			
Posizione	1,1	m		
Forza applicata	0	kN		
Appoggio fisso				
Costante elastica vincolo cedevole (ks)			0	kN/m
Carico sulla trave	4			
Posizione	1,65	m		
Forza applicata	200	kN		
Appoggio cedevole				
Costante elastica vincolo cedevole (ks)			0	kN/m

Carico sulla trave 5
Posizione 2,2 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 6
Posizione 2,75 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 7
Posizione 3,3 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 8
Posizione 3,85 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 9
Posizione 4,4 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 10
Posizione 4,95 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 11
Posizione 5,5 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **557**

Pagina 557 - p_pz_0035715/2019

Carico sulla trave 12
Posizione 6,05 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 13
Posizione 6,6 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 14
Posizione 7,15 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 15
Posizione 7,7 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 16
Posizione 8,25 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 17
Posizione 8,8 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 18
Posizione 9,35 m
Forza applicata 200 kN
Appoggio cedevole

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **558**

Pagina 558 - p_pz_0035715/2019

Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

Carico sulla trave 19
Posizione 9,9 m
Forza applicata 0 kN
Appoggio fisso
Costante elastica vincolo cedevole (ks) 0 kN/m

SOLLECITAZIONI

Momento massimo 33,81 kNm
Momento minimo -21,9 kNm

Taglio massimo 131,7 kN
Taglio minimo -131,7 kN

Spostamento massimo 7,14E-08 cm
Spostamento minimo 0,00E+00 cm

VERIFICA SEZIONE

Momento ultimo (Mu) 2803,84 kNm
Sforzo normale ultimo (Nu) 0,29 kN
Resistenza a taglio conglomerato (Vrcdd) 4068,9 kN
Resistenza a taglio staffe (Vwd) 3077,6 kN

ARMATURA

Ferri longitudinali di calcolo 20/32 cm
Staffe 10/10 cm

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **559**

Pagina 559 - p_pz_0035715/2019

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

INTERVENTO AL KM 18+000 - Relazione sismica

N. articolo/Riferimento

Data Settembre 2019	Scala/e /	Tavola n. **04**	Revisione n. 0

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare il *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative *probabilità di superamento* è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la ***pericolosità sismica di base*** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nel **DM 17 gennaio 2018**-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

$\mathbf{V_R}$ = periodo di riferimento

$\mathbf{V_N}$ = vita nominale

$\mathbf{C_U}$ = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N, secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso specifico $\mathbf{V_N = 50}$ **anni**.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **561**

Pagina 561 - p_pz_0035715/2019

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso III** a cui è associato il coefficiente d'uso $\mathbf{C_U = 1,5}$.

Ricavati i valori di V_N e C_U, è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R, che qui vale:

$$\mathbf{V_R = 50 * 1,5 = 75\ anni}.$$

3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **562**

Pagina 562 - p_pz_0035715/2019

- **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita** (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso** (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R, si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di $\mathbf{a_g}$ prefissata ($\mathbf{a_g}$ = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\boldsymbol{\lambda} = 1/T_R$ ($\mathbf{T_R}$ = periodo di ritorno).

Tabella 3.1- *Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento* V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$\mathbf{P_{VR} = 81\%}$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$\mathbf{P_{VR} = 63\%}$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$\mathbf{P_{VR} = 10\%}$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$\mathbf{P_{VR} = 5\%}$

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R, espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $\mathbf{V_R = 75}$ **anni**, il tempo di ritorno T_R sarà:

Tabella 3.2- *Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR*

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$\mathbf{T_R = 45}$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$\mathbf{T_R = 75}$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$\mathbf{T_R = 712}$

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **563**

Pagina 563 - p_pz_0035715/2019

Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 1462$

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV http://esse1-gis.mi.ingv.it/, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g, il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'**Allegato B** delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Tabella 4.1- *Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.*

			$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
ID	LON	LAT	a_g	F_0	T^*_c	a_g	F_0	T^*_c	a_g	F_0	T^*_c	a_g	F_0	T^*_c
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **564**

Pagina 564 - p_pz_0035715/2019

13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_0, T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre $p_{1,2}$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1,2}$.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{4} \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^{4} \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_0, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell'i-esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall'i-esimo vertice della suddetta maglia.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **565**

Pagina 565 - p_pz_0035715/2019

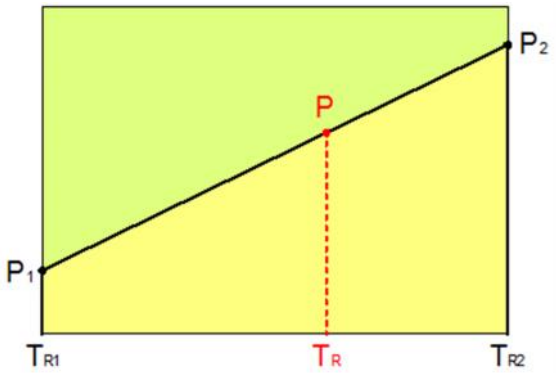


Figura 4.1 - *Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.*

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

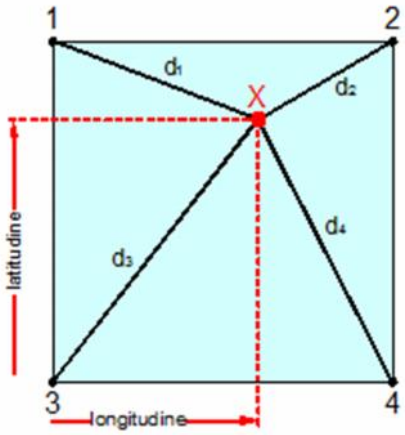


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(lat\beta) \cdot \sin(lat\alpha) + \cos(lat\beta) \cdot \cos(lat\alpha) \cdot \cos(lon\alpha - lon\beta)] \quad (4.3)$$

dove R = 6371 è il raggio medio terrestre in km, mentre latα, lonα, latβ e lonβ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm$0,01g ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

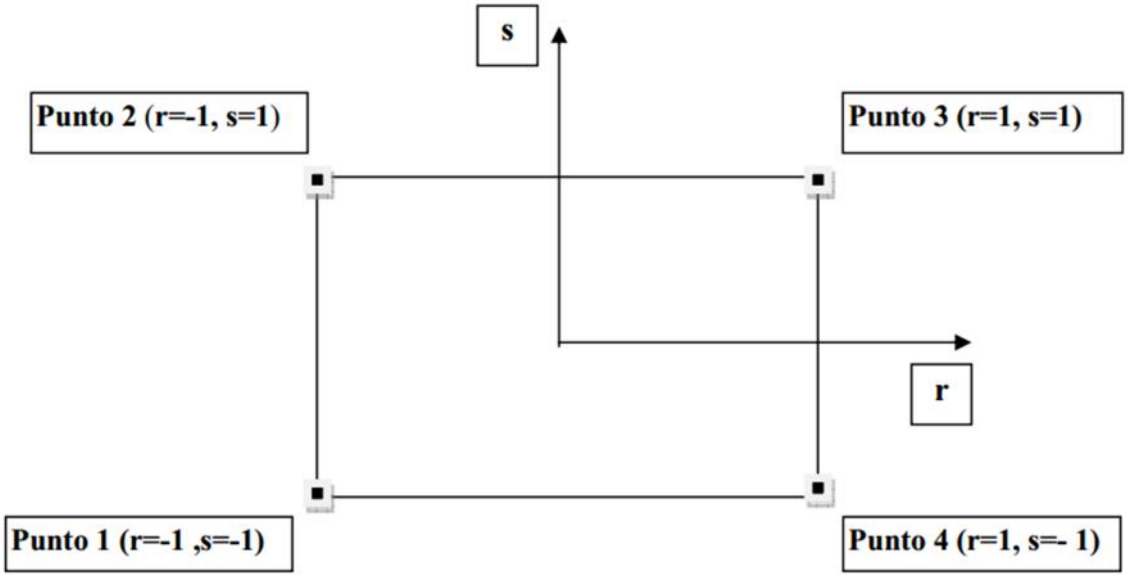


Figura 4.3 - *Applicazione dell'interpolazione bilineare.*

Definiti i 4vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r)\cdot(1-s)/4 \quad (4.4)$$
$$h_2 = (1-r)\cdot(1+s)/4 \quad (4.5)$$
$$h_3 = (1+r)\cdot(1+s)/4 \quad (4.6)$$
$$h_4 = (1+r)\cdot(1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^{4} h_i \cdot x_i = [(1-r)\cdot(1-s)\cdot x_1 + (1-r)\cdot(1+s)\cdot x_2 + (1+r)\cdot(1+s)\cdot x_3 + (1+r)\cdot(1-s)\cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^{4} h_i \cdot y_i = [(1-r)\cdot(1-s)\cdot y_1 + (1-r)\cdot(1+s)\cdot y_2 + (1+r)\cdot(1+s)\cdot y_3 + (1+r)\cdot(1-s)\cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s, si determinano i parametri a_g, F_0, T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^{4} h_i \cdot p_i = [(1-r)\cdot(1-s)\cdot p_1 + (1-r)\cdot(1+s)\cdot p_2 + (1+r)\cdot(1+s)\cdot p_3 + (1+r)\cdot(1-s)\cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove *p* rappresenta il parametro cercato.

5 PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **567**

Pagina 567 - p_pz_0035715/2019

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

5.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

5.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \quad (5.2)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.3)$$

Con

s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

Tabella 5.1- *Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.*

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_S	β_S
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **568**

Pagina 568 - p_pz_0035715/2019

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

Ss (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq Ss \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E). e del rapporto a_g/g. S_T(effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

T1: $S_T = 1.0$; **T2**: $S_T = 1.20$; **T3:** $S_T = 1.20$; **T4:** $S_T = 1.40$.

5.3 Fronti scavo e rilevati

Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali; specificamente mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come

$$F_h = k_h \cdot W \text{ ed } F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti nel § 7.11.3.5.2 e adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

$\beta s = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)
$\beta s = 0.47$ nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione [6.2.1]) impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

5.4 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **569**

Pagina 569 - p_pz_0035715/2019

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.6)$$

Con:

m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati di seguito.

m = 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

m = 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di in Figura 5.2.

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica Ss e di amplificazione topografica S_T.
a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

5.5 Paratie

In mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:
g è l'accelerazione di gravità;
k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva **H** della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **570**

Pagina 570 - p_pz_0035715/2019

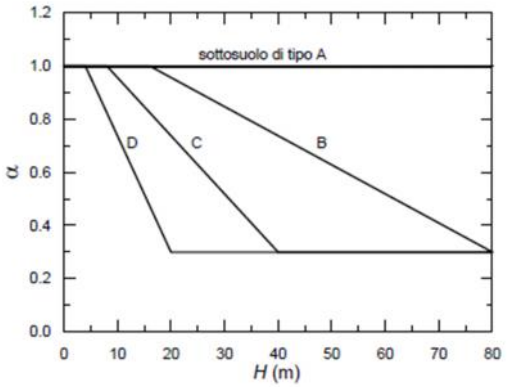


Figura 5.1 - *Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità* α.

Per il sottosuolo di categoria E si utilizzano le curve dei sottosuoli C o D in dipendenza dei valori assunti dalla velocità equivalente Vs. Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_S che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_S = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $k_h = 0.2 \cdot a_{max}/g$

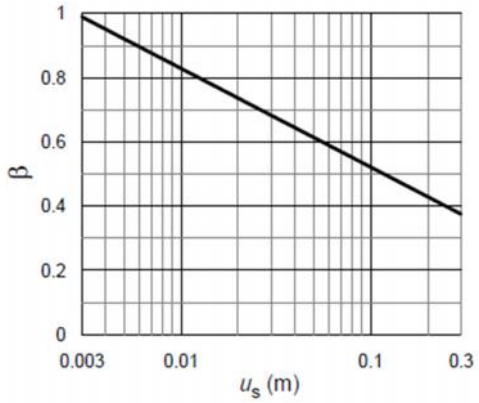


Figura 5.2 - *Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento* β.

L'accelerazione di picco a_{max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **571**

Pagina 571 - p_pz_0035715/2019

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]
Classe d'uso: III
Coefficiente d'uso (Cu): 1,5
Periodo di riferimento (Vr): 75 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 45 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 75 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 712 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1462 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto
Latitudine (WGS84): 40,5424957 [°]
Longitudine (WGS84): 16,0699539 [°]
Latitudine (ED50): 40,5434875 [°]
Longitudine (ED50): 16,0707798 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	34338	40,555790	16,056180	1842,06
2	34339	40,554260	16,121940	4485,47
3	34561	40,504290	16,119920	6020,63
4	34560	40,505810	16,054220	4417,16

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,050	2,347	0,291
SLO	45	0,062	2,410	0,307
	50	0,066	2,427	0,311
	72	0,079	2,474	0,320
SLD	75	0,080	2,475	0,321
	101	0,093	2,476	0,329

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **572**

Pagina 572 - p_pz_0035715/2019

	140	0,109	2,455	0,336
	201	0,127	2,455	0,346
	475	0,179	2,456	0,362
SLV	712	0,205	2,489	0,366
	975	0,227	2,515	0,370
SLC	1462	0,258	2,515	0,375
	2475	0,304	2,515	0,382

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,049	2,358	0,292
SLO	45	0,060	2,439	0,307
	50	0,063	2,461	0,311
	72	0,076	2,481	0,320
SLD	75	0,078	2,482	0,321
	101	0,090	2,489	0,330
	140	0,106	2,451	0,337
	201	0,123	2,467	0,345
	475	0,174	2,460	0,358
SLV	712	0,198	2,496	0,362
	975	0,219	2,525	0,366
SLC	1462	0,248	2,524	0,370
	2475	0,292	2,523	0,376

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,048	2,347	0,291
SLO	45	0,058	2,412	0,309
	50	0,061	2,430	0,314
	72	0,073	2,461	0,327
SLD	75	0,074	2,466	0,328
	101	0,085	2,501	0,335
	140	0,098	2,506	0,344
	201	0,115	2,482	0,354
	475	0,161	2,491	0,369
SLV	712	0,184	2,518	0,375
	975	0,205	2,539	0,379
SLC	1462	0,233	2,526	0,394
	2475	0,275	2,509	0,415

Punto 4

Stato limite	Tr	ag	F0	Tc*

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **573**

Pagina 573 - p_pz_0035715/2019

	[anni]	[g]	[-]	[s]
	30	0,050	2,327	0,291
SLO	45	0,061	2,380	0,308
	50	0,064	2,394	0,312
	72	0,076	2,436	0,327
SLD	75	0,078	2,440	0,327
	101	0,089	2,474	0,333
	140	0,103	2,487	0,343
	201	0,120	2,486	0,351
	475	0,170	2,482	0,366
SLV	712	0,196	2,469	0,386
	975	0,219	2,459	0,402
SLC	1462	0,249	2,470	0,410
	2475	0,295	2,485	0,421

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0,061	2,410	0,308
SLD	75	0,078	2,468	0,323
SLV	712	0,199	2,491	0,371
SLC	1462	0,250	2,510	0,384

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %
Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1,000
Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica:
T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Paratie NTC 2018

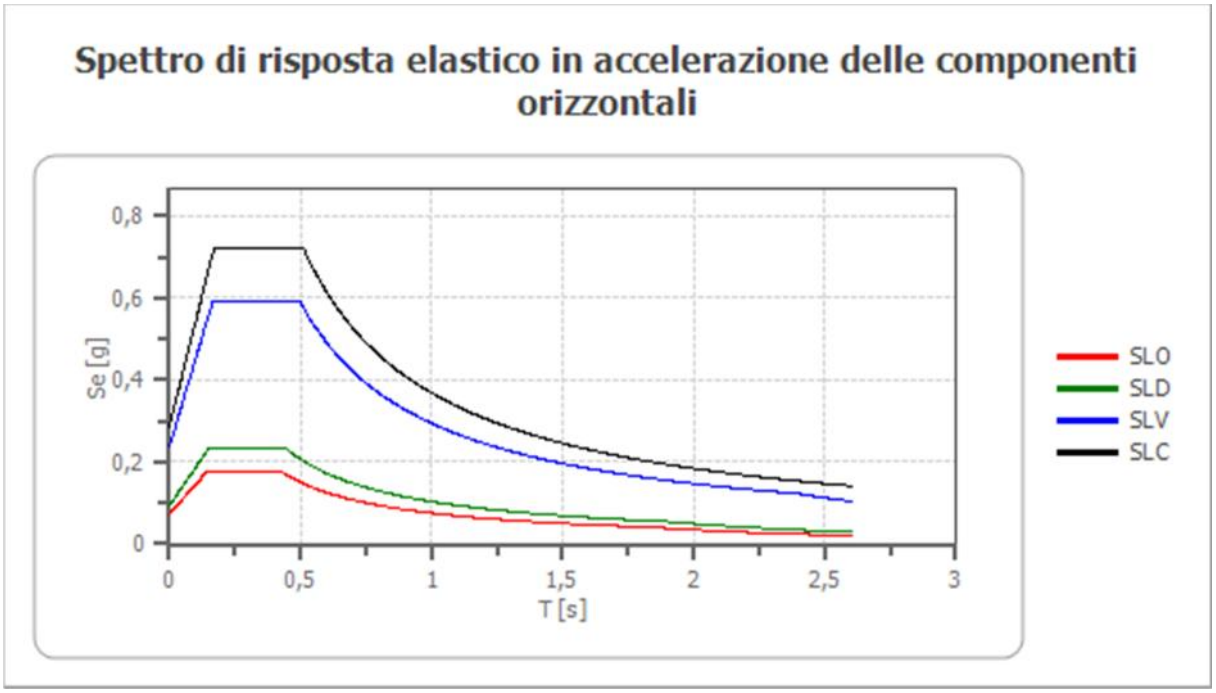
Altezza paratia (H): 12,0 [m]
Spostamento ammissibile us: 0,024 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,052	0,067	0,170	0,205
kv	--	--	--	--
amax [m/s²]	0,718	0,923	2,337	2,825
Beta	0,713	0,713	0,713	0,713

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **574**

Pagina 574 - p_pz_0035715/2019

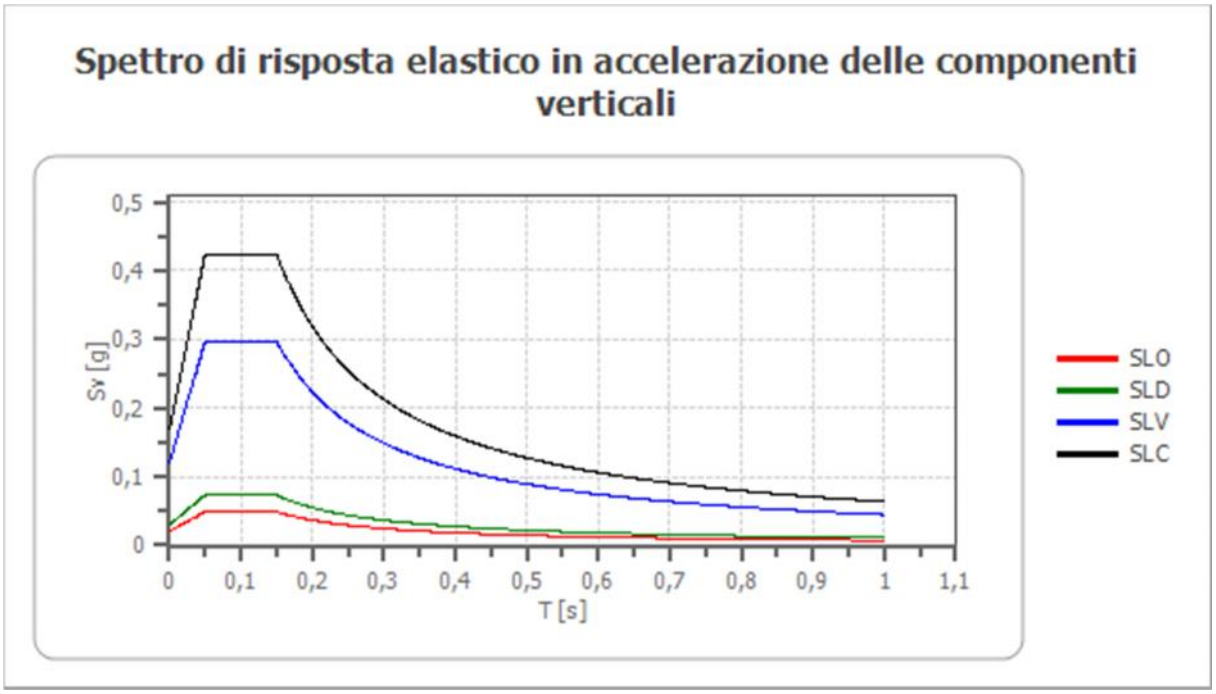


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,5	0,061	2,410	0,308	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,143	0,428	1,844	0,073	0,177
SLD	1,5	0,078	2,468	0,323	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,149	0,446	1,914	0,094	0,232
SLV	1,5	0,199	2,491	0,371	1,200	1,340	1,000	1,200	1,000	0,166	0,497	2,395	0,238	0,594
SLC	1,5	0,250	2,510	0,384	1,150	1,330	1,000	1,150	1,000	0,170	0,510	2,602	0,288	0,723

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1,000

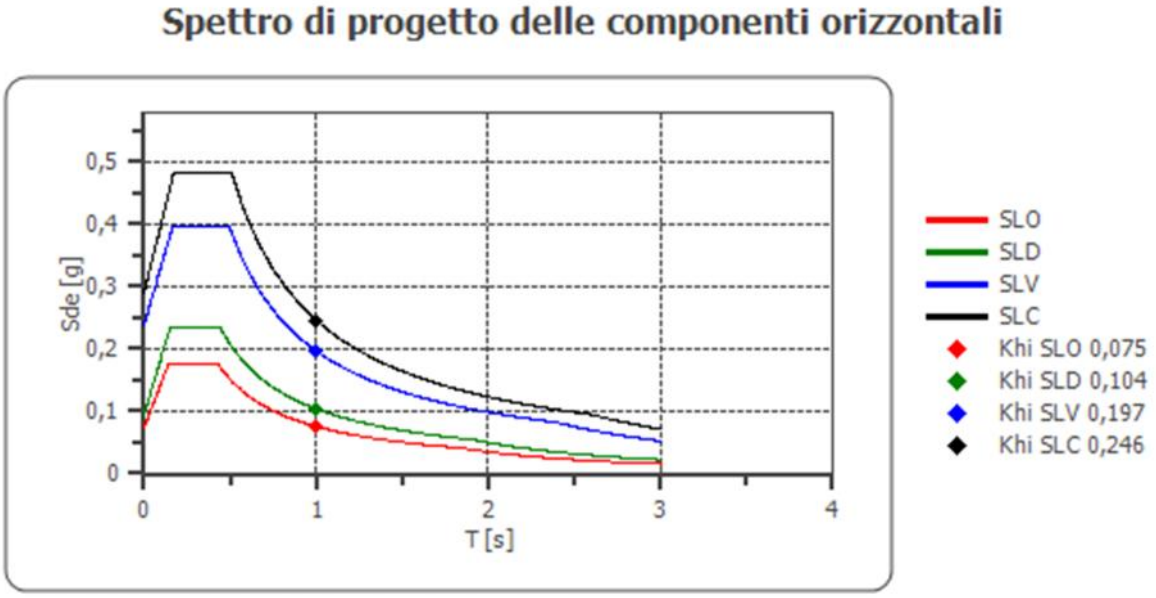


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,5	0,061	2,410	0,308	1	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,020	0,049
SLD	1,5	0,078	2,468	0,323	1	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,030	0,073
SLV	1,5	0,199	2,491	0,371	1	1,340	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,120	0,298
SLC	1,5	0,250	2,510	0,384	1	1,330	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,169	0,425

Spettro di progetto

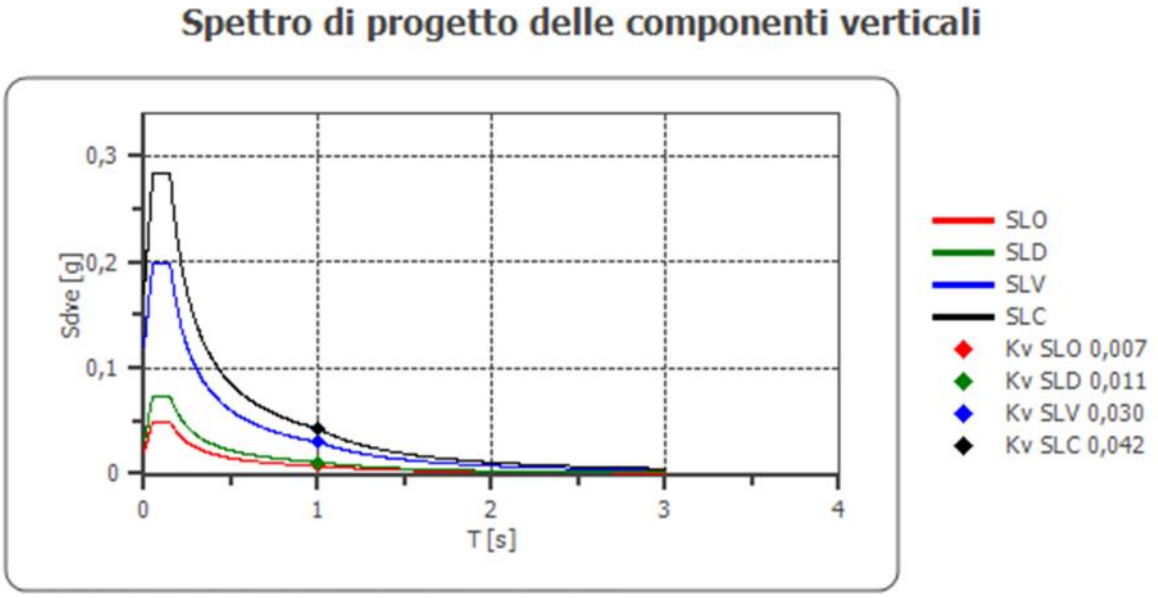
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,075	0,104	0,197	0,246
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,007	0,011	0,030	0,042



DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **576**

Pagina 576 - p_pz_0035715/2019



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,5	0,061	2,410	0,308	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,143	0,428	1,844	0,073	0,177
SLO verticale	1,5	0,061	2,410	0,308	1,200	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,020	0,049
SLD orizzontale	1,5	0,078	2,468	0,323	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,149	0,446	1,914	0,094	0,232
SLD verticale	1,5	0,078	2,468	0,323	1,200	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,030	0,073
SLV orizzontale	1,5	0,199	2,491	0,371	1,200	1,340	1,000	1,200	1,500	0,166	0,497	2,395	0,238	0,396
SLV verticale	1,5	0,199	2,491	0,371	1,200	1,340	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,120	0,198
SLC orizzontale	1,5	0,250	2,510	0,384	1,150	1,330	1,000	1,150	1,500	0,170	0,510	2,602	0,288	0,482

SLC verticale	1,5	0,250	2,510	0,384	1,150	1,330	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,169	0,283

Tanto dovevasi in adempimento all'incarico ricevuto.

Sala Consilina (SA), li Settembre 2019

Il Progettista delle strutture

Dott. Ing. Daniele Giaffrida

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **578**

Pagina 578 - p_pz_0035715/2019

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

INTERVENTO AL KM 18+000 - Relazione geotecnica

N. articolo/Riferimento

Data Settembre 2019	Scala/e /	Tavola n. **05**	Revisione n. 0

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

IL PRESENTE TOMO CONTIENE I SEGUENTI ELABORATI:

A. RELAZIONE GEOTECNICA

B. STABILITÀ DEL PENDIO NELLA CONDIZIONE EX POST

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **580**

Pagina 580 - p_pz_0035715/2019

RELAZIONE GEOTECNICA

Introduzione.

Le paratie sono opere di ingegneria civile che trovano molta applicazione in problemi legati alla stabilizzazione di versanti o al sostegno di rilevati di terreno. Tuttavia è anche facile sentire parlare di paratie che sono utilizzate per l'ormeggio di grandi imbarcazioni, o per puntellare pareti di trincee e altri scavi o per realizzare cassoni a tenuta stagna per lavori subacquei. Come si può quindi intuire grande importanza deve essere data alla progettazione di una simile opera, soprattutto per quanto riguarda il progetto strutturale e geotecnico. Per quanto riguarda l'aspetto del calcolo vale la pena sottolineare che non esistono, ad oggi, metodi esatti, e questo è anche dovuto alla complessa interazione tra la profondità di scavo, la rigidezza del materiale costituente la paratia e la resistenza dovuta alla pressione passiva. In ogni caso, i metodi correntemente utilizzati possono essere classificati in due categorie:

1. Metodi che si basano su una discretizzazione del modello di paratia (si parla di differenze finite o di elementi finiti);
2. Metodi che si basano su congetture di tipo semplicistico, al fine di poter affrontare il problema con il semplice studio dell'equilibrio di un corpo rigido.

Tra le due classi di metodi esposti all'elenco precedente, quello degli elementi finiti è quello che più di tutti risulta razionale, in quanto basato su considerazioni che coinvolgono sia la statica del problema (equilibrio) sia la cinematica (congruenza).

Tipi di paratie.

I tipi di paratie maggiormente utilizzate allo stato attuale possono essere classificati come segue:

1. Paratie in calcestruzzo armato, costruite per mezzo di pali o per mezzo di setti (entrambi armati);
2. Paratie di legno;
3. Paratie in acciaio.

Analisi della paratia.

Alcune considerazioni preliminari.

Gli elementi che concorrono al calcolo di una paratia sono vari. Si coinvolgono infatti concetti legati alla flessibilità dei pali, al calcolo della spinta del terrapieno, alla rigidezza del terreno ecc. Si osservi la seguente figura:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **581**

Pagina 581 - p_pz_0035715/2019

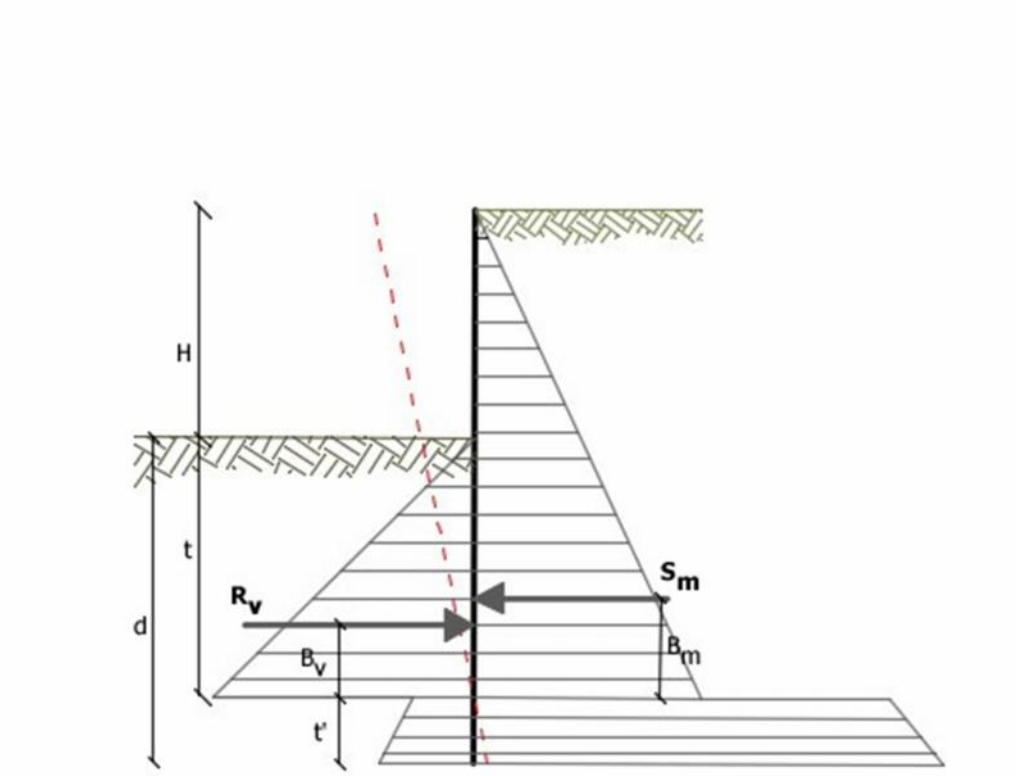


Figura 1: Schema delle pressioni agenti sulla paratia

Si vede che le pressioni laterali che sono chiamate a concorrere nell'equilibrio sono la pressione attiva sviluppata a tergo della paratia e la pressione passiva che si sviluppa nella parte anteriore della paratia (Parte di valle della paratia). Il calcolo, sia nell'ambito dei metodi semplificati che nell'ambito di metodi numerici, della spinta a tergo ed a valle della paratia viene solitamente condotto sia con il metodo di Rankine che con il metodo dI Coulomb. Si rileva però che il metodo di Coulomb fornisce risultati più accurati in quanto essendo la paratia un opera solitamente flessibile, e manifestando quindi spostamenti maggiori si generano fenomeni di attrito all'interfaccia paratia-terreno che possono essere tenuti in conto solo attraverso i coefficienti di spinta di Coulomb. Nell'utilizzo del metodo degli elementi finiti si deve calcolare anche un coefficiente di reazione del terreno ks, oltre che la spinta attiva e passive del terreno. Se si parla di analisi in condizioni non drenate è inoltre necessario conoscere il valore della coesione non drenata. E' inoltre opportuno considerare che se si vuole tenere debitamente in conto l'attrito tra terreno e opera si deve essere a conoscenza dell'angolo di attrito tra terreno e opera (appunto). In conclusione i parametri (in termini di proprietà del terreno) di cui si deve disporre per effettuare l'analisi sono i seguenti:

1. Angolo di attrito interno del terreno;
2. Coesione del terreno;
3. Peso dell'unità di volume del terreno;
4. Angolo di attrito tra il terreno ed il materiale che costituisce l'opera.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **582**

Pagina 582 - p_pz_0035715/2019

Calcolo delle spinte.

Come accennato in uno dei paragrafi precedenti, deve in ogni caso essere effettuato il calcolo della spinta attiva e passiva. Si espone quindi in questa sezione il calcolo delle spinte con il metodo di Coulomb.

Calcolo della spinta attiva.

La spinta attiva può essere calcolata con il metodo di Coulomb o alternativamente utilizzando la Teoria di Caquot.

Metodo di Coulomb.

Il metodo di Coulomb è capace di tenere in conto le variabili più significative, soprattutto con riguardo al fenomeno attritivo che si genera all'interfaccia paratia-terreno. Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione (valutata alla profondità z):

$$\sigma_h(z) = k_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta totale, che è l'integrale della relazione precedente su tutta l'altezza, è applicata ad 1/3 di H e si calcola con la seguente espressione:

$$S_t(z) = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato con ka il valore del coefficiente di pressione attiva, determinabile con la seguente relazione:

$$\begin{cases} k_a = \dfrac{\sin^2(\phi+\beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta-\delta)\cdot\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\varepsilon)}{\sin(\beta-\delta)\cdot\sin(\beta+\varepsilon)}}\right]^2} \\ \text{con } \delta < (\beta-\phi-\varepsilon) \text{ secondo Muller} - \text{Breslau} \end{cases}$$

γ_t Peso unità di volume del terreno;

β Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

Φ Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ Angolo di attrito terreno-paratia positivo se antiorario;

ε Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria;

Metodo di Caquot.

Il metodo di Coulomb risulta essere un metodo sufficientemente accurato per la valutazione dei coefficienti di pressione allo stato limite. Tuttavia soffre dell'ipotesi riguardante la planarità della superficie di scorrimento. Tale ipotesi è rimossa applicando la teoria di Caquot la quale si basa sull'utilizzo di una superficie di scorrimento a forma di spirale logaritmica. Secondo questa teoria il coefficiente di pressione attiva si determina utilizzando la seguente formula:

$$K_a = \rho \cdot K_a^{\text{Coulomb}}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **583**

Pagina 583 - p_pz_0035715/2019

- $K_a^{Coulomb}$ è il coefficiente di pressione attiva calcolato con la teoria di Coulomb;
- ρ è un coefficiente moltiplicativo calcolato con la seguente formula:

$$\rho = \left(\left[1 - 0.9 \cdot \lambda^2 - 0.1 \cdot \lambda\right] \cdot \left[1 - 0.3 \cdot \lambda^3\right]\right)^{-n}$$

Dove i simboli sono calcolati con le seguenti formule:

$$\lambda = \frac{\Delta + \beta - \Gamma}{4 \cdot \varphi - 2 \cdot \pi \cdot (\Delta + \beta - \Gamma)}$$

$$\Delta = 2 \cdot \tan^{-1}\left(\frac{\left|\cot(\delta)\right| - \sqrt{\cot^2(\delta) - \cot^2(\varphi)}}{1 + \cos ec(\varphi)}\right)$$

$$\Gamma = \sin^{-1}\left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\varphi)}\right)$$

Dove i simboli hanno il seguente significato (vedere anche figura seguente):

- β è l'inclinazione del profilo di monte misurata rispetto all' orizzontale;
- φ è l' angolo di attrito interno del terreno spingente;
- δ è l' angolo di attrito all'interfaccia opera-terreno;

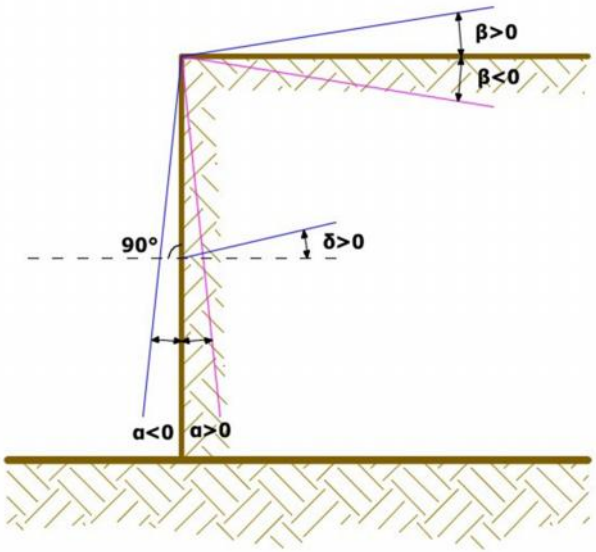


Figura 2: Convenzione utilizzata per il calcolo del coefficiente di pressione secondo la teoria di Caquot

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q, uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari:

$$\sigma_q(z) = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Integrando la tensione riportata alla formula precedente si ottiene la spinta totale dovuta al sovraccarico:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **584**

Pagina 584 - p_pz_0035715/2019

$$S_q = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta+\varepsilon)} \cdot H$$

Con punto di applicazione ad H/2 (essendo la distribuzione delle tensioni costante). Nelle precedenti formule i simboli hanno il seguente significato:

β	Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede
ε	Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria
Ka	Coefficiente di pressione attiva calcolato al paragrafo precedente

Striscia di carico su pc inclinato

Il carico agente viene decomposto in un carico ortogonale ed in uno tangenziale al terrapieno, le pressioni indotte sulla parete saranno calcolate come illustrato nei due paragrafi che seguono.

Striscia di carico ortogonale al piano di azione

Un carico ripartito in modo parziale di ascissa iniziale x1 ed ascissa finale x2 genera un diagramma di pressioni sulla parete i cui valori sono stati determinati secondo la formulazione di Terzaghi, che esprime la pressione alla generica profondità z come segue:

$$\sigma_q(z) = \frac{Q}{2\pi \times (2\Delta\theta + A)}$$

$$\tau_{xz} = -\frac{Q}{2\pi B}$$

Con:

$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$

$A = \text{sen}(2\theta_1) - \text{sen}(2\theta_2)$

$B = \cos(2\theta_1) - \cos(2\theta_2)$

$\theta_1 = \text{arctg}(z/x_1)$

$\theta_2 = \text{arctg}(z/x_1)$

Per integrazione si otterrà la risultante ed il relativo braccio.

Striscia di carico tangenziale al p.c.

$$\sigma_x = \frac{t}{2\pi \times (D - 2E)}$$

T= Intensità del carico [F/L²]

$D = 4 \cdot \log[\text{sen}\theta_1 / \text{sen}\theta_2]$

$E = \text{sen}^2\theta_1 - \text{sen}^2\theta_2$

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **585**

Pagina 585 - p_pz_0035715/2019

Linee di carico sul terrapieno

Le linee di carico generano un incremento di pressioni sulla parete che secondo BOUSSINESQ, alla profondità z, possono essere espresse come segue:

$$\sigma_x(x,z) = \frac{2V}{\pi \cdot x^2 \cdot z \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

$$\tau_{xz}(x,z) = \frac{2V}{\pi \cdot x \cdot z^2 \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

V= Intensità del carico espessa in [F/L];

X= Distanza, in proiezione orizzontale, del punto di applicazione del carico dalla parete;

Se il piano di azione è inclinato di ε viene ruotato il sistema di riferimento xz in XZ, attraverso la seguente trasformazione:

$$\begin{cases} X = x \cdot \cos(\varepsilon) - z \cdot \sin(\varepsilon) \\ Z = z \cdot \cos(\varepsilon) + x \cdot \sin(\varepsilon) \end{cases}$$

Spinta in presenza di falda acquifera

La falda con superficie distante Hw dalla base della struttura, induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z sono espresse come segue:

$$u(z) = \gamma_w \cdot z$$

La spinta idrostatica totale si ottiene per integrazione su tutta l'altezza della relazione precedente:

$$S_w = \frac{1}{2}\gamma_w \cdot H^2$$

Avendo indicato con H l'altezza totale di spinta e con γ_w il peso dell'unità di volume dell'acqua. La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{saturo} - \gamma_w$), peso specifico del materiale immerso in acqua. In condizioni sismiche la sovraspinta esercitata dall'acqua viene valutata nel seguente modo:

$$\Delta S_w = \frac{7}{12}\gamma_w \cdot {H_w}^2 \cdot C$$

applicata a 2/3 dell'altezza della falda Hw *[Matsuo O'Hara (1960) Geotecnica , R. Lancellotta]*

Effetto dovuto alla presenza di coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -\frac{2 \cdot c}{\sqrt{k_a}}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto della spinta per effetto della coesione. È stata calcolate l'altezza critica Zc come segue:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **586**

Pagina 586 - p_pz_0035715/2019

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma_t \cdot \sqrt{ka}} - \left\{ \frac{\left[Q \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta+\varepsilon)} \right]}{\gamma_t} \right\}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato

- Q Carico agente sul terrapieno eventualmente presente.
- γ_t Peso unità di volume del terreno
- β Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede
- ε Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria
- C Coesione del materiale
- K_a Coefficiente di pressione attiva, come calcolato ai passi precedenti

Nel caso in cui si verifichi la circostanza che la Zc, calcolata con la formula precedente, sia minore di zero è possibile sovrapporre direttamente gli effetti dei diagrammi, imponendo un decremento al diagramma di spinta originario valutato come segue:

$$S_c = P_c \cdot H$$

Dove si è indicata con il simbolo H l'altezza totale di spinta.

Sisma

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sulla parete è data da:

$$E_d = \frac{1}{2}\gamma \cdot (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- H altezza di scavo
- K_v coefficiente sismico verticale
- γ peso per unità di volume del terreno
- K coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico) (vedi Mononobe & Okabe)
- E_{ws} spinta idrostatica dell'acqua
- E_{wd} spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo β della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **587**

Pagina 587 - p_pz_0035715/2019

$$tg\vartheta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H'^2$$

Con H' altezza del livello di falda (riportata nella sezione relativa al calcolo della spinta idrostatica).

Resistenza passiva

Anche per il calcolo della resistenza passiva si possono utilizzare i due metodi usati nel calcolo della pressione allo stato limite attivo (metodo di Coulomb e metodo di Caquot).

Metodo di Coulomb

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni in condizioni di stato limite passivo risulta lineare con legge del tipo del tipo:

$$\sigma_p(z) = k_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

Ancora una volta integrando la precedente relazione sull'altezza di spinta (che per le paratie deve essere valutata attentamente) si ottiene la spinta passiva totale:

$$S_t = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato al solito con H l'altezza di spinta, gt il peso dell'unità di volume di terreno e con kp il coefficiente di pressione passiva (in condizioni di stato limite passivo). Il valore di questo coefficiente è determinato con la seguente formula:

$$\begin{cases} k_p = \dfrac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\dfrac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)}}\right]^2} \\ \text{con } \delta < \beta - \phi - \varepsilon \text{ secondo Muller} - \text{Breslau} \end{cases}$$

con valori limite pari a:$\delta < \beta$-Φ-ε (Muller-Breslau).

Metodo di Caquot

Il metodo di Caquot differisce dal metodo di Coulomb per il calcolo del coefficiente di pressione allo stato limite passivo. Il coefficiente di pressione passiva viene calcolato, con questo metodo, interpolando i valori della seguente tabella:

Coefficient of passive earth pressure K_p *for* δ = -¶											
α[°]	φ[°]	K_p when β°									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	10	1,17	1,41	1,53							

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **588**

Pagina 588 - p_pz_0035715/2019

	15	1,30	1,70	1,92	2,08						
	20	1,71	2,08	2,42	2,71	2,92					
	25	2,14	2,81	2,98	3,88	4,22	4,43				
-30	30	2,78	3,42	4,18	5,01	5,98	8,94	7,40			
	35	3,75	4,73	5,87	7,21	8,78	10,80	12,50	13,80		
	40	5,31	8,87	8,77	11,00	13,70	17,20	24,80	25,40	28,40	
	45	8,05	10,70	14,20	18,40	23,80	90,60	38.90	49,10	60,70	69,10
	10	1,36	1,58	1,70							
	15	1,68	1,97	2,20	2,38						
	20	2,13	2,52	2,92	3,22	3,51					
	25	2,78	3,34	3,99	4,80	5,29	5,57				
-20	30	3,78	4,81	8,58	8,81	7,84	9,12	9,77			
	35	5,38	8,89	8,28	10,10	12,20	14,80	17,40	19,00		
	40	8,07	10,40	12,00	18,50	20,00	25,50	38,50	37,80	42,20	
	45	13,2	17,50	22,90	29,80	38,30	48,90	82,30	78,80	97,30	111,04
	10	1,52	1,72	1,83							.
	15	1,95	2,23	2,57	2,88						
	20	2,57	2,98	3,42	3,75	4,09					
	25	3,50	4,14	4,90	5,82	8,45	8,81				
-10	30	4,98	8,01	7,19	8,51	10,10	11,70	12,80			
	35	7,47	9,24	11,30	13,80	18,70	20,10	23,70	26,00		
	40	12,0	15,40	19,40	24,10	29,80	37,10	53,20	55,10	61,80	
	45	21,2	27,90	38,50	47,20	80,80	77,30	908,20	124,00	153,00	178,00
	10	1,84	1,81	1,93							
	15	2,19	2,46	2,73	2,91						
	20	3,01	3,44	3,91	4,42	4,66					
	25	4,28	5,02	5,81	8,72	7,71	8,16				
0	30	8,42	7,69	9,19	10,80	12,70	14,80	15,90			
	35	10,2	12,60	15,30	18,80	22,30	28,90	31,70	34,90		
	40	17,5	22,30	28,00	34,80	42,90	53,30	78,40	79,10	88,70	
	45	33,5	44,10	57,40	74,10	94,70	120,00	153,00	174,00	240,00	275,00
	10	1,73	1,87	1,98							
	15	2,40	2,65	2,93	3,12						
	20	3,45	3,90	4,40	4,96	5,23					
10	25	5,17	5,99	6,90	7,95	9,11	9,67				
	30	8,17	9,69	11,40	13,50	15,90	18,50	19,90			

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **589**

Pagina 589 - p_pz_0035715/2019

	35	13,8	16,90	20,50	24,80	29,80	35,80	42,30	46,60		
	40	25,5	32,20	40,40	49,90	61,70	76,40	110,00	113,00	127,00	
	45	52,9	69,40	90,90	116,00	148,00	i88,00	239,00	303,00	375,00	431,00
	10	1,78	1,89 I	2,01							
	15	2,58	2,821	3,11	3,30						
	20	3,90	4,38	4,92	5,53	5,83					
20	25	6,18	7,12	8,17	9,39	10,70	11,40				
	30	10,4	12,30	14,40	16,90	20,00	23,20	25,00			
	35	18,7	22,80	27,60	33,30	40,00	48,00	56,80	62,50		
	40	37,2	46,90	58,60	72,50	89,30	111,00	158,00	164,00	185,00	
	45	84,0	110,00	143,00	184,00	234,00	297,00	378,00	478,00	592,00	680,00

Tabella: Valutazione del coefficiente di pressione passiva con la teoria di Caquot

Carico uniforme sul terrapieno

La resistenza indotta da un carico uniformemente distribuito Sq vale:

$$S_q = k_p \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\text{sen}\beta}{\text{sen}(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione pari a H/2 (essendo il diagramma delle tensioni orizzontali costante per tutta l'altezza). Nella precedente formula k_p è il coefficiente di spinta passiva valutato al paragrafo precedente.

Coesione

La coesione determina un incremento di resistenza pari a:

$$Pc = 2c \cdot \sqrt{k_p}$$

Tale incremento va a sommarsi direttamente al diagramma principale di spinta.

Metodo dell'equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nel ricercare soluzioni, al problema di verifica o di progetto, che siano compatibili con il solo aspetto statico del problema. In sostanza si ragiona in termini di equilibrio di un corpo rigido, senza preoccuparsi della congruenza cinematica degli spostamenti. I principali schemi di calcolo cui si farà riferimento sono i seguenti:

1. Paratia a sbalzo;
2. Paratia tirantata ad estremo libero;
3. Paratia tirantata ad estremo fisso;

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **590**

Pagina 590 - p_pz_0035715/2019

Paratia a sbalzo: calcolo della profondità d'infissione limite

Per paratia non tirantata, la stabilità è assicurata dalla resistenza passiva del terreno che si trova a valle della stessa; dall'equilibrio dei momenti rispetto al centro di rotazione si ottiene:

$$S_m \cdot B_m - R_v \cdot B_v = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- S_m componente orizzontale della spinta attiva;
- B_m braccio di S_m rispetto ad O centro di rotazione;
- R_V componente orizzontale della resistenza passiva;
- B_V braccio di R_V rispetto ad O centro di rotazione;

ogni termine risulta funzione di t dove t è la profondità del centro di rotazione rispetto al piano di riferimento di valle (piano campagna a valle). La lunghezza necessaria per assicurare l'equilibrio alla traslazione orizzontale si ottiene aumentando t come segue:

$$t' = a \cdot t \quad d = t \cdot (1 + a) \quad \text{dove} \quad a = 0.2 \ (\text{Metodo di Blum})$$

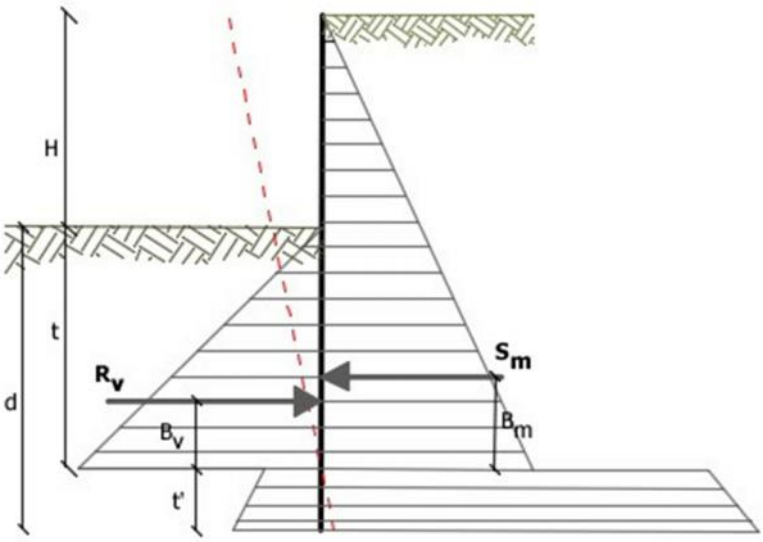


Figura 32: Schema di riferimento per il calcolo dell'equilibrio della paratia

Coefficiente di sicurezza sulla resistenza passiva

La lunghezza d'infissione d come sopra determinata è relativa alla condizione limite di incipiente collasso, tramite un coefficiente F. E' possibile introdurre un margine di sicurezza sulle resistenze passive; la riduzione si effetua come segue:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **591**

Pagina 591 - p_pz_0035715/2019

$$S_m \cdot B_m - \frac{R_v}{F} \cdot B_v = 0$$

Paratia tirantata ad estremo libero: calcolo della profondità d'infissione limite

La stabilità dell'opera è assicurata anche dai tiranti ancorati sulla paratia. Per utilizzare lo schema di calcolo ad estremo libero, la paratia deve essere sufficientemente corta e rigida. La lunghezza di infissione, sarà determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione sull'origine del tirante indicato B1

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - R_v \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- S_m componente orizzontale spinta attiva;
- H altezza terreno da sostenere;
- t profondità di infissione calcolata;
- B_m braccio di S_m rispetto alla base della paratia;
- P_m ordinata del punto di applicazione del tirante a monte;
- R_v componente orizzontale della resistenza passiva;
- B_v braccio di R_v.

Noto t, si determinano S_m ed R_v ed il relativo sforzo del tirante.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze passive

La lunghezza d'infissione sarà ulteriormente aumentata per avere margine di sicurezza in condizioni di esercizio tramite il coefficiente di sicurezza F:

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - \frac{R_v}{F} \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Paratia tirantata ad estremo fisso: calcolo della profondità d'infissione limite

Se la sezione più profonda della paratia non trasla e non ruota può essere assimilata ad un incastro, in tal caso la paratia si definisce ad estremo fisso. Un procedimento elaborato da BLUM consente di ricavare la profondità d'infissione (t+t'), imponendo le condizioni cinematiche di spostamenti nulli alla base dell'opera ed all'origine del tirante (B1), e le condizioni statiche di momento e taglio nullo alla base della paratia. Si perviene ad una equazione di 5° grado in (t+t') che può essere risolta in modo agevole.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze

Per aumentare il fattore di sicurezza sono stati introdotti negli sviluppi numerici, valori delle resistenze passive ridotte.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **592**

Pagina 592 - p_pz_0035715/2019

Metodo degli elementi finiti (FEM)

Il metodo degli elementi finiti è il metodo che più di tutti si fonda su basi teoriche solide e razionali. Di fatti tutto il metodo presuppone che il problema sia affrontato tenendo in conto sia l'aspetto statico (e quindi l'equilibrio del problema, sia l'aspetto cinematica (e quindi la congruenza degli spostamenti o meglio delle deformazioni). In questo approccio la paratia è modellata come un insieme di travi, con vincolo di continuità tra loro (elementi beam) vincolati al terreno mediante molle elastiche, la cui rigidezza è valutata in funzione delle proprietà elastiche del terreno. Nella figura che segue è mostrato schematicamente il modello utilizzato per l'analisi ad elementi finiti:

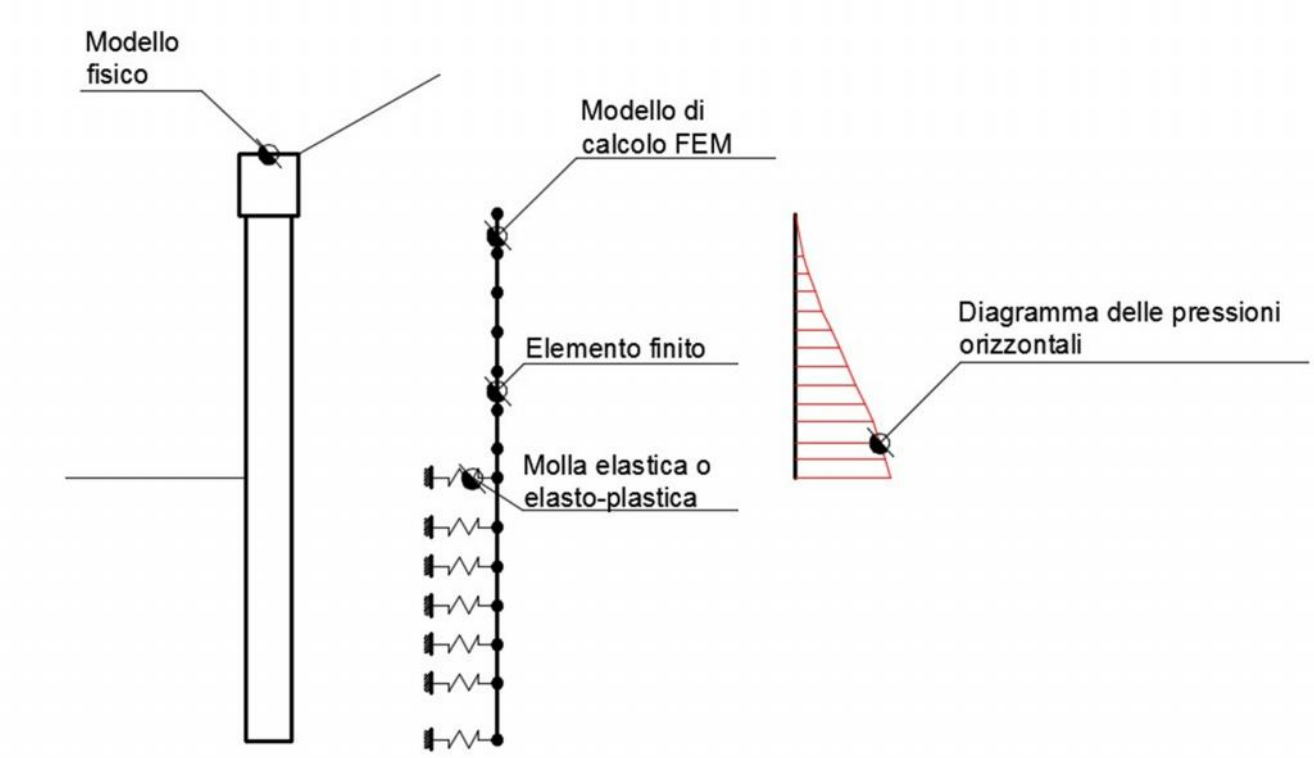


Figura 4: Schematizzazione della paratia ad elementi finiti

Vari aspetti hanno importanza centrale in questo metodo di calcolo. Si riportano nel seguito gli aspetti essenziali.

Calcolo del modulo di rigidezza Ks del terreno

Come già detto in precedenza, il terreno viene schematizzato con delle molle di rigidezza Ks applicate sui nodi dei conci compresi tra il nodo di fondo scavo e l'estremità di infissione. La stima della rigidezza *Ks* è stata effettuata sulla base della capacità portante delle fondazioni secondo la seguente formula:

$$ks = A_s + B_s \cdot z^n$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- A_S costante, calcolata come segue As=C·(c·Nc+0.5·G·B·Ng)
- B_S coefficiente funzione della profondità Bs=C·G·Nq
- Z Profondità in esame
- C 40 nel sistema internazionale SI

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **593**

Pagina 593 - p_pz_0035715/2019

$n = \pi \cdot \tan\varphi$

Nq $\exp[n \cdot (\tan^2(45° + \varphi/2)$

Nc $(Nq-1) \cdot \cot\varphi$

Ng $1.5 \cdot (Nq-1) \cdot \tan\varphi$

Tiranti

I tiranti vengono schematizzati come elementi elastici, con sezione trasversale di area pari ad A modulo di elasticità E e lunghezza L. Per un tratto di paratia di larghezza unitaria, l'azione dei tiranti inclinati di un angolo β vale:

$$F = \frac{A \cdot E}{S \cdot L} \cdot \cos(\beta)$$

Sifonamento

Il sifonamento è un fenomeno che in una fase iniziale si localizza al piede della paratia, e poi rapidamente si estende nell'intorno del volume resistente. Si verifica quando, per una elevata pressione idrodinamica o di infiltrazione, si annullano le pressioni passive efficaci, con la conseguente perdita di resistenza del terreno. Si assume di norma un fattore di sicurezza $F_{sif} = 3.5\text{-}4$ Indicando con:

ic Gradiente Idraulico critico;

ie Gradiente Idraulico in condizioni di esercizio;

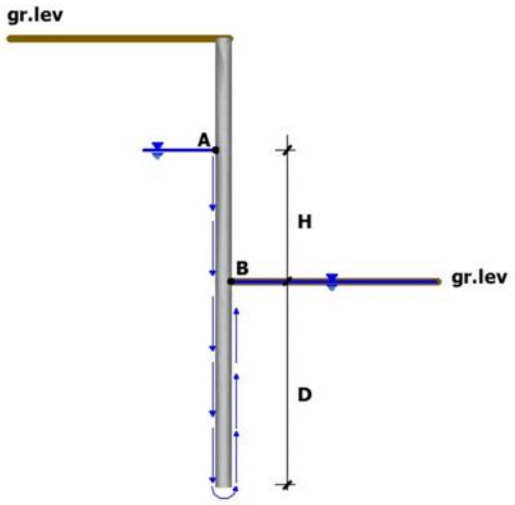
Il margine di sicurezza è definito come rapporto tra *ic* ed *ie*, se $ie < ic$ la paratie è stabile.

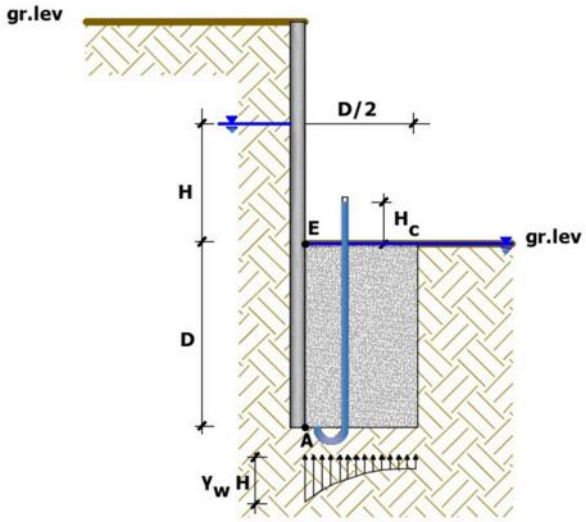
Verifica di sollevamento del fondo scavo.

Nel caso di un diaframma infisso nel terreno, la presenza della falda in posizioni tali da innescare un moto di filtrazione comporta l'instaurarsi di una forza di filtrazione che, se diretta verso l'alto, può annullare il peso del terreno il quale, in assenza di coesione, può essere trascinato dal flusso dell'acqua e compromettere la stabilità dell'opera. Il fenomeno della stabilità del fondo scavo, analogo a quello del sifonamento, è stato affrontato per la prima volta da Terzaghi (1943). A differenza del sifonamento, che è un fenomeno localizzato nel punto di sbocco della prima linea di flusso, quello del sollevamento del fondo scavo si estende per una profondità pari a quella d'infissione della paratia per una larghezza pari a metà di tale infissione.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **594**

Pagina 594 - p_pz_0035715/2019





Per semplificare il problema della determinazione dell'effettivo andamento della pressione interstiziale nel punto A, si assume che il valore della sovrappressione al piede del diaframma sia costante sulla lunghezza D/2 e pari a $\gamma_w x H_c$. Per determinare H_c si ricorre all'espressione del gradiente di efflusso i_E:

$$i_E = \frac{H_c}{D} = \frac{H}{H + 2D}$$

Da cui si ottiene:

$$H_c = \frac{H \cdot D}{H + 2D}$$

La forza di filtrazione S_W che tende a sollevare il blocco di terreno coinvolto è pari a:

$$S_w = H_c \cdot \gamma_w \cdot \frac{D}{2}$$

Le condizioni limite di stabilità vengono raggiunte quando S_W uguaglia il peso efficace del blocco, pertanto il fattore di sicurezza a sollevamento del fondo scavo si definisce come il rapporto tra il peso efficace del blocco e la forza di filtrazione:

$$F_s = \frac{W'}{S_w} = \frac{\gamma' \cdot \frac{D}{2}}{H_c \cdot \gamma_w \cdot \frac{D}{2}} = \frac{\gamma' \cdot D}{H_c \cdot \gamma_w}$$

Verifica delle sezioni e calcolo armature

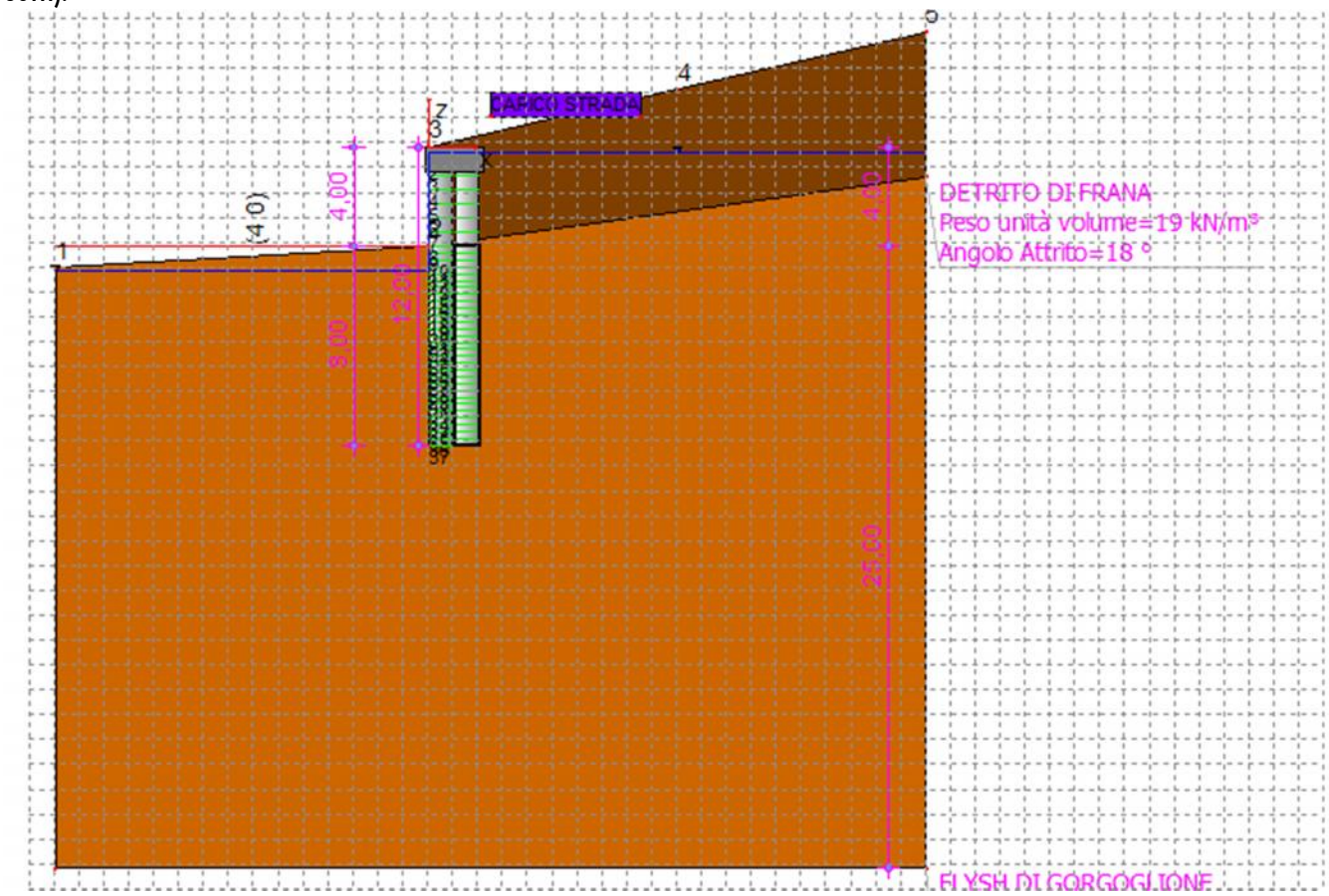
Il calcolo delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio della paratia soggetta alle sollecitazioni N,M e T, si effettuano sulla sezione maggiormente sollecitata. Le sollecitazioni di calcolo sono ottenute come prodotto tra le sollecitazioni ottenute con un calcolo a metro lineare e l'interasse tra i pali (o larghezza dei setti se la paratia è costituita da setto):

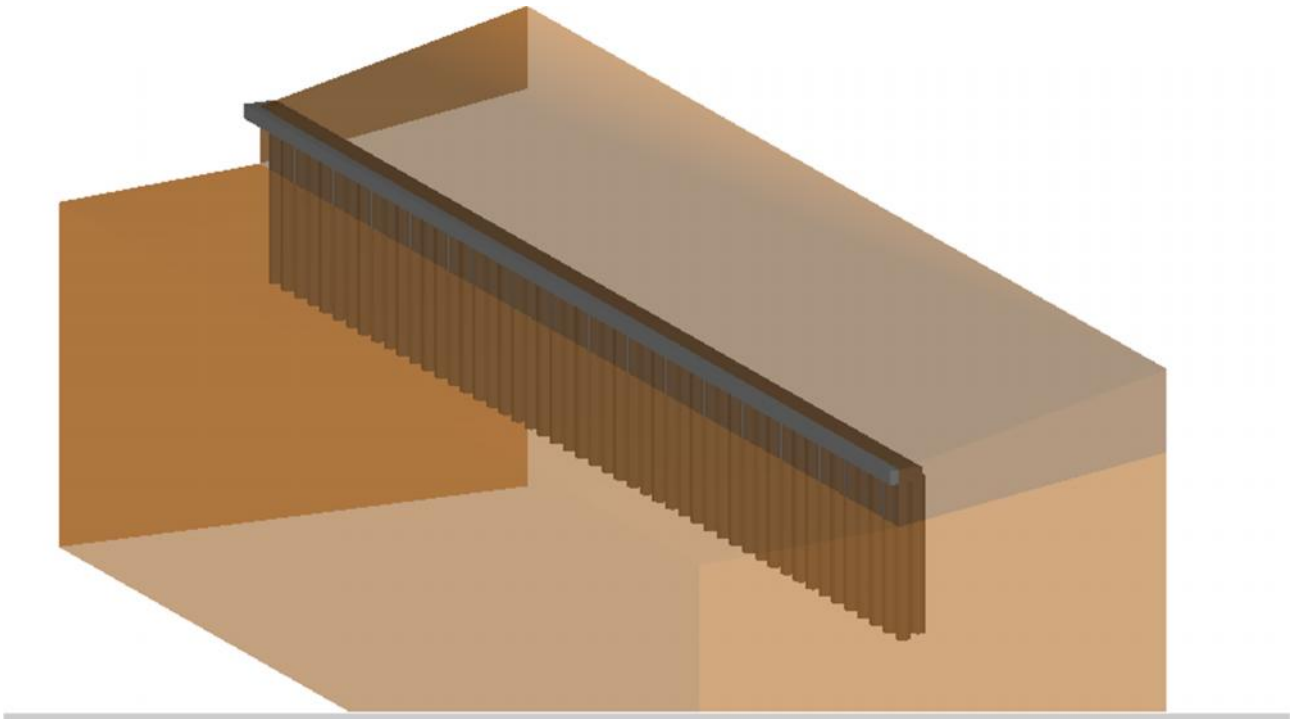
$$N_d = N' \cdot i; M_d = M' \cdot i; T_d = T' \cdot i$$

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **595**

Pagina 595 - p_pz_0035715/2019

Dove M', M', T' rappresentano il momento il taglio e lo sforzo normale relativi ad una striscia unitaria di calcolo mentre i è l'interasse tra i pali per paratia costituita da pali o micropali (o larghezza setti per paratia costituita da setti).





Archivio materiali

CONGLOMERATI

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29960	20	11.33	1.03	2.21
2	C25/30	30	31470	25	14,16	1,19	2,56
3	C28/35	35	32300	28	15,86	1,28	2,76
4	C40/50	50	35220	40	19,83	1,49	3,2

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	ß1*ß2 in.	ß1*ß2 fin.
1	B450C	200000	450	391,3	540	391,3	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	200000	450	391,3	540	450	.05	.04	1	0,5
3	S235H	210000	235	204,35	360	204,35	0,05	0,04	1	0,5
4	S275H	210000	275	239,13	430	239,13	0,05	0,04	1	0,5
5	S355H	210000	355	308,7	510	308,7	0,05	0,04	1	0,5
6	C1860	200205	1600	1116	1860	1116	0.05	0.04	1	0.5

GEOMETRIA SEZIONE

Sezione	Circolare Barre
Calcestruzzo	C20/25
Acciaio	B450C
Nome	CIRCOLARE QUINCONCE 1 mt.--
Diametro	1 m
Disposizione	Quinconce
Interasse Iy	2 m
Interasse Ix	1,1 m

Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	1,5 cm
Fattore tolleranza spostamento	0,03 cm
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	1
Fattore riduzione molla fondo scavo	1
Profondità infissione iniziale	8 m
Incremento profondità infissione	0,2 m
Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	8

Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico	Peso specifico	Coesione [kN/m²]	Angolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico	Attrito terra muro	Attrito terra muro	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **597**

Pagina 597 - p_pz_0035715/2019

	[kN/m³]	saturo [kN/m³]	]			[kN/m²]	monte [°]	valle [°]			
1	19,0	20,0	0,0	18,0	1,0	1470,0	12,0	-12,0	4,0	8,0	DETRITO DI FRANA
2	19,5	21,0	25,0	24,0	1,0	5883,0	16,0	-16,0	25,0	0,0	FLYSH DI GORGOGLIONE

Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

Descrizione zona

Latitudine 40,5425 [°]

Longitudine 16,0700 [°]

Dati opera

Tipo opera Opere ordinarie

Classe d'uso III

Vita nominale 50 [anni]

Vita di riferimento 75 [anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo B

Categoria topografica T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	45	0,60	2,41	0,31
SLD	75	0,76	2,47	0,32
SLV	712	1,95	2,49	0,37
SLC	1462	2,45	2,51	0,38

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: SLC

SL	Amax [m/sec²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,72	0,71	0,05	0,03
SLD	0,91	0,71	0,07	0,03
SLV	2,34	0,71	0,17	0,08
SLC	2,82	0,71	0,20	0,10

Carichi

Fase: 1

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **598**

Pagina 598 - p_pz_0035715/2019

Descrizione	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profondità [m]	Valore [kN]-[kPa]
CARICO STRADA	Strisce	2,5	8,5	0,36	1,21	0	20

Analisi Paratia Metodo calcolo: FEM

Profondità massima di infissione 8 [m]

Fase: 1 Analisi geotecnica Fase: 1 - Combinazione: 1

Altezza scavo **4 [m]**

Tipo: S.L.U. [STR]

Nome: A1+M1+R1

Coefficienti sismici: Kh = 0, Kv = 0

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1
6	CARICO STRADA	1,5

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	8,00 [m]
Pressione massima terreno	113,82 [kPa]
Momento massimo	450,82 [kNm/m]
Taglio massimo	188,07 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,57	15,03	71,84	-1,04	-10,13	0,7308	--
1,14	29,39	83,85	-6,91	-27,23	0,6762	--
1,71	42,84	96,85	-22,48	-51,57	0,6217	--
2,29	55,59	108,85	-51,96	-83,15	0,5673	--
2,86	67,91	121,86	-99,51	-121,94	0,5130	--
3,43	80,01	133,86	-169,14	-166,08	0,4591	--
4,00	91,99	146,86	-263,93	-188,07	0,4059	5926,42
4,28	--	207,17	-315,67	-155,53	0,3805	32035,93
4,55	-113,82	212,48	-358,66	-125,73	0,3553	32035,93
4,83	-105,86	217,80	-393,45	-92,81	0,3304	32035,93
5,10	-97,99	223,11	-419,31	-64,38	0,3059	32035,93
5,38	-90,24	228,42	-436,93	-37,69	0,2817	32035,93
5,66	-82,59	233,73	-447,17	-12,85	0,2578	32035,93
5,93	-75,07	239,04	-450,82	7,72	0,2343	32035,93
6,21	-67,66	244,36	-448,51	26,79	0,2112	32035,93
6,48	-60,36	249,67	-441,13	44,87	0,1884	32035,93
6,76	-53,18	254,98	-429,05	60,17	0,1660	32035,93
7,03	-46,12	260,29	-412,59	72,68	0,1439	32035,93
7,31	-39,15	265,60	-392,58	84,40	0,1222	32035,93
7,59	-32,30	270,91	-369,33	93,70	0,1008	32035,93
7,86	-25,53	276,23	-343,48	100,64	0,0797	32035,93
8,14	-18,86	281,54	-315,66	106,39	0,0589	32035,93
8,41	-12,27	286,85	-286,34	110,00	0,0383	32035,93
8,69	-5,75	292,16	-256,01	111,43	0,0179	32035,93
8,97	0,70	297,47	-225,25	111,20	-0,0022	32035,93
9,24	7,09	302,79	-194,58	109,14	-0,0221	32035,93
9,52	13,43	308,10	-164,47	105,45	-0,0419	32035,93
9,79	19,73	313,41	-135,39	99,82	-0,0616	32035,93
10,07	26,00	318,72	-107,87	92,86	-0,0812	32035,93
10,34	32,23	324,03	-82,33	83,29	-0,1006	32035,93
10,62	38,45	329,34	-59,40	72,48	-0,1200	32035,93
10,90	44,65	334,66	-39,56	60,70	-0,1394	32035,93
11,17	50,83	339,97	-22,91	45,14	-0,1587	32035,93
11,45	57,02	345,28	-10,39	28,19	-0,1780	32035,93
11,72	63,19	350,59	-2,80	9,87	-0,1973	32035,93

Fase: 1 - Combinazione: 2

Altezza scavo	**4 [m]**
Tipo:	S.L.U. [GEO]
Nome:	A2+M2+R1
Coefficienti sismici:	Kh = 0, Kv = 0

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1
6	CARICO STRADA	1,3

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	8,00	[m]
Pressione massima terreno	107,97	[kPa]
Momento massimo	428,05	[kNm/m]
Taglio massimo	181,01	[KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,57	14,95	71,84	-1,01	-10,03	1,1722	--
1,14	28,38	84,85	-6,82	-26,68	1,0879	--
1,71	41,02	96,85	-21,92	-50,15	1,0036	--
2,29	53,05	109,85	-50,64	-80,22	0,9194	--
2,86	64,71	122,86	-96,50	-116,37	0,8353	--
3,43	76,18	135,86	-163,24	-158,62	0,7517	--
4,00	87,55	147,86	-253,28	-181,01	0,6686	3830,70
4,28	--	216,17	-302,48	-148,79	0,6287	18325,18
4,55	-107,97	221,48	-343,36	-114,28	0,5892	18325,18
4,83	-100,76	226,80	-375,16	-84,96	0,5499	18325,18

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **601**

Pagina 601 - p_pz_0035715/2019

5,10	-93,62	232,11	-399,02	-57,87	0,5109	18325,18
5,38	-86,53	237,42	-414,59	-37,39	0,4722	18325,18
5,66	-79,51	242,73	-424,77	-11,66	0,4339	18325,18
5,93	-72,55	248,04	-428,05	6,68	0,3959	18325,18
6,21	-65,65	253,36	-425,80	23,93	0,3582	18325,18
6,48	-58,81	258,67	-419,41	41,04	0,3209	18325,18
6,76	-52,04	263,98	-408,16	56,02	0,2840	18325,18
7,03	-45,33	269,29	-392,88	69,85	0,2473	18325,18
7,31	-38,67	274,60	-373,76	80,25	0,2110	18325,18
7,59	-32,07	279,91	-351,50	88,35	0,1750	18325,18
7,86	-25,53	285,23	-327,06	95,81	0,1393	18325,18
8,14	-19,03	290,54	-300,58	100,74	0,1038	18325,18
8,41	-12,58	295,85	-272,75	104,18	0,0686	18325,18
8,69	-6,16	301,16	-244,01	106,03	0,0336	18325,18
8,97	0,21	306,47	-214,77	105,96	-0,0012	18325,18
9,24	6,56	311,79	-185,53	103,88	-0,0358	18325,18
9,52	12,87	317,10	-156,91	100,14	-0,0703	18325,18
9,79	19,17	322,41	-129,25	94,47	-0,1046	18325,18
10,07	25,44	327,72	-103,29	87,73	-0,1388	18325,18
10,34	31,70	333,03	-79,15	79,00	-0,1730	18325,18
10,62	37,95	338,34	-57,37	68,35	-0,2071	18325,18
10,90	44,19	343,66	-38,28	56,43	-0,2411	18325,18
11,17	50,42	348,97	-22,47	43,26	-0,2751	18325,18
11,45	56,65	354,28	-10,80	29,38	-0,3091	18325,18
11,72	62,88	359,59	-3,02	10,13	-0,3431	18325,18

Fase: 1 - Combinazione: 3

Altezza scavo **4 [m]**

Tipo: S.L.U. [GEO]

Nome: HYD

Coefficienti sismici: Kh = 0, Kv = 0

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,1
3	Spinta falda	1,1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	CARICO STRADA	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **602**

Pagina 602 - p_pz_0035715/2019

3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	8,00	[m]
Pressione massima terreno	90,43	[kPa]
Momento massimo	357,91	[kNm/m]
Taglio massimo	149,68	[KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,57	12,39	71,84	-0,65	-8,68	0,9816	--
1,14	23,63	84,85	-5,68	-22,13	0,9110	--
1,71	34,26	96,85	-18,20	-41,75	0,8404	--
2,29	44,42	109,85	-42,19	-66,50	0,7699	--
2,86	54,30	122,86	-80,39	-97,71	0,6996	--
3,43	64,03	135,86	-136,02	-133,28	0,6295	--
4,00	73,69	147,86	-211,98	-149,68	0,5599	3830,70
4,28	--	216,17	-252,96	-122,60	0,5266	18325,18
4,55	-90,43	221,48	-287,04	-96,67	0,4935	18325,18
4,83	-84,40	226,80	-313,53	-72,31	0,4605	18325,18
5,10	-78,41	232,11	-333,76	-48,87	0,4279	18325,18
5,38	-72,48	237,42	-347,22	-30,14	0,3955	18325,18
5,66	-66,60	242,73	-355,05	-11,44	0,3634	18325,18
5,93	-60,77	248,04	-357,91	4,77	0,3316	18325,18
6,21	-54,99	253,36	-356,31	19,03	0,3001	18325,18
6,48	-49,27	258,67	-350,91	34,20	0,2688	18325,18
6,76	-43,59	263,98	-341,74	47,52	0,2379	18325,18
7,03	-37,97	269,29	-328,75	58,00	0,2072	18325,18
7,31	-32,40	274,60	-312,80	66,95	0,1768	18325,18
7,59	-26,87	279,91	-294,20	74,15	0,1467	18325,18
7,86	-21,39	285,23	-273,74	80,14	0,1167	18325,18
8,14	-15,95	290,54	-251,64	84,70	0,0870	18325,18
8,41	-10,55	295,85	-228,33	87,27	0,0576	18325,18
8,69	-5,18	301,16	-204,25	88,78	0,0283	18325,18

8,97	0,16	306,47	-179,79	88,69	-0,0009	18325,18
9,24	5,48	311,79	-155,30	86,94	-0,0299	18325,18
9,52	10,77	317,10	-131,34	83,78	-0,0587	18325,18
9,79	16,04	322,41	-108,22	78,87	-0,0875	18325,18
10,07	21,29	327,72	-86,43	73,38	-0,1162	18325,18
10,34	26,53	333,03	-66,12	65,69	-0,1448	18325,18
10,62	31,76	338,34	-47,95	57,17	-0,1733	18325,18
10,90	36,99	343,66	-32,21	47,73	-0,2018	18325,18
11,17	42,21	348,97	-18,93	36,63	-0,2303	18325,18
11,45	47,42	354,28	-8,98	23,44	-0,2588	18325,18
11,72	52,64	359,59	-2,60	9,82	-0,2872	18325,18

Fase: 1 - Combinazione: 4

Altezza scavo **4 [m]**
Tipo: S.L.U. [GEO]
Nome: A_unitari+M1+R3 (SISMA)
Coefficienti sismici: Kh = 0,1694, Kv = 0
Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	CARICO STRADA	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Totale	1,3
4	Laterale trazione	1,25
5	Orizzontale	1,3

Profondità di infissione 8,00 [m]
Pressione massima terreno 99,06 [kPa]
Momento massimo 411,13 [kNm/m]

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **604**

Pagina 604 - p_pz_0035715/2019

Taglio massimo 156,89 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,57	22,44	71,84	-2,81	-17,83	0,6424	--
1,14	30,58	83,85	-13,07	-35,20	0,5938	--
1,71	38,10	96,85	-33,11	-57,15	0,5453	--
2,29	45,16	108,85	-65,79	-82,66	0,4969	--
2,86	51,94	121,86	-113,16	-112,11	0,4487	--
3,43	58,56	133,86	-177,19	-144,47	0,4010	--
4,00	64,32	146,86	-259,74	-156,89	0,3539	5926,42
4,28	--	207,17	-303,12	-129,64	0,3314	32035,93
4,55	-99,06	212,48	-339,16	-101,22	0,3092	32035,93
4,83	-92,03	217,80	-367,51	-75,18	0,2873	32035,93
5,10	-85,11	223,11	-388,57	-50,22	0,2657	32035,93
5,38	-78,28	228,42	-402,44	-26,29	0,2443	32035,93
5,66	-71,55	233,73	-409,74	-5,51	0,2234	32035,93
5,93	-64,93	239,04	-411,13	11,38	0,2027	32035,93
6,21	-58,42	244,36	-407,86	28,90	0,1824	32035,93
6,48	-52,02	249,67	-399,95	44,05	0,1624	32035,93
6,76	-45,72	254,98	-387,91	56,70	0,1427	32035,93
7,03	-39,52	260,29	-372,31	67,74	0,1233	32035,93
7,31	-33,41	265,60	-353,63	77,95	0,1043	32035,93
7,59	-27,40	270,91	-332,05	85,77	0,0855	32035,93
7,86	-21,47	276,23	-308,44	92,09	0,0670	32035,93
8,14	-15,63	281,54	-283,03	96,47	0,0488	32035,93
8,41	-9,85	286,85	-256,44	99,29	0,0308	32035,93
8,69	-4,15	292,16	-229,03	100,41	0,0129	32035,93
8,97	1,50	297,47	-201,32	99,96	-0,0047	32035,93
9,24	7,09	302,79	-173,74	97,94	-0,0221	32035,93
9,52	12,64	308,10	-146,73	94,30	-0,0395	32035,93
9,79	18,16	313,41	-120,69	89,09	-0,0567	32035,93
10,07	23,63	318,72	-96,06	82,70	-0,0738	32035,93
10,34	29,09	324,03	-73,30	74,20	-0,0908	32035,93
10,62	34,52	329,34	-52,73	63,95	-0,1078	32035,93
10,90	39,95	334,66	-35,10	53,52	-0,1247	32035,93
11,17	45,36	339,97	-20,35	39,73	-0,1416	32035,93
11,45	50,77	345,28	-9,22	24,68	-0,1585	32035,93
11,72	56,17	350,59	-2,52	8,73	-0,1753	32035,93

Carico limite verticale

Fase 1 Combinazione 1

Fattore Nc 16,047

Fattore Nq	8,145	
Carico limite punta	682,347	kN
Carico limite laterale	997,360	kN
Carico limite totale	1679,707	kN
Forza verticale agente	350,592	kN
Fattore sicurezza	4,791	

Fase 1 Combinazione 2

Fattore Nc	16,047	
Fattore Nq	8,145	
Carico limite punta	682,347	kN
Carico limite laterale	997,360	kN
Carico limite totale	1679,707	kN
Forza verticale agente	359,592	kN
Fattore sicurezza	4,671	

Fase 1 Combinazione 3

Fattore Nc	16,047	
Fattore Nq	8,145	
Carico limite punta	682,347	kN
Carico limite laterale	997,360	kN
Carico limite totale	1679,707	kN
Forza verticale agente	359,592	kN
Fattore sicurezza	4,671	

Fase 1 Combinazione 4

Fattore Nc	16,047	
Fattore Nq	8,145	
Carico limite punta	505,442	kN
Carico limite laterale	867,270	kN
Carico limite totale	1372,712	kN
Forza verticale agente	350,592	kN
Fattore sicurezza	3,915	

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **606**

Pagina 606 - p_pz_0035715/2019

Relazione geotecnica

(Analisi di stabilità del pendio nella condizione ex post)

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (t) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

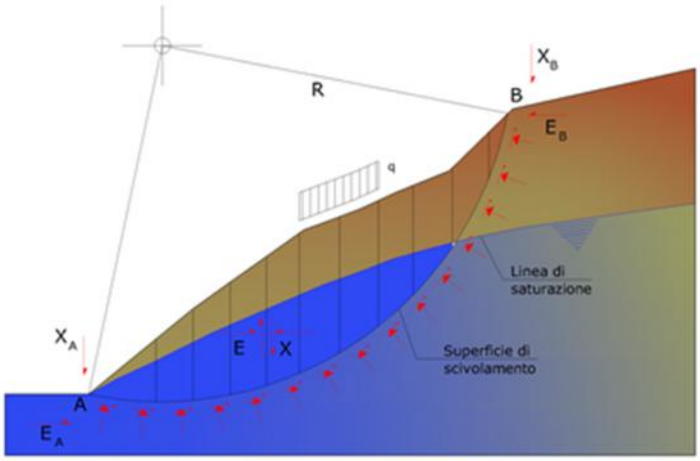
$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **607**

Pagina 607 - p_pz_0035715/2019

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a *n*, il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i;
- (n-1) forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- (n-1) forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i;
- (n-1) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F.

Complessivamente le incognite sono (6n-2).

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n;
- equazioni relative al criterio di rottura n.

Totale numero di equazioni 4n.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **608**

Pagina 608 - p_pz_0035715/2019

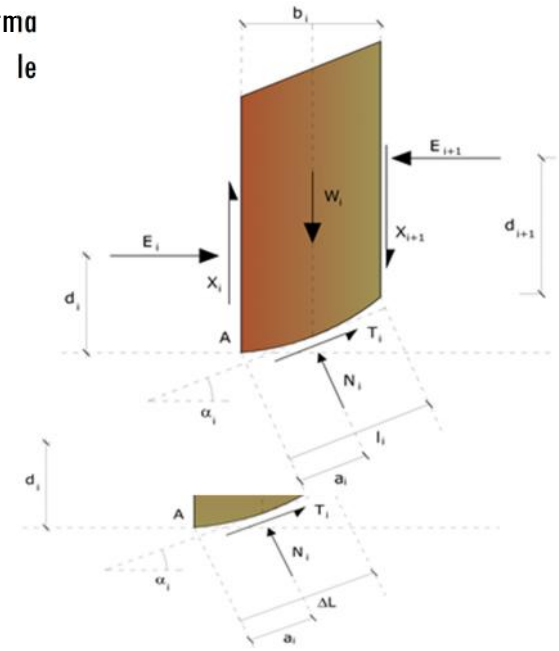
$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a (n-2) in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le (n-2) indeterminazioni.

Metodo di Fellenius (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:



n valori delle forze normali N_i;

- n valori delle forze da taglio T_i;
- 1 fattore di sicurezza.

Incognite (2n+1).

Le equazioni a disposizione sono:

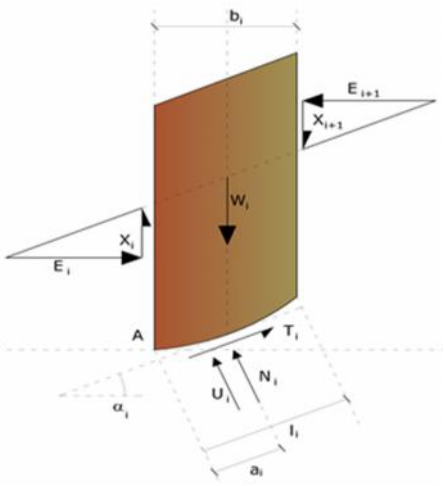
- n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
- n equazioni relative al criterio di rottura;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\Sigma\{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos\alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan\varphi_i \}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:



$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0$$ **Criterio di rottura**

$$F = \frac{\Sigma\{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan\varphi_i\} \times \frac{\sec\alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

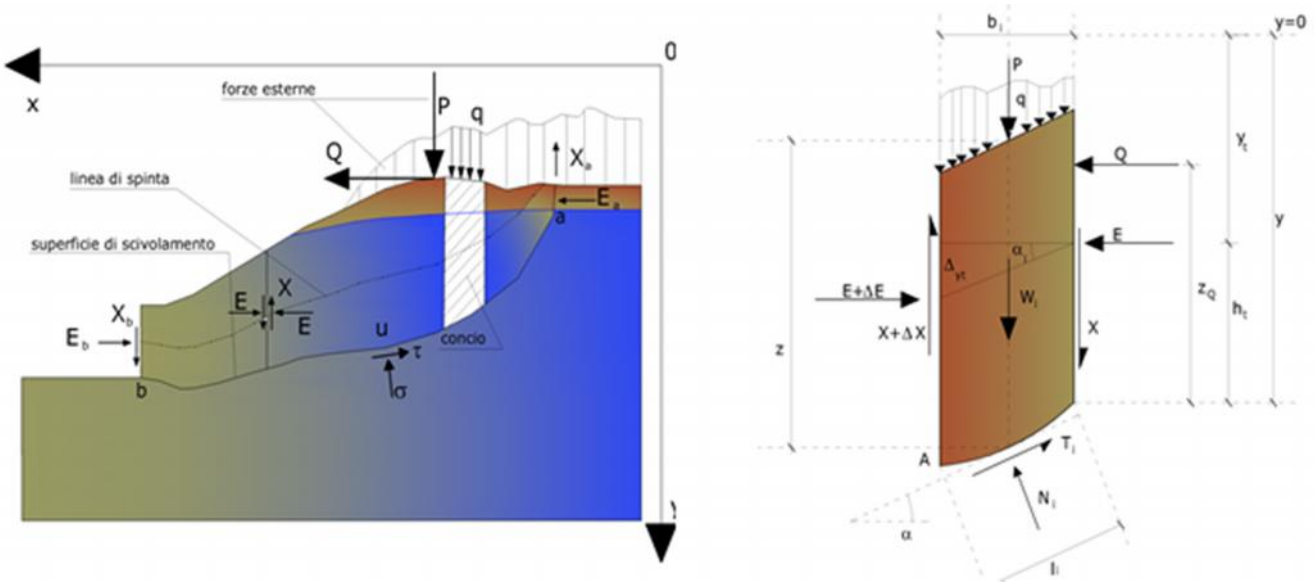
I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario,** gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

Metodo di Janbu (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\Sigma\{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan\varphi_i\} \times \frac{\sec^2\alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \tan\alpha_i}$$



Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

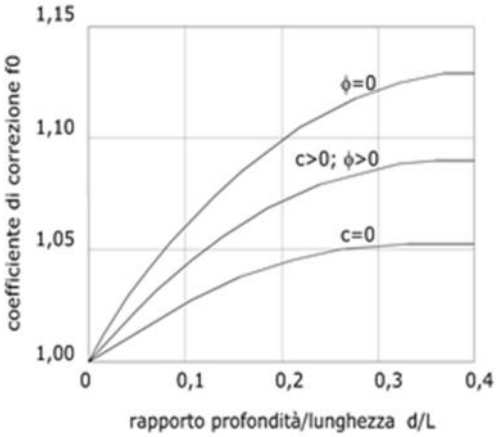
Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

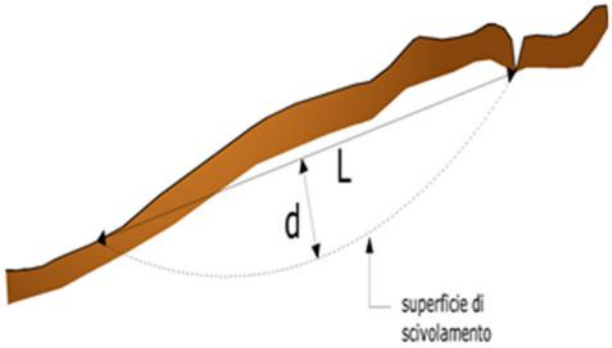
$$F_{corretto} = f_0 \cdot F$$

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **610**

Pagina 610 - p_pz_0035715/2019

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.





Metodo di Bell (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno, W, le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali $K_X W$ e $K_Z W$, le forze orizzontali e verticali X e Z applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio α e τ agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori u che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell'i-esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i)\tan \Phi_i}{F}$$

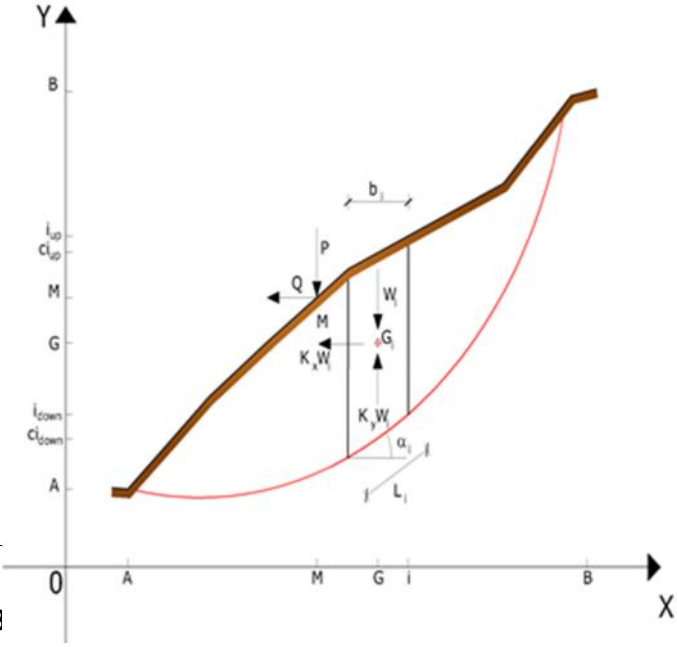
in cui:

F = il fattore di sicurezza;

c_i = la coesione efficace (o totale) alla base dell'i-esimo concio;

Φ_i = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell'i-esimo concio;

L_i = la lunghezza della base dell'i-esimo concio;



Pagina 611 - p_pz_0035715/2019

u_{ci} = la pressione dei pori al centro della base dell'i-esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos\alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$W_i \cos\alpha_i / L_i$ = **valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei conci**

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

dove x_0 ed x_n sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre x_{ci} rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i-esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno K_z g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore (1 - K_z).

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F, sostituendo l'espressione di N_i e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario C_3. Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

Metodo di Sarma (1973)

Il metodo di Sarma è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica K_c) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **612**

Pagina 612 - p_pz_0035715/2019

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos\alpha_i + T_i \sin\alpha_i = W_i - \Delta X_i$$

$$T_i \cos\alpha_i - N_i \sin\alpha_i = KW_i + \Delta E_i$$

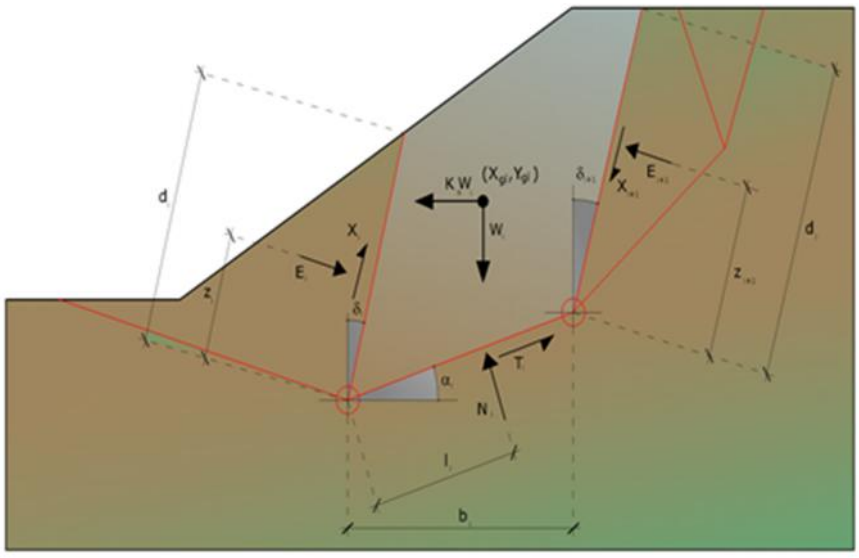
Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\Sigma \Delta E_i = 0$$

$$\Sigma \Delta X_i = 0$$

dove E_i e X_i rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i-esima del concio generico i.

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel **metodo di Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:



Azioni sull' iesimo concio, metodo di Sarma

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **613**

Pagina 613 - p_pz_0035715/2019

$$\sum \Delta X_i \cdot tg\left(\psi_i' - \alpha_i\right) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot \left[\left(y_{mi} - y_G\right) \cdot tg\left(\psi_i' - \alpha'\right) + \left(x_i' - x_G\right)\right] = \sum W_i \cdot \left(x_{mi} - x_G\right) + \sum \Delta_i \cdot \left(y_{mi} - y_G\right)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di **K** (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione **K** corrispondente al fattore di sicurezza **F = 1** , ossia l'accelerazione critica.

Si ha pertanto:

K=Kc **Accelerazione critica** se F=1

F=Fs **Fattore di sicurezza in condizioni statiche** se K=0

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne X_i ed E_i tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

È stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze X_i:

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot \left(Q_{i+1} - Q_i\right)$$

dove Q_i è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla i-esima faccia del concio i, e λ rappresenta un'incognita.

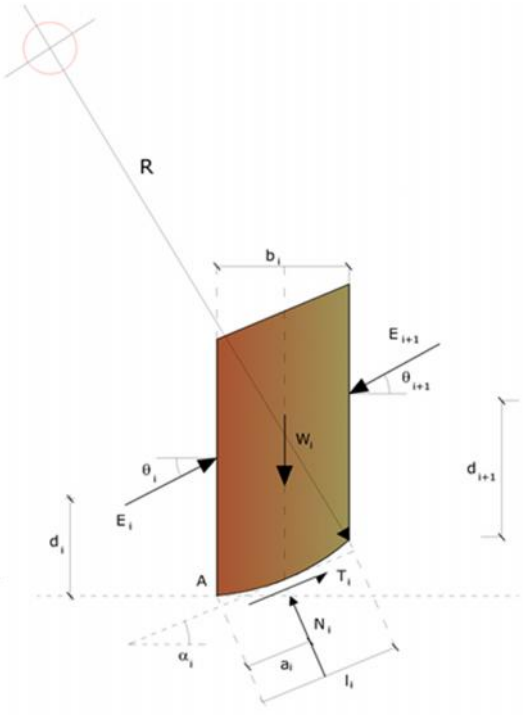
La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di K_c, λ e F, che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

Metodo di Spencer (1967)

Il metodo è basato sull'assunzione:

1. le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo Φ;
2. tutti i momenti sono nulli $M_i = 0$ con i=1…..n.

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale ametodo di Morgenstern e Price quando la funzione f(x) = 1. Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:



1) $\sum Q_i R\cos(\alpha-\theta)=0$

dove:

$$Q_i=\frac{\frac{c}{F_s}\left(W\cos\alpha-\gamma_w hl\sec\alpha\right)\frac{tg\alpha}{F_s}-Wsen\alpha}{\cos(\alpha-\theta)\left[\frac{F_s+tg\varphi tg(\alpha-\theta)}{F_s}\right]}$$

forza d'interazione fra i conci;

R = raggio dell'arco di cerchio;

Φ = angolo d'inclinazione della forza Q_i rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum\left(Q_i\cos\theta\right)=0$$

$$\sum\left(Q_i sen\theta\right)=0$$

Con l'assunzione delle forze Q_i parallele fra loro, si può anche scrivere:

2) $\sum Q_i=0$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo (F_{sm}) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo (F_{sf}) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo θ, considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia:

$$F_{sm}=F_{sf}$$

Metodo di Morgenstern e Price (1965)

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo $X=\lambda f(x)E$, dove λ è un fattore di scala e f(x), funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione f(x) è scelta arbitrariamente (costante, sinusoide, semisinusoide, trapezia, spezzata…) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza F_S, il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU.

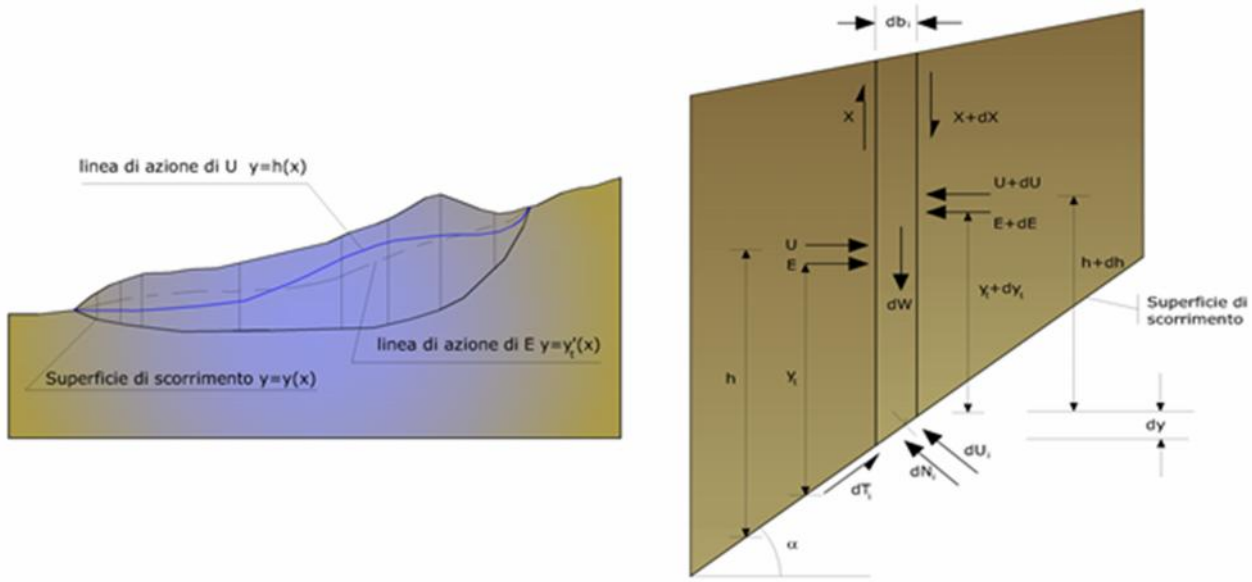
DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **615**

Pagina 615 - p_pz_0035715/2019

Si ottiene la cosiddetta "**equazione delle forze**":

$$c'\sec^2\frac{\alpha}{F_s}+tg\varphi'\left(\frac{dW}{dx}-\frac{dX}{dx}-tg\alpha\frac{dE}{dx}-\sec\alpha\frac{dU}{dx}\right)=$$

$$=\frac{dE}{dx}-tg\alpha\left(\frac{dX}{dx}-\frac{dW}{dx}\right)$$



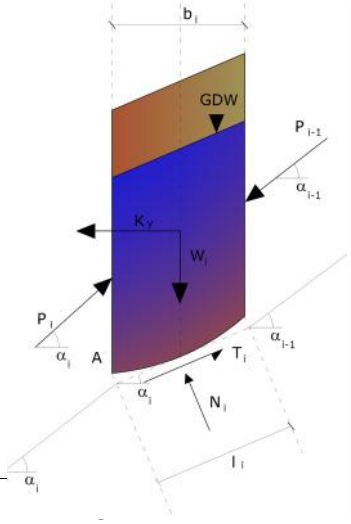
Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Morgenster e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Una seconda equazione, detta "**equazione dei momenti**", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X=\frac{d\left(E_\gamma\right)}{dx}-\gamma\frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.



Metodo di Zeng e Liang (2002)

Zeng e Liang hanno effettuato una serie di analisi parametriche su un modello bidimensionale sviluppato con codice agli elementi finiti, che riproduce il caso di pali immersi in un terreno in movimento (drilled shafts). Il modello bidimensionale riproduce un striscia di terreno di spessore unitario e ipotizza che il fenomeno avvenga in condizioni di deformazione piana nella direzione parallela all'asse dei pali. Il modello è stato utilizzato per indagare l'influenza sulla formazione dell'effetto arco di alcuni parametri come l'interasse fra i pali, il diametro e

la forma dei pali, e le proprietà meccaniche del terreno. Gli autori individuano nel rapporto tra l'interasse e il diametro dei i pali (s/d) il parametro adimensionale determinante per la formazione dell'effetto arco. Il problema risulta essere staticamente indeterminato, con grado di indeterminatezza pari a (8n-4), ma nonostante ciò è possibile ottenere una soluzione riducendo il numero delle incognite e assumendo quindi delle ipotesi semplificative, in modo da rendere determinato il problema.

Le assunzioni che rendono il problema determinato sono:

- -Ky sono assunte orizzontali per ridurre il numero totale delle incognite da (n-1) a (7n-3);
- -Le forze normali alla base della striscia agiscono nel punto medio, riducendo le incognite da n a (6n-3);
- -La posizione delle spinte laterali è ad un terzo dell'altezza media dell'inter-striscia e riduce le incognite da (n-1) a (5n-2);
- -Le forze (Pi-1) e Pi si assumono parallele all'inclinazione della base della striscia
- (αi), riducendo il numero di incognite da (n-1) a (4n-1);
- -Si assume un'unica costante di snervamento per tutte le strisce, riducendo le incognite da (n) a (3n-1);

Il numero totale di incognite quindi è ridotto a (3n), da calcolare utilizzando il fattore di trasferimento di carico. Inoltre si deve tener presente che la forza di stabilizzazione trasmessa sul terreno a valle dei pali risulta ridotta di una quantità R, chiamato fattore di riduzione, calcolabile come:

$$R = \frac{1}{s/d} + \left(1 - \frac{1}{s/d}\right) \cdot R_p$$

Il fattore R dipende quindi dal rapporto fra l'interasse presente fra i pali e il diametro dei pali stessi e dal fattore R_p che tiene conto dell'effetto arco.

Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$
$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- õ **F_H** e **F_V** rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **617**

Pagina 617 - p_pz_0035715/2019

- **W** peso concio;
- $\mathbf{K_x}$ coefficiente sismico orizzontale;
- $\mathbf{K_y}$ coefficiente sismico verticale.

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia mxn e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Stabilizzazione di pendii con l'utilizzo di pali

La realizzazione di una cortina di pali, su pendio, serve a fare aumentare la resistenza al taglio su determinate superfici di scorrimento. L'intervento può essere conseguente ad una stabilità già accertata, per la quale si conosce la superficie di scorrimento oppure, agendo preventivamente, viene progettato in relazione alle ipotetiche superfici di rottura che responsabilmente possono essere assunte come quelle più probabili. In ogni caso si opera considerando una massa di terreno in movimento su un ammasso stabile sul quale attestare, per una certa lunghezza, l'allineamento di pali.

Il terreno, nelle due zone, ha una influenza diversa sull'elemento monoassiale (palo): di tipo sollecitativi nella parte superiore (palo passivo – terreno attivo) e di tipo resistivo nella zona sottostante (palo attivo – terreno passivo). Da questa interferenza, fra "sbarramento" e massa in movimento, scaturiscono le azioni stabilizzanti che devono perseguire le seguenti finalità:

1. conferire al pendio un coefficiente di sicurezza maggiore di quello posseduto;
2. essere assorbite dal manufatto garantendone l'integrità (le tensioni interne, derivanti dalle sollecitazioni massime trasmesse sulle varie sezioni del singolo palo, devono risultare inferiori a quelle ammissibili del materiale) e risultare inferiori al carico limite sopportabile dal terreno, calcolato, lateralmente considerando l'interazione (palo–terreno).

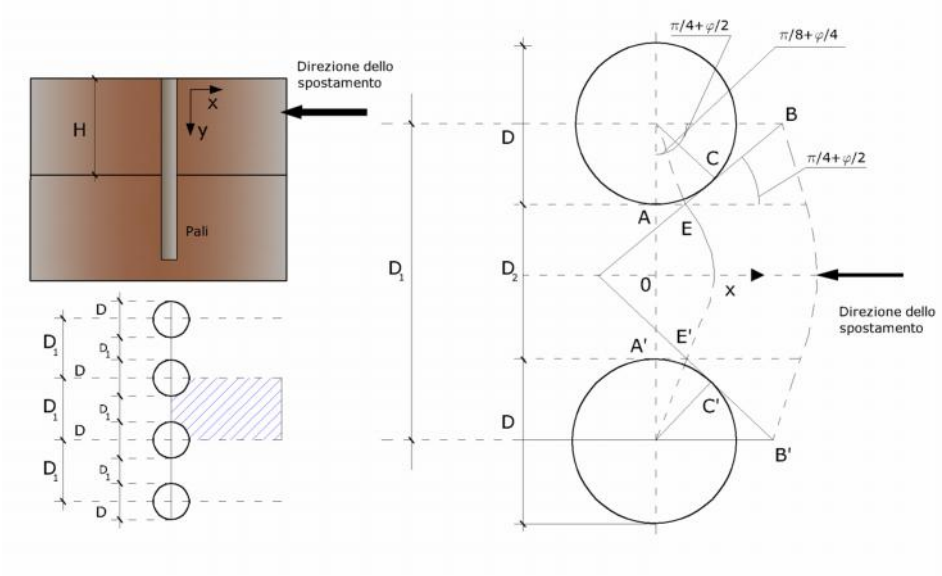
Carico limite relativo all'interazione fra i pali ed il terreno laterale

Nei vari tipi di terreno che non hanno un comportamento omogeneo, le deformazioni in corrispondenza della zona di contatto non sono legate fra di loro. Quindi, non potendo associare al materiale un modello di comportamento

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **618**

Pagina 618 - p_pz_0035715/2019

perfettamente elastico (ipotesi che potrebbe essere assunta per i materiali lapidei poco fratturati), generalmente si procede imponendo che il movimento di massa sia nello stato iniziale e che il terreno in adiacenza ai pali sia nella fase massima consentita di plasticizzazione, oltre la quale si potrebbe verificare l'effetto indesiderato che il materiale possa defluire, attraverso la cortina di pali, nello spazio intercorrente fra un elemento e l'altro.



Imponendo inoltre che il carico assorbito dal terreno sia uguale a quello associato alla condizione limite ipotizzata e che fra due pali consecutivi, a seguito della spinta attiva, si instauri una sorta di effetto arco, gli autori T. Ito e T. Matsui (1975) hanno ricavato la relazione che permette di determinare il carico limite. A questa si è pervenuto facendo riferimento allo schema statico, disegnato nella figura precedente e alle ipotesi anzidette, che schematicamente si ribadiscono.

- Sotto l'azione della spinte attiva del terreno si formano due superfici di scorrimento localizzate in corrispondenza delle linee AEB ed A'E'B;
- Le direzioni EB ed E'B' formano con l'asse x rispettivamente angoli +(45 + ϕ/2) e –(45 + ϕ/2);
- Il volume di terreno, compreso nella zona delimitata dai vertici AEBB'E'A' ha un comportamento plastico, e quindi è consentita l'applicazione del criterio di rottura di Mohr-coulomb;
- La pressione attiva del terreno agisce sul piano A-A';
- I pali sono dotati di elevata rigidezza a flessione e taglio.

Detta espressione, riferita alla generica profondità Z, relativamente ad un spessore di terreno unitario, è la seguente:

$$P(Z) = C \cdot D_1 (D_1/D_2)^{k1} \left[1/\left(N_\varphi \tan\varphi \left(e^{k2} - 2(N_\varphi)^{1/2} \tan\varphi - 1 \right) + K3 \right] - C\left[D_1 \cdot K_3 - D_2/(N_\varphi)^{1/2} \right] + \gamma Z / N_\varphi \left[D_1 (D_1/D_2)^{k1} \cdot e^{k2} - D_2 \right]$$

dove i simboli utilizzati assumono il significato che segue:

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **619**

Pagina 619 - p_pz_0035715/2019

C = coesione terreno;

φ = angolo di attrito terreno;

γ = peso specifico terreno;

D_1 = interasse tra i pali;

D_2 = spazio libero fra due pali consecutivi;

N_φ = $tag^2(\pi/4 + \varphi/2)$

$$K_1 = (N_\varphi)^{1/2} tag\varphi + N_\varphi - 1$$

$$K_2 = (D_1 - D_2)/D_2 \cdot N_\varphi tag(\pi/8 + \varphi/4)$$

$$K_3 = \left[2tag\varphi + 2(N_\varphi)^{1/2} + 1/(N_\varphi)^{1/2}\right] / \left[(N_\varphi)^{1/2} tag\varphi + N_\varphi - 1\right]$$

La forza totale, relativamente ad uno strato di terreno in movimento di spessore H, è stata ottenuta integrando l'espressione precedente.

In presenza di terreni granulari (condizione drenata), nei quali si può assumere c = 0, l'espressione diventa:

$$P = 1/2¥ \cdot H^2/N\cdot\cdot \left[D_1(D_1/D_2)^{k1} \cdot e^{k2} - D_2\right]$$

Per terreni coesivi (condizioni non drenate), con φ = 0 e C ≠ 0, si ha:

$$P(z) = C[D_1(3\ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2)/D_2 tag\,\pi/8) - 2(D_1 - D_2)] + \gamma \cdot Z(D_1 - D_2)$$

$$P = \int_0^H P(Z)dZ$$

$$P = C \cdot H[D_1(3\ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2)/D_2 tag\,\pi/8) - 2(D_1 - D_2)] + 1/2\,\gamma H^2(D_1 - D_2)$$

Il dimensionamento della cortina di pali, che come già detto deve conferire al pendio un incremento del coefficiente di sicurezza e garantire l'integrità del meccanismo palo-terreno, è abbastanza problematica. Infatti tenuto conto della complessità dell'espressione del carico P, influenzata da diversi fattori legati sia alle caratteristiche meccaniche del terreno sia alla geometria del manufatto, non è facile con una sola elaborazione pervenire alla soluzione ottimale. Per raggiungere lo scopo è necessario pertanto eseguire diversi tentativi finalizzati:

- A trovare, sul profilo topografico del pendio, la posizione che garantisca, a parità di altre condizioni, una distribuzione dei coefficienti di sicurezza più confortante;
- A determinare la disposizione planimetrica dei pali, caratterizzata dal rapporto fra interasse e distanza fra i pali (D2/D1), che consenta di sfruttare al meglio la resistenza del

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **620**

Pagina 620 - p_pz_0035715/2019

complesso palo-terreno; sperimentalmente è stato riscontrato che, escludendo i casi limiti ($D_2 = 0$ P→ ∞ e $D_2 = D_1$ P→ valore minimo), i valori più idonei allo scopo sono quelli per i quali tale rapporto risulta compreso fra 0,60 e 0,80;

- A valutare la possibilità di inserire più file di pali ed eventualmente, in caso affermativo, valutare, per le file successive, la posizione che dia più garanzie in termini di sicurezza e di spreco di materiali;
- Ad adottare il tipo di vincolo più idoneo che consente di ottenere una distribuzione più regolare delle sollecitazioni; sperimentalmente è stato constatato che quello che assolve, in maniera più soddisfacente, allo scopo è il vincolo che impedisce le rotazioni alla testa del palo.

Metodo del carico limite di Broms

Nel caso in cui il palo sia caricato ortogonalmente all'asse, configurazione di carico presente se un palo inibisce il movimento di una massa in frana, la resistenza può essere affidata al suo carico limite orizzontale.

Il problema di calcolo del carico limite orizzontale è stato affrontato da Broms sia per il mezzo puramente coesivo che per il mezzo incoerente, il metodo di calcolo seguito è basato su alcune ipotesi semplificative per quanto attiene alla reazione esercitata dal terreno per unità di lunghezza di palo in condizioni limite e porta in conto anche la resistenza a rottura del palo (*Momento di plasticizzazione*).

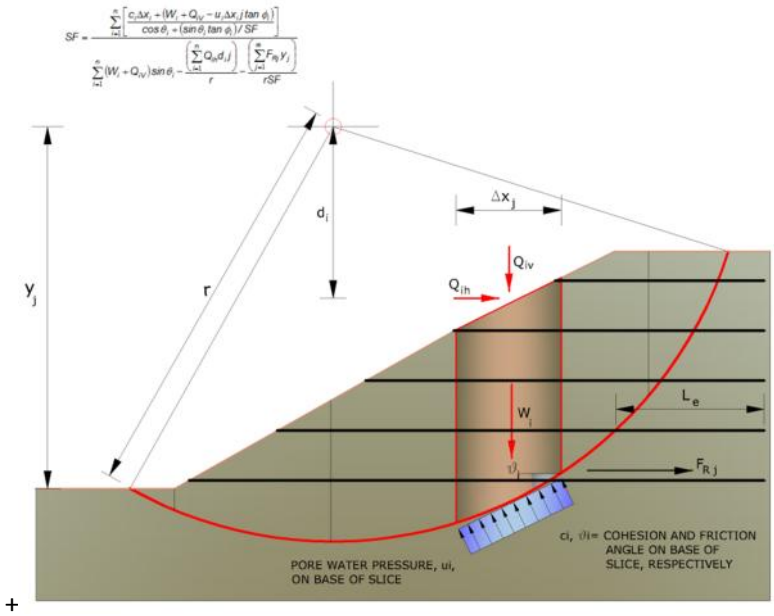
Elemento Rinforzo

I Rinforzi sono degli elementi orizzontali, la loro messa in opera conferisce al terreno un incremento della resistenza allo scorrimento .

Se l'elemento di rinforzo interseca la superficie di scorrimento, la forza resistente sviluppata dall'elemento entra nell'equazione di equilibrio del singolo concio, in caso contrario l'elemento di rinforzo non ne influenza la stabilità.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **621**

Pagina 621 - p_pz_0035715/2019



Le verifiche di natura interna hanno lo scopo di valutare il livello di stabilità dell'ammasso rinforzato, quelle calcolate sono la verifica a rottura dell'elemento di rinforzo per trazione e la verifica a sfilamento (*Pullout*). Il parametro che fornisce la resistenza a trazione del rinforzo, T_{Allow}, si calcola dalla resistenza nominale del materiale con cui è realizzato il rinforzo ridotto da opportuni coefficienti che tengono conto dell'aggressività del terreno, danneggiamento per effetto creep e danneggiamento per installazione.

L'altro parametro è la resistenza a sfilamento (*Pullout*) che viene calcolata attraverso la seguente relazione:

$$T_{Pullout} = 2 \cdot Le \cdot \sigma'_v \cdot f_b \cdot \tan(\delta)$$

Per geosintetico a maglie chiuse:

$$f_b = \frac{\tan(\delta)}{\tan(\varphi)}$$

dove:

δ Rappresenta l'angolo di attrito tra terreno e rinforzo;

$T_{Pullout}$ Resistenza mobilitata da un rinforzo ancorato per una lunghezza L_e all'interno della parte stabile del terreno;

L_e Lunghezza di ancoraggio del rinforzo all'interno della parte stabile;

f_b Coefficiente di *Pullout*;

σ'_v Tensione verticale, calcolata alla profondità media del tratto di rinforzo ancorato al terreno.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **622**

Pagina 622 - p_pz_0035715/2019

Ai fini della verifica si sceglie il valore minimo tra T_{Allow} e $T_{Pullout}$, la verifica interna verrà soddisfatta se la forza trasmessa dal rinforzo generata a tergo del tratto rinforzato non supera il valore della T'.

Ancoraggi

Gli ancoraggi, tiranti o chiodi, sono degli elementi strutturali in grado di sostenere forze di trazione in virtù di un'adeguata connessione al terreno.

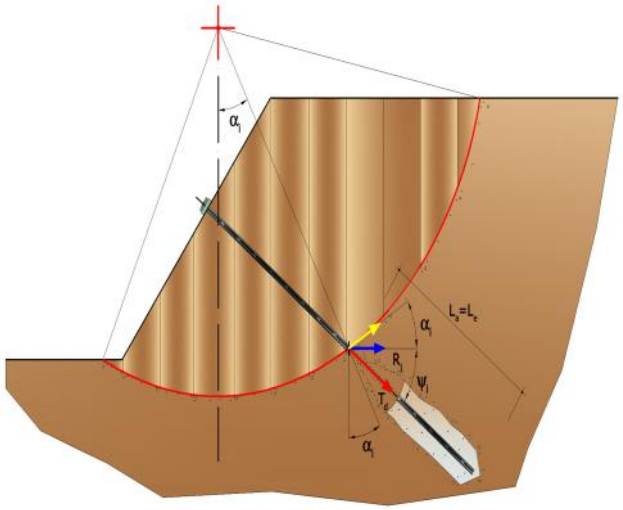
Gli elementi caratterizzanti un tirante sono:

- **testata:** indica l'insieme degli elementi che hanno la funzione di trasmettere alla struttura ancorata la forza di trazione del tirante;
- **fondazione**: indica la parte del tirante che realizza la connessione con il terreno, trasmettendo al terreno stesso la forza di trazione del tirante.

Il tratto compreso tra la testata e la fondazione prende il nome di parte libera, mentre la fondazione (o bulbo) viene

realizzata iniettando nel terreno, per un tratto terminale, tramite valvole a perdere, la malta, in genere cementizia. L'anima dell'ancoraggio è costituita da un'armatura, realizzata con barre, fili o trefoli.

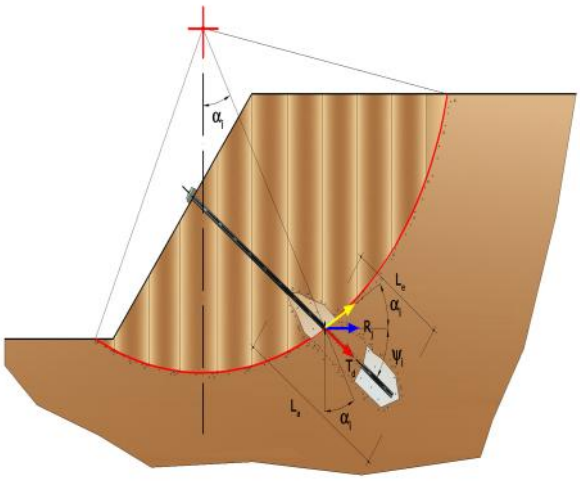
Il tirante interviene nella stabilità in misura maggiore o minore efficacia a seconda se sarà totalmente o parzialmente (caso in cui è intercettato dalla superficie di scorrimento) ancorato alla parte stabile del terreno.



Bulbo completamente ancorato

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **623**

Pagina 623 - p_pz_0035715/2019



Bulbo parzialmente ancorato

Le relazioni che esprimono la misura di sicurezza lungo una ipotetica superficie di scorrimento si modificheranno in presenza di ancoraggi (tirante attivo, passivo e chiodi) nel modo seguente:

- per i tiranti di *tipo attivo*, la loro resistenza si detrae dalle azioni (denominatore);

$$Fs = \frac{R_d}{E_d - \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos\alpha_i}}$$

- per tiranti di *tipo passivo e per i chiodi*, il loro contributo si somma alle resistenze (numeratore)

$$Fs = \frac{R_d + \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos\alpha_i}}{E_d}$$

Con R_j si indica la resistenza dell'ancoraggio e viene calcolata dalla seguente espressione:

$$R_j = T_d \cdot \cos\Psi_i \cdot \left(\frac{1}{i}\right) \cdot \left(\frac{L_e}{L_a}\right)$$

dove:

T_d tiro esercizio;

Ψ_i inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale;

i interasse;

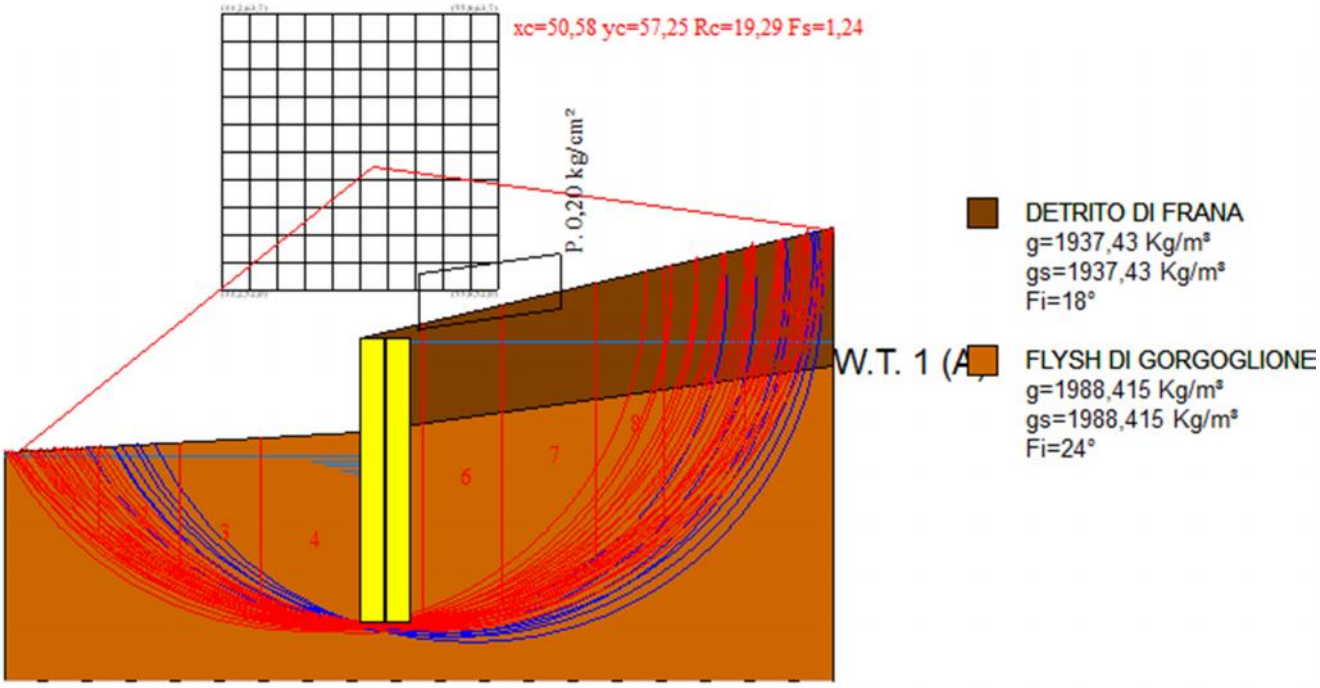
Le lunghezza efficace;

La lunghezza d'ancoraggio.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **624**

Pagina 624 - p_pz_0035715/2019

I due indici (i, j) riportati in sommatoria rappresentano rispettivamente l'i-esimo concio e il j-esimo ancoraggio intercettato dalla superficie di scorrimento dell'i-esimo concio.



Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

==========

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	44,17 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	52,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	55,83 m
Ordinata vertice destro superiore ys	63,67 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

==========

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,057
Coefficiente azione sismica verticale	0,029

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	35,0	45,13
2	50,0	46,0
3	50,0	50,0
4	60,0	52,31
5	70,0	54,62

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	35,0	45,0
2	50,0	45,0
3	50,0	49,8
4	70,0	49,8

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	35,0	45,13
2	50,0	46,0
3	50,0	46,0
4	70,0	48,81

Coefficienti parziali azioni

==========

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0 0,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0 0,0

==========

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

========== =

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm²)	Coesione non drenata	Angolo resistenza al	Peso unità di volume	Peso saturo (Kg/m³)	Litologia	

		(kg/cm²)	taglio (°)	(Kg/m³)			
1	0		18	1937,43	1937,43	DETRITO DI FRANA	
2	0,254925		24	1988,415	1988,415	FLYSH DI GORGOGLIONE	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	52,5	50,36	58,5	51,21	0,20394

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

==========

Fs minimo individuato	1,24
Ascissa centro superficie	50,58 m
Ordinata centro superficie	57,25 m
Raggio superficie	19,29 m

==========

Numero di superfici esaminate....(37)

==========

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	47,7	52,0	14,4	1,43
2	48,3	52,6	14,9	1,43
3	48,8	52,0	14,3	1,44
4	49,4	52,6	14,8	1,41
5	50,0	52,0	14,3	1,44
6	50,6	52,6	14,8	1,44
7	51,2	52,0	14,3	1,47
8	51,8	52,6	14,9	1,45
9	52,3	52,0	14,4	1,49
10	52,9	52,6	15,1	1,50
11	53,5	52,0	14,6	1,55
12	54,1	52,6	15,2	1,53
13	54,7	52,0	14,8	1,60
14	48,8	53,2	15,4	1,37
15	49,4	53,8	15,9	1,38
16	50,0	53,2	15,4	1,40
17	50,6	53,8	16,0	1,40
18	51,2	53,2	15,5	1,42
19	51,8	53,8	16,1	1,41
20	52,3	53,2	15,6	1,45

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **627**

Pagina 627 - p_pz_0035715/2019

21	52,9	53,8	16,1	1,44
22	53,5	53,2	15,7	1,48
23	48,8	54,3	16,5	1,37
24	49,4	54,9	17,0	1,35
25	50,0	54,3	16,5	1,36
26	50,6	54,9	17,1	1,36
27	51,2	54,3	16,6	1,38
28	51,8	54,9	17,1	1,38
29	52,3	54,3	16,6	1,41
30	50,0	55,5	18,0	1,34
31	50,6	56,1	18,2	1,35
32	51,2	55,5	17,7	1,36
33	51,8	56,1	18,2	1,36
34	52,3	55,5	17,7	1,38
35	50,0	56,7	18,7	1,25
36	50,6	57,3	19,3	1,24
37	51,2	56,7	18,7	1,25

==========

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **628**

Pagina 628 - p_pz_0035715/2019

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

INTERVENTO AL KM 18+000 - Relazione sui materiali

N. articolo/Riferimento

Data Settembre 2019	Scala/e /	Tavola n. **06**	Revisione n. 0

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO PER USI STRUTTURALI

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza e la dimensione massima dell'aggregato.

LE CLASSI DI RESISTENZA

Si fa riferimento alle NTC 2018. Relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione, il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (f_{ck}) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di spigolo 150 mm (R_{ck}).La resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini, come sopra descritti, eseguite a 28 gg di maturazione.

Le caratteristiche meccaniche di un calcestruzzo sono compiutamente riassunte dai seguenti parametri:

Classe di resistenza	C25/30
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S4
Dimensione massima aggregato	

Nelle tabelle di seguito sono riportati i valori delle rispettive classi.

Classi di resistenza del calcestruzzo normale

Classe di resistenza	f_{ck} (N/mm^2)	R_{ck} (N/mm^2)	Categoria del calcestruzzo
C8/10	8	10	NON STRUTTURALE
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	ORDINARIO
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	
C50/60	50	60	ALTE PRESTAZIONI
C55/67	55	67	
C60/75	60	75	
C70/85	70	85	
C80/95	80	95	ALTA RESISTENZA
C90/105	90	105	

Classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali (a titolo informativo)
1- Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco chimico		
X0	Molto secco	Edifici con interni a umidità relativa molto bassa

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **630**

Pagina 630 - p_pz_0035715/2019

2- Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Secco	Interni di edifici a bassa umidità relativa
XC2	Bagnato, raramente secco	Parti di strutture di contenimento liquidi; fondazioni
XC3	Umidità moderata	Edifici con interni a umidità relativa da moderata ad alta; calcestruzzo esterno riparato dalla pioggia
XC4	Ciclicamente secco e bagnato	Superfici soggette al contatto con acqua, non comprese nella classe XC2
3- Corrosione indotta dai cloruri		
XD1	Umidità moderata	Superfici esposte a spruzzi diretti di acqua contenente cloruri
XD2	Bagnato, raramente secco	Piscine, calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente secco e bagnato	Parti di ponti, pavimentazioni, parcheggi per auto

Classi di consistenza mediante la misura di abbassamento del cono

Classe di consistenza	Abbassamento (mm)	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	>210	Superfluida

COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

CEMENTO

Tutti i manufatti in cemento armato potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1 oppure ad uno specifico ETA, purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595..

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lettera C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del D.P.R. n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **631**

Pagina 631 - p_pz_0035715/2019

AGGREGATI

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m^3. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/mc. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 Kg/mc. Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2, relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO3 da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

ACQUA

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

ADDITIVI

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **632**

Pagina 632 - p_pz_0035715/2019

fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua d' impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dall'azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

CONFEZIONAMENTO DEL CALCESTRUZZO

REOLOGIA DEGLI IMPASTI E GRANULOMETRIA DEGLI AGGREGATI

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale d'impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di ¼ della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

RAPPORTO ACQUA/CEMENTO

Il quantitativo di acqua efficace a_{eff} da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

(a_{aggr}) quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

(a_{add}) aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/mc) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

(a_m) aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

$$a_{eff} = a_{aggr} + a_{add} + a_m$$

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **633**

Pagina 633 - p_pz_0035715/2019

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$(c\ K\ ´\ cv\ K\ ´\ fs)$$

$$(a/c)_{eq} = a_{eff} / (c + Kcv´cv + Kfs´ fs)$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

c dosaggio per mc di impasto di cemento;
cv dosaggio per mc di impasto di cenere volante;
fs dosaggio per mc di impasto di fumo di silice;
Kcv , Kfs coefficienti di equivalenza, rispettivamente, della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2).

LAVORABILITÀ

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possegga al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato descritto nel DM. 2018.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità sarà condotta in accordo a UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **634**

Pagina 634 - p_pz_0035715/2019

Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L. :

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possegga i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO

CONTROLLO DELLA DOCUMENTAZIONE

In cantiere o presso l'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto 1.1.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE. Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di preconfezionamento installato nel cantiere stesso.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **635**

Pagina 635 - p_pz_0035715/2019

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 tonnellate di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del D.P.R. n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

ACCIAIO PER GETTI

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C (6 mm $\leq$ Ø $\leq$ 40 mm), rotoli tipo B450C (6 mm $\leq$ Ø $\leq$ 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri 16 mm per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate (6 mm $\leq$ Ø $\leq$ 12 mm) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati (6 mm $\leq$ Ø $\leq$ 12 mm) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

REQUISITI

Saldabilità e composizione chimica

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

Massimo contenuto di elementi chimici in %. D.M. 17/01/2018.

Tipo di Analisi	Carbonio C (%)	Zolfo S (%)	Fosforo P (%)	Azoto N (%)	Rame Cu (%)	Carbonio Equivalente Ceq (%)
Analisi su colata	0.22	0.050	0.050	0.012	0.80	0.50
Analisi su prodotto	0.24	0.055	0.055	0.014	0.85	0.52

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **636**

Pagina 636 - p_pz_0035715/2019

Dove il calcolo del carbonio equivalente Ceq è effettuato secondo la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

In cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

È permesso superare il valore massimo di carbonio C per massa nel caso in cui il valore equivalente del Ceq venga diminuito dello 0,02% per massa.

Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018).

Proprietà meccaniche secondo il D.M. 17/01/2018

Proprietà	Valore caratteristico
f_y (N/mm^2)	³ 450 a
f_t (N/mm^2)	³ 540 a
f_t/f_y	³ 1.15 b £ 1.35 b
$f_y/f_{y,nom}$	£ 1.25 b

a valore caratteristico con p = 0,95
b valore caratteristico con p = 0,90

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive Tipo SISMIC.

Proprietà aggiuntive

Proprietà	Requisito
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000

*= in campo elastico
** = in campo plastico

Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 17/01/2018, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento

Diametro nominale d (mm)	Diametro massimo del mandrino
Ø < 12	4d
12 ≤ Ø ≤ 16	5d
16 < Ø £ 25	8d

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **637**

Pagina 637 - p_pz_0035715/2019

25 < Ø £ 40	10d

Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione s_{max} sarà 270 N/mm^2 (0,6 $f_{y,nom}$). L'intervallo delle tensioni, 2s deve essere pari a 150 N/mm^2 per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm^2 per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2 x 106. Resistenza a carico ciclico in campo plastico.

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc..).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

Prova carico ciclico in relazione al diametro

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
d ≤ 16	5	d ±4
16 < 25	10	d ±2.5
25 ≤ d	15	d ±1.5

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 17/01/2018.

Diametri nominali e tolleranze

Diametro nominale (mm)	da 5 a £ 8	da > 8 a ± £ 40
Tolleranza in % sulla sezione	±6	±4.5

Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 17/01/2018. L'indice di aderenza Ir deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel D.M. 17/01/2018. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

Valori dell'indice Ir in funzione del diametro

Diametro nominale d (mm)	Ir
$5 \leq Ø \leq 6$	^{3} 0.048
$6 < Ø \leq 8$	^{3} 0.055
$8 < Ø \leq 12$	^{3} 0.060
$Ø > 12$	^{3} 0.065

CONTROLLI SULL'ACCIAIO

Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 2018. Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'Attestato di Qualificazione rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP.- Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal DM 2018.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva :

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una

specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua il leggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **639**

Pagina 639 - p_pz_0035715/2019

Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 2018 al punto 11.10.1.1.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle b arre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori. La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc…).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Valori limite per prove acciaio

Caratteristica	Valore Limite	Note
f_y minimo	425 N/mm^2	(450 – 25) N/mm^2
f_y massimo	572 N/mm^2	[450x(1.25+0.02)] N/mm^2
A_{gt} minimo	6.0%	Per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$1.13 < f_t/f_y < 1.37$	Per acciai laminati a caldo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	Per tutti

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino. Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **640**

Pagina 640 - p_pz_0035715/2019

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

LAVORAZIONI IN CANTIERE – RAGGI MINIMI DI CURVATURA

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

Caratteristica	Valore Limite
Ø £ 16 mm	4 Ø
Ø > 16 mm	7 Ø

DEPOSITO E CONSERVAZIONE IN CANTIERE

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **641**

Pagina 641 - p_pz_0035715/2019

MATERIALI UTILIZZATI - RIEPILOGO

Acciaio per barre B450C

Tensione caratteristica a rottura dell'acciaio		f_{tks}	=	5400 daN/cm^2
Tensione caratteristica a snervamento dell'acciaio		f_{yks}	=	4385 daN/cm^2
coefficiente di sicurezza		γ_s	=	1,15
resistenza di calcolo dell'acciaio	$= f_{yk} / \gamma_s =$	f_{yds}	=	3813 daN/cm^2
resistenza di calcolo di taglio acciaio	$f_{yks}/\sqrt{3}\,\gamma_M =$	f_{vds}	=	2201 daN/cm^2
modulo elastico dell'acciaio		E	=	2,06 E^{+06} daN/cm^2

Calcestruzzo Classe C25/30 - Rck = 30 N/mm^2

Si indica di seguito la composizione indicativa per un metro cubo di calcestruzzo:

0.8 m^3 di inerte grosso (Pietrisco o Ghiaia)

0.4 m^3 di inerte fino (Sabbia)

300 Kg di cemento Portland 425

150 lt di acqua

Si riportano di seguito delle prescrizioni in merito alla qualità dei componenti:

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grandezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce di decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose, e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 15 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine . Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate . Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali in percentuale dannosa e non aggressiva.

Per il suddetto calcestruzzo si assumono ai fini del calcolo le seguenti caratteristiche meccaniche, che saranno utilizzate nell'effettuare le verifiche di sicurezza agli stati limite secondo quanto prescritto dal D.M. 17 Gennaio 2018.

f_{ck} = Resistenza cilindrica caratteristica del calcestruzzo

f_{cd} = Resistenza di calcolo del calcestruzzo

f_{ck} = 0,83 x Rck = 0,83 x 30 = 24,9 (N/mm^2)

f_{cd} = 24,9/1,50 = 16,60 (N/mm^2) -(SLU)

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **642**

Pagina 642 - p_pz_0035715/2019

$f_{cd} = 24,9/1,00 = 24,9$ (daN/cm²) -(SLE)

Tanto dovevasi in adempimento all'incarico ricevuto.

Sala Consilina (SA), li Settembre 2019

Il Progettista delle strutture

Dott. Ing. Daniele Giaffrida

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

INTERVENTO AL KM 18+000 - Piano di manutenzione delle opere strutturali

N. articolo/Riferimento

Data Settembre 2019	Scala/e /	Tavola n. **07**	Revisione n. 0

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019

Piano di Manutenzione PARATIA IN C.A.

Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, secondo il D.Lvo 18 Aprile 2016, n. 50 e le N.T.C. 2018.

Il manuale d'uso, il manuale di manutenzione ed il programma di manutenzione previsti dal decreto legislativo vengono sviluppati tenendo anche in considerazione i criteri dettati dalle norme *UNI.*

1. Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

2. Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento, ed è costituito dai seguenti documenti operativi:

    a) il manuale d'uso;

    b) il manuale di manutenzione;

    c) il programma di manutenzione;

Trattandosi nel caso specifico della progettazione di Opere di Sostegno con struttura in cemento armato, nel seguito si farà riferimento a questa particolare tipologia di opera, fornendo le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione edile.

Manuale d'Uso

Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

Il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni:

Collocazione

L'intervento in esame prevede la costruzione di una paratia ubicata al km 18+000 della S.P. 13 nel Comune di Pietrapertosa (PZ)

Descrizione

Le Opere di Sostegno hanno la funzione di contrastare la spinta del terreno, di sostenere un fronte di terreno instabile quando quest'ultimo non si può disporre secondo la pendenza di natural declivio.

La scelta della tipologia di opera adottata è stata effettuata secondo dei requisiti di funzionalità e delle caratteristiche meccaniche del terreno, delle sue condizioni di stabilità, di quella dei materiali di riporto, dell'incidenza sulla sicurezza di dispositivi complementari, quali rinforzi, drenaggi, tiranti ed ancoraggi, e delle fasi costruttive.

È necessario che sia garantita la sicurezza, dell'opera con adeguati margini di sicurezza, nelle diverse combinazioni di carico delle azioni, anche nel caso di parziale perdita d'efficacia di questi particolari dispositivi. Per le opere di sostegno, il terreno di riempimento a tergo del muro deve essere posto in opera con opportuna tecnica di costipamento e deve avere una opportuna granulometria, in modo da consentire drenaggio efficiente.

È consentito l'utilizzo di geotessili, da interporre tra il terreno in sede e quello di riempimento, con funzione di separazione e filtrazione.

Rappresentazione grafica

Per i dettagli tecnici fare riferimento alle tavole allegate.

Modalità di uso corretto

Non è consentito apportare modifiche o comunque compromettere l'integrità delle strutture per nessun motivo. Occorre controllare periodicamente il grado di usura delle parti a vista, al fine di riscontrare eventuali anomalie, come presenza di lesioni, rigonfiamenti, avallamenti, fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **646**

Pagina 646 - p_pz_0035715/2019

copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. In caso di accertata anomalia occorre consultare al più presto un tecnico abilitato.

Manuale di Manutenzione

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio. **Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni:**

Risorse necessarie per l'intervento manutentivo

Per eseguire le manutenzioni, contemplate nel presente piano di manutenzione dell'opera, occorre affidarsi ad idonea impresa edile.

Livello minimo delle prestazioni

Le strutture in c.a. devono garantire la durabilità nel tempo in funzione della classe di esposizione prevista in fase di progetto, in modo da garantire la giusta resistenza alle diverse sollecitazioni di esercizio previste in fase di progettazione. Esse devono garantire stabilità, resistenza e durabilità nel tempo. Gli elementi strutturali non dovranno presentare fessurazioni o altre alterazioni superficiali. Per i livelli minimi prestazionali si rimanda alle norme vigenti in materia al momento della progettazione.

Anomalie riscontrabili:

Cedimenti: cedimenti dovute a cause diverse, talvolta con manifestazioni di deformazioni elevate.

Lesioni: si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza ed il tipo.

Fessurazioni: presenza di rotture singole, ramificate, ortogonali o parallele all'armatura, che possono interessare l'intero spessore dell'elemento strutturale (parete di elevazione, mensola di fondazione, pali, tiranti, etc.), e comportare lo spostamento reciproco delle parti.

Erosione superficiale: asportazione di materiale dalla superficie, dovuta a processi di natura diversa.

Quando siano note le cause del degrado, possono essere utilizzati anche termini come: erosione per abrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

Esposizione dei ferri di armatura: distacchi di parte di calcestruzzo superficiale (copriferro) ed esposizione dei relativi ferri di armatura a fenomeni di corrosione, per l'azione degli agenti atmosferici.

Patina biologica: strato sottile, morbido ed omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.

Manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente

Nessuna manutenzione può essere eseguita direttamente dall'utente, se non i controlli a vista dello stato di conservazione del manufatto, trattandosi di lavori da affidare a impresa edile. In particolare, potrà essere individuata l'eventuale presenza di processi di corrosione con progressiva riduzione del copriferro, o la comparsa di lesioni e fessurazioni.

Manutenzioni eseguibili a cura di personale specializzato

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), occorrerà consultare tecnici qualificati, per effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture.

Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a secondo del tipo di dissesto riscontrato.

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **649**

Pagina 649 - p_pz_0035715/2019

Programma di Manutenzione

Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporalmente o programmate al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. **Esso si articola secondo tre sottoprogrammi:**

Sottoprogramma delle Prestazioni

Il sottoprogramma delle Prestazioni prende in considerazione, per ciascuna classe di requisito di seguito riportata, le prestazioni fornite dall'opera nel corso del suo ciclo di vita.

Stabilità

Le opere di sostegno dei terreni, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e variabili devono assicurare stabilità e resistenza. Deve essere assicurata la stabilità rispetto a tutti i meccanismi di stato limite.

In presenza di costruzioni preesistenti, interagenti con l'opera di sostegno, il comportamento di quest'ultima deve garantirne i previsti livelli di funzionalità e stabilità. In particolare, si devono valutare gli spostamenti del terreno a tergo dell'opera e verificare la loro compatibilità con le condizioni di sicurezza e funzionalità delle costruzioni preesistenti.

Sottoprogramma dei Controlli

Il sottoprogramma dei Controlli definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita dell'opera. Per i controlli di seguito riportati è previsto, esclusivamente, un tipo di controllo a vista.

Controllo della integrità delle opere in c.a.

Il controllo dell'integrità delle opere in c.a., va eseguito individuando la presenza di eventuali anomalie come: fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Frequenza del controllo: annuale.

Verifica dello stato del calcestruzzo

La verifica dello stato del calcestruzzo, va effettuato controllando il degrado e/o eventuali processi di carbonatazione. Frequenza del controllo: annuale.

Controllo delle parti in vista dell'opera

Le parti in vista dell'opera, vanno controllate al fine di ricercare eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali (fessurazioni, lesioni, ecc.). Frequenza del controllo: annuale.

Controlli strutturali dettagliati

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **650**

Pagina 650 - p_pz_0035715/2019

Controlli strutturali approfonditi vanno effettuati in occasione di manifestazioni e calamità naturali (sisma, nubifragi,ecc.) o manifestarsi di smottamenti circostanti. Frequenza del controllo: all'occorrenza.

Sottoprogramma degli Interventi di Manutenzione

Il sotto programma degli interventi di manutenzione, riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene. Nel caso delle Opere di Sostegno si prevedono i seguenti interventi:

Interventi sull'opera

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato. La diagnosi deve essere resa dal tecnico abilitato che riporterà, in elaborati esecutivi, gli interventi necessari. Frequenza del controllo: all'occorrenza.

Consolidamento dell'opera

Consolidamento dell'opera, in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti) o a cambiamenti di destinazione o dei sovraccarichi. Anche tale intervento va progettato da tecnico abilitato ed eseguito da impresa idonea.

Frequenza del controllo: all'occorrenza.

Il programma di manutenzione, il manuale d'uso ed il manuale di manutenzione redatti in fase di progettazione sono sottoposti a cura del direttore dei lavori, al termine della realizzazione dell'intervento, al controllo ed alla verifica di validità, con gli eventuali aggiornamenti resi necessari dai problemi emersi durante l'esecuzione dei lavori.

Tanto dovevasi in adempimento all'incarico ricevuto.

Sala Consilina (SA), li Settembre 2019

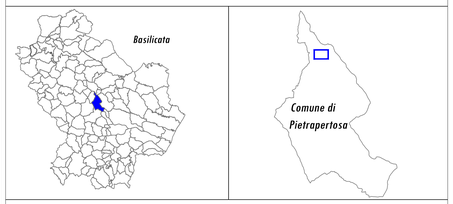
Il Progettista delle strutture

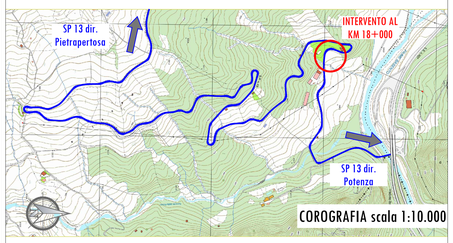
Dott. Ing. Daniele Giaffrida

DSG N° 02481/2019 del 07/10/2019 **651**

Pagina 651 - p_pz_0035715/2019

INQUADRAMENTO TERRITORIALE





COROGRAFIA scala 1:10.000

MATERIALI

CALCESTRUZZO

TIPO	CAMPI IMPIEGO	CLASSI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	CLASSE RESISTENZA	CLASSEI CONSISTENZA GETTO	D_{MAX1} MM	COPRIFERRO NOMINALE MM
CLS1	MAGRONE	XC0	C12/15 (Rck 15 N/MMQ)			
CLS2	PALI	XC2	C25/30 (Rck 30 N/MMQ)	S4	32	40
CLS3	TRAVE DI COLLEGAMENTO	XC2	C25/30 (Rck 30 N/MMQ)	S4	32	40

ACCIAIO

A. Acciaio B450C ad aderenza migliorata, saldabile con marcatura del produttore e del sagomatore
B. In barre (6 mm <= Ø <= 50 mm) e rotoli (6 mm <= Ø <= 16 mm), reti elettrosaldate e tralicci.

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA
UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI
Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza dello S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

INTERVENTO AL KM 21+000 - Elaborato planimetrico di dettaglio delle opere ed esecutivi strutturali con particolari costruttivi

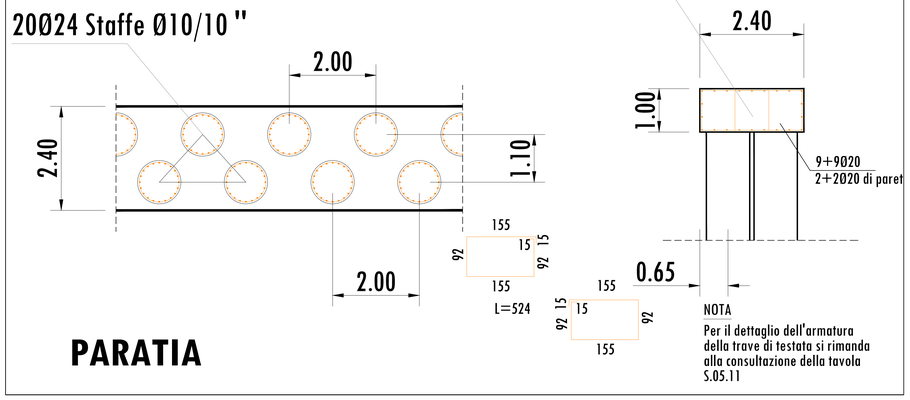
N. articolo/Riferimento

Data Settembre 2019	Scala/e 1:500-1:200-1:100-1:50	Tavola n. **08**	Revisione n. 0

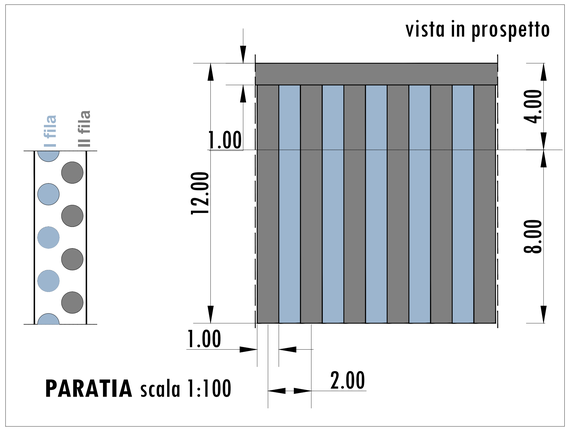
vista laterale

vista in sezione

Sezione 2.40x1.00
Ø20/29 Staffe Ø10/10

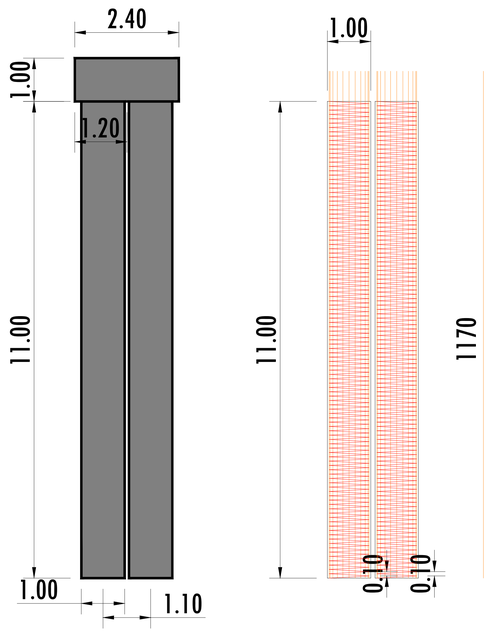


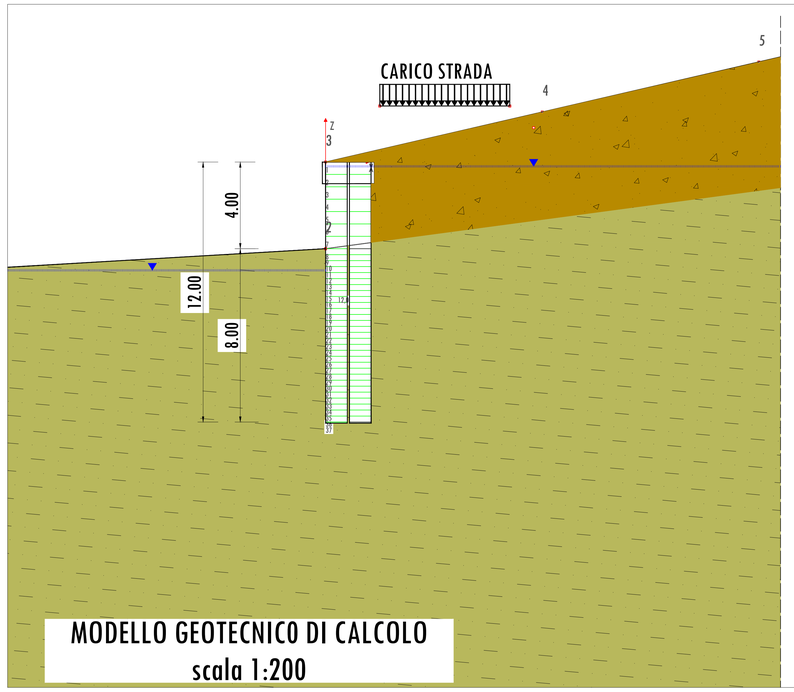
PARATIA



PARATIA scala 1:100

DETTAGLI CARPENTERIA E ARMATURA
scala 1:50

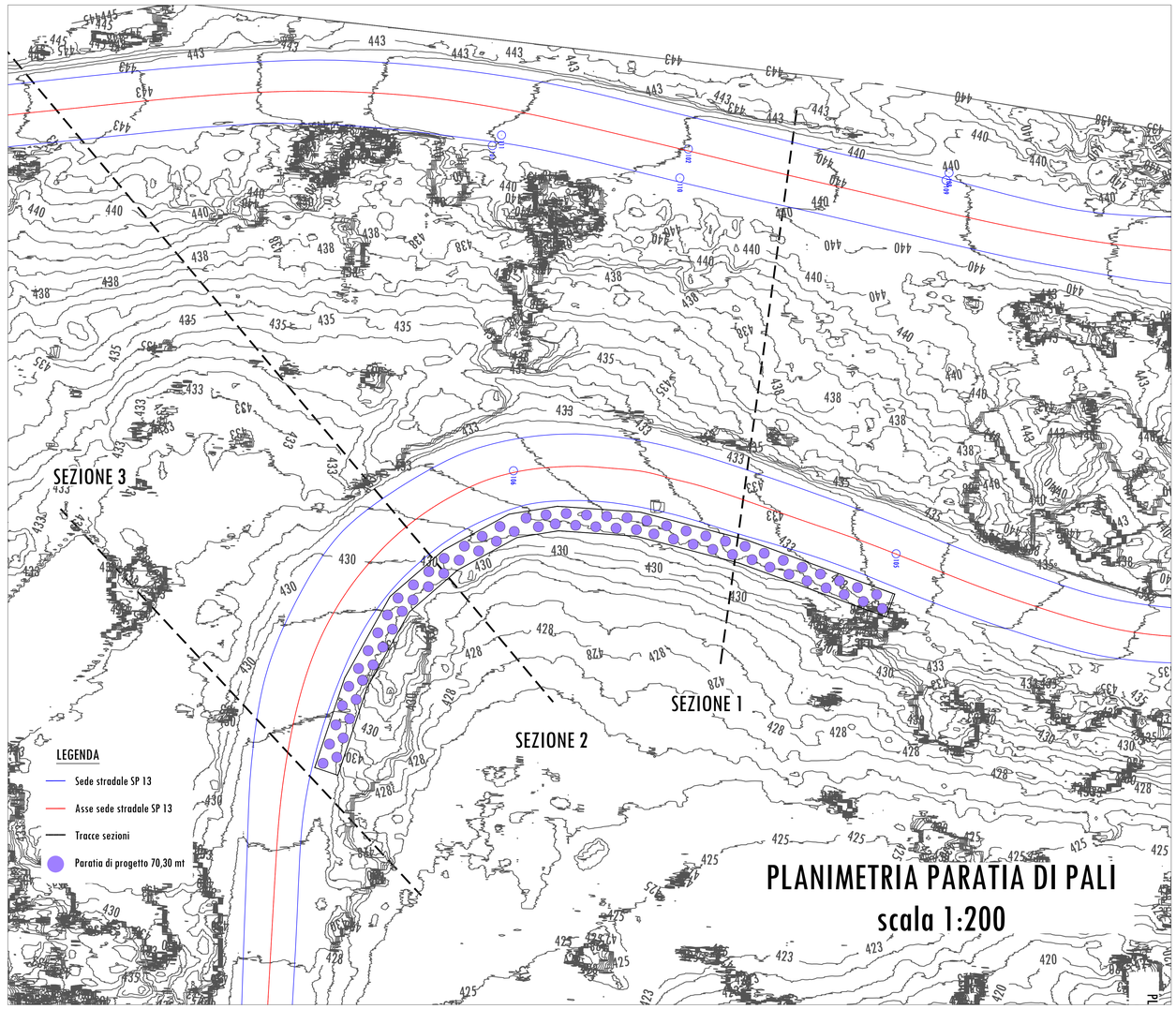




MODELLO GEOTECNICO DI CALCOLO
scala 1:200

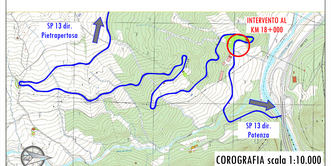
DETRITO DI FRANA
Peso unità volume=19 kN/m³
Angolo Attrito=18 °
Coesione efficace=0 kN/m²

FLYSH DI GORGOGLIONE
Peso unità volume=19,5 kN/m³
Angolo Attrito=24 °
Coesione efficace=25 kN/m²



PLANIMETRIA PARATIA DI PALI
scala 1:200

INQUADRAMENTO TERRITORIALE



COROGRAFIA scala 1:10.000

spazio per la firma

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza della Regione, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFREDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ)
- CUP: H17H12002480002

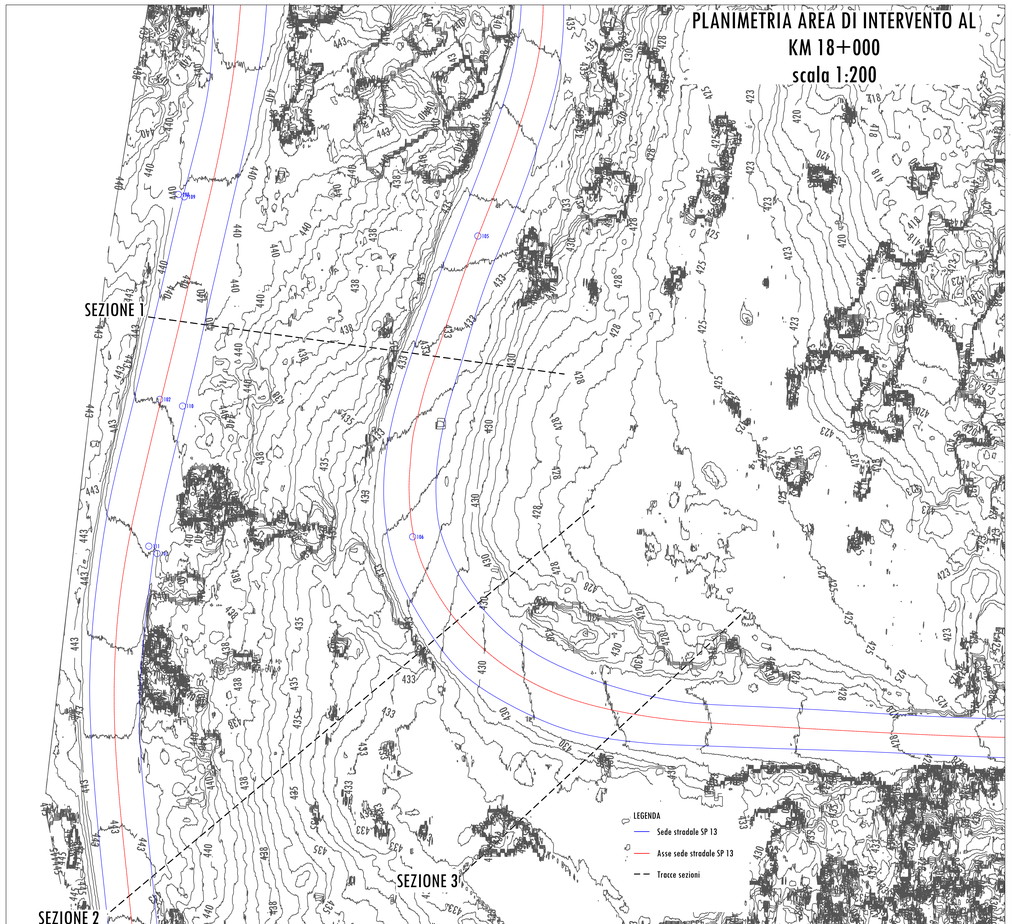
Elaborato

INTERVENTO AL KM 18+000 - Elaborato grafico stato di fatto (planimetria e sezioni)

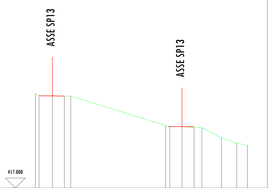
N. articolo/Riferimento

Data	Scala/e	Tavola n.	Revisione n.
Settembre 2019	varie	09	0

PLANIMETRIA AREA DI INTERVENTO AL KM 18+000
scala 1:200



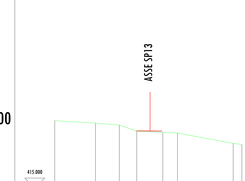
SEZIONE 1



SCALA LUNGHEZZE 1 : 200
SCALA ALTEZZE 1 :200

Punti dettaglio Terreno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Quote Terreno	440.993	441.143	441.458	440.853	440.853	440.853	433.884	432.183	431.923	431.923	431.923	431.773	431.773
Distanze parziali Terreno	0.000	8.350	3.978	6.625		23.759		19.063	3.043	0.938	4.981	3.845	3.672
Progressive Terreno	0.000	8.350	12.328	18.953				42.822	45.865	46.803	51.784	55.629	59.301

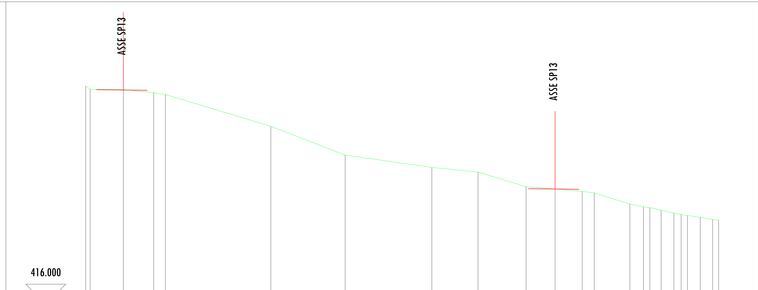
SEZIONE 3



SCALA LUNGHEZZE 1 : 200
SCALA ALTEZZE 1 :200

Punti dettaglio Terreno	1	2	3	4	5	6	7	8
Quote Terreno	431.893	431.773	430.883	429.739	428.959	428.959	429.184	429.184
Distanze parziali Terreno		10.211	5.974	4.266	6.541	3.671	13.975	7.166
Progressive Terreno	0.000	10.211	16.185	20.451	26.992	30.663	44.638	51.804

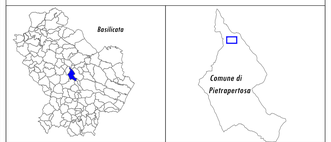
SEZIONE 2

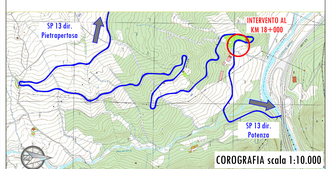


SCALA LUNGHEZZE 1 : 200
SCALA ALTEZZE 1 :200

| | | | | | | | | | | | | |

INQUADRAMENTO TERRITORIALE





COROGRAFIA scala 1:10.000

spazio per la firma

PROVINCIA DI POTENZA
UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI
Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFREDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo, Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ)
- CUP: H17H12002480002

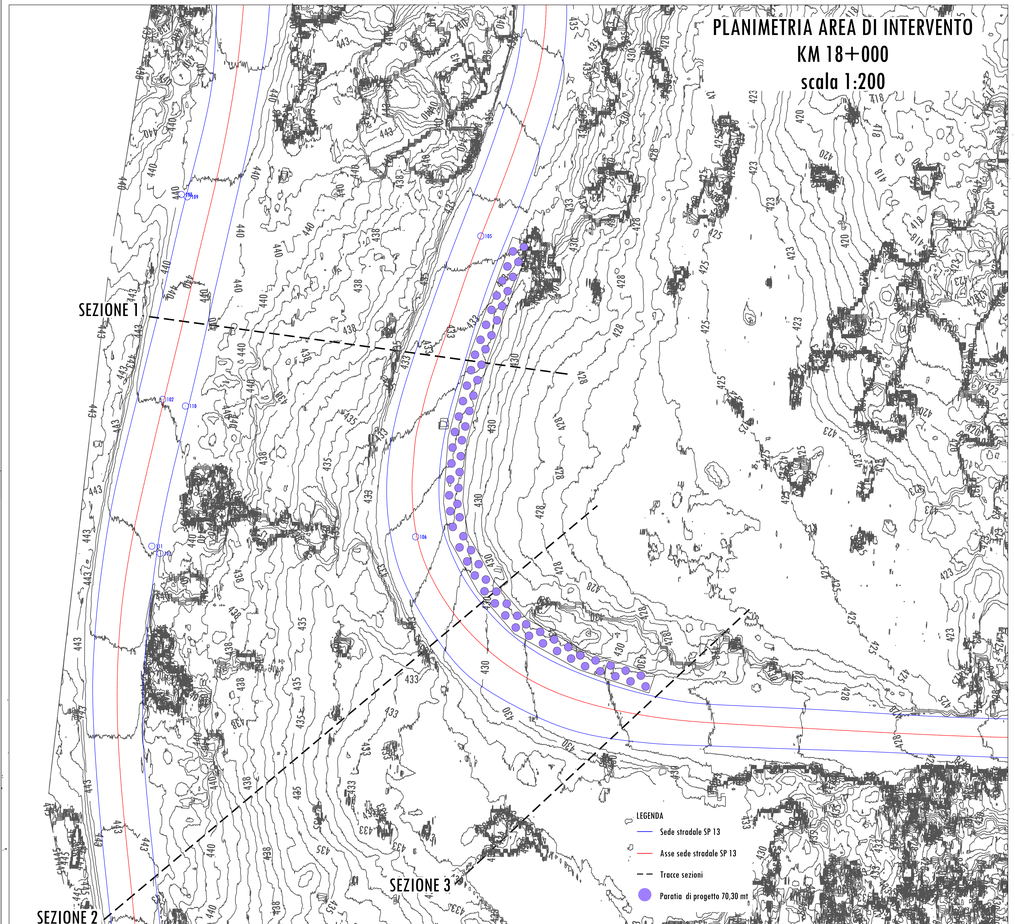
Elaborato

INTERVENTO AL KM 18+000 - Elaborato grafico stato di progetto

N. articolo, Riferimento

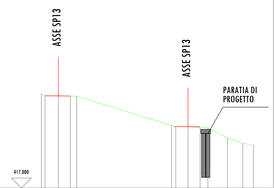
Data	Settembre 2019	Scala/e	1:200	Tavola n.	10	Revisione n.	0

PLANIMETRIA AREA DI INTERVENTO
KM 18+000
scala 1:200



SEZIONE 1

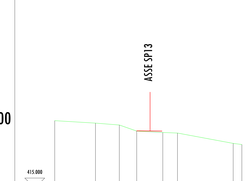
SCALA LUNGHEZZE 1 : 200
SCALA ALTEZZE 1 :200



Punti dettaglio Terreno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Quote Terreno	441.853	441.773	442.893	444.164	444.925	438.300	434.688	433.141	431.926	431.716	431.437	431.773	431.773
Distanze parziali Terreno	0.000	8.210	2.970	4.425	23.759	10.623	10.043	4.901	3.845	3.672			
Progressive Terreno	0.000	8.210	11.180	15.605	39.364	49.987	60.030	64.931	68.776	72.448			

SEZIONE 3

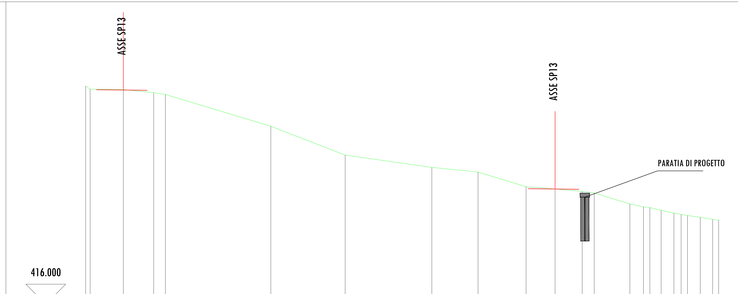
SCALA LUNGHEZZE 1 : 200
SCALA ALTEZZE 1 :200



Punti dettaglio Terreno	1	2	3	4	5	6	7	8
Quote Terreno	431.853	431.773	430.883	429.739	429.959	429.787	431.941	431.941
Distanze parziali Terreno		10.211	5.974	4.266	6.541	3.671	13.975	7.166
Progressive Terreno	0.000	10.211	16.185	20.451	26.992	30.663	44.638	51.804

SEZIONE 2

SCALA LUNGHEZZE 1 : 200
SCALA ALTEZZE 1 :200



Punti dettaglio Terreno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Quote Terreno	441.853	441.773	442.893	444.164	444.925	438.300	434.688	433.141	432.569	430.716	430.437	430.138	429.943	428.549	428.196	428.196	427.779	427.779	427.416	427.115	426.889	426.940	426.940
Distanze parziali Terreno		0.563	1.155	3.810	1.459	13.220		9.314		10.868		5.791	6.020	3.637	3.400	1.505	4.469	1.701	1.801	1.601	1.600	1.555	3.253
Progressive Terreno	0.000	0.563	1.718	5.528	6.987	20.207		29.521		40.389		46.180	52.200	55.837	59.237	60.742	65.211	66.912	68.713	70.314	71.915	73.470	76.723

spazio per le firme

PROVINCIA DI POTENZA

UFFICIO VIABILITÀ E TRASPORTI

Piazza delle Regioni, 52 - 85100 - POTENZA
Tel 0971.417.197 - Fax 0971.417.384

Progettazione Architettonica	Geom. Franco LIBONATI	Progettazione delle strutture	Ing. Daniele GIAFFRIDA
Responsabile Unico del Procedimento	Ing. Domenico Gerardo TORNINCASA		

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo/Nome, designazione

P.O. Val D'Agri, Melandro, Sauro, Camastra - AREA CENTRO -
Lavori di adeguamento funzionale e messa in sicurezza della S.P. n. 13 in agro del Comune di Pietrapertosa (PZ) -
CUP: H17H12002480002

Elaborato

INTERVENTO AL KM 18+000 - Dettagli carpenteria e armatura trave di testata paratia

N. articolo/Riferimento

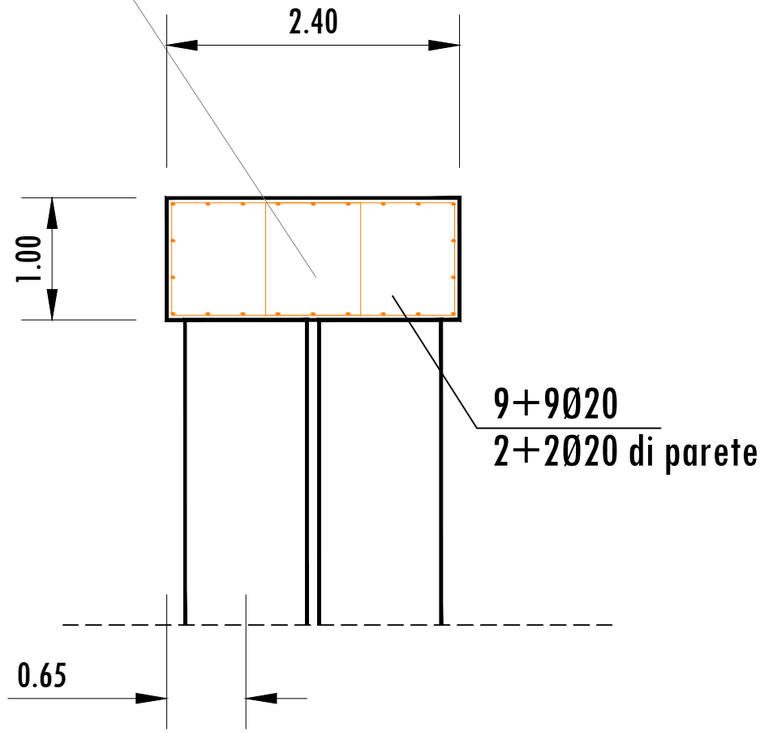
Data Settembre 2019	Scala/e 1:50	Tavola n. **11**	Revisione n. 0

DETTAGLI CARPENTERIA E ARMATURA TRAVE DI TESTATA PARATIA
scala 1:50

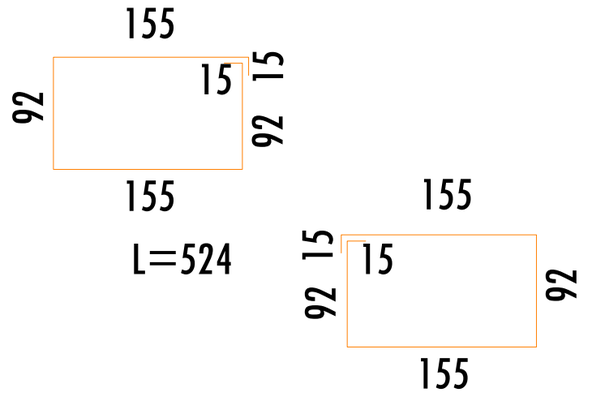
Sezione 2.40x1.00

Ø20/29 Staffe Ø10/10

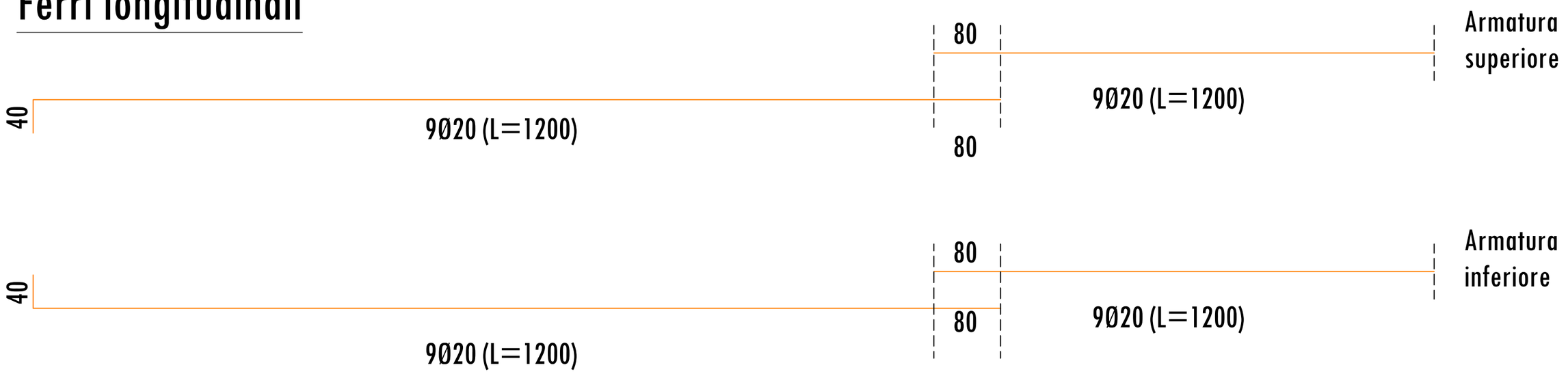
Sezione



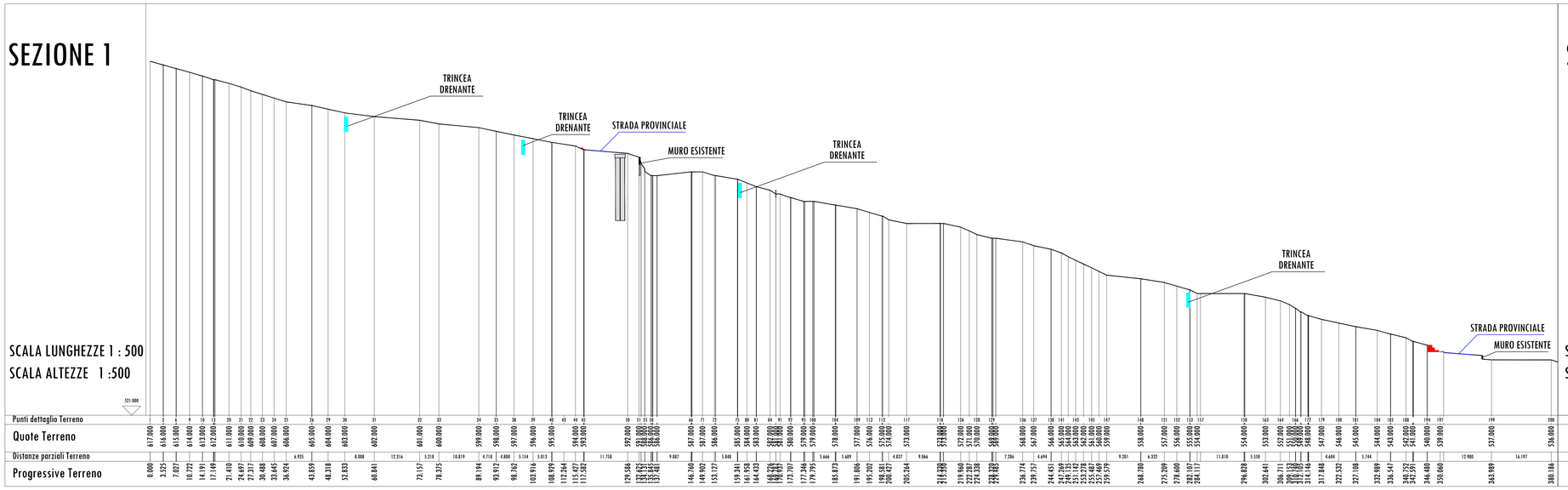
Staffe



Ferri longitudinali



SEZIONE 1



SCALA LUNGHEZZE 1 : 500
SCALA ALTEZZE 1 :500

| | | |

PROVINCIA DI POTENZA - Servizio Finanziario

VISTO DI REGOLARITA' CONTABILE

Relativamente alla Determinazione Dirigenziale N° DetSet 00779/2019 del 07/10/2019, avente oggetto: P.O. Val d'Agri – Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della SP n. 13 in agro del comune di Pietrapertosa - CUP H17H12002480002 - Approvazione progetto esecutivo – Determina a contrattare – Prenotazione e accertamento della spesa

Dettaglio movimenti contabili

Creditore	Causale	Importo	M	P	T	Macro	Cap	Art	Tipo	Siope	N. Pr	Anno P	Sub
	Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della SP n. 13 in agro del comune di Pietrapertosa - CUP H17H12002480002 - Approvazione progetto esecutivo	€ 567.509,29	10	05	2	202	21612	04	P		70	2019	
	Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della SP n. 13 in agro del comune di Pietrapertosa - CUP H17H12002480002 - Approvazione progetto esecutivo	€ 400.000,00	10	05	2	202	21612	04	P		70	2020	
	Totale prenotazione spesa:	**€ 967.509,29**											

Parere Prenotazione: Sulla presente determinazione si attesta ai sensi dell'art. 147 bis, comma 1, e dell'art. 153, comma 5, del D.Lgs 267/2000, la regolarità contabile e la relativa copertura finanziaria.

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del T.U. 445/2000 e del D.Lgs 82/2005 e rispettive norme collegate, il quale sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa; il documento informatico è memorizzato digitalmente ed è rintracciabile sul sito istituzionale per il periodo della pubblicazione.

PROVINCIA DI POTENZA - Servizio Finanziario

VISTO DI REGOLARITA' CONTABILE

Relativamente alla Determinazione Dirigenziale N° DetSet 00779/2019 del 07/10/2019, avente oggetto: P.O. Val d'Agri – Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della SP n. 13 in agro del comune di Pietrapertosa - CUP H17H12002480002 - Approvazione progetto esecutivo – Determina a contrattare – Prenotazione e accertamento della spesa

Dettaglio movimenti contabili

Debitore	Causale	Importo	Titolo	Tipologia	Cat	Cap	Art	Cdr	Cdc	N°	Anno
	Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della SP n. 13 in agro del comune di Pietrapertosa - CUP H17H12002480002 - Approvazione progetto esecutivo	€ 600.000,00	4	200	01	4366	04	006		19	2019
	Adeguamento funzionale e messa in sicurezza della SP n. 13 in agro del comune di Pietrapertosa - CUP H17H12002480002 - Approvazione progetto esecutivo	€ 400.000,00	4	200	01	4366	04	006		19	2020
	Totale Accertamento:	**€ 1.000.000,00**									

Parere Accertamento: Sulla presente determinazione si attesta ai sensi dell'art. 147 bis, comma 1, e dell'art. 153, comma 5, del D.Lgs 267/2000, la regolarità contabile.

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del T.U. 445/2000 e del D.Lgs 82/2005 e rispettive norme collegate, il quale sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa; il documento informatico è memorizzato digitalmente ed è rintracciabile sul sito istituzionale per il periodo della pubblicazione.