

**NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE
SEZIONE TRANSFRONTALIERE PARTE IN TERRITORIO ITALIANO
SECTION TRANSFRONTALIERE PARTIE EN TERRITOIRE ITALIEN**

**LOTTO COSTRUTTIVO 1 / LOT DE CONSTRUCTION 1
CANTIERE OPERATIVO 04C / CHANTIER DE CONSTRUCTION 04C
SVINCOLO DI CHIOMONTE IN FASE DI CANTIERE
ECHANGEUR DE CHIOMONTE DANS LA PHASE DE CHANTIER
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION
CUP C11J05000030001 - CIG 6823295927**

**STUDIO GENERALE GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
RELAZIONE GEOTECNICA**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/04/2017	Première diffusion / Prima emissione	C.BELTRAMI (-)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)
A	30/09/2017	Révision suite aux commentaires TELT/ Revisione a seguito commenti TELT	C.BELTRAMI (-)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)
B	29/06/2018	Modifica titolo progetto/ Modifications titre du projet	L.PERRONE (MUSINET ENG.)	L.PERRONE (MUSINET ENG.)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)


1	0	4	C	C	1	6	1	6	6	N	V	0	2	0	0
Cat.Lav. Cat.Trav.	Lotto/Lot	Contratto/Contrat				Opera/Oeuvre			Tratto Tronçon	Parte Partie					

E	R	H	G	E	0	1	1	3	B
Fase Phase	Tipo documento Type de document	Oggetto Object		Numero documento Numéro de document			Indice Index		



SCALA / ÉCHELLE
-

IL PROGETTISTA/LE DESIGNER



Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI
Albo di Torino
N° 2736

L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR

IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE



SOMMAIRE / INDICE

1. OGGETTO E SCOPO	7
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
2.1 Documenti di progetto esecutivo	8
2.2 Riferimenti normativi	8
2.3 Riferimenti bibliografici	8
2.4 Software di calcolo	9
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO	10
3.1 Progetto del viadotto Clarea sull'A32 (1982-83, 1985-86)	10
3.1.1 Indagini in sito	10
3.2 Progetto definitivo di un cavidotto Terna (2010)	10
3.2.1 Indagini in sito	10
3.2.2 Prove di laboratorio	10
3.3 Progetto della linea ferroviaria Alta Velocità Torino-Lione (2011-12)	11
3.3.1 Indagini in sito	11
3.3.2 Prove di laboratorio	11
3.4 Progetto definitivo dello svincolo della Maddalena (2013)	13
3.4.1 Indagini in sito	13
3.4.2 Prove di laboratorio	13
3.5 Progetto del sito di deponia per lo smarino delle gallerie di linea AV (2013)	13
3.5.1 Indagini in sito	13
3.5.2 Prove di laboratorio	14
3.6 Progetto esecutivo dello svincolo della Maddalena (2016, in corso)	14
3.6.1 Indagini in sito	14
3.6.2 Prove di laboratorio	15
4. CRITERI DI INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI	16
4.1 Considerazioni generali sui risultati delle prove SPT	16
4.2 Correzione dei risultati delle prove SPT a punta chiusa	17
4.3 Peso di volume	18
4.4 Densità relativa	18
4.4.1 Parametri di resistenza	19
4.4.2 Parametri di rigidezza	19
5. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA	21
5.1 Piezometria	21
6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	22
6.1 Peso di volume	22
6.2 Densità relativa	25
6.3 Parametri di resistenza	27
6.4 Parametri di rigidezza	31
6.4.1 Moduli elastici a piccole deformazioni	31
6.4.2 Moduli da prove pressiometriche	33
6.4.3 Moduli operativi per cedimenti di fondazioni superficiali	35
6.5 Permeabilità	38
6.6 Unità geotecnica UG5 (substrato roccioso)	38
6.7 Sintesi dei parametri geotecnici di riferimento	39

7. INFLUENZA DELLE FONDAZIONI IN AFFIANCAMENTO SU QUELLE DEL VIADOTTO ESISTENTE.....	40
7.1 Criteri di modellazione	40
7.1.1 Fondazione esistente	40
7.1.2 Fondazione in progetto	41
7.1.3 Stratigrafia e parametri di calcolo.....	42
7.1.4 Carichi in fondazione	43
7.1.5 Fasi di calcolo	44
7.2 Risultati salienti	45
7.2.1 Analisi parametrica sulla lunghezza dei pali (SLU 1min).....	45
Spostamenti e rotazioni delle due fondazioni (SvincoloC_sle-slu_sr_interface).....	45
7.2.2 Lunghezza dei pali di 12 m con tutte le combinazioni di carico (SvincoloC_sle-slu_sr_interface_L12 per Sisma1min e Sisma2max).....	47
7.3 Validazione del modello	52
8. VERSANTE SINISTRO DEL TORRENTE CLAREA - ANALISI DI STABILITA' IN CONDIZIONI SISMICHE	55
8.1 Pericolosità sismica di base e disaggregazione	55
8.2 Terremoti storici e sorgenti sismogenetiche	57
8.3 Geometria del pendio e caratterizzazione geotecnica.....	58
8.4 Analisi con i metodi agli spostamenti e risultati.....	60
8.5 Conclusioni	60
9. CAPACITA' PORTANTE DEI PALI DI FONDAZIONE	66
9.1 Criteri di calcolo della capacità portante	66
9.1.1 Portata di base	66
9.1.2 Portata laterale.....	67
9.1.3 Curve di capacità portante.....	68
9.2 Carichi assiali sui pali di fondazione	84
10. RILEVATI E TRINCEE.....	100
10.1 Criteri normativi di verifica	100
10.2 Condizioni sismiche.....	101
10.3 Criteri di modellazione	102
10.4 Rilevati.....	104
10.4.1 Verifiche di stabilità	104
10.4.2 Stima dei cedimenti attesi.....	106
Criteri di verifica	106
Stratigrafia e parametri di calcolo	107
Calcolo dei cedimenti	107
10.5 Trincee	110
10.6 Criteri di modellazione	110
10.7 Risultati delle analisi.....	111

ALLEGATO 1 – Risultati delle prove di laboratorio - Campagna 2016

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Confronto fra prove SPT a punta aperta e a punta chiusa (conica), da ISSMFE....	18
Figura 2 – UG1: pesi di volume da SPT	23
Figura 3 – UG2: pesi di volume da SPT	23
Figura 4 – UG3: pesi di volume da SPT	24
Figura 5 – UG4: pesi di volume da SPT	24
Figura 6 – UG1: densità relativa da prove SPT	25
Figura 7 – UG2: densità relativa da prove SPT	25
Figura 8 – UG3: densità relativa da prove SPT	26
Figura 9 – UG4: densità relativa da prove SPT	26
Figura 10 - UG1 – Angolo di resistenza a taglio da prove SPT.....	27
Figura 11 - UG2 – Angolo di resistenza a taglio da prove SPT.....	28
Figura 12 - UG3 – Angolo di resistenza a taglio da prove SPT.....	28
Figura 13 - UG4 – Angolo di resistenza a taglio da prove SPT.....	29
Figura 14 - UG1 – Modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT	31
Figura 15 - UG2 – Modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT	31
Figura 16 - UG3 – Modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT.....	32
Figura 17 - UG4 – Modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT	32
Figura 18 - UG2 – Modulo elastico di Young da prove pressiometriche	34
Figura 19 - UG3 – Modulo elastico di Young da prove pressiometriche	34
Figura 20 - UG4 – Modulo elastico di Young da prove pressiometriche	35
Figura 21 - UG1: modulo elastico operativo per il calcolo dei cedimenti di fondazioni dirette	36
Figura 22 - UG2: modulo elastico operativo per il calcolo dei cedimenti di fondazioni dirette	36
Figura 23 - UG3: modulo elastico operativo per il calcolo dei cedimenti di fondazioni dirette	37
Figura 24 - UG4: modulo elastico operativo per il calcolo dei cedimenti di fondazioni dirette	37
Figura 25 - Coefficiente di permeabilità da prove Lefranc	38
Figura 26 – Geometria e mesh degli elementi costituenti la fondazione P10.....	40
Figura 27 – Geometria e reticolo degli elementi costituenti la fondazione IP3.....	41
Figura 28 – Geometria e mesh delle due fondazioni con il link di collegamento strutturale...	42
Figura 29 – Modello geotecnico di sottosuolo	42
Figura 30 – Dettaglio e modellazione dell’interfaccia molle tra le due fondazioni.....	43
Figura 31 – Spostamento totale cumulato del baricentro della IP3 (SvincoloC_sle-slu_sr_interface 1min).....	45
Figura 32 – Spostamento totale cumulato del baricentro della P10 (SvincoloC_sle-slu_sr_interface 1min).....	46
Figura 33 – Rotazione totale cumulata del baricentro della IP3 (SvincoloC_sle-slu_sr_interface 1min)	46
Figura 34 – Rotazione totale cumulata del baricentro della P10 (SvincoloC_sle-slu_sr_interface 1min)	47
Figura 35 – Spostamento totale cumulato della IP3 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma1min(sisma2max)_L12).....	48
Figura 36 – Spostamento totale cumulato della P10 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma1min(sisma2max)_L12).....	48

Figura 37 – Rotazione totale cumulata della IP3 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma1min(sisma2max)_L12).....	49
Figura 38 – Rotazione totale cumulata della P10 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma1min(sisma2max)_L12).....	49
Figura 39 – Spostamenti totali cumulati allo SLU per sIP3 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma2max_L12).....	51
Figura 40 – Spostamenti SLU per sP10 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma2max_L12).....	51
Figura 41 IPE SLE: Cedimenti calcolati dal modello “MIDAS”.....	52
Figura 42 Numerazione pali nel modello “Repute”	53
Figura 43 - Spettri di progetto per lo stato limite SLV. In grassetto lo spettro in direzione orizzontale utilizzato per le analisi che include le modifiche dovute a un suolo tipo C ed agli effetti topografici (T2).....	55
Figura 44. Deaggregazione della pericolosità per il sito di Chiomonte per la PGA e $T_r=475$ anni (INGV http://esse1.mi.ingv.it/).	56
Figura 45. Sorgenti simogenetiche composite ed individuali riconosciute nelle vicinanze del sito di Chiomonte (http://diss.rm.ingv.it/diss/). In evidenza il sito di Chiomonte (freccia rossa), la faglia Western Piemonte ITCS023 (Freccia blu) a distanza ~35 km e la faglia Bianconnais FRC001 (freccia nera) distanza ~25 km.	57
Figura 46. Terremoti storici avvenuti nell’area del progetto nel raggio di 50km (CPTI15, http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/). Sito di Chiomonte (freccia rossa); confine di stato (linea grigia). Nel riquadro nero i due eventi di maggior magnitudo registrati nel raggio di 50 km.....	57
Figura 47. Planimetria del sito d’interesse. In evidenza gli imbocchi della galleria Giaglione e la sezione di massima pendenza del versante (in rosso)	59
Figura 48. Sezione del pendio in corrispondenza degli imbocchi della galleria Giaglione in direzione di massima pendenza.....	60
Figura 49. Spostamento permanente del versante vs PGA - Risultati dei metodi informa chiusa	61
Figura 50. Spostamento permanente del versante vs k_y - Risultati dei metodi in forma chiusa	61
Figura 51. Risultati del metodo di Newmark - Spostamento permanente.	62
Figura 52 – An. Stabilità sismiche – Superfici di scivolamento passanti sotto la base del pozzo P6 – K_y “critico” e FS corrispondente.....	63
Figura 53 – An. Stabilità sismiche – Superfici di scivolamento passanti a monte della fondazione P6 – K_y “critico” e FS corrispondente.....	64
Figura 54 – An. Stabilità sismiche – Superfici di scivolamento passanti a valle della fondazione P6 – K_y “critico” e FS corrispondente.....	64
Figura 55 – An. di stabilità del versante in condizioni statiche	65
Figura 56 – Fattore N_q^* secondo Berezantsev.....	68
Figura 57 Ripartizione dei carichi assiali sui pali: convenzioni.....	84
Figura 58 – Rilevato stradale: geometria di calcolo.....	104
Figura 59 - Rilevato di linea - Condizioni statiche: F_s minimo e superficie di scorrimento associata	105
Figura 60 – Rilevato di linea - Condizioni sismiche: F_s minimo e superficie di scorrimento associata	106
Figura 61 – Trincea: geometria di calcolo	111
Figura 62 – Trincea - F_s minimo e superficie di scorrimento associata.....	112
Figura 63 – Riprofilatura versante deponia – Geometria di calcolo	113

Figura 64 – Riprofilatura versante deponia - F_s minimo e superficie di scorrimento associata 114

1. OGGETTO E SCOPO

Questo documento è parte del progetto esecutivo dei due viadotti costituenti le rampe di ingresso e uscita del “Nuovo svincolo di La Maddalena”, lungo l’autostrada A32, in corrispondenza del cantiere di Chiomonte della linea ferroviaria Alta Velocità Torino-Lione in corso di realizzazione.

Le opere in progetto sono ubicate nell’area della Maddalena, nel comune di Chiomonte, allo sbocco Vallone Tiraculo - Rio Clarea, e in particolare sovrappassano il rio Clarea, sviluppandosi tuttavia per la maggior parte sul versante orografico destro del rio stesso, prima del tratto in cui lo stesso si immette nella Dora in prossimità delle “Gorge di Susa”.

La rampa di uscita in progetto si distacca dal viadotto Clarea esistente lungo l’A32, e in particolare dall’impalcato del viadotto di salita (carreggiata Nord) per poi sottopassarlo con un’ampia curva fino a raggiungere la sommità di un cumulo di deposito permanente dei materiali di smarino delle gallerie della linea TAV in costruzione, realizzato a ridosso del promontorio delle Vigne, a Sud del viadotto esistente; qui la rampa di uscita si raccorda con la viabilità di collegamento al cantiere e ai centri abitati più vicini, nonché con la futura rampa di ingresso dello svincolo in progetto, che, sempre partendo dalla sommità del deposito di materiali di smarino, rientra sul viadotto Clarea di discesa (carreggiata Sud).

Lo svincolo sarà utilizzato, in via provvisoria, per l’ingresso e l’uscita dei mezzi di lavoro dal cantiere TAV, fino alla chiusura del cantiere stesso, poi costituirà un nuovo svincolo sulla A32 aperto al traffico, a servizio di questa parte della valle.

Questo documento ha per oggetto specifico la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni interessati dalle opere in progetto, e in particolare, dopo un elenco dei documenti di riferimento richiamati nel testo, affronta i seguenti temi:

- elenco delle indagini di riferimento utilizzate (cap. 3);
- esposizione dei principali metodi e criteri di interpretazione delle indagini (cap. 4);
- caratterizzazione stratigrafica (cap. 5);
- caratterizzazione geotecnica (cap. 6);
- analisi sulle fondazioni delle pile in affiancamento e sul versante sinistro del torrente Clarea, mirate a valutare la fattibilità della soluzione adottata (cap. 7 e 8);
- verifiche di capacità portante dei pali di fondazione (cap. 9).

La caratterizzazione sismica completa è riportata in un apposito documento separato; allo stesso modo, i risultati delle indagini sono riportati per esteso (“log” stratigrafici dei sondaggi, fotografie delle cassette catalogatrici, certificati delle prove in foro e di laboratorio, descrizione dei metodi e delle procedure di esecuzione adottati, nonché dei macchinari utilizzati, eccetera) in documenti specificamente dedicati, e ai quali si rimanda per ogni dettaglio in merito.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Documenti di progetto esecutivo

- [1]. “Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche” Elab. E PL GE 0091
- [2]. “Profilo geologico-tecnico – Rampa di ingresso” Elab. E PR GE 0105
- [3]. “Profilo geologico-tecnico – Rampa di uscita” Elab. E PR GE 0106
- [4]. “Relazione descrittiva delle indagini eseguite” Elab. E RG GE 0092 (e allegati)

2.2 Riferimenti normativi

- [5]. D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” Suppl. ord. n. 30 alla GU 4.02.2008, n. 29
- [6]. O.P.C.M. 20 Marzo 2003, n. 3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” Suppl. ord. alla G.U. 8.5.2003, n. 15

2.3 Riferimenti bibliografici

- [7]. Bishop A.W. (1955) – “The use of the slip circle in the stability analysis of slopes”; *Geotechnique*, 5, 7-17.
- [8]. Casagrande A. (1948) “Classification and Identification of Soils”. *Transaction ASCE*, V. 113, p. 901
- [9]. Cestari F. (1996) “Prove geotecniche in sito” *Geo-Graph*
- [10]. D’Appolonia D.J., D’Appolonia E., Brisette R.F. (1970) “Settlement of Spread Footings on Sand”. *JSMFD, ASCE*, vol.94, SM3, pagg. 735-760
- [11]. D’Appolonia D.J., D’Appolonia E., Brisette R.F. (1970). “Discussion on Settlement of Spread Footings on Sand”. *JSMFD, ASCE*, vol.96, SM2
- [12]. D’Appolonia D.J., D’Appolonia E., Brisette R.F. (1970) “Closure to settlement of spread footings on sand” *JSMFD, ASCE*, 96 (SM2); pagg. 754-762
- [13]. De Mello V.F.B. (1971) “The standard Penetration Test”. *SOA., 4th Panamerican Conf. Soil Mech. Found. Eng., San Juan, Puerto Rico*, V. 1, pp. 1-86
- [14]. Gibbs H.J., Holtz W.G. (1957) “Research on Determining the Density of Sands by Spoon Penetration Testing”. *Proc. IV ICSMFE, London*
- [15]. Gwizdala K. (1984): “Large bored piles in non cohesive soils”. *Swedish Geotechnical Institute, Report n°26*.
- [16]. Hatanaka M, Uchida A. (1996) “Empirical correlation between penetration resistance and internal friction angle of sandy soils” *Soils and Foundations* n.4, pagg. 1-10
- [17]. Jamiolkowski M. (2000) “Axial load capacity of bored piles in sand and gravel” 3rd *Symposium on Deep Foundations, Mexico City*
- [18]. Jamiolkowski M., Baldi G., Bellotti R., Ghionna V., Pasqualini E., et al. (1985) “Penetration resistance and liquefaction of sands” *Proc. 11th ICSMFE, S.Francisco*
- [19]. Jumikis A.R. (1971) “Vertical stresses tables for uniformly distributed loads on soil” *College of Engineering, Rutgers University, New Jersey USA*

- [20]. Koutsoftas D.C., Ladd C.C. (1985) "Design strength of an offshore clay" JGED, ASCE, n. 3, pagg. 337-355
- [21]. Liao S., Whitman R.V. (1985) "Overburden correction factors for SPT in sand" Journal of Geotechnical Engineering, vol. 112, n. 3
- [22]. Ohta Y., Goto N. (1978) "Empirical shear wave velocity equation in terms of characteristic soil indexes" Earthquake engineering and structural dynamics, vol. 6
- [23]. Peck, R.B., Hanson, W.E., and Thornburn, T.H., (1974), "Foundation Engineering", John Wiley & Sons, 514p.
- [24]. Schmertmann J.H. (1977) "Interpreting the dynamics of the Standard Penetration Test" Un. of Florida, Gainesville, USA
- [25]. Shioi, Y., Fukuni, J. (1982) "Application of N-value to Design of Foundations". JACI, Vol. 81, No. 5, Sept-Oct., pp. 469-475
- [26]. Skempton A.W. (1986) "Standard penetration procedure and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation" Geotechnique 36, n. 3
- [27]. Stroud, M. A. (1974) "The standard penetration test in insensitive clays and soft rock," Proceedings of the 1st European Symposium on Penetration Testing, Sweden: Stockholm, vol. 2(2), 367-375
- [28]. Terzaghi K., Peck R.B. (1948) In R. Whitlon: "Basic soil mechanics". 2nd edition – Balkema
- [29]. Terzaghi K., Peck R.B. (1948) "Soil Mechanics in Engineering Practice". J. Wiley, New York
- [30]. Winkerton H.F., Fang, H.Y. (1975) "Foundation Engineering Handbook". Van Nostrand Reinhold
- [31]. Yoshida Y., Monotori I. (1988) "Empirical Formulas of SPT Blow-Counts for Gravelly Soils". Proc. ESOPT-1, Orlando (USA)

2.4 Software di calcolo

- [32]. Talren ver. 5.0.5 – Terrasol (<http://www.terrasol.fr/fr/logiciels/logiciels-terrasol/talren-v5>)

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO

Si dispone dei risultati di indagini in sito e prove in laboratorio svolte nel corso di diverse campagne di indagine, condotte per i progetti elencati di seguito:

- progetto dello svincolo Clarea sull'A32 (1982-83, 1985-86);
- progetto di un cavidotto Terna (2010);
- progetto della linea ferroviaria Alta Velocità Torino-Lione (2011-12);
- progetto del sito di deponia per il materiale di smarino delle gallerie per la linea AV (2013);
- progetto definitivo dello svincolo della Maddalena in oggetto (2013);
- presente progetto esecutivo dello svincolo della Maddalena (2016, in corso).

A seguire si fornisce l'elenco dettagliato delle indagini disponibili e considerate ai fini della caratterizzazione stratigrafica e geotecnica.

I risultati delle indagini in sito e delle prove di laboratorio considerate sono riportati nel doc. rif. [4] per la campagna di indagini del 2016 condotta per il presente Progetto Esecutivo, e negli omologhi elaborati di Progetto Definitivo specificamente dedicati, ai quali si rimanda per ogni dettaglio in merito.

L'ubicazione di tutte le indagini in sito citate nel seguito è riportata nella planimetria di ubicazione allegata al presente Progetto Esecutivo (doc. rif. [1]).

3.1 Progetto del viadotto Clarea sull'A32 (1982-83, 1985-86)

3.1.1 Indagini in sito

La campagna ha compreso le seguenti indagini:

- n. 9 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti a profondità comprese fra 21m e 40m dal piano di campagna e con denominazione varia (P2, P5, P9, P12A, P12B, in corrispondenza delle omonime pile del viadotto Clarea; SP1 in prossimità della spalla 1; S12 e IRE in prossimità dell'imbocco Est della galleria Ramat e S13 all'imbocco Ovest della galleria Giaglione);
- n. 5 prove penetrometriche dinamiche standard (SPT), condotte nei fori di sondaggio P12A e SP1.

3.2 Progetto definitivo di un cavidotto Terna (2010)

3.2.1 Indagini in sito

La campagna ha compreso, nell'area in oggetto:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (SG13, SG14), spinti a profondità di 15m dal piano di campagna;
- n. 10 prove penetrometriche dinamiche standard (SPT) negli stessi fori di sondaggio (5 prove per ciascun sondaggio);
- n. 1 prova di permeabilità Lefranc condotta nel foro di sondaggio SG13.

3.2.2 Prove di laboratorio

Le prove di laboratorio eseguite nel corso di questa campagna sono sintetizzate nella tabella sottostante.

Codice sondaggio	Posizione	Codice campione	Profondità campione (m)		Litotipo	Unità geotecnica	Granulometrie (CNR B.U. n°23)				Limiti di Atterberg		
			da	a			UG	Ghiaia +blocchi	Sabbia	Limo	Argilla	LL	LP
SG13	galleria Ramat imbocco Est		3	3,5	Ghiaia con sabbia	UG3	64	30	6		30	24	6,0
SG13	galleria Ramat imbocco Est		3	3,5	Ghiaia con sabbia	UG3	62	34	4				
SG14	galleria Giaglione imbocco Ovest		3	3,5	Ghiaia con sabbia e blocchi	UG3	65	28	7				
SG14	galleria Giaglione imbocco Ovest		5	5,5	Ghiaia con sabbia	UG3	67	27	6				

Tabella 1 Progetto definitivo di un cavidotto Terna (2010): prove di laboratorio

3.3 Progetto della linea ferroviaria Alta Velocità Torino-Lione (2011-12)

3.3.1 Indagini in situ

Si dispone delle seguenti indagini:

- n. 10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1 ÷ S5, per la parete di imbocco del tunnel della Maddalena e per opere di sostegno connesse alla strada di accesso al cantiere; S90 ÷ S92 e ancora S1 e S2, per la caratterizzazione del terreno di fondazione del deposito del materiale di smarino), spinti a profondità comprese fra 20m e 80m dal piano di campagna;
- n. 85 prove penetrometriche SPT;
- n. 11 prove di permeabilità tipo Lefranc;
- n. 16 prove pressiometriche;
- n. 4 prove dilatometriche in roccia (nei fori S90 e S92, gli unici, con l'S91, che hanno raggiunto il substrato roccioso);
- n. 3 stendimenti geofisici a rifrazione (TSR-1 ÷ TSR-3);
- n. 2 stendimenti geofisici a riflessione (SR1, SR2);
- n. 2 stendimenti geofisici tipo MASW (PVs1, PVs2).

3.3.2 Prove di laboratorio

I risultati delle prove di laboratorio condotte su campioni prelevati dai sondaggi di questa campagna di indagine sono sintetizzati nella tabella seguente.

3.4 Progetto definitivo dello svincolo della Maddalena (2013)

3.4.1 Indagini in sito

La campagna ha compreso, nell'area in oggetto:

- n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S4b-1, S4b-2, S4b-5, CH4b-1, CH4b-2), spinti a 40m dal piano di campagna;
- n. 63 prove penetrometriche dinamiche standard (SPT) eseguite nei suddetti fori di sondaggio;
- n. 5 prove di permeabilità tipo Lefranc;
- n. 10 prove pressiometriche in foro (due prove per ciascun sondaggio);
- n. 2 prove geofisiche tipo cross-hole nei fori CH4b-1 e CH4b-2.

3.4.2 Prove di laboratorio

La tabella sottostante riporta una sintesi dei risultati delle prove di laboratorio condotte su campioni di terreno prelevati durante la campagna di indagini in oggetto (prove di classificazione, determinazione del contenuto di umidità naturale, determinazione del peso specifico dei grani, prove di taglio diretto).

Codice sondaggio	Posizione	Codice campione	Profondità campione (m)		Litotipo	Granulometrie (CNR B.U. n°23)				Limiti di Atterberg			Umidità naturale %	Taglio diretto		Peso specifico dei grani KN/m3
			da	a		Ghiaia +blocchi	Sabbia	Limo	Argilla	LL	LP	IP		φ' (°)	c' (Kpa)	
Ch4b-1	IP6	A	3,6	4	Ghiaia sabbioso-limoso	44,9	30,6	20,6	3,9	19			6,7			27,2
		1	13	13,5	Sabbia limosa con ghiaia									30,5	0,5	
		B	19,2	19,6	Sabbia e ghiaia con limo	36,3	31,4	28,7	3,6	20,6	15,6	5	15,14			26,9
		C	29	29,2	Ghiaia con sabbia e limo	42	29,6	25,6	2,8	20,4	17,6	2,8	14,84			26,9
		2	34	34,4	Ghiaia e Sabbia limosa									26,1	3,6	
Ch4b-2	UP8	A	2,5	2,7	Ghiaia sabbioso-limoso	57	29,2	12,1	1,8	20			0,21			27,2
		B	13	13,25	Ghiaia sabbiosa	73,6	18,9	6,3	1,2	22,6			0,77			27,2
		C	23,7	24	Limo sabbioso-ghiaioso	14,5	28	52,9	4,6	17,9			6,88			26,7
		1	28	28,3	Ghiaia con sabbia e limo									26,1	1,4	
		2	30,3	30,55	Ghiaia e Sabbia limosa									30,1	5,1	
S4b-1	IP5	1	12,48	12,78	Limo sabbioso-ghiaioso									26,6	1,1	
		2	15,75	16	Limo sabbioso-ghiaioso									30,1	23,9	
		A	18,6	19	Ghiaia con sabbia limosa	44,9	37,1	15,1	2,9	16,3			8,94			27
		B	34,15	34,65	Ghiaia sabbioso-limoso con ciottoli	72,5	14,5	11,4	1,6	20,9	15,6	6,3	13,9			27,3
		C	36,65	37	Ghiaia limoso-sabbiosa	52,3	20,3	24,9	2,5	19,5			15,49			27
S4b-2	IP2	A	15,5	15,9	Limo Ghiaioso-sabbioso	25,9	23,5	47,5	3,1	19			13,4			26,6
		1	17,45	17,75	Limo sabbioso-ghiaioso									23,3	3,6	
		B	27,4	27,7	Ghiaia limoso-sabbiosa	57,8	18,6	20,7	2,9	18,5			13,71			27
		C	30,5	30,7	Ghiaia con sabbia e limo	43,6	25,8	27,1	3,5	20			14,86			26,9
		2	32,45	32,75	Ghiaia e Sabbia limosa									24,2	7,2	
S4b-5	UP5	A	17,7	18	Ghiaia con sabbia limosa	57,8	26,1	13,5	2,6	20			7,97			26,9
		1	22,3	22,6	Limo sabbioso-ghiaioso									25,6	0	
		B	30	30,3	Limo con sabbia e ghiaia	29,9	31	35,3	3,8	18,4			0,24			26,6
		2	26	26,5	Ghiaia e Sabbia limosa									31,4	0	

Tabella 3 Progetto definitivo dello svincolo della Maddalena (2013): prove di laboratorio

3.5 Progetto del sito di deponia per lo smarino delle gallerie di linea AV (2013)

3.5.1 Indagini in sito

La campagna ha compreso:

- n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (D1 ÷ D3, D5, D7), spinti a profondità comprese fra 30 m e 50 m dal piano di campagna;
- n. 2 sondaggi (D6, D8) a distruzione di nucleo; profondità rispettivamente 30 m e 38 m da p.c.;

- n. 44 prove SPT;
- n. 14 prove di permeabilità tipo Lefranc;

Sono stati installati piezometri nei fori D2 (tubo aperto), D6 e D8 (tipo Casagrande).

In ciascuno dei fori D1, D3, D5 e D7 è stato installato un inclinometro.

Nell'ambito di un campo prove per il trattamento di consolidamento mediante colonne *jet grouting* del terreno di fondazione del deposito di smarino, sono inoltre state eseguite prove geofisiche tipo *cross-hole* (in fori appositi, realizzati a distruzione di nucleo) su terreno non trattato.

3.5.2 Prove di laboratorio

Dai sondaggi sono stati prelevati campioni rimaneggiati di terreno, che sono stati assoggettati a prove di classificazione (analisi granulometrica, determinazione dei limiti di consistenza) e, in un caso, di taglio diretto.

I risultati di queste prove sono sintetizzati nella tabella seguente.

Sondaggio	Campione	Profondità	Classificazione USCS	Limiti di Atterberg			Composizione granulometrica					Taglio diretto	
												Angolo di resistenza al taglio	Coesione drenata
				n°	n°	m	LL	LP	IP	Ghiaia	Sabbia	Limo/Arg	Limo
			%	%	%	%	%	%	%	%	°	kPa	
D5	CRA	7.50-9.30	GW-GM				66,43	22,4	11,18				
D5	CRB	11.50-13.00	GW-GM	20,7	N.P.	N.P.	51,70	36,91		6,88	4,51		
D5	CRC	22.00-23.50	GM	19,2	N.P.	N.P.	58,9	26,94		11,52	2,67		
D5	CRD	26.00-27.80					62,9	18,13	18,94				
D5	CRE	35.50-37.00	SM	19,8	N.P.	N.P.	26,1	49,8		20,42	3,71		
D5	CRF	41.70-43.00	SM	20,2	N.P.	N.P.	2,95	54,36		26,09	16,61		
D5	CRG	43.50-45.00	ML	21,2	N.P.	N.P.	0,00	35,33		42,76	21,91	36,7	4,3
D7	CRA	9.00-10.50	SM	17,2	N.P.	N.P.	32,59	38,43		19,56	9,42		
D7	CRB	19.00-20.60	GW				67,58	27,46	4,96				
D7	CRC	21.60-23.50					42,86	37,65	19,49				
D7	CRD	28.00-29.50	GW-GM				75,61	17,3	7,09				
D7	CRE	31.70-33.00	SM	20,7	N.P.	N.P.	25,70	40,17		19,99	14,14		
D7	CRF	38.70-40.30	GM	20,6	N.P.	N.P.	39,50	31,58		16,39	12,53		

Tabella 4 Campagna 2013 sito di deponia: prove di laboratorio

3.6 Progetto esecutivo dello svincolo della Maddalena (2016, in corso)

3.6.1 Indagini in sito

Nella presente fase progettuale sono state eseguite le seguenti indagini in sito:

- n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (SI01 ÷ SI05), a profondità comprese fra 30 m e 50 m da p.c., ubicati in corrispondenza della fondazione di alcune delle pile in progetto.
- n. 4 sondaggi ambientali (SI06 ÷ SI09) di lunghezza 3 m;
- n. 63 prove penetrometriche SPT;
- n. 2 prove di permeabilità tipo Lefranc nel foro SI01;

- n. 4 stendimenti geofisici a rifrazione (TSRI1 ÷ TSRI4), sul versante sinistro del torrente Clarea.

Nel foro SI02 è stato installato un piezometro a tubo aperto.

3.6.2 Prove di laboratorio

Sui campioni prelevati dai sondaggi eseguiti nel corso di questa campagna sono state eseguite prove di laboratorio su terreni e rocce, in particolare:

- prove di classificazione (analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione, determinazione dei limiti di consistenza) su campioni di terreno;
- prove di resistenza a taglio diretto su campioni di terreno ricostituiti in laboratorio;
- resistenza a compressione monoassiale, con determinazione dei moduli elastici, su campioni in roccia;
- prove di resistenza a punzonamento (point load test) su campioni in roccia.

I risultati di queste prove sono riportati per esteso nell'Allegato A di questa relazione.

4. CRITERI DI INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI

La caratterizzazione geotecnica dei terreni, in termini di parametri di resistenza e in parte di parametri di rigidità, si è basata per lo più (ma, ovviamente, non solo) sull'interpretazione delle prove SPT, strumento principe in terreni granulari anche grossolani come quelli largamente predominanti lungo il tracciato.

Lungo il tracciato delle opere in progetto si dispone di un elevato numero di indagini geognostiche pregresse, costituite sia da sondaggi geognostici a carotaggio continuo che da indagini indirette di tipo geofisico. Le indagini comprendono anche prove in foro nei sondaggi a carotaggio continuo (prove penetrometriche standard SPT, prove di permeabilità Lefranc, prove pressiometriche PMT e dilatometriche DMT) e prove di laboratorio su campioni prelevati nel corso dei medesimi sondaggi.

Nell'ambito della attuale fase di progettazione esecutiva è stata programmata una campagna di indagini integrativa, che prevede:

- sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- stendimenti geofisici di superficie a rifrazione.

Anche nei fori di sondaggio integrativi sono state eseguite prove penetrometriche standard SPT, prove pressiometriche, prove di permeabilità Lefranc, e sono stati prelevati campioni di terreno (alla data di stesura di questo documento, solo campioni rimaneggiati) e alcune carote lapidee, da sottoporre a prove di laboratorio.

Come indicato anche nel prossimo capitolo, il substrato roccioso è stato raggiunto solo da pochissimi sondaggi fra quelli eseguiti nell'area in esame considerando tutte le campagne di indagine disponibili, e a profondità superiori a quelle di interesse per le opere in progetto.

Per questo motivo si confermerà in questa sede la caratterizzazione dell'ammasso roccioso di substrato definita nel PD, fermo restando che, per quanto detto, tale unità non ha comunque influenza sul dimensionamento delle opere. Non si riportano quindi criteri di interpretazione di indagini e prove su rocce, né di caratterizzazione di ammassi rocciosi.

4.1 Considerazioni generali sui risultati delle prove SPT

Nell'applicazione dei metodi di letteratura e nell'interpretazione dei risultati delle prove si è tenuto conto di alcuni aspetti.

- Come è noto, la frequente presenza di ghiaia anche grossolana può portare a valori elevati del numero di colpi N_{SPT} , quando non all'interruzione a rifiuto della prova, non a causa di un maggiore stato di addensamento del terreno ma della dimensione stessa dei clasti rispetto alla dimensione della punta standard utilizzata per la prova; ciò, se non tenuto in debito conto, può portare a sovrastime dei parametri nell'utilizzazione delle correlazioni di letteratura, più spesso tarate su depositi sabbiosi o ghiaiosi meno grossolani.
- Alcune delle correlazioni di letteratura tendono a sovrastimare i valori dell'angolo di resistenza a taglio in corrispondenza di bassi livelli tensionali (cioè nei primi metri dalla superficie) e quando i valori stessi dell'angolo di attrito siano piuttosto elevati, come prevedibile in terreni granulari grossolani come quelli esaminati.

Per tali motivi, si sono qui applicate alcune cautele, quali:

- non saranno presi in considerazione, nell'applicare le correlazioni, i risultati delle prove SPT interrotte a rifiuto ($N_{SPT} > 100$ colpi/30cm);

- in generale, per ogni formazione esaminata l'intervallo di variabilità di ogni parametro è stato definito assumendo valori nella parte inferiore dell'insieme di valori ottenuti dall'interpretazione delle indagini (trascurando o trattando separatamente eventuali valori palesemente fuori dal profilo generale).

4.2 Correzione dei risultati delle prove SPT a punta chiusa

Tutte le prove SPT disponibili sono state condotte a punta chiusa, data la diffusa presenza di ghiaia, ciottoli e anche blocchi di dimensioni di svariati decimetri.

Le correlazioni di letteratura per l'interpretazione delle prove SPT sono tutte definite unicamente per prove a punta aperta e si rende quindi necessario ricondurre i risultati delle prove a punta chiusa a quelli di prove a punta aperta, per poter applicare le correlazioni e ricavare la stima dei parametri geotecnici di riferimento.

Non si hanno correlazioni univocamente definite e accettate fra i risultati di prove a punta chiusa e quelli di prove a punta aperta, ma è generalmente riconosciuto che le prove a punta chiusa comportano un aumento di resistenza alla penetrazione (numero di colpi / 30cm di avanzamento) rispetto alle prove a punta aperta:

$$N_{\text{SPT p.c.}} > N_{\text{SPT p.a.}}$$

Quindi ci si riconduce in genere dai valori $N_{\text{SPT p.c.}}$ a valori equivalenti di $N_{\text{SPT p.a.}}$ abbattendo i primi secondo un coefficiente correttivo.

La prova a punta chiusa è stata introdotta da Palmer e Stuart nel 1957 per poter eseguire le prove in terreni ricchi in ghiaia e ciottoli senza danneggiare la scarpa della punta aperta (campionatore Raymond); gli stessi autori suggeriscono di utilizzare un coefficiente correttivo maggiore di 1, senza tuttavia fornire indicazioni più precise, ma indicano anche che nei terreni prevalentemente ghiaiosi i risultati fra i due tipi di prove non differiscono in modo drastico.

Shultze e Knauseberger (1970) suggeriscono un coefficiente correttivo pari a 1.25:

$$N_{\text{SPT p.a.}} \cong N_{\text{SPT p.c.}} / 1.25$$

mentre altri Autori sono propensi a un valore del coefficiente correttivo di valore più alto (ad es. Mohan *et al.*, 1970, indicano un coefficiente correttivo pari a 1.50).

La procedura ISSMFE, che a differenza degli standard italiani ("Raccomandazioni AGI") non consente l'uso di della punta conica, evidenziando come essa possa portare a risultati molto differenti da quelli ottenibili con la metodologia standard. Nella seguente figura, tratta dalla citata procedura ISSMFE, si ha un raffronto fra i risultati di prove eseguite, in sabbie sciolte e in sabbie dense, con la punta aperta e con la punta conica chiusa: si osserva come l'uso della punta conica chiusa porti a un significativo incremento del numero di colpi necessario ad avanzare di 30cm, finanche a raddoppiare rispetto a quelli ottenuti negli stessi siti con la punta aperta. Si deve tuttavia notare che i grafici riportati valgono per prove condotte in sabbie, più e meno addensate.

In base a quanto esposto, i risultati delle prove SPT a punta chiusa sono stati corretti come segue, prima di applicare ad essi le correlazioni di letteratura per la stima dei parametri geotecnici:

per le unità geotecniche con prevalenza di ghiaia e sabbia e con ciottoli

$$N_{\text{SPT p.a.}} \cong N_{\text{SPT p.c.}} / 1.25$$

per le unità geotecniche con prevalenza di limi sabbiosi / sabbie limose

$$N_{\text{SPT p.a.}} \cong N_{\text{SPT p.c.}} / 1.50$$

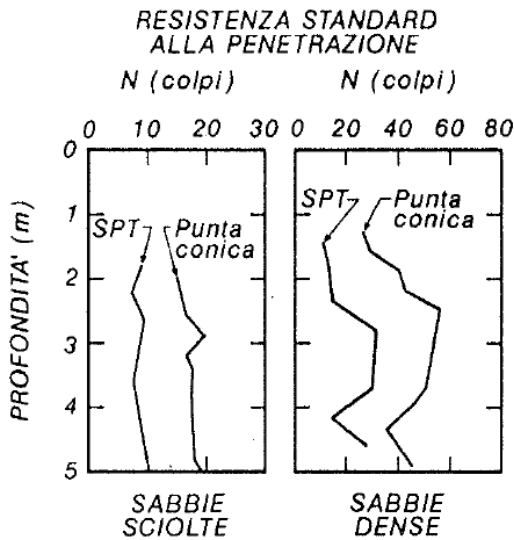


Figura 1 – Confronto fra prove SPT a punta aperta e a punta chiusa (conica), da ISSMFE

4.3 Peso di volume

Il peso di volume può essere stato stimato secondo la correlazione di Terzaghi e Peck (1948, 1967) coi risultati delle prove penetrometriche SPT, riportata nella tabella seguente.

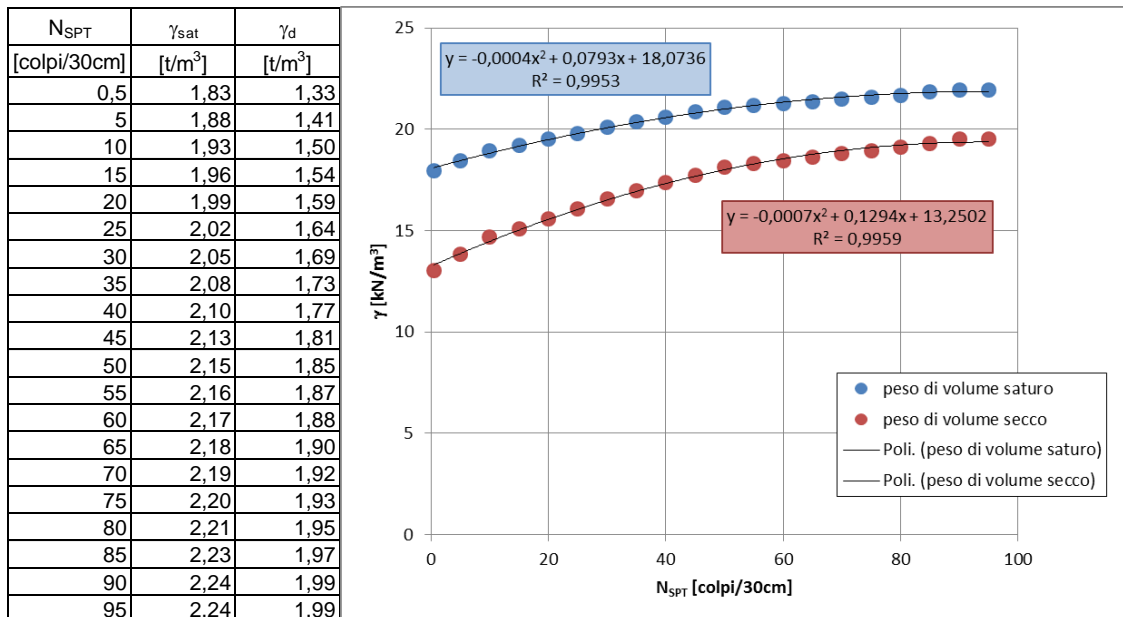


Tabella 5 – Peso di volume da prove SPT (Terzaghi, Peck, 1948-1967)

Nella figura accanto alla tabella sono riportate interpolazioni dei valori indicati dagli Autori citati rispettivamente per il peso di volume saturo e per quello secco, interpolazioni utilizzate per elaborare le prove SPT.

4.4 Densità relativa

La densità relativa è stata stimata, in alternativa e per confronto, anche secondo la correlazione di Yoshida *et al.* (1988, doc. rif. [31]):

$$D_R \cong 25 \cdot N_{SPT}^{0.44} \cdot \sigma_v'^{-0.13}$$

in cui la tensione verticale efficace è espressa in kPa.

4.4.1 Parametri di resistenza

L'angolo di resistenza a taglio è stato stimato sulla base di diverse correlazioni dirette o indirette coi risultati delle prove SPT.

Si è fatto in particolare riferimento alla correlazione fra l'angolo di attrito di picco e i risultati di prove SPT proposta da Shioi e Fukuni (1982, doc. rif. [25]) ed espressa da:

$$\varphi' = (15 \cdot N_{SPT})^{1/2} + 15 \quad [^\circ]$$

4.4.2 Parametri di rigidità

Lungo il tracciato della linea in progetto si dispone di alcuni stendimenti geofisici di superficie, e altri sono previsti fra le indagini geognostiche integrative programmate. Tutte queste prove forniscono una determinazione diretta della velocità di propagazione delle onde elastiche di taglio V_S nel terreno.

Dalla velocità di propagazione delle onde elastiche di taglio V_S così determinate si può calcolare il modulo elastico di taglio a piccole deformazioni G_0 :

$$G_0 = V_S^2 \cdot \gamma / g$$

con:

γ = peso di volume unitario del terreno [kN/m³]

g = accelerazione di gravità = 9.81 m/s²

Dal modulo elastico di taglio si risale, in base alla teoria dell'elasticità, al modulo elastico normale (o di Young) a piccole deformazioni E_0 :

$$E_0 = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot G_0$$

In aggiunta, e come strumento di confronto, si farà ricorso alle prove SPT, interpretate alla luce della correlazione di Ohta e Goto (1978, doc. rif. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), secondo cui:

$$V_S = 54.33 \cdot N_{SPT}^{0.173} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot (z / 0.303)^{0.193} \quad [m/s]$$

nella quale

V_S = velocità di propagazione delle onde elastiche di taglio nel terreno [m/s]

z = profondità dal piano di campagna [m]

α = coefficiente funzione dell'età del deposito

$\alpha = 1$ per depositi recenti

$\alpha = 1.3$ per depositi del Pleistocene o Terziario

β = coefficiente funzione della granulometria

$\beta = 1.00$ per limi e argille

- $\beta = 1.07$ per sabbie fini
- $\beta = 1.09$ per sabbie medie
- $\beta = 1.14$ per sabbie grosse
- $\beta = 1.15$ per sabbie ghiaiose
- $\beta = 1.45$ per ghiaie

In presenza di ghiaia grossolana e di livelli o zone cementate, che si prevede di incontrare nel sottosuolo della tratta in oggetto, la formulazione sopra riportata tende in genere a sottostimare i valori di V_S .

I moduli elastici a piccole deformazioni così ottenuti dovranno essere opportunamente ridotti per ottenere i moduli operativi, in funzione del tipo di analisi.

I moduli operativi per il calcolo del cedimento di fondazioni dirette saranno stimati in base alle correlazioni empiriche proposte da D'Appolonia et al. (1970, doc. rif, [10]), secondo la quale:

$$E' = a+b \cdot \text{NSPT} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

in cui:

$$a = 0.756 \text{ per terreni normalconsolidati}; \quad a = 1.043 \text{ per terreni sovraconsolidati}$$

$$b = 18.75 \text{ per terreni normalconsolidati}; \quad b = 36.79 \text{ per terreni sovraconsolidati}$$

I moduli elastici operativi per le analisi di opere di sostegno flessibili e per le palificate saranno stimati in base ai risultati delle prove pressiometriche disponibili.

In particolare, per derivare i moduli elastici normali (o di Young) E del terreno da quelli pressiometrici E_M , si è considerata la correlazione

$$E = E_M/\alpha$$

In cui α è un coefficiente reologico dato nella tabella seguente (nella quale P_l è la pressione limite ottenuta dalla prova pressiometrica).

Stato del terreno \ Natura del terreno	Torba		Argilla		Limo		Sabbia		Sabbia e ghiaia		Roccia	
	α	$\frac{E_M}{P_l}$	α	$\frac{E_M}{P_l}$	α	$\frac{E_M}{P_l}$	α	$\frac{E_M}{P_l}$	α	Stato di fratturazione	α	
Iperconsolidato troppo costipato	–	>16	1	>14	2/3	>12	1/2	>10	1/3	Scarsamente fratturato	2/3	
Normalconsolidato normalmente costipato	1	9-16	2/3	8-14	1/2	1-12	1/3	6-10	1/4	Normale	1/2	
										Molto fratturato	1/3	
Iperconsolidato alterato rimaneggiato o sciolto	–	7-9	1/2	5-8	1/2	5-7	1/3	–	–	Molto alterato	2/3	

5. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Sotto una discontinua presenza di materiale di riporto (Unità geotecnica UG1), concentrato in corrispondenza di strade e opere realizzate nell'ambito del cantiere TELT attuale, i terreni interessati dalle opere in progetto sono costituiti in larghissima prevalenza da ghiaie e sabbie e ghiaie anche molto grossolane, con frequenti ciottoli e diffusa presenza di trovanti di diametro generalmente dell'ordine di qualche decimetro, fino a diametri massimi riscontrati dai sondaggi di circa 1-1.2m (Unità geotecnica UG3).

Nel corpo di questa unità si hanno intercalazioni e livelli discontinui caratterizzati da granulometria meno grossolana, in cui a luoghi prevale la frazione sabbiosa e la percentuale di ghiaia e ciottoli è più ridotta (Unità geotecnica UG2) e a luoghi si hanno anche limi sabbiosi e sabbie limose (Unità geotecnica UG4).

E' sempre presente una frazione fine, per lo più inferiore al 25 %, tranne nella UG4 nella quale può risultare prevalente: in genere si tratta in larghissima maggioranza di limo, essendo la frazione argillosa quasi sempre inferiore al 5 % (in casi molto sporadici è risultata superiore al 10% e solo in un caso è risultata attorno al 20 %).

Alla base delle sopra descritte unità di terreni sciolti, si ha un substrato roccioso (Unità geotecnica UG5), costituito da calcescisti filladici generalmente alterati e fratturati, con intercalazioni quarzose. Il substrato roccioso è stato raggiunto solo da pochissimi sondaggi, a profondità superiori a quelle di interesse per le opere in progetto.

5.1 Piezometria

I piezometri installati hanno rilevato la falda a quota e profondità variabile lungo il tracciato; generalmente compresa nell'intorno di 640 m s.l.m. nella zona pianeggiante verso est – Nord Est dell'area interessata dalle opere, e a quote progressivamente superiori, fino a circa 670 m sl.m., avvicinandosi ai versanti dei rilievi che circondano il cantiere.

La stratigrafia di riferimento e la superficie di falda adottata nei calcoli sono rappresentati sui profili geotecnici allegati al presente Progetto Esecutivo (doc. rif. [2] e [3]).

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I terreni presenti nell'area del viadotto Clarea e interessati dalle opere in progetto sono in larga prevalenza granulari, sovente grossolani o molto grossolani.

La frazione fine, generalmente ridotta nelle unità geotecniche UG2 e UG3, può risultare prevalente nella UG4; tuttavia, come già evidenziato, il contenuto in argilla risulta significativo (10 ÷ 20 %) solo in casi sporadici, largamente minoritari rispetto al numero di campioni analizzati, e in ogni caso la frazione fine presenta un indice di plasticità IP che non raggiunge mai il 10 % e spesso resta sotto il 5% (quando non risulti non determinabile). Si tratta quindi sempre di terreni classificabili da poco plastici a non plastici.

6.1 Peso di volume

Le figure seguenti riportano i pesi di volume saturo e secco stimati secondo le correlazioni di Terzaghi e Peck (1947, 1968) esposte nel precedente cap. 4.

Si possono individuare i seguenti intervalli di variabilità della densità relativa:

$$\begin{aligned} \text{UG1} \quad \gamma_{\text{sat}} &= 19 \div 21 \text{ kN/m}^3 && \text{(si sono considerati solo i valori più superficiali)} \\ \gamma_{\text{d}} &= 15 \div 18 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UG2} \quad \gamma_{\text{sat}} &= 19 \div 21 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{\text{d}} &= 15 \div 18 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UG3} \quad \gamma_{\text{sat}} &= 19 \div 22 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{\text{d}} &= 16 \div 19 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UG4} \quad \gamma_{\text{sat}} &= 18 \div 20 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{\text{d}} &= 14 \div 16 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

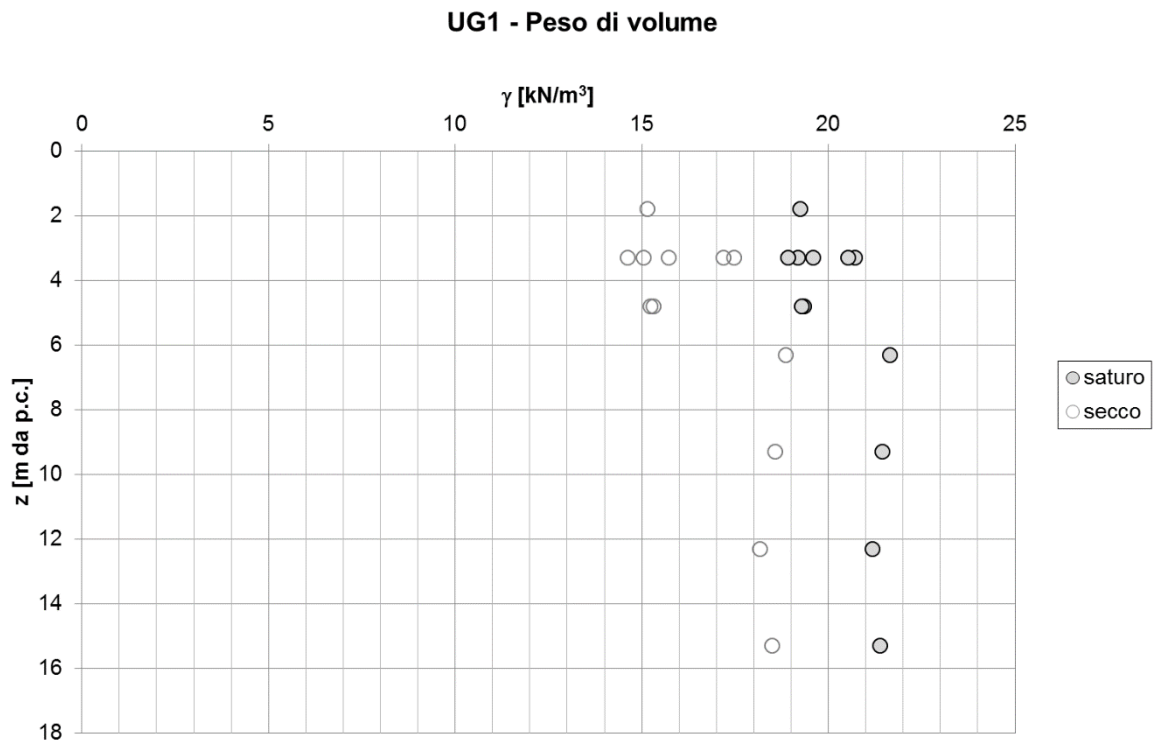


Figura 2 – UG1: pesi di volume da SPT

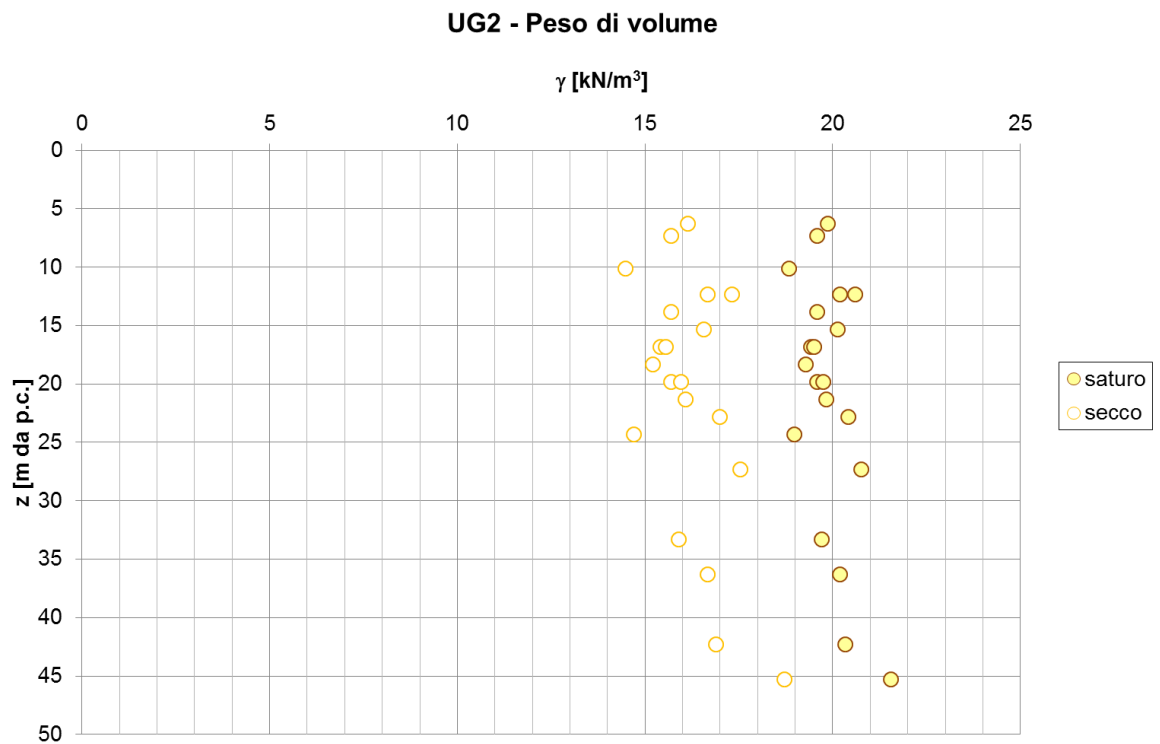


Figura 3 – UG2: pesi di volume da SPT

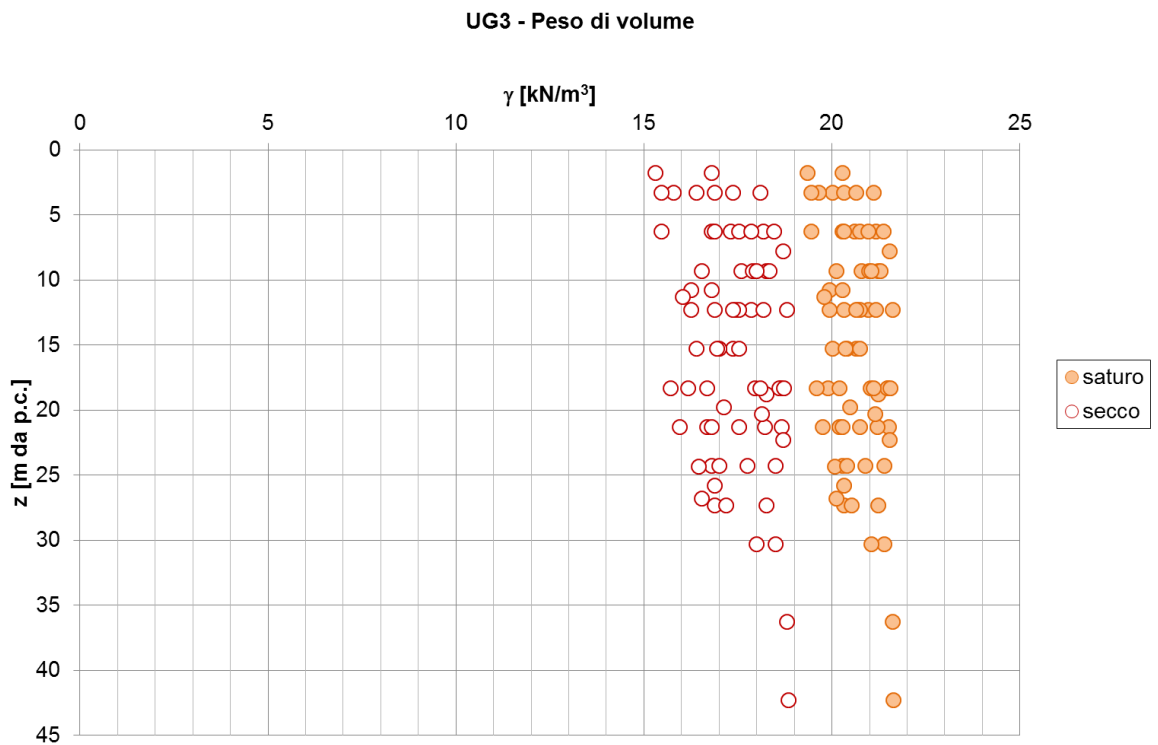


Figura 4 – UG3: pesi di volume da SPT

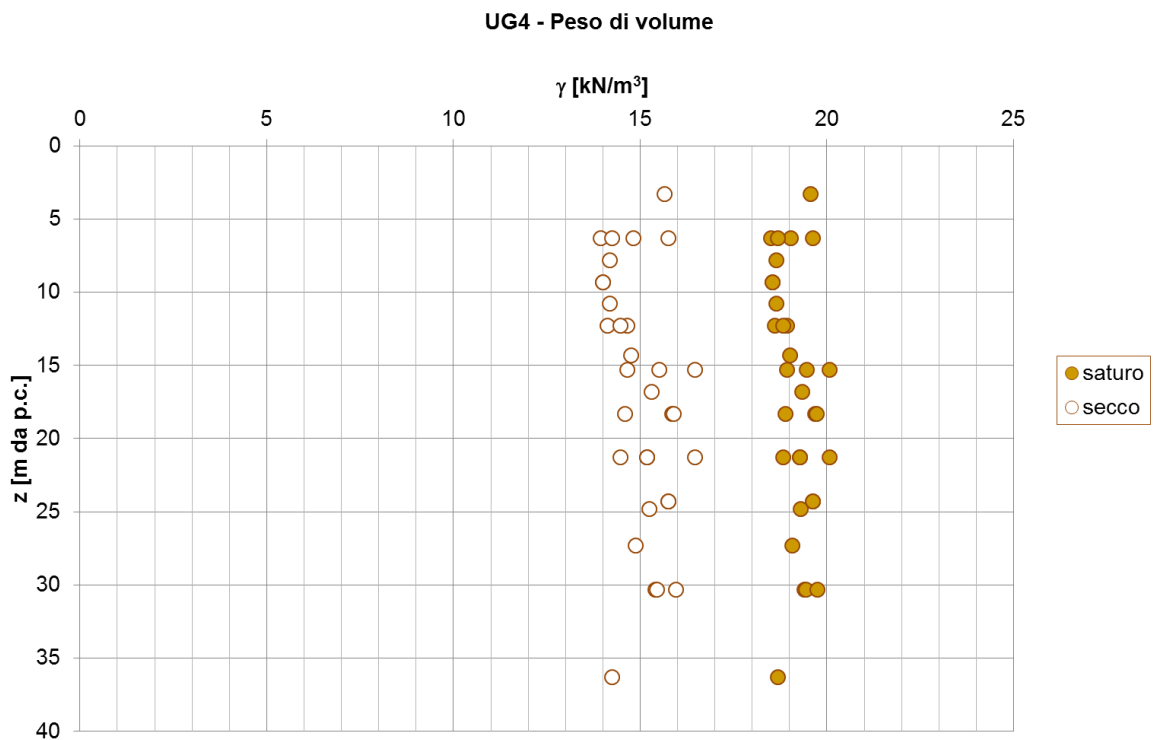


Figura 5 – UG4: pesi di volume da SPT

6.2 Densità relativa

Le seguenti figure riportano i valori di densità relativa stimati in base alle prove SPT secondo quanto descritto nel cap. 4.

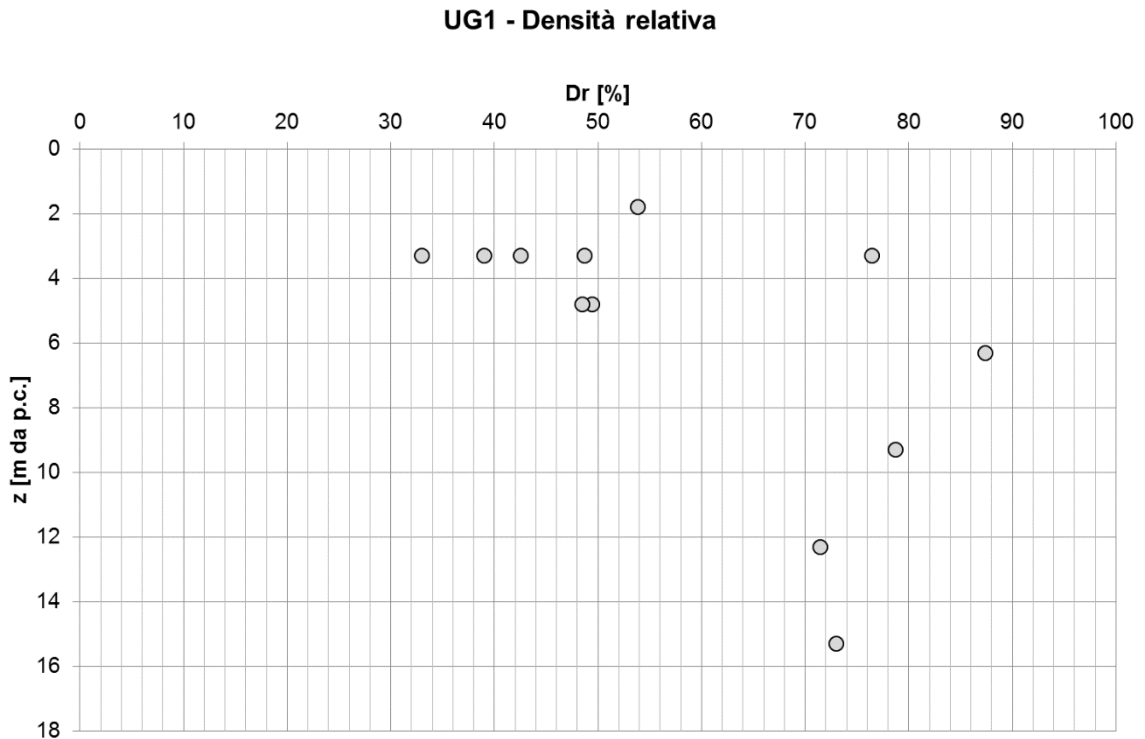


Figura 6 – UG1: densità relativa da prove SPT

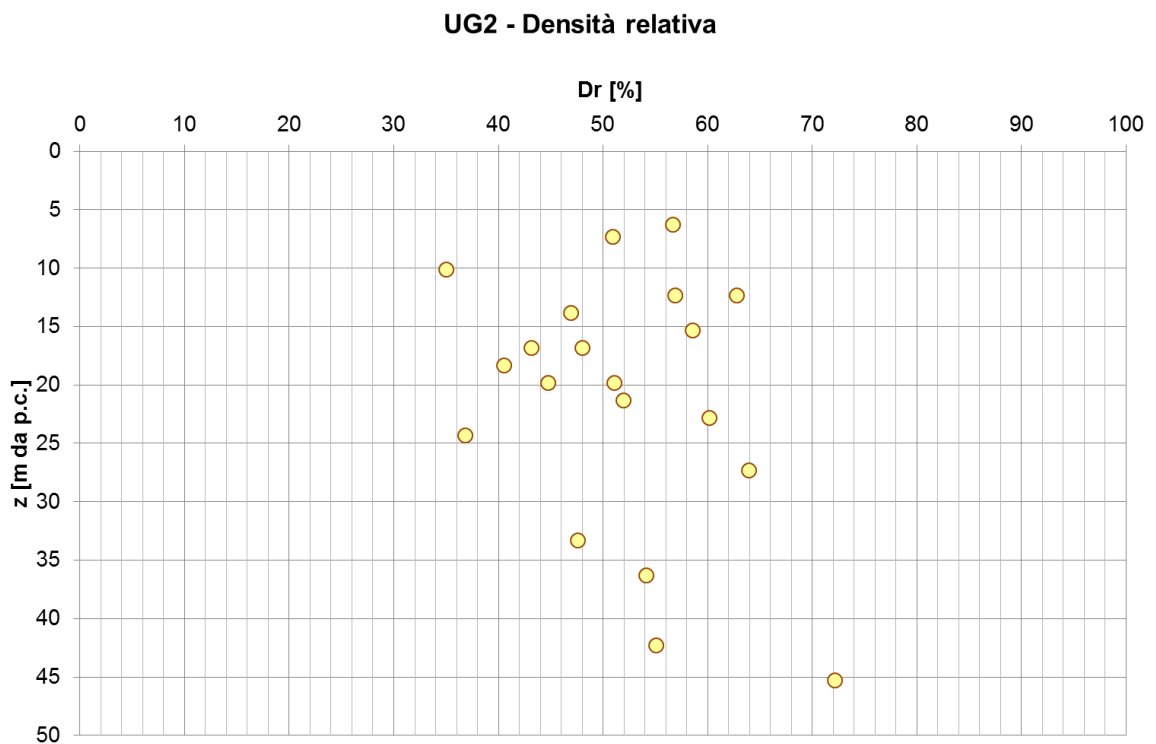


Figura 7 – UG2: densità relativa da prove SPT

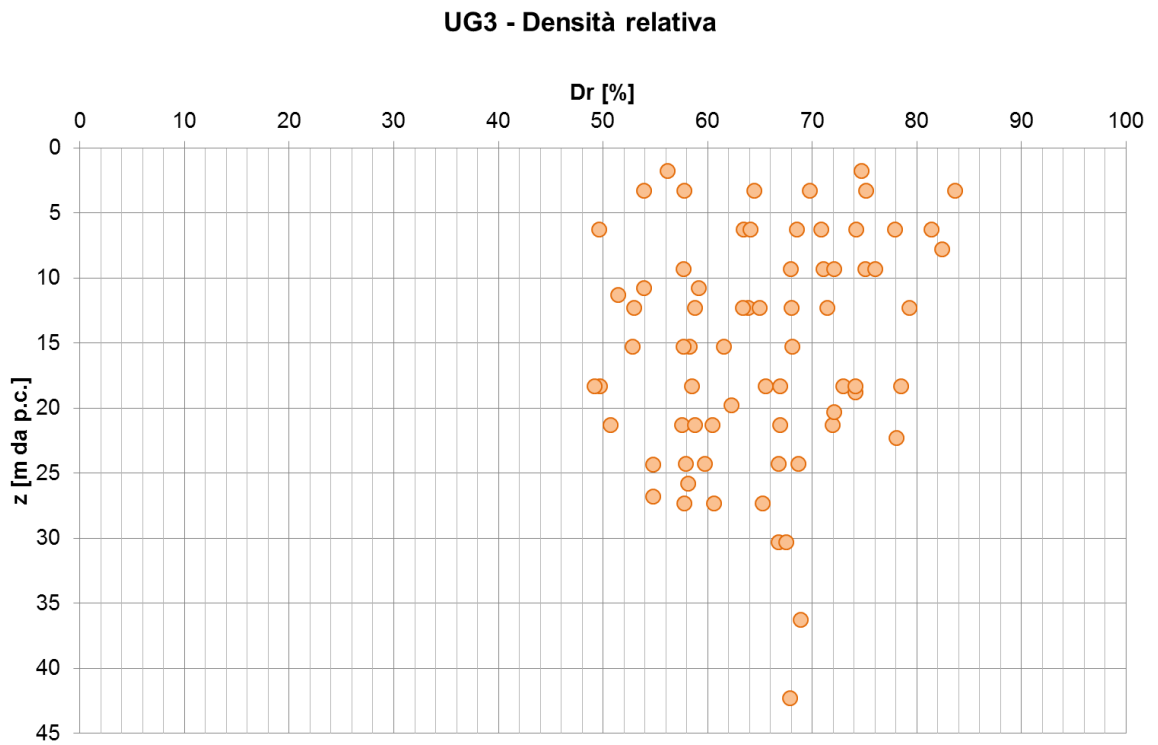


Figura 8 – UG3: densità relativa da prove SPT

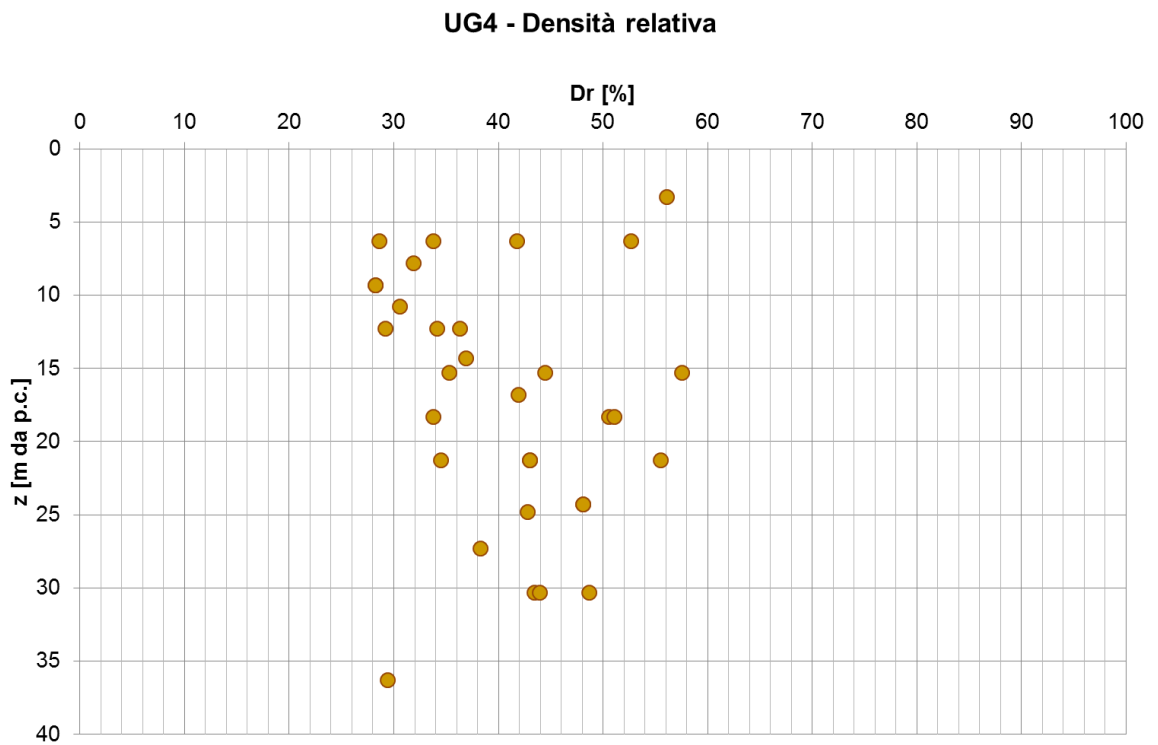


Figura 9 – UG4: densità relativa da prove SPT

Si possono individuare i seguenti intervalli di variabilità della densità relativa:

UG1 $D_R = 30 \div 50 \%$

UG2 $D_R = 40 \div 60 \%$

UG3 $D_R = 50 \div 80 \%$

UG4 $D_R = 30 \div 50 \%$

6.3 Parametri di resistenza

Nelle figure seguenti si riporta l'andamento, con la profondità, dell'angolo di resistenza a taglio φ' ottenuto dall'interpretazione delle prove SPT secondo la correlazione di Shioi e Fukuni descritta al cap. 4.

Come anticipato in precedenza, nel definire intervalli di variabilità significativi dell'angolo di resistenza a taglio (come degli altri parametri stimati da SPT) si trascureranno i valori troppo elevati, dovuti presumibilmente alla presenza di ghiaia grossolana o ciottoli che possono avere influenzato il risultato della prova corrispondente.

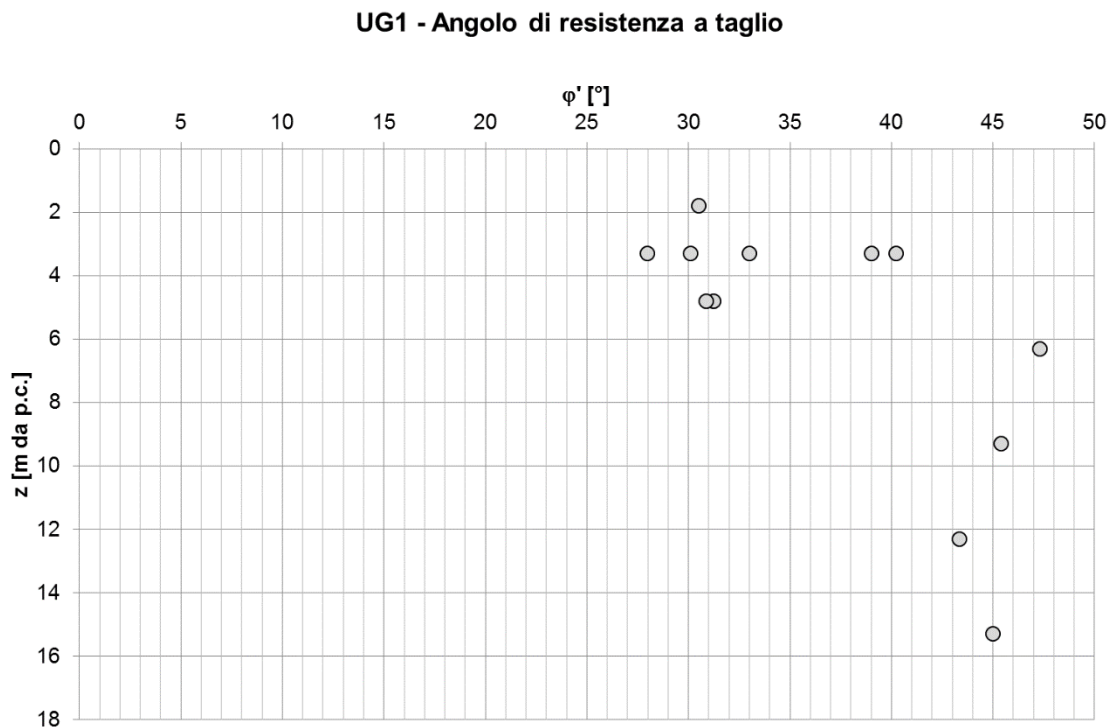


Figura 10 - UG1 – Angolo di resistenza a taglio da prove SPT

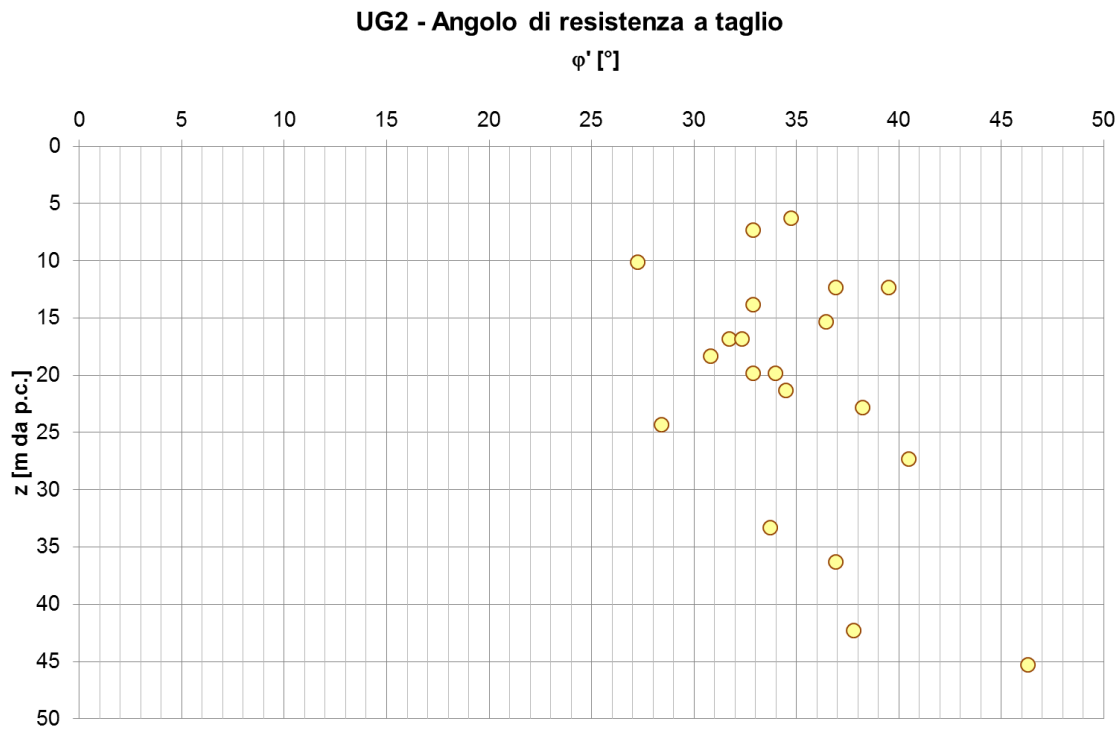


Figura 11 - UG2 – Angolo di resistenza a taglio da prove SPT

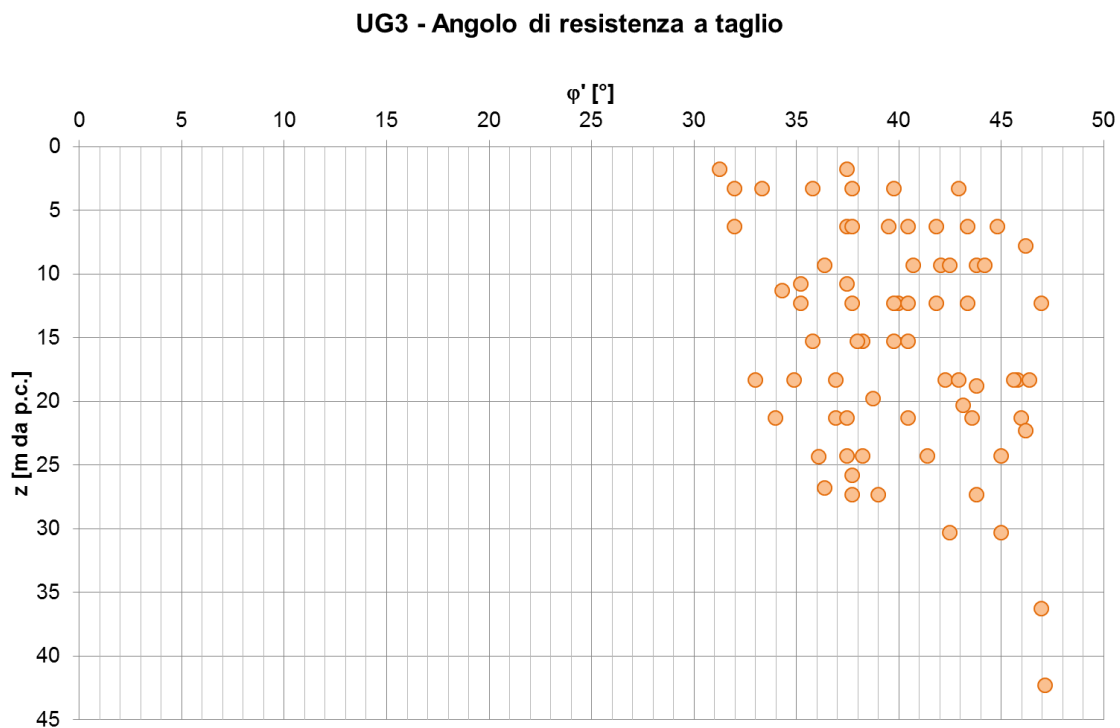


Figura 12 - UG3 – Angolo di resistenza a taglio da prove SPT

UG4 - Angolo di resistenza a taglio

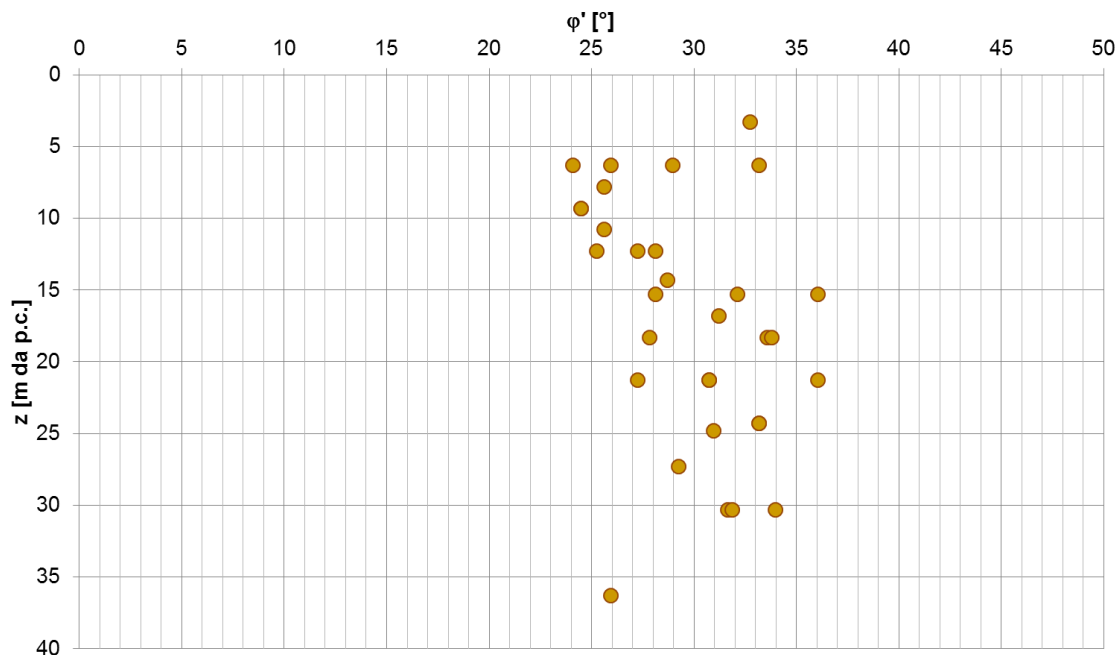


Figura 13 - UG4 – Angolo di resistenza a taglio da prove SPT

Si possono ritenere i seguenti intervalli di variabilità significativi dell'angolo di resistenza a taglio per le varie unità geotecniche identificate:

$$\text{UG1} \quad \varphi' = 30 \div 33^\circ$$

$$\text{UG2} \quad \varphi' = 32 \div 37^\circ$$

$$\text{UG3} \quad \varphi' = 34 \div 38^\circ$$

$$\text{UG4} \quad \varphi' = 25 \div 30^\circ$$

Le prove di taglio diretto condotte nelle varie campagne di indagine restituiscono valori dell'angolo di attrito in sostanziale accordo con gli intervalli sopra indicati. Dalle stesse prove risultano inoltre, in genere, valori non nulli, seppure ridotti, di coesione intercetta c' ; nella caratterizzazione si considererà quindi una coesione intercetta maggiore di zero, ma nei calcoli questa sarà assunta nulla in via cautelativa.

Con specifico riferimento alle prove di laboratorio condotte nella presente fase progettuale (cfr. Allegato 1), si osserva quanto di seguito esposto.

- Queste prove hanno interessato campioni prelevati dalle unità UG1 (massime dallo smarino nell'area di deponia), UG3 e livelli di UG4 intercalati entro UG3.

- Le prove di taglio diretto su materiali appartenenti all'unità UG1 hanno restituito valori di coesione intercetta c' nulli e di angolo di resistenza a taglio ϕ' compresi fra 28° (un solo campione) e 32° (nei restanti casi), valori che confermano l'intervallo di riferimento sopra indicato per l'unità.
- Le prove di taglio diretto condotte su campioni ascrivibili all'unità UG3 hanno restituito valori di ϕ' compresi fra 29° e 32° . Queste prove sono condotte necessariamente sulla frazione limoso-argillosa e sabbiosa fine del campione e rappresentano quindi le caratteristiche di resistenza della sola matrice. I terreni interessati presentano, come indicano le stesse prove di laboratorio citate, una percentuale di ghiaia quasi sempre superiore al 45% (solo un campione presenta il 30% circa in ghiaia) e una percentuale di sabbia generalmente compresa fra il 15% e il 40%; la frazione granulare è sempre superiore al 70%, e spesso compresa fra l'80% e il 95%.
- Alcune prove di taglio diretto sono state condotte su campioni prelevati da sottili (20-30cm) livelli con frazione fine superiore al 25%, ascrivibili a transizione fra UG3 e UG4: queste hanno fornito valori dell'angolo di resistenza a taglio nell'intervallo $\phi' = 25^\circ \div 31^\circ$, del tutto congruente a quello di riferimento indicato in precedenza per questa unità.

Le prove su campioni lapidei condotte nell'ambito delle varie campagne, prelevati da trovanti attraversati dai sondaggi, hanno restituito valori di resistenza a compressione monoassiale generalmente inferiore a 100 MPa.

6.4 Parametri di rigidezza

6.4.1 Moduli elastici a piccole deformazioni

Le figure seguenti riportano l'andamento del modulo elastico a piccole deformazioni ricavato dalla velocità V_s di propagazione delle onde elastiche di taglio nel terreno, stimata mediante la correlazione di Ohta e Goto coi risultati delle prove SPT.

UG1 - Modulo elastico a piccole deformazioni

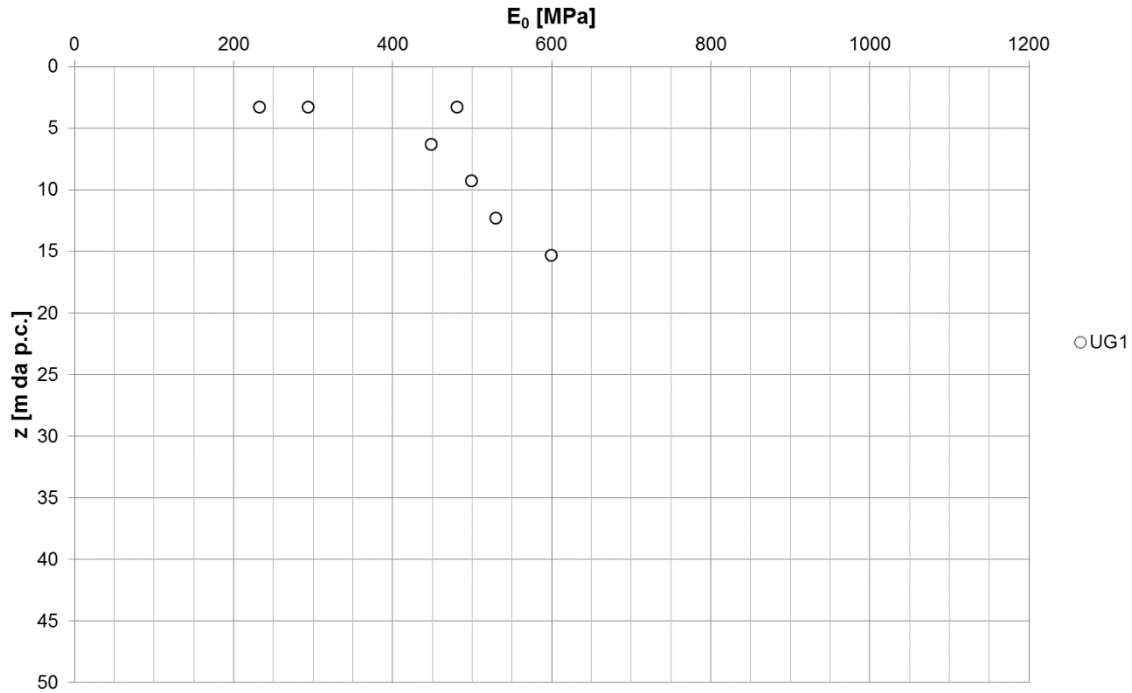


Figura 14 - UG1 – Modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT

UG2 - Modulo elastico a piccole deformazioni

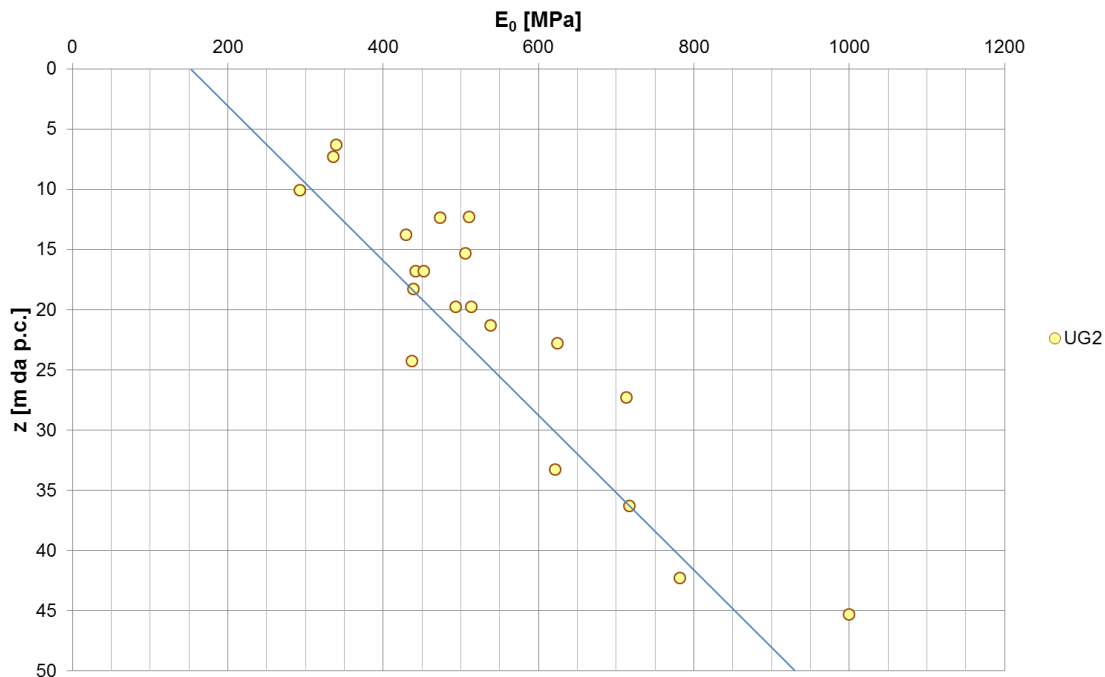


Figura 15 - UG2 – Modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT

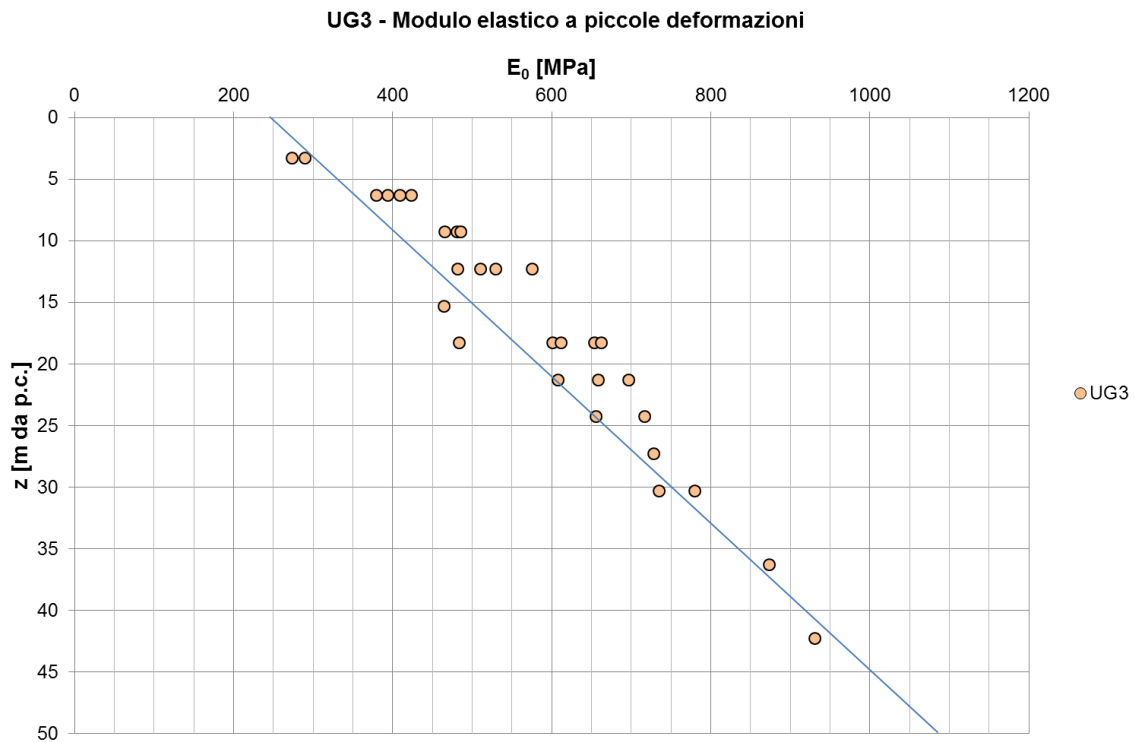


Figura 16 - UG3 – Modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT

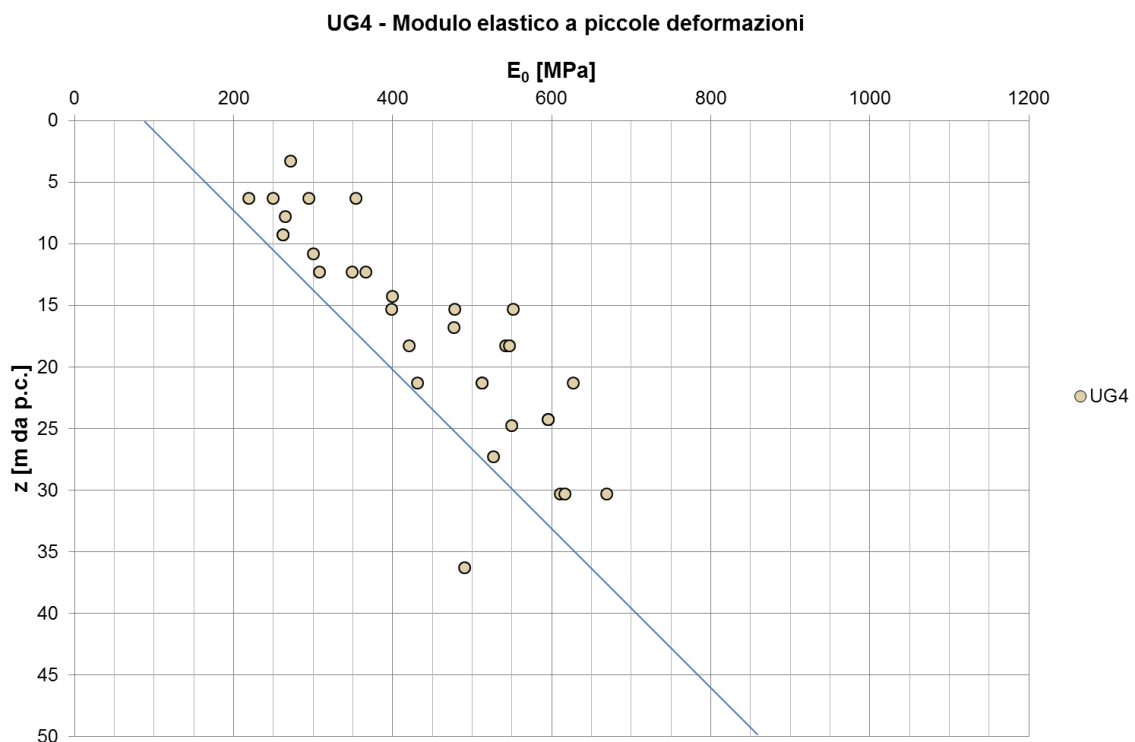


Figura 17 - UG4 – Modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT

I moduli a piccole deformazioni E_0 risultano generalmente crescenti con la profondità; come evidenziato anche nelle figure stesse, è possibile definire i seguenti andamenti rettilinei approssimativi per le varie unità geotecniche:

$$\text{UG1} \quad E_0 = 250 \text{ MPa} \quad (\text{si sono considerati solo i valori più superficiali})$$

$$\text{UG2} \quad E_0 = 150 + 15.7 \cdot z \text{ MPa}$$

$$\text{UG3} \quad E_0 = 250 + 16.7 \cdot z \text{ MPa}$$

$$\text{UG4} \quad E_0 = 100 + 15.0 \cdot z \text{ MPa}$$

Si osserva che le rette assunte interpolano i valori minimi (o prossimi ai minimi) delle nuvole di punti risultanti per ciascuna unità e rappresentano quindi una stima verosimilmente cautelativa.

I valori risultanti dei moduli a piccole deformazioni risultano in sostanziale accordo con quelli ricavabili direttamente dalle determinazioni delle velocità V_s ottenute dalle prove geofisiche.

Gli andamenti sopra definiti saranno utilizzati principalmente per analisi non lineari, in cui si tenga conto del decadimento del modulo in funzione delle deformazioni.

6.4.2 Moduli da prove pressiometriche

Si dispone di prove pressiometriche nelle unità UG1, UG2, UG3; nella tabella seguente si riportano i risultati delle prove per ciascuna unità, con l'espressione del coefficiente reologico α adottato caso per caso e la corrispondente stima dei moduli elastici del terreno normali e di taglio.

Sond	prof [m]	UG	granulometria	P_L [MPa]	P_F [MPa]	E_m [MPa]	E_m/P_L [-]	α [-]	E [MPa]	G [MPa]
S2	13,5	UG2	sabbia limosa con ghiaia + C	3,240	1,260	36,9	11	0,33	111,8	42,0
S2	21,0	UG2	sabbia limosa con ghiaia + C	4,820	3,550	56,7	12	0,33	171,8	64,6
S2	30,5	UG2	sabbia limosa con ghiaia	4,760	2,780	59,0	12	0,33	178,8	67,2
S5	15,0	UG2	sabbia limosa con ghiaia	4,040	2,500	39,4	10	0,33	119,4	44,9
S5	22,0	UG2	sabbia limosa con ghiaia	2,698	1,690	19,7	7	0,33	59,7	22,4
S92	38,7	UG2	sabbia limosa con ghiaia	6,400	4,180	109,6	17	0,50	219,2	82,4
S92	43,9	UG2	sabbia limosa con ghiaia	6,270	3,980	81,0	13	0,50	162,0	60,9
CH4B-1	16,5	UG2	sabbia limosa con ghiaia+C	3,360	2,377	20,0	6	0,33	60,6	22,8
CH4b-2	6,5	UG2	sabbia limosa con ghiaia	4,408	2,160	30,3	7	0,25	121,2	45,6
CH4b-2	24,0	UG2	sabbia limosa con ghiaia	3,157	1,727	118,1	37	0,33	357,9	134,5
S1	11,0	UG3	ghiaia sabbiosa	3,430	2,020	34,7	10	0,33	105,2	39,5
S2	35,5	UG3	limo sabbioso con ghiaia	5,990	3,720	120,9	20	0,67	180,4	67,8
S91	15,4	UG3	ghiaia e ciottoli in m sabbiosa	7,920	3,400	86,1	11	0,33	260,9	98,1
S91	27,9	UG3	ghiaia e ciottoli in m sabbiosa	2,340	1,400	26,8	11	0,33	81,2	30,5
S91	30,6	UG3	ghiaia e ciottoli in m sabbiosa	1,640	0,930	10,6	6	0,25	42,4	15,9
S91	49,3	UG3	ghiaia e ciottoli in m sabbiosa	2,440	1,370	20,8	9	0,25	83,2	31,3
S92	27,9	UG3	ghiaia con sabbia	2,850	2,180	40,0	14	0,33	121,2	45,6
S4b-1	13,5	UG4	limo sabbioso con ghiaia	3,136	1,881	26,9	9	0,50	53,8	20,2
S4b-1	19,5	UG4	limo sabbioso con ghiaia	2,725	1,580	39,3	14	0,67	58,7	22,1
S4b-2	20,5	UG4	limo sabbioso con ghiaia	4,712	3,368	141,3	30	0,67	210,9	79,3
S4b-2	26,5	UG4	limo sabbioso con ghiaia	6,349	3,565	172,5	27	0,67	257,5	96,8
S4b-5	13,5	UG4	limo sabbioso con ghiaia	4,443	3,099	40,2	9	0,50	80,4	30,2
S4b-5	23,5	UG4	limo sabbioso con ghiaia	4,467	3,158	42,9	10	0,50	85,8	32,3
CH4B-1	24,5	UG4	limo sabbioso con ghiaia	4,855	2,688	117,7	24	0,67	175,7	66,0

Tabella 6 Risultati e interpretazione delle prove pressiometriche

Le figure seguenti riportano graficamente l'andamento dei moduli elastici ricavati dalle prove pressiometriche in funzione della profondità, per ciascuna unità geotecnica in cui si disponga di prove.

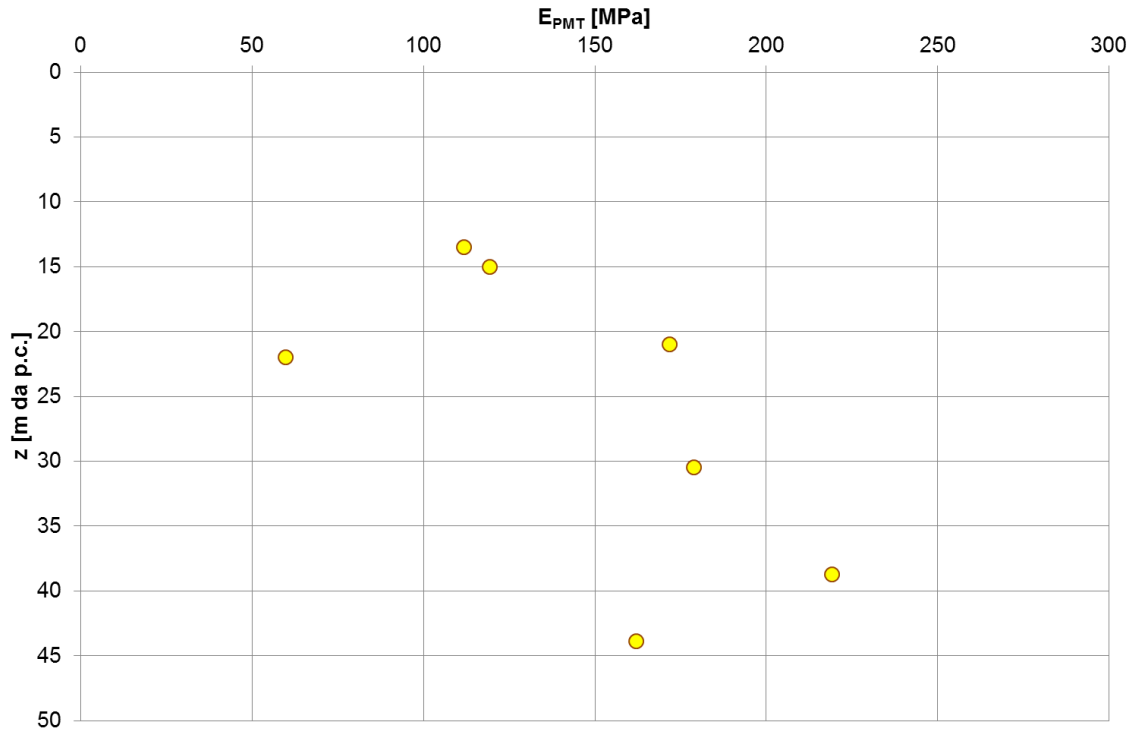


Figura 18 - UG2 – Modulo elastico di Young da prove pressiometriche

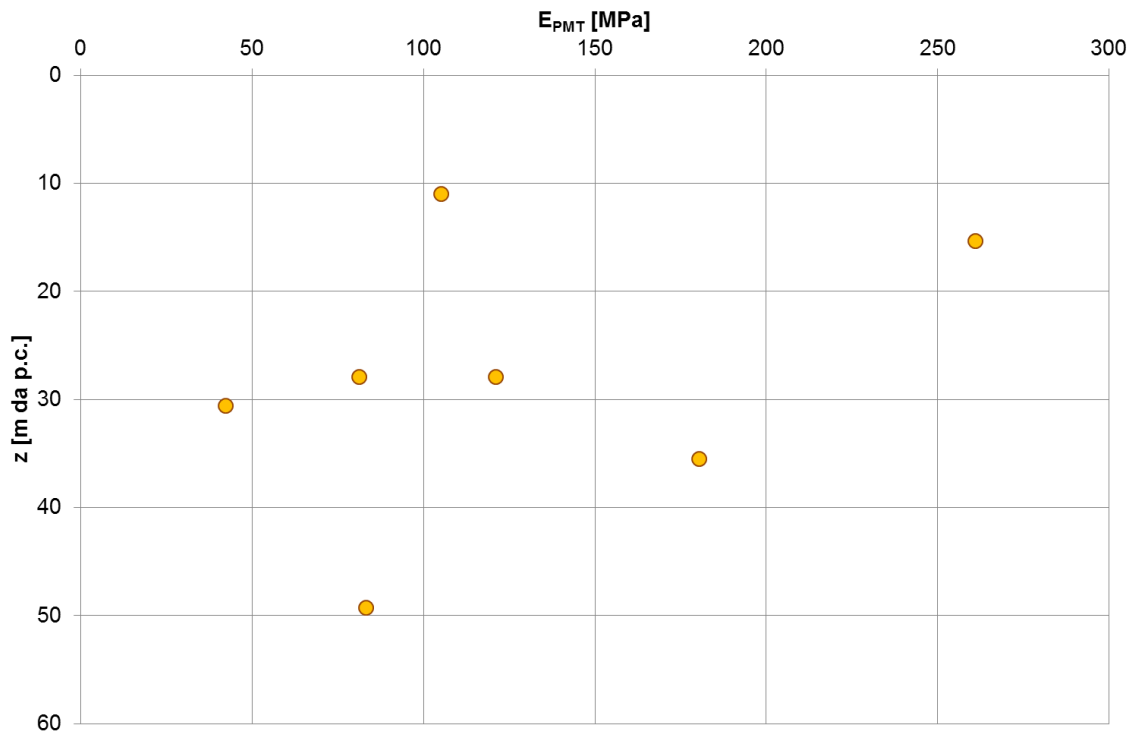


Figura 19 - UG3 – Modulo elastico di Young da prove pressiometriche

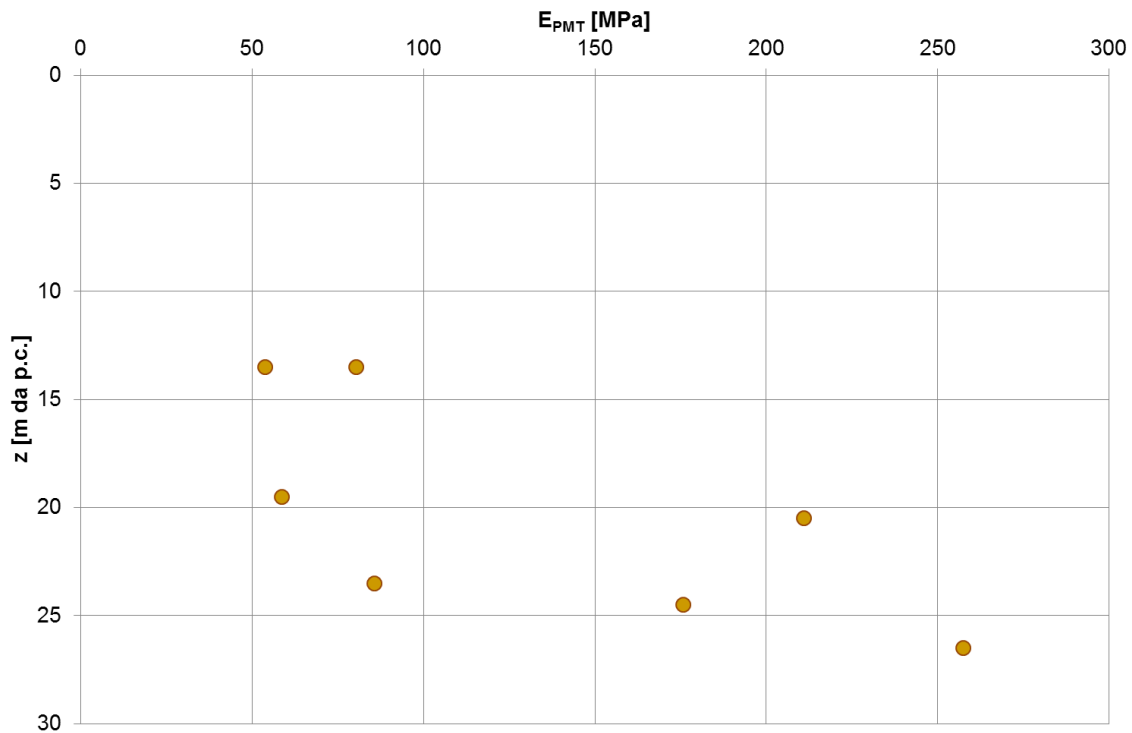


Figura 20 - UG4 – Modulo elastico di Young da prove pressiometriche

I valori ottenuti risultano molto dispersi, coi seguenti valori minimi:

UG2 $E_{PMT} \geq 100$ MPa

UG3 $E_{PMT} \geq 80$ MPa

UG4 $E_{PMT} \geq 50$ MPa

Ai fini della caratterizzazione, e nelle analisi di opere di sostegno flessibili e di palificate (analisi lineari), si assumerà:

UG2 e UG3 $E = 80$ MPa

UG4 $E = 50$ MPa

6.4.3 Moduli operativi per cedimenti di fondazioni superficiali

Come anticipato al cap. 4, per il calcolo dei cedimenti di fondazioni superficiali (ponte Bailey) si utilizzeranno moduli elastici operativi stimati secondo la correlazione di D'Appolonia e altri, specificamente tarata per questo tipo di valutazione.

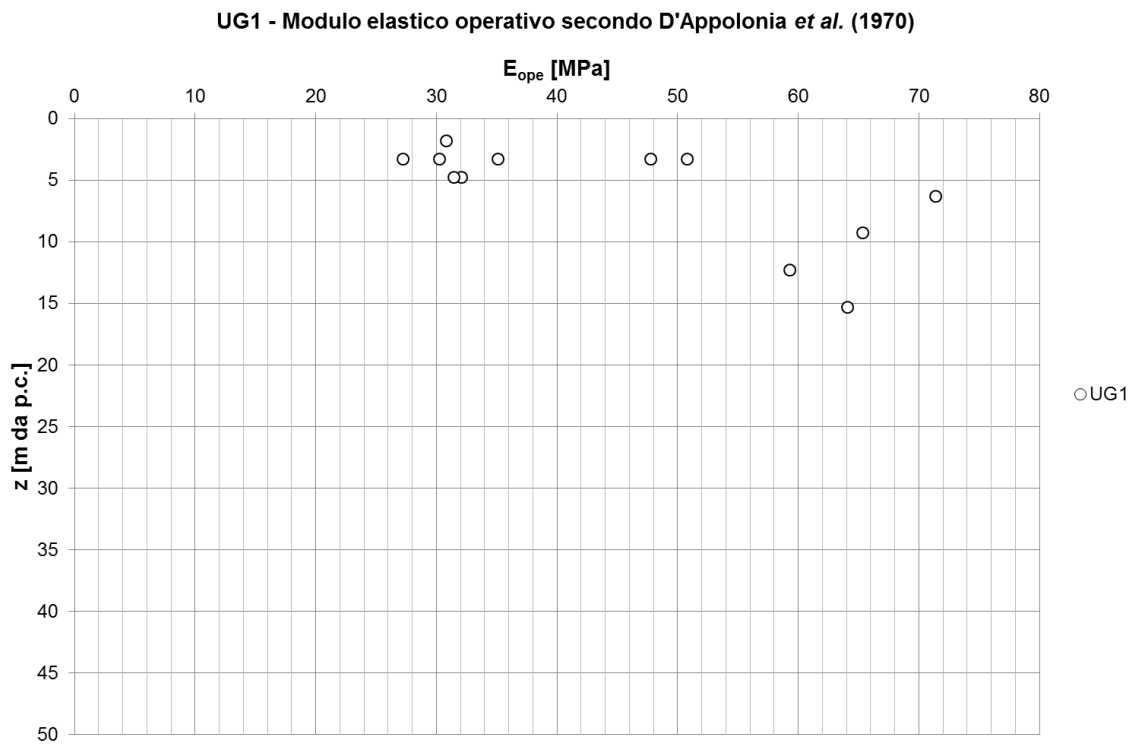


Figura 21 - UG1: modulo elastico operativo per il calcolo dei cedimenti di fondazioni dirette

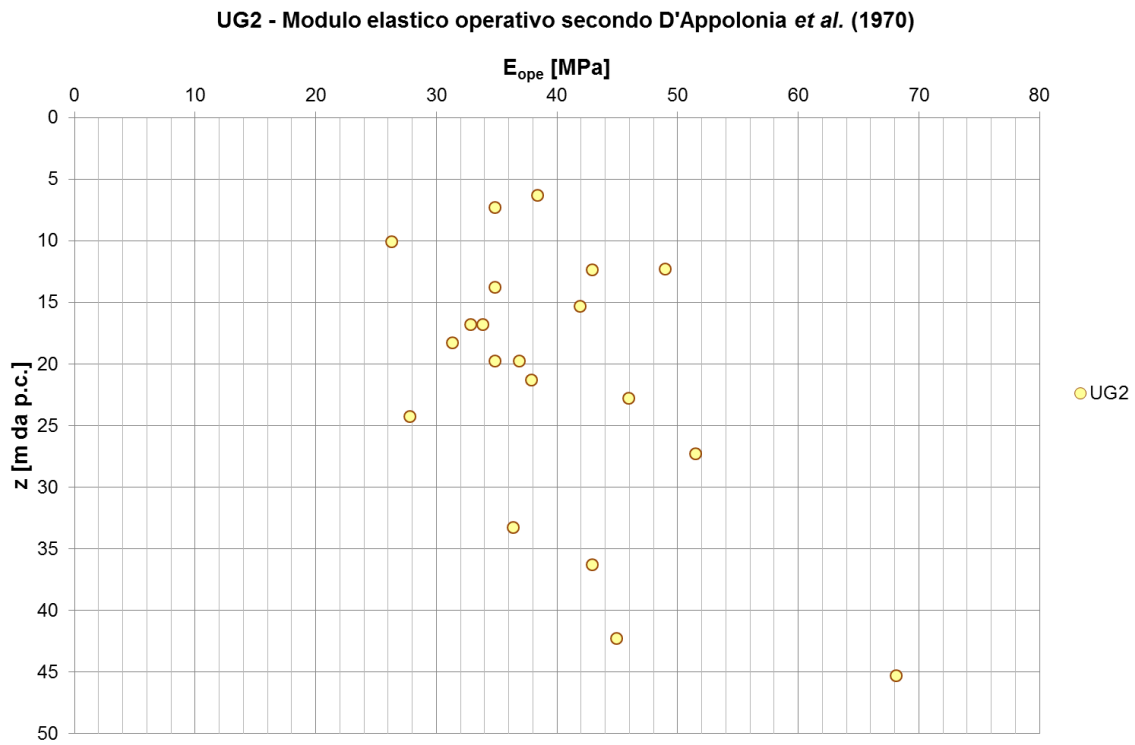


Figura 22 - UG2: modulo elastico operativo per il calcolo dei cedimenti di fondazioni dirette

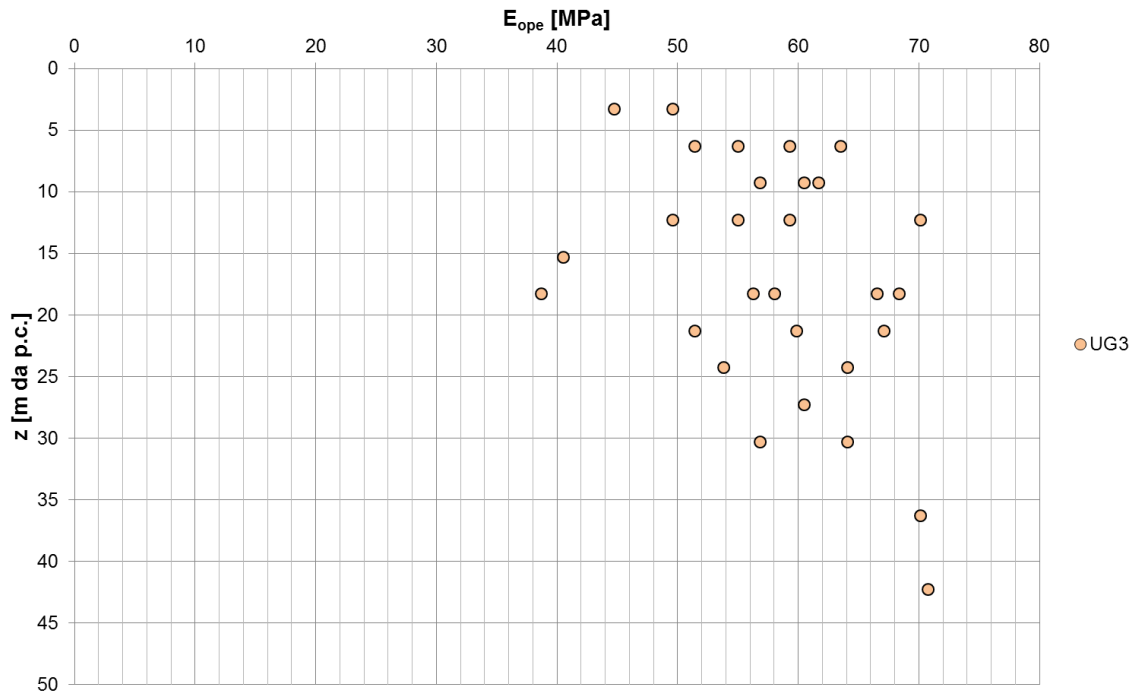
UG3 - Modulo elastico operativo secondo D'Appolonia *et al.* (1970)

Figura 23 - UG3: modulo elastico operativo per il calcolo dei cedimenti di fondazioni dirette

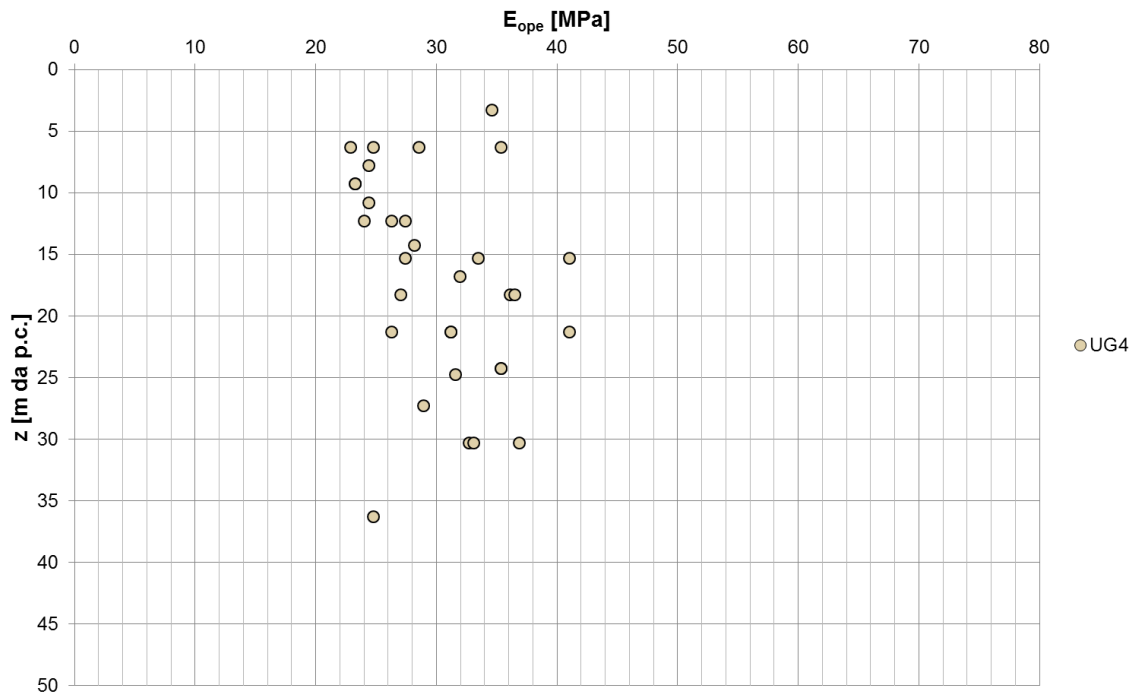
UG4 - Modulo elastico operativo secondo D'Appolonia *et al.* (1970)

Figura 24 - UG4: modulo elastico operativo per il calcolo dei cedimenti di fondazioni dirette

Si possono assumere i seguenti intervalli di variabilità:

UG1 $E_{ope} = 30 \div 35$ MPa

6.7 Sintesi dei parametri geotecnici di riferimento

La tabella sottostante riporta la sintesi dei parametri geotecnici di interesse stimati nei precedenti paragrafi. In rosso scuro i parametri d'ammasso roccioso per la unità UG5 (nel caso specifico, il peso di volume γ_{sat} è da intendersi come peso di volume totale dell'ammasso).

Unità geotecnica	γ_{sat}	γ_d	φ'	c'	E_0	E_{PMT}	E_{ope}	k	E_m	σ_c
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[m/s]	[MPa]	[MPa]
UG1	19÷21	15÷18	30÷33	0	250	80	30÷35	1E-5÷1E-3	-	-
UG2	19÷21	15÷18	32÷37	0÷10	150+15,7·z	80	30÷50	1E-5÷1E-3	-	-
UG3	19÷22	16÷19	34÷38	0÷5	250+16,7·z	80	50÷70	5E-6÷5E-3	-	-
UG4	18÷20	14÷16	25÷30	0÷20	100+15·z	50	25÷35	1E-8÷1E-6	-	-
UG5	26÷28	-	30÷35	70÷110	-	-	-	1E-8÷1E-6	1500-2500	20-80

Tabella 7 – Sintesi della caratterizzazione geotecnica

Nella tabella, oltre ai termini già definiti, compaiono il modulo elastico d'ammasso E_m e la resistenza a compressione monoassiale σ_c della unità UG5.

Si osserva che la caratterizzazione geotecnica appare generalmente cautelativa, in quanto nella definizione degli intervalli di variabilità di riferimento per i vari parametri si è dato peso significativamente maggiore ai valori minimi o prossimi ai minimi all'interno dell'insieme di dati disponibili.

Nelle analisi e verifiche di progetto si tenderà in genere a porsi vicino al limite inferiore di questi stessi parametri, tuttavia si potrà localmente tarare la scelta dei valori di calcolo in funzione delle indagini geognostiche disponibili in prossimità della specifica opera oggetto di verifica.

7. INFLUENZA DELLE FONDAZIONI IN AFFIANCAMENTO SU QUELLE DEL VIADOTTO ESISTENTE

In questo capitolo è illustrata una modellazione FEM condotta per valutare l'influenza della realizzazione e messa in esercizio delle fondazioni dello svincolo in progetto affiancate a quelle del viadotto Clarea esistente. Ciò ha consentito, assieme ad altre analisi (cfr. capitolo successivo) e valutazioni, di valutare la fattibilità delle fondazioni in affiancamento a quelle esistenti.

Sono state prese in considerazione le fondazioni della pila IP3 in progetto e P10 esistente, a cui la IP3 è affiancata, in quanto rappresentative delle condizioni geotecniche più sfavorevoli.

7.1 Criteri di modellazione

7.1.1 Fondazione esistente

La geometria della fondazione esistente è stata ricavata dalle tavole di Progetto Definitivo e comprende: plinto a base circolare di 2 m di spessore e 12 m di diametro, pozzo strutturale di spessore di 1 m e diametro di estradosso di 12 m, platea di chiusura alla base del pozzo di 2 m di spessore e 12 m di diametro. L'intera struttura ha una elevazione di 12 m.

La caratterizzazione meccanica della fondazione esistente risulta così ripartita:

- Plinto, pozzo strutturale e platea di base: calcestruzzo C30/35
- Riempimento del pozzo strutturale con magrone C12/15

Dalla base del pozzo si dirama una serie di raggiera concentriche di micropali disposti "a ombrello", come consolidamento del terreno (fino a 33 m di profondità da p.c.). Tutto il volume di terreno compreso entro la raggiera di micropali più esterna è stato modellato come un mezzo omogeneo equivalente, a cui sono stati assegnati i seguenti valori dei parametri geotecnici rilevanti:

$$E=500\text{MPa}$$

$$c'=50\text{kPa}$$

$$\phi'=35^\circ.$$

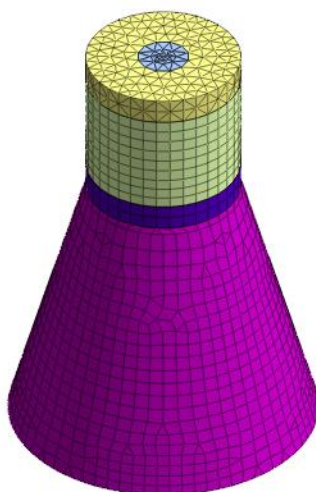


Figura 26 – Geometria e mesh degli elementi costituenti la fondazione P10

7.1.2 Fondazione in progetto

La geometria della fondazione di progetto è costituita da una platea di 2.5m di spessore, lunghezza di 20m lungo l'asse del viadotto e 9m nella direzione trasversale. La platea poggia su una barriera di pali di $D=800\text{mm}$ e interasse 1m. La geometria di tale lavorazione è concepita in modo da evitare interferenze con la raggiera più esterna di micropali alla base della fondazione esistente assumendo le seguenti lunghezze dei pali di fondazione:

$L_{\text{pali}} = 20\text{m}$ sui lati corti e per i primi 3 pali di ciascun lato lungo;

$L_{\text{pali}} = 12\text{m}$ nella parte centrale.

Una prima serie di analisi preliminari ha compreso un'analisi di sensibilità rispetto alla lunghezza dei pali della parte centrale, assunta alternativamente pari a 8-10-12m.

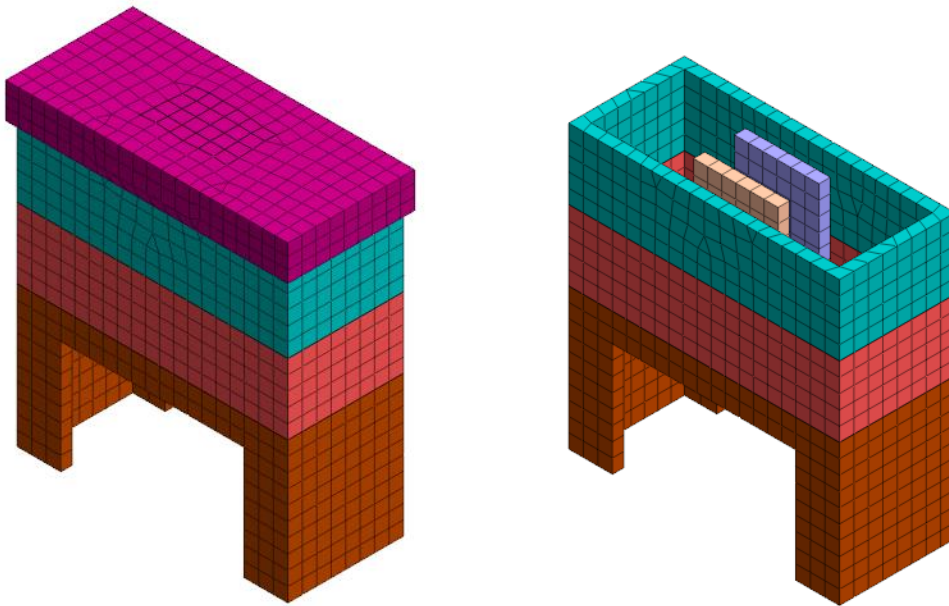


Figura 27 – Geometria e reticolo degli elementi costituenti la fondazione IP3

Si deve considerare che le analisi qui presentate sono state svolte in una fase iniziale della progettazione esecutiva, volta come detto alla verifica della fattibilità delle fondazioni in affiancamento; la geometria descritta è stata quindi rivista e ottimizzata, nel corso del progetto, a valle di valutazioni di dettaglio, fermo restando che la configurazione di progetto è in larga parte confermata, salvo modifiche che non cambiano la sostanza o vanno, al più, in una direzione di minore impatto delle nuove fondazioni su quelle esistenti che vengono affiancate.

Come si vedrà nel seguito, anche i carichi applicati derivano da valutazioni preliminari affinate nel seguito della progettazione (a seguito di modifiche alle strutture e all'introduzione di smorzatori); è facile osservare che i carichi adottati in questo modello risultano cautelativi rispetto a quelli di progetto nella configurazione definitiva delle opere.

All'intera opera sono state assegnate le caratteristiche meccaniche proprie di un calcestruzzo C30/35.

La fondazione della pila IP3 è stata considerata per semplicità avente quota di estradosso uguale a quella della fondazione della pila P10 esistente. Si può verificare che ciò costituisce in genere un'assunzione sufficientemente rappresentativa delle configurazioni di progetto o cautelativa.

Analisi parametriche sono svolte tenendo in conto anche l'eventuale presenza o meno di un collegamento rigido ("link") in calcestruzzo armato tra le due strutture dopo la fase di carico di esercizio della nuova fondazione. Questo per permettere alle due fondazioni di collaborare e ridurre gli effetti differenziali sulla fondazione esistente, qualora ritenuto necessario.

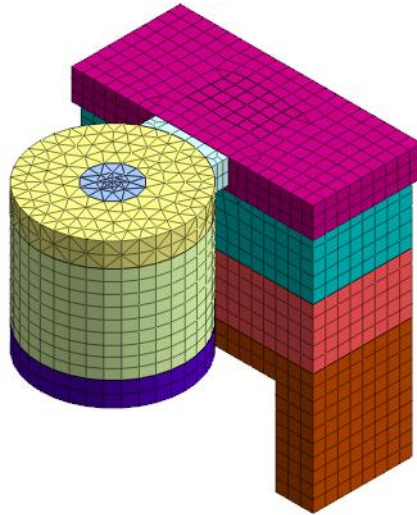


Figura 28 – Geometria e mesh delle due fondazioni con il link di collegamento strutturale

7.1.3 Stratigrafia e parametri di calcolo

La stratigrafia e i parametri di calcolo sono conformi al profilo geotecnico e alla caratterizzazione riportata nei paragrafi precedenti.

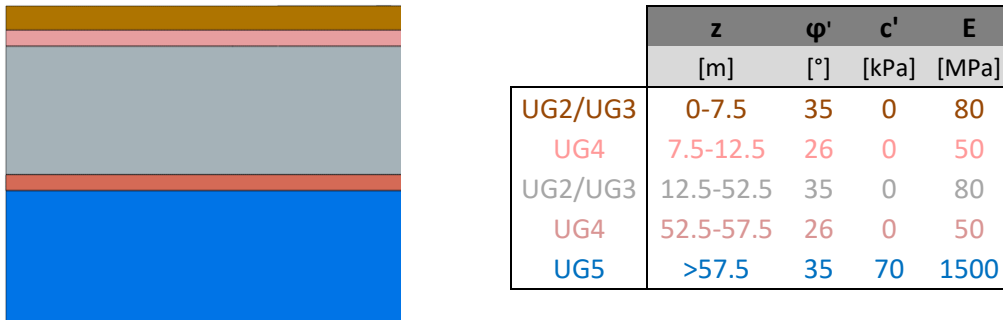


Figura 29 – Modello geotecnico di sottosuolo

La falda è posta a 9m di profondità da piano campagna.

Per tutti i terreni si è assunto:

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3,$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 21 \text{ kN/m}^3.$$

Si è trascurato, a favore di sicurezza, l'incremento di rigidità con la profondità.

Nelle analisi si è inserita un'interfaccia tra le due fondazioni, di estensione 9 m lungo la direzione x (longitudinale all'asse dello svincolo), 90 cm lungo y (perpendicolare a x) e

profondità fino a 7.5m di profondità, e avente caratteristiche di rigidità molto più scadenti ($E = 10 \text{ MPa}$) del terreno nel volume corrispondente, per tenere in conto la risposta tensio-deformativa di questo strato di materiale per il simultaneo effetto di compressione-trazione delle due fondazioni, complice una condizione di sollecitazione equiversa indotta dalla giunzione delle due strutture in elevazione.

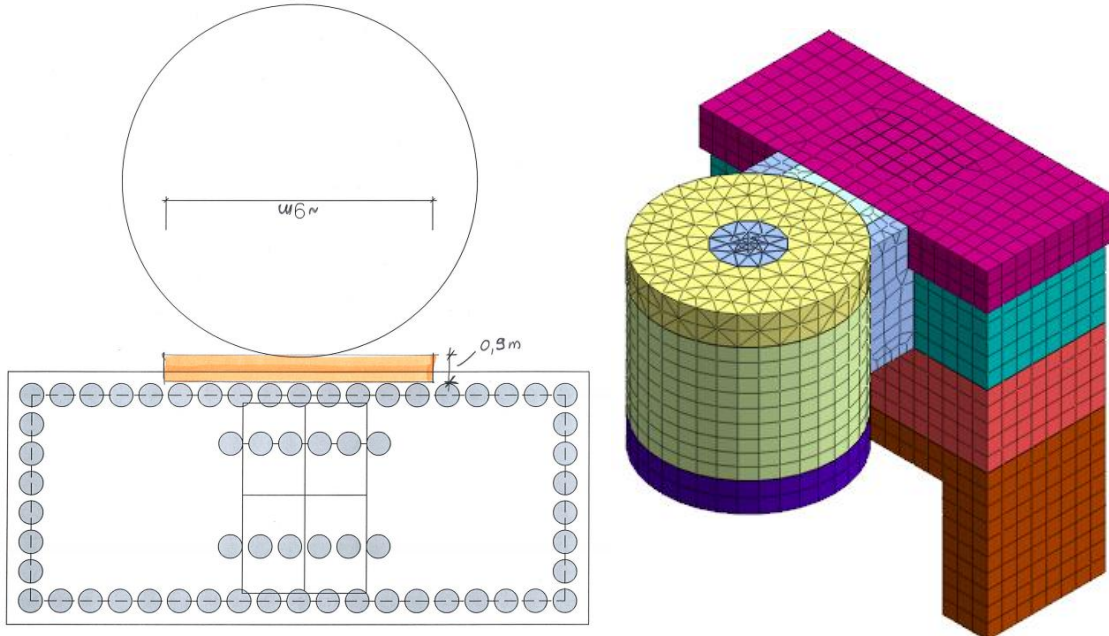


Figura 30 – Dettaglio e modellazione dell'interfaccia molle tra le due fondazioni

7.1.4 Carichi in fondazione

Nella analisi si fa riferimento a due condizioni di carico:

- SLE: peso proprio più carichi permanenti
- SLU: combinazione sismica 1min e 2max

P10	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)	M_x (kN*m)	M_y (kN*m)	M_z (kN*m)
SISMA 1(min)	-2569	-5927	42130	-207805	-54834	-8357
SISMA 2(max)	5152	4847	52822	188836	127520	8032
PP+PERM	0	-9	45830	7596	1235	-615

IP3	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)	M_x (kN*m)	M_y (kN*m)	M_z (kN*m)
SISMA 1(min)	-1642	-3372	22882	-111767	-37919	-12227
SISMA 2(max)	3003	2723	33039	104590	79097	11561
PP+PERM	112.0	132.2	30796	-1154.8	3021.5	-502.0

Tabella 8 – Combinazioni di carico adottate nel modello

A favore di sicurezza si sono considerate: la combinazione SLV corrispondente all'eccentricità massima (SISMA 1min), e quella che massimizza lo sforzo normale (SISMA 2max), cautelandosi verso il cedimento massimo e le tensioni indotte. Il verso delle sollecitazioni è considerato spingente alternativamente in entrambe le direzioni (invertendo gli scarichi provenienti dalla sovrastruttura), cioè una volta verso la P10 (sP10) e l'altra verso la IP3 (sIP3).

7.1.5 Fasi di calcolo

Gli step di calcolo presentano una sequenza di fasi in comune, così riepilogata:

- [1] inizializzazione geostatica dello stato tensionale: tutti gli elementi sono attivi e hanno le caratteristiche meccaniche delle relative unità geotecniche
- [2] costruzione P10: agli elementi che costituiscono la fondazione esistente sono assegnati i parametri geotecnici del calcestruzzo e del terreno consolidato alla base, secondo quanto sopra esposto
- [3] carico P10 (SLE): il plinto viene caricato con le azioni di esercizio derivanti dallo scarico della sovrastruttura;
- [4] costruzione IP3: agli elementi che costituiscono la fondazione in progetto sono assegnate le proprietà meccaniche del calcestruzzo;
- [5] carico IP3 (SLE): la platea viene caricata con le azioni di esercizio derivante dallo scarico della relativa sovrastruttura;
- [6] carico P10-IP3 (SLU): entrambe le fondazioni vengono caricate con le azioni di stato limite SLV derivanti dalle azioni delle relative sovrastrutture (si è considerata la condizione SLV in quanto maggiormente gravosa rispetto alle SLU statiche, e quindi significativa ai fini presenti).

Nelle fasi di carico [3], [5] e [6] sono state effettuate anche analisi “*strength reduction*” al fine di valutare le condizioni di collasso della struttura allo stato di fatto (solo P10) e allo stato di progetto (P10 e IP3). Le analisi “*strength reduction*” restituiscono fattori di sicurezza globali sempre maggiori di 6. Il problema di collasso riguarda specifici meccanismi (carico portante dei pali) non oggetto del presente modello.

7.2 Risultati salienti

L'anagrafica dei modelli è la seguente:

- SvincoloC_sle-slu_sr_interface: modello con parametrizzazione della lunghezza dei pali (1min sP10)
- SvincoloC_sle-slu_sr_interface_sisma1min(both)_L12: modello come il precedente (SvincoloC_sle-slu_sr_interface) con configurazione dei pali solo a 12m e combinazione di carico Sisma 1min spingente in entrambe le direzioni (sP10 e sIP3)
- SvincoloC_sle-slu_sr_interface_sisma2max(both)_L12: modello come il precedente (SvincoloC_sle-slu_sr_interface) con configurazione dei pali solo a 12m e combinazione di carico Sisma 2max spingente in entrambe le direzioni (sP10 e sIP3)

Nel seguito sono illustrati i risultati più rilevanti delle analisi svolte.

7.2.1 Analisi parametrica sulla lunghezza dei pali (SLU 1min)

Spostamenti e rotazioni delle due fondazioni (SvincoloC_sle-slu_sr_interface)

I risultati, per il modello di riferimento, sono mostrati per la combinazione SLU (1min) considerando sempre la condizione spingente sP10.

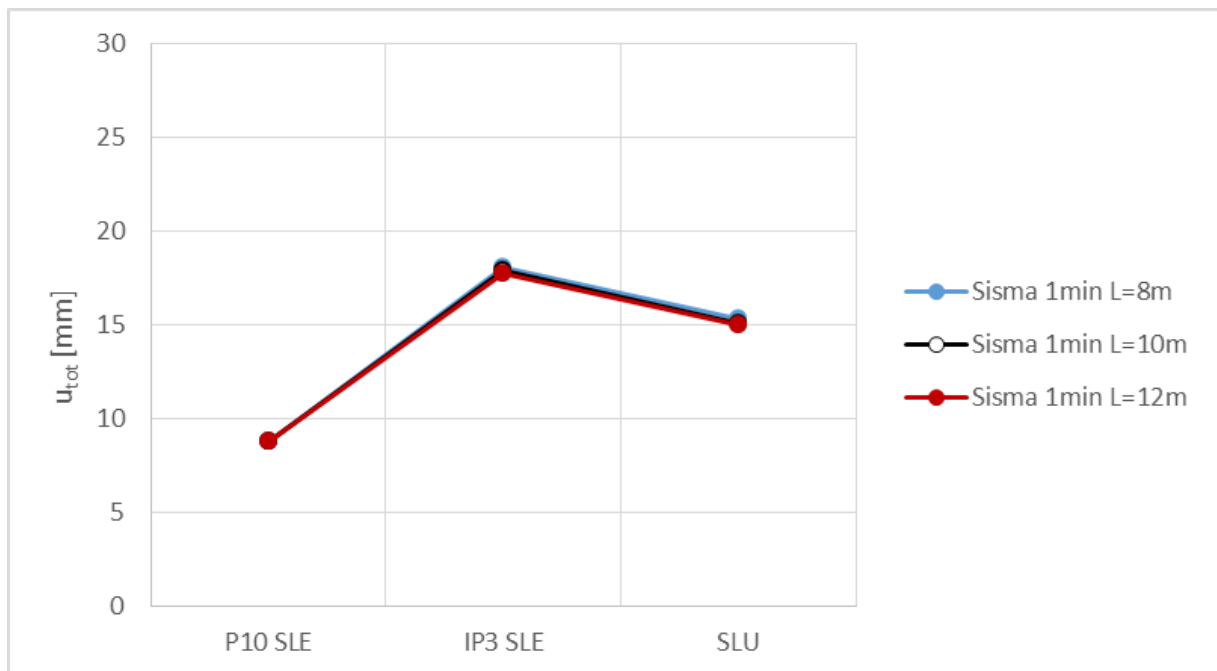


Figura 31 – Spostamento totale cumulato del baricentro della IP3 (SvincoloC_sle-slu_sr_interface 1min)

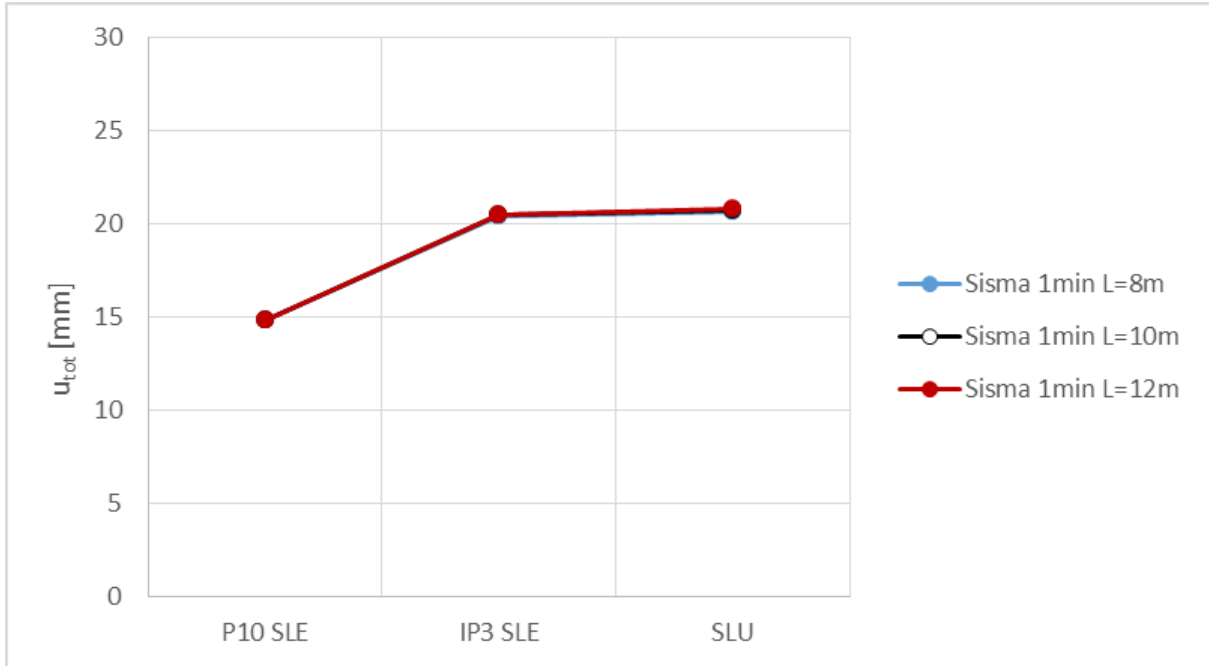


Figura 32 – Spostamento totale cumulato del baricentro della P10 (SvincoloC_sle-slu_sr_interface 1min)

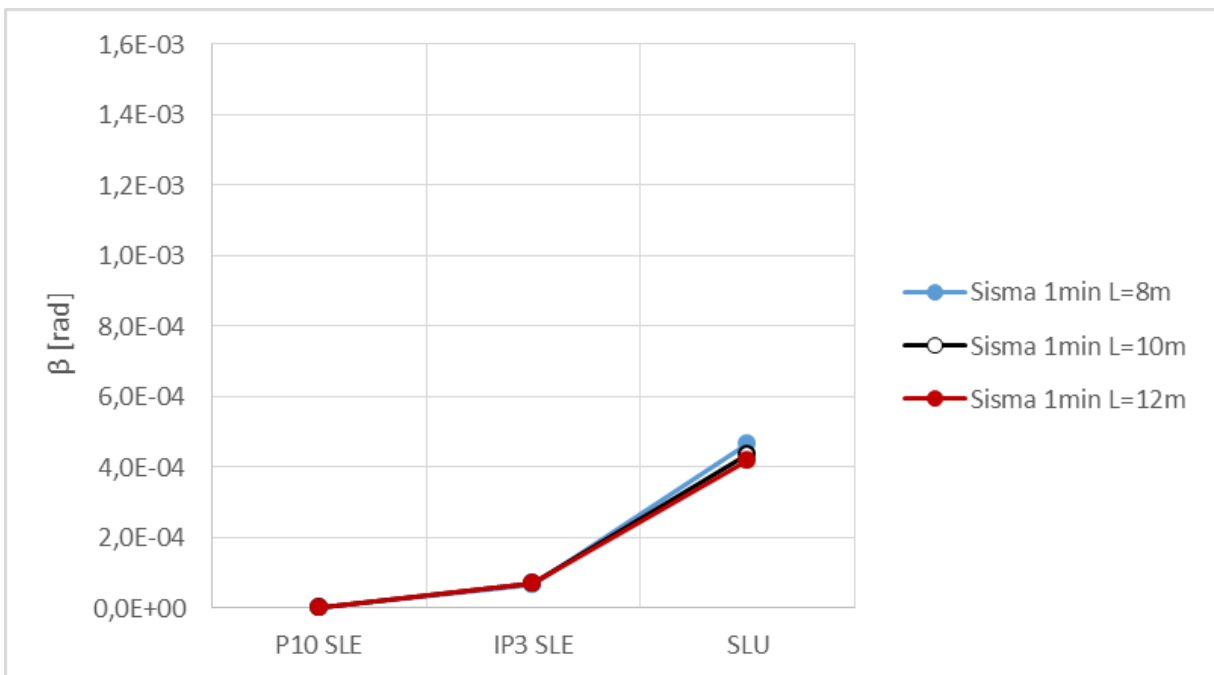


Figura 33 – Rotazione totale cumulata del baricentro della IP3 (SvincoloC_sle-slu_sr_interface 1min)

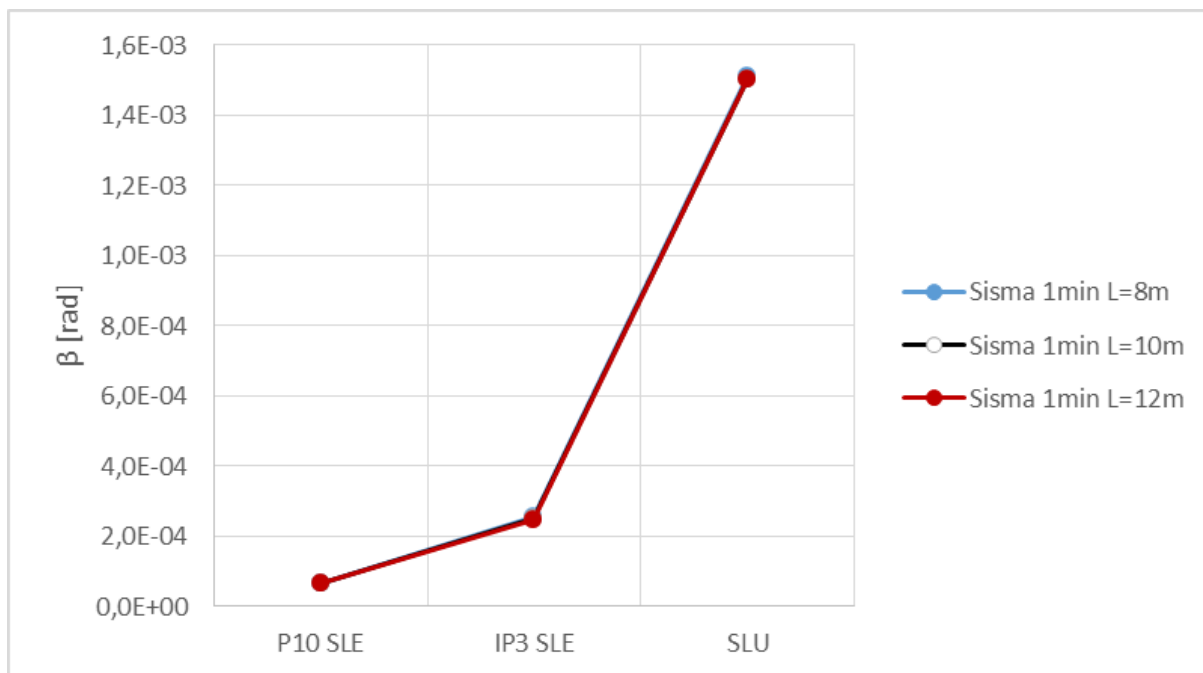


Figura 34 – Rotazione totale cumulata del baricentro della P10 (SvincoloC_sle-slu_sr_interface 1min)

Come si può notare, ai fini del cedimento, la lunghezza dei pali centrali è quasi ininfluente, comportando variazione dell'ordine del millimetro (abbassamento per la IP3 e aggravio per la P10).

Sia gli spostamenti che le rotazioni calcolate hanno valori molto contenuti: lo spostamento massimo ai baricentri delle fondazioni è inferiore a 2.2 cm (P10).

La rotazione massima è dell'ordine di $1.5 \cdot 10^{-3}$ rad.

7.2.2 Lunghezza dei pali di 12 m con tutte le combinazioni di carico (SvincoloC_sle-slu_sr_interface_L12 per Sisma1min e Sisma2max)

Come mostrato al paragrafo precedente, la lunghezza dei pali risulta avere bassa incidenza sui cedimenti (sia assoluti che differenziali), rimanendo un aspetto di progetto rilevante solo per i problemi di capacità portante. Le analisi successive sono state quindi svolte considerando solo la lunghezza dei pali nella porzione centrale della fondazione fissata a 12 m.

Una volta definito il modello e la conformazione di progetto, sono state analizzate le condizioni inerenti a tutte le quattro combinazioni di carico SLV (1min e 2max, spingenti ciascuna nei due versi opposti).

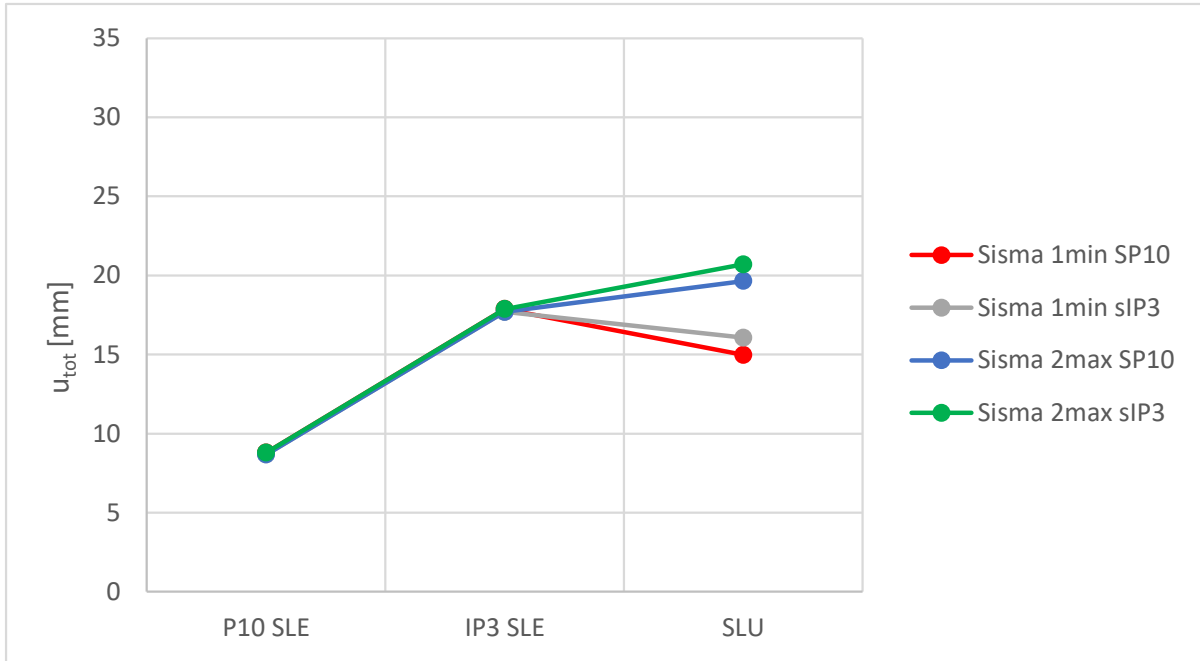


Figura 35 – Spostamento totale cumulato della IP3 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma1min(sisma2max)_L12)

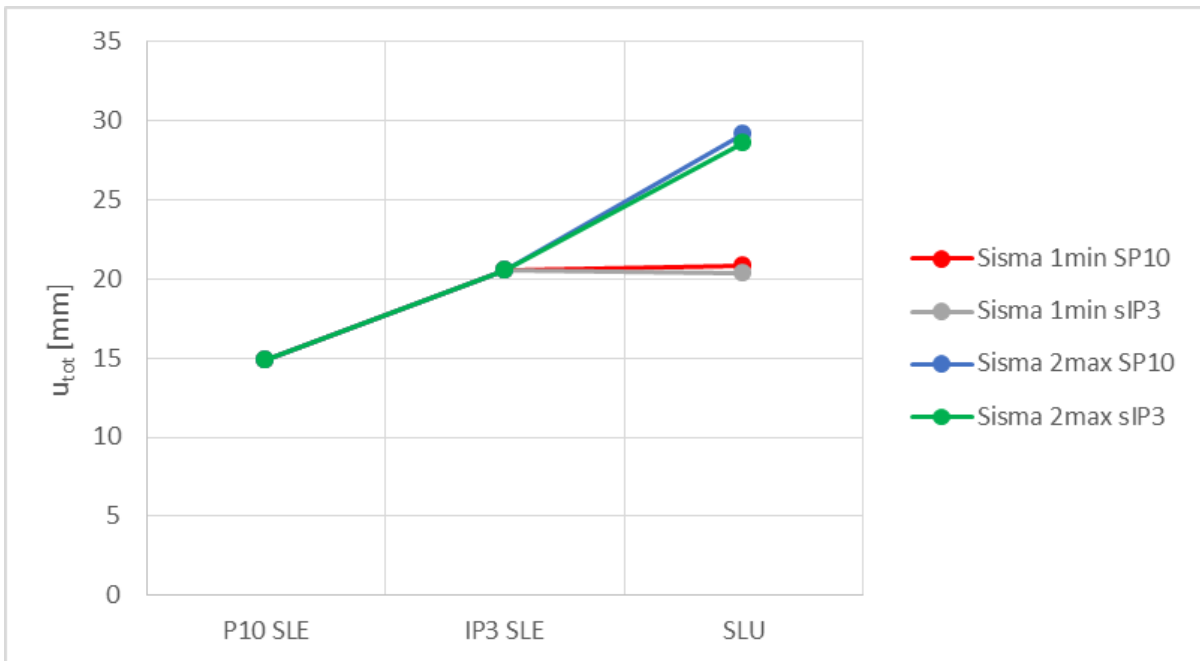


Figura 36 – Spostamento totale cumulato della P10 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma1min(sisma2max)_L12)

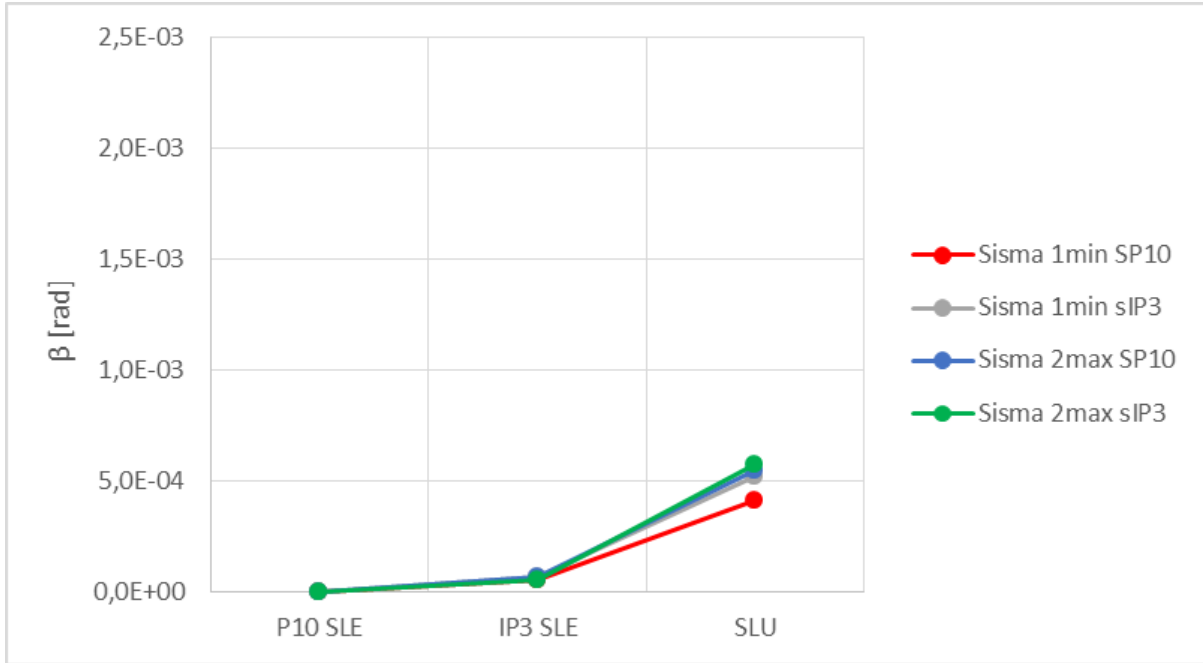


Figura 37 – Rotazione totale cumulata della IP3 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma1min(sisma2max)_L12)

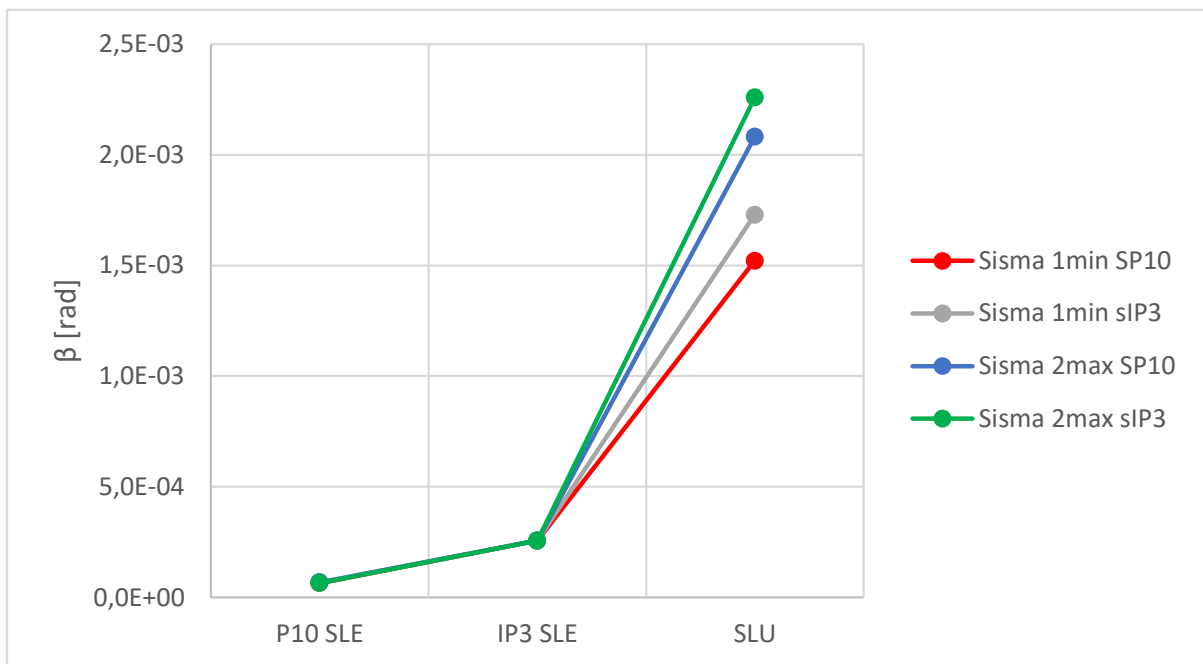


Figura 38 – Rotazione totale cumulata della P10 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma1min(sisma2max)_L12)

La combinazione Sisma 2max risulta la più gravosa grazie alle azioni verticali e trasversali maggiori, con spostamento massimo totale (somma, cioè, delle componenti lungo le 3 direzioni x, y, z) di poco meno di 15 mm indotto, sotto i carichi SLV, dalla fondazione IP3 sul baricentro della pila P10 e rotazioni aumentate fino al 40% rispetto alla Sisma 1min.

Le seguenti Tabella 9 e Tabella 10 riportano le componenti di spostamenti e rotazioni nelle varie condizioni analizzate.

FONDAZIONE P10												
	Sisma 1min						Sisma 2max					
	SP10			sIP3			SP10			sIP3		
	P10 SLE	IP3 SLE	SLU	P10 SLE	IP3 SLE	SLU	P10 SLE	IP3 SLE	SLU	P10 SLE	IP3 SLE	SLU
u_{tot}	14,9	20,5	20,9	14,9	20,5	20,4	14,9	20,5	29,2	14,9	20,5	28,6
u_x	0,0	-0,1	5,6	0,0	-0,1	-5,3	0,0	-0,1	13,5	0,0	-0,1	-13,2
u_y	0,4	2,7	-3,5	0,4	2,7	6,7	0,4	2,7	-4,5	0,4	2,7	8,4
u_z	-14,9	-20,4	-19,8	-14,9	-20,4	-18,5	-14,9	-20,4	-25,5	-14,9	-20,4	-24,0
r_{tot}	6,5E-05	2,6E-04	1,5E-03	6,9E-05	2,6E-04	1,7E-03	6,9E-05	2,6E-04	2,1E-03	6,5E-05	2,6E-04	2,3E-03
r_x	-6,4E-05	-2,6E-04	1,4E-03	-6,4E-05	-2,6E-04	-1,6E-03	-6,4E-05	-2,6E-04	1,4E-03	-6,4E-05	-2,6E-04	-1,7E-03
r_y	-7,6E-06	-9,1E-06	6,3E-04	1,4E-05	-9,1E-06	-6,1E-04	1,4E-05	-9,1E-06	1,5E-03	-7,6E-06	-9,1E-06	-1,5E-03
r_z	7,8E-06	1,6E-05	1,3E-04	-7,0E-06	1,6E-05	-9,1E-05	7,9E-06	1,6E-05	1,4E-04	7,8E-06	1,6E-05	-3,9E-05

Tabella 9 Spostamenti e rotazioni calcolati al baricentro della pila P10

FONDAZIONE IP3												
	Sisma 1min						Sisma 2max					
	SP10			sIP3			SP10			sIP3		
	P10 SLE	IP3 SLE	SLU	P10 SLE	IP3 SLE	SLU	P10 SLE	IP3 SLE	SLU	P10 SLE	IP3 SLE	SLU
u_{tot}	8,8	17,9	15,0	8,7	17,7	16,1	8,7	17,7	19,6	8,8	17,9	20,7
u_x	0,0	-0,1	2,3	0,0	0,2	-2,3	0,0	0,1	5,0	0,0	-0,1	-5,1
u_y	-2,6	-1,8	-2,3	-2,8	-1,8	-1,2	-2,8	-1,8	-3,5	-2,6	-1,8	-1,0
u_z	-8,4	-17,8	-14,6	-8,2	-17,6	-15,9	-8,2	-17,6	-18,7	-8,4	-17,8	-20,0
r_{tot}	0,0E+00	5,5E-05	4,1E-04	0,0E+00	7,0E-05	5,2E-04	0,0E+00	7,0E-05	5,5E-04	0,0E+00	5,5E-05	5,7E-04
r_x	0,0E+00	-5,4E-05	3,6E-04	0,0E+00	-6,9E-05	-4,8E-04	0,0E+00	-6,9E-05	4,0E-04	0,0E+00	-5,4E-05	-4,3E-04
r_y	0,0E+00	-7,8E-06	1,7E-04	0,0E+00	1,1E-05	-1,6E-04	0,0E+00	1,1E-05	3,5E-04	0,0E+00	-7,8E-06	-3,5E-04
r_z	0,0E+00	3,4E-06	1,1E-04	0,0E+00	-4,2E-06	-1,2E-04	0,0E+00	3,4E-06	1,3E-04	0,0E+00	3,4E-06	-1,5E-04

Tabella 10 Spostamenti e rotazioni calcolati al baricentro della pila IP3

Si può osservare che:

- la componente principale di spostamento è in generale costituita dal cedimento verticale e in seconda battuta da quello orizzontale lungo x (cioè trasversale);
- la pila IP3 cede, sotto i carichi permanenti, di poco più di 9mm (nella tabella 10 si deve sottrarre al cedimento delle colonne IP3 SLE quello delle colonne P10 SLE);
- il cedimento indotto al baricentro della pila P10 dalla costruzione della pila IP3 è calcolato in circa 5.5mm;
- in condizioni sismiche SLV (Sisma 2max, per quanto detto) si ha un incremento di cedimento di 2÷4mm per le fondazioni;
- nelle stesse condizioni, si hanno incrementi massimi di spostamento pari a $u_x \cong 13.5\text{mm}$ e $u_y \cong 6\text{mm}$ per la pila P10; e $u_x \cong 5\text{mm}$ e $u_y < 2\text{mm}$ per la pila IP3.

Anche le rotazioni e i corrispondenti spostamenti in altri punti delle fondazioni (oltre al baricentro) risultano molto limitate in tutte le condizioni analizzate.

L'andamento degli spostamenti totali in ogni punto del modello, tenendo conto delle considerazioni sopra riportate, può essere osservato mediante gli output grafici del programma riportati di seguito.

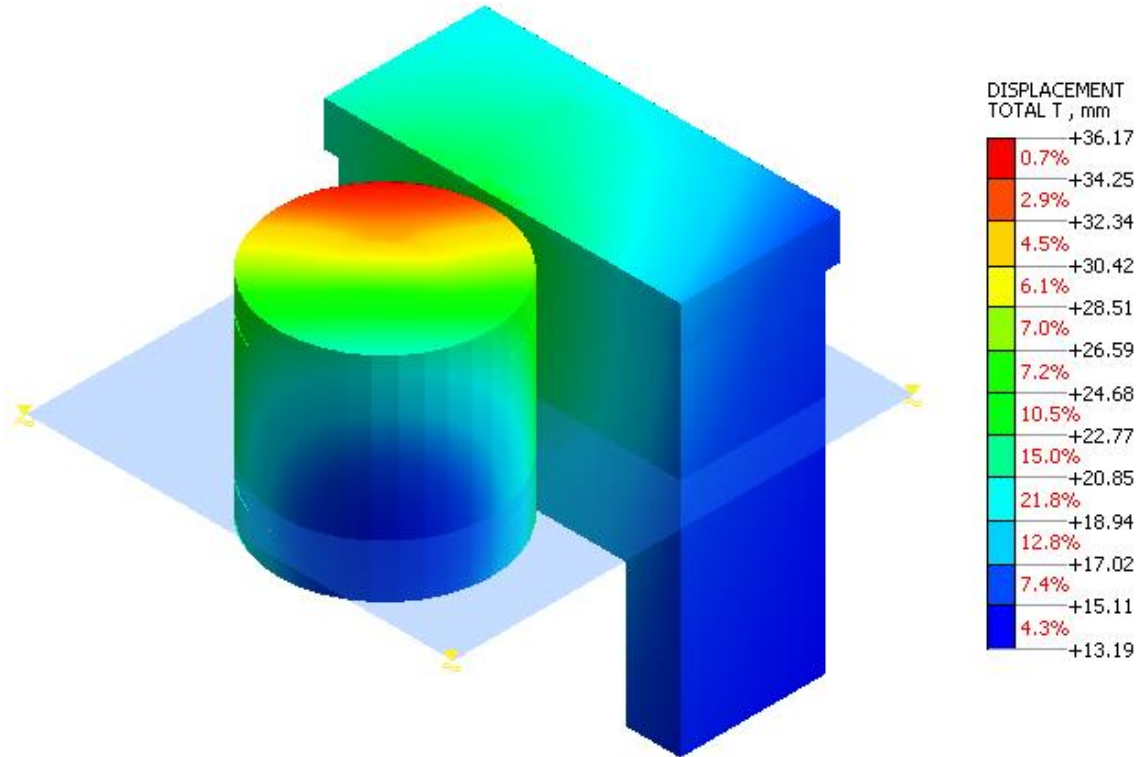


Figura 39 – Spostamenti totali cumulati allo SLU per sIP3 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma2max_L12)

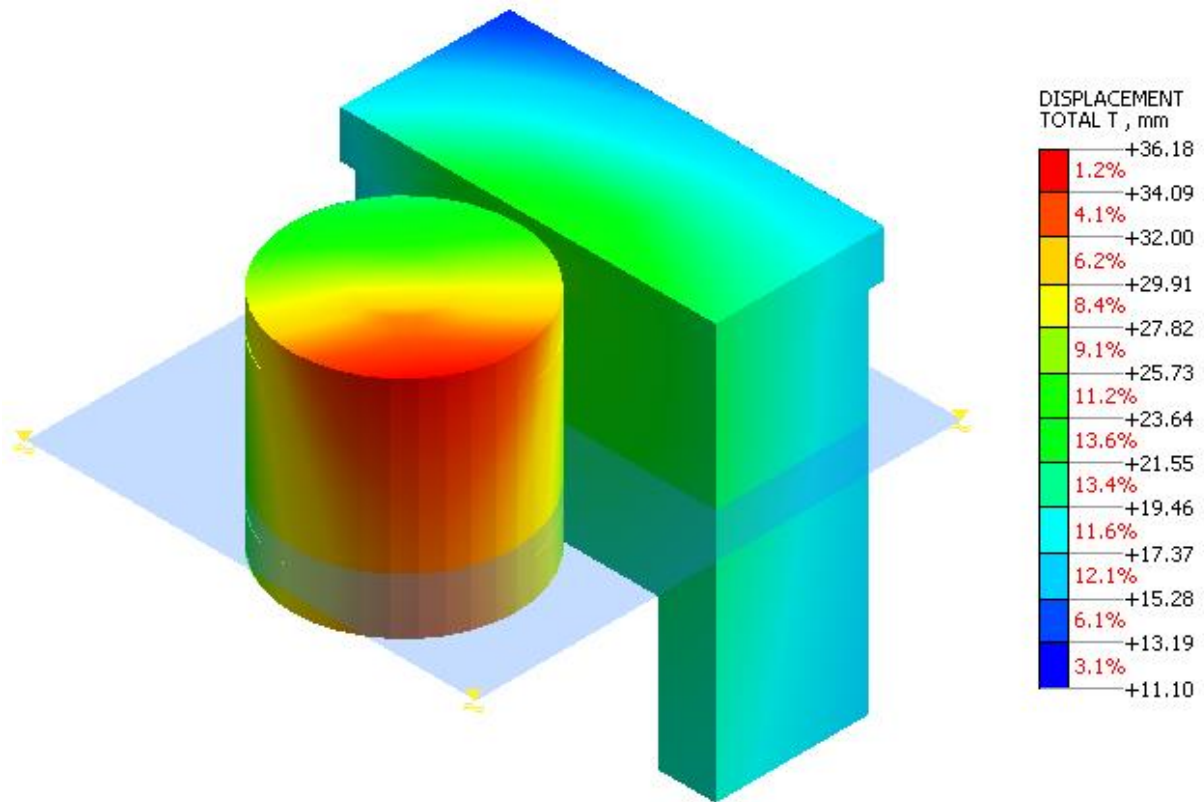


Figura 40 – Spostamenti SLU per sP10 (SvincoloC_sle-slu_sr_sisma2max_L12)

Gli spostamenti calcolati successivi alla costruzione della pila P10 risultano quindi molto limitati e non appare quindi necessario prevedere un elemento di solidarizzazione

strutturale delle fondazioni; in ogni caso, le specifiche analisi svolte col medesimo modello presentato, ma con la presenza di un “link” strutturale, hanno indicato l’efficacia dello stesso, qualora previsto, nella ulteriore riduzione di spostamenti e rotazioni ai baricentri.

7.3 Validazione del modello

Il modello FEM 3D sopra descritto è stato validato svolgendo, con lo stesso programma di calcolo, un’analisi della sola fondazione IP3 sotto i carichi SLE e ripetendo la stessa analisi con un programma di calcolo differente, nel caso specifico “Repute” (vers. 1.5; distribuito da Geocentrix Ltd). Il codice di calcolo consente di eseguire analisi 3D non lineari su palificate anche complesse e in presenza di terreni stratificati, basandosi sul metodo degli elementi di contorno (BEM).

I carichi SLE per la fondazione in oggetto sono riportati nella seguente tabella.

Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
112,0	132,2	30795,6	-1154,8	3021,5
Fx = risultante orizzontale longitudinale a estradosso plinto				
Fy = risultante orizzontale trasversale a estradosso plinto				
Fz = risultante verticale a estradosso plinto				
Mx = momento attorno all'asse x, a estradosso plinto				
My = momento attorno all'asse y, a estradosso plinto				

Tabella 11 Pila IP3 – Carichi SLE a estradosso fondazione

L’analisi “MIDAS” è stata condotta con la stessa configurazione geometrica, stratigrafia e parametri di calcolo utilizzati per le analisi SLV sopra descritte.

La figura seguente riporta il cedimento in condizioni SLE calcolato con il programma MIDAS: si hanno poco meno di 9mm a testa pali.

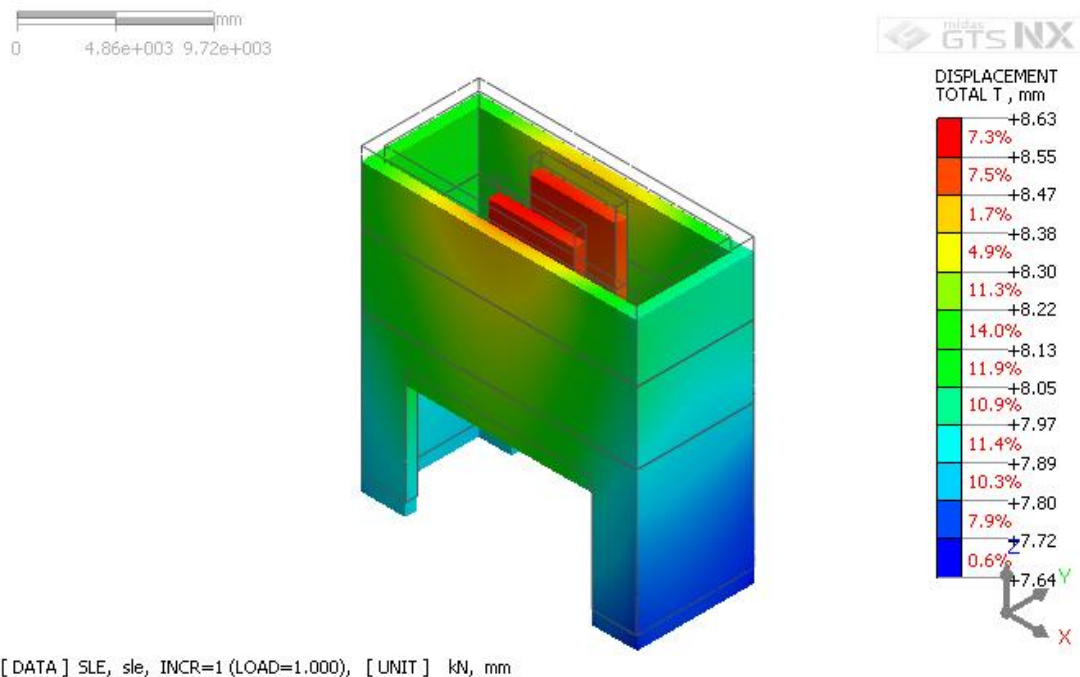


Figura 41 IPE SLE: Cedimenti calcolati dal modello “MIDAS”

La configurazione dei pali, la stratigrafia e i parametri di calcolo inseriti nel modello “Repute” sono gli stessi adottati nel modello “MIDAS”.

Solo per il carico si è considerato quello a estradosso plinto, dal momento che questo sarà gettato contro terra e una buona parte del carico corrispondente sarà assunto dal terreno prima della presa del getto; inoltre il programma “Repute”, a differenza di “MIDAS”, non considera l’interazione plinto-terreno (il programma considera un plinto perfettamente rigido e staccato dal terreno) e quindi non è in grado di modellare il comportamento di fondazione mista, sicuramente più realistico, nel caso in esame, del carico interamente sostenuto dai pali.

La figura successiva riporta la numerazione dei pali nel modello “Repute”, per comodità di lettura della successiva tabella di risultati.

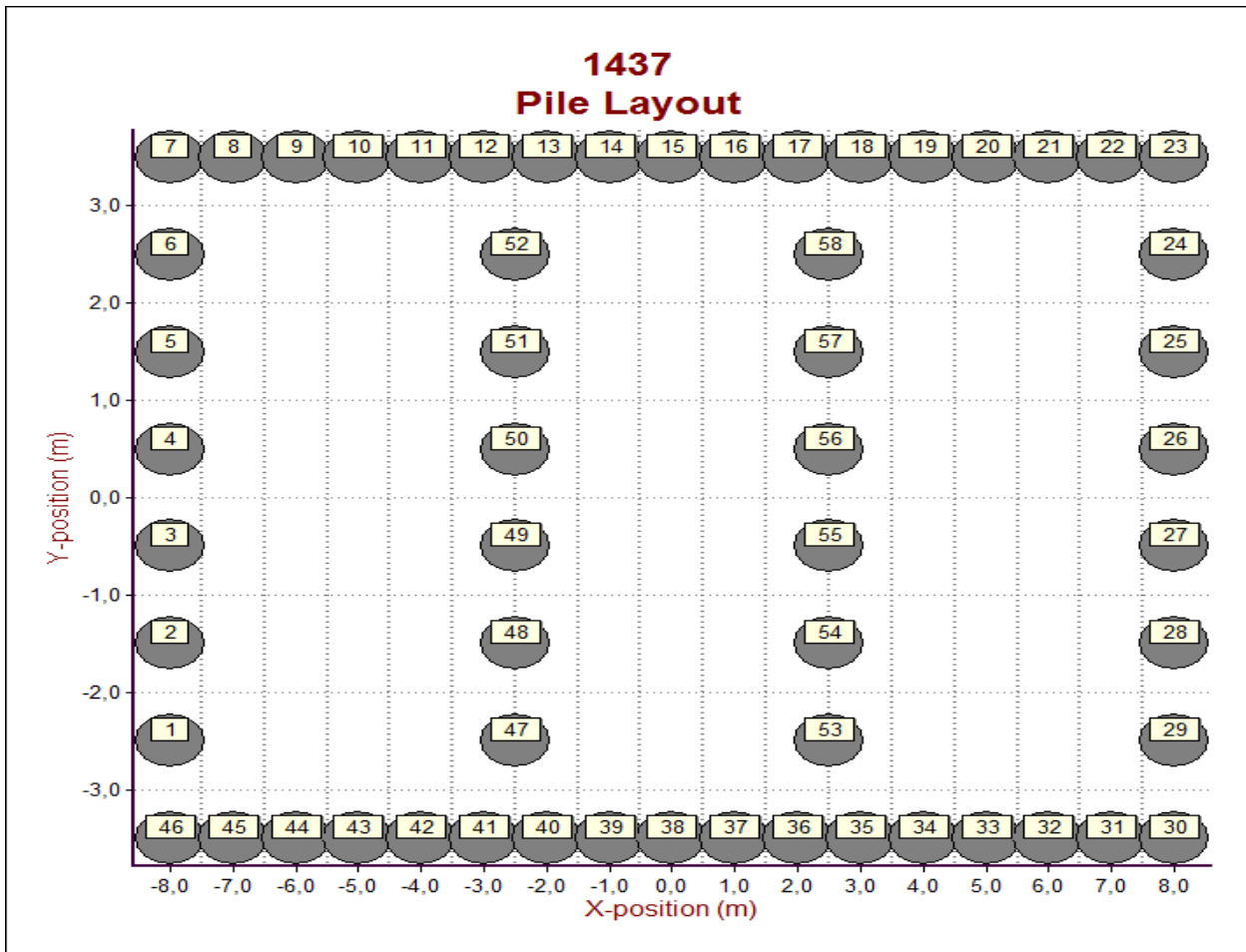


Figura 42 Numerazione pali nel modello “Repute”

Nella seguente tabella sono riportati i risultati del modello “Repute”; la tabella riporta, oltre ai carichi in ingresso, i relativi effetti espressi in termini di cedimento, spostamento, rotazione (il plinto è assunto rigido dal programma, ipotesi che appare verificata con buona approssimazione in base ai risultati del modello “MIDAS”), nonché le sollecitazioni alla testa di ciascun singolo palo.

Il cedimento calcolato con “Repute” è di circa 10 mm, del tutto paragonabile a quello ottenuto col modello 3D “MIDAS”, che risulta quindi validato.

Sarà comunque opportuno, a verifica delle valutazioni progettuali presentate, proseguire il monitoraggio (già in corso) del viadotto Clarea durante le fasi di costruzione dello svincolo La Maddalena in progetto e per un certo periodo in fase di esercizio.

Key results		IP3 SLE								
Pile cap	Vertical Z-Axis		Horizontal X-Axis			Horizontal Y-Axis				
	Force/Displacement		Force/Displacement		Moment/Rotation	Force/Displacement		Moment/Rotation		
Action	30796.0	kN	112.0	kN	1155.0	kNm	132.0	kN	3022.0	kNm
Effect	10.03	mm	0.131	mm	0.011	x10 ⁻³ rad	0.126	mm	0.013	x10 ⁻³ rad
Pile	Vertical Z-Axis		Horizontal X-Axis			Horizontal Y-Axis				
	Force at head		Force at head		Moment at head	Force at head		Moment at head		
1	570.0	kN	-34.82	kN	13.38	kNm	-4.827	kN	57.37	kNm
2	760.0	kN	-37.06	kN	15.93	kNm	-9.909	kN	60.38	kNm
3	630.4	kN	-37.52	kN	0.333	kNm	0.716	kN	61.05	kNm
4	625.3	kN	-37.52	kN	-6.004	kNm	3.147	kN	61.04	kNm
5	772.5	kN	-37.08	kN	-22.56	kNm	14.6	kN	60.37	kNm
6	572.2	kN	-34.84	kN	-17.51	kNm	7.293	kN	57.38	kNm
7	1377.8	kN	-46.22	kN	-56.27	kNm	37.28	kN	70.71	kNm
8	532.2	kN	-16.05	kN	-44.3	kNm	27.11	kN	33.23	kNm
9	795.5	kN	-28.62	kN	-44.53	kNm	27.31	kN	46.62	kNm
10	573.8	kN	-20.82	kN	-41.32	kNm	25.09	kN	37.27	kNm
11	586.9	kN	-32.92	kN	-66.28	kNm	72.93	kN	38.4	kNm
12	323.9	kN	-10.88	kN	-51.31	kNm	54.96	kN	17.67	kNm
13	319.1	kN	-10.44	kN	-52.18	kNm	56.17	kN	14.46	kNm
14	329.8	kN	-1.946	kN	-50.78	kNm	51.99	kN	5.167	kNm
15	333.5	kN	1.509	kN	-52.09	kNm	52.63	kN	-1.344	kNm
16	328.6	kN	3.774	kN	-51.43	kNm	52.27	kN	-7.152	kNm
17	321.9	kN	14.13	kN	-55.13	kNm	59.53	kN	-18.05	kNm
18	328.8	kN	12.68	kN	-54.52	kNm	58.56	kN	-20.29	kNm
19	600.5	kN	39.65	kN	-68.12	kNm	74.47	kN	-45.43	kNm
20	610.5	kN	24.16	kN	-42.49	kNm	25.79	kN	-42.01	kNm
21	830.0	kN	32.56	kN	-45.28	kNm	27.88	kN	-52.04	kNm
22	571.5	kN	17.98	kN	-44.65	kNm	27.5	kN	-36.38	kNm
23	1415.0	kN	55.02	kN	-58.75	kNm	39.6	kN	-82.04	kNm
24	676.0	kN	40.63	kN	-10.24	kNm	1.332	kN	-65.12	kNm
25	742.4	kN	46.19	kN	-33.48	kNm	26.18	kN	-71.94	kNm
26	786.7	kN	33.51	kN	-16.25	kNm	12.36	kN	-59.22	kNm
27	583.6	kN	46.55	kN	24.25	kNm	-22.25	kN	-72.51	kNm
28	892.7	kN	42.95	kN	3.531	kNm	0.545	kN	-68.21	kNm
29	544.5	kN	40.71	kN	18.72	kNm	-9.63	kN	-65.2	kNm
30	1449.5	kN	54.64	kN	44.45	kNm	-28.4	kN	-81.59	kNm
31	528.3	kN	18.18	kN	37.76	kNm	-22.48	kN	-36.56	kNm
32	828.2	kN	32.49	kN	38.83	kNm	-23.11	kN	-51.86	kNm
33	583.7	kN	23.87	kN	36.33	kNm	-21.15	kN	-41.55	kNm
34	589.1	kN	40.38	kN	59.87	kNm	-66.63	kN	-45.98	kNm
35	317.9	kN	12.31	kN	48.33	kNm	-52.8	kN	-19.98	kNm
36	311.7	kN	14.25	kN	49.2	kNm	-53.91	kN	-18.17	kNm
37	317.9	kN	3.736	kN	45.56	kNm	-46.84	kN	-7.214	kNm
38	321.6	kN	1.607	kN	46.27	kNm	-47.22	kN	-1.53	kNm
39	316.5	kN	-1.913	kN	44.96	kNm	-46.33	kN	5.064	kNm
40	307.2	kN	-10.46	kN	48.37	kNm	-53.34	kN	14.44	kNm
41	312.2	kN	-10.57	kN	47.24	kNm	-51.99	kN	17.42	kNm
42	571.7	kN	-33.14	kN	58.15	kNm	-64.98	kN	38.57	kNm
43	563.3	kN	-20.9	kN	35.23	kNm	-20.43	kN	37.48	kNm
44	779.1	kN	-28.5	kN	37.88	kNm	-22.4	kN	46.53	kNm
45	519.7	kN	-16.04	kN	37.1	kNm	-21.94	kN	33.22	kNm
46	1342.6	kN	-46.11	kN	45.47	kNm	-29.28	kN	70.57	kNm
47	117.1	kN	-13.43	kN	-3.506	kNm	17.94	kN	18.13	kNm
48	175.3	kN	-16.48	kN	17.36	kNm	-20.73	kN	20.86	kNm
49	403.0	kN	-20.59	kN	3.019	kNm	0.108	kN	24.22	kNm
50	363.9	kN	-11.26	kN	-2.108	kNm	1.293	kN	20.66	kNm
51	402.6	kN	-19.98	kN	-24.65	kNm	20.83	kN	23.6	kNm
52	118.4	kN	-13.13	kN	-0.006	kNm	-9.744	kN	17.93	kNm
53	115.2	kN	15.31	kN	-1.958	kNm	16.5	kN	-20.23	kNm
54	170.9	kN	19.03	kN	23.54	kNm	-23.68	kN	-23.33	kNm
55	172.7	kN	19.55	kN	-6.889	kNm	12.75	kN	-23.79	kNm
56	173.3	kN	19.55	kN	4.413	kNm	-10.97	kN	-23.78	kNm
57	172.5	kN	19.03	kN	-26.79	kNm	26.5	kN	-23.31	kNm
58	115.2	kN	15.3	kN	0.536	kNm	-16.2	kN	-20.2	kNm

Tabella 12 Analisi "Repute" pila IP3 SLE – Sintesi dei risultati

8. VERSANTE SINISTRO DEL TORRENTE CLAREA - ANALISI DI STABILITA' IN CONDIZIONI SISMICHE

La stabilità in condizioni sismiche del versante sinistro del torrente Clarea (lato galleria Giaglione) è stata analizzata utilizzando approcci di calcolo agli spostamenti, per poter stimare l'eventuale impatto sulle fondazioni di un evento sismico critico, e valutare la fattibilità dell'affiancamento delle fondazioni in progetto a quelle esistenti e se siano necessari interventi di consolidamento del versante.

Di seguito sono presentate le ipotesi di base ed i risultati.

8.1 Pericolosità sismica di base e disaggregazione

Lo spettro di progetto utilizzato per le opere è riportato in Figura 43. In evidenza le modifiche subite dallo spettro in conseguenza dell'applicazione dei coefficienti di importanza e dei coefficienti di amplificazione locale.

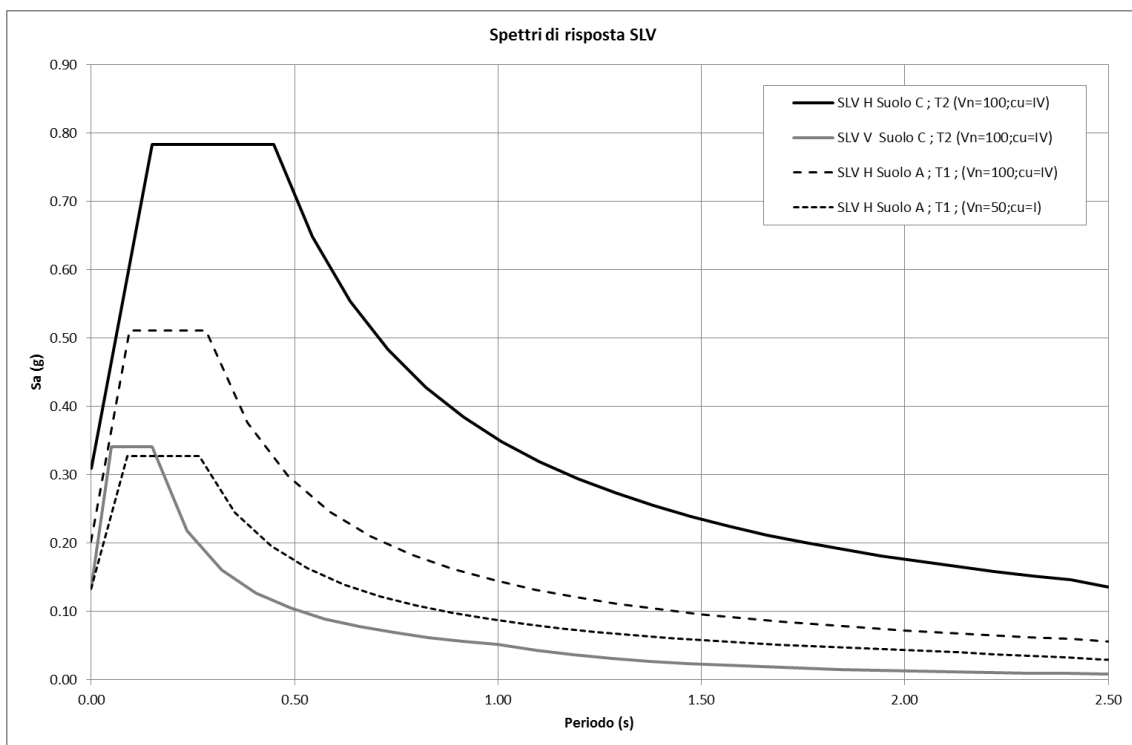


Figura 43 - Spettri di progetto per lo stato limite SLV. In grassetto lo spettro in direzione orizzontale utilizzato per le analisi che include le modifiche dovute a un suolo tipo C ed agli effetti topografici (T2).

I principali parametri considerati per il sito in oggetto e relativi allo spettro non modificato da effetti locali sono riportati in Tabella 13. In estrema sintesi il sito d'interesse è caratterizzato da una PGA su suolo rigido orizzontale di 0.13g, mentre lo spettro di progetto a valle delle modifiche dovute all'importanza dell'opere e alle condizioni locali mostra $PGA=0.31g$.

La deaggregazione della pericolosità per la PGA con $Tr = 475$ anni in Figura 44 evidenzia come la pericolosità di base sia governata da un evento di magnitudo relativamente bassa e vicino al sito. Gli intervalli di magnitudo+distanza ottenuti sono: $M = 4.0-5.5$; $d = 0-20$

km. Nel caso si voglia considerare un maggior periodo di ritorno, si ottiene un evento con M simile e distanza inferiore ai 5 km.

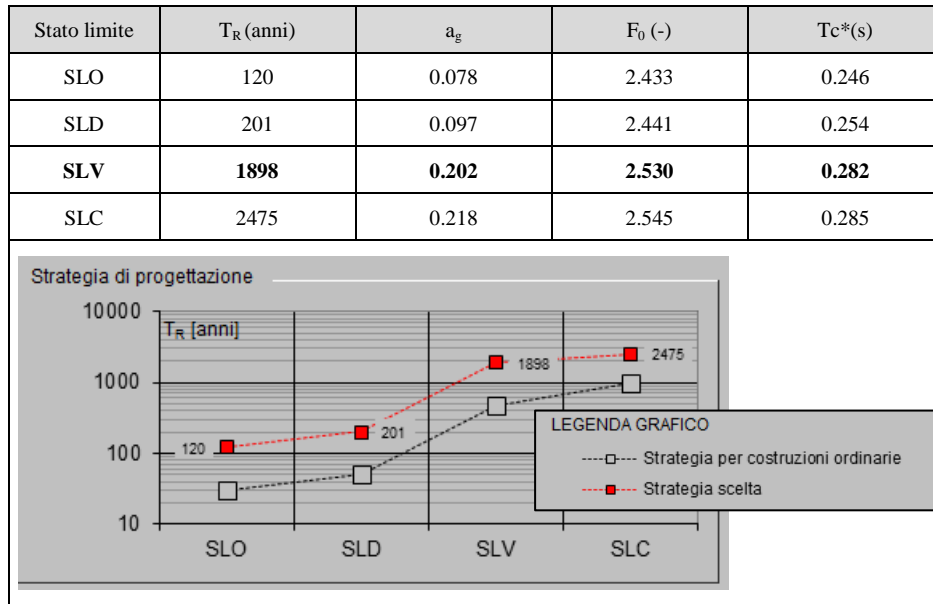


Tabella 13 Parametri degli spettri di progetto come modificati considerando la vita di riferimento dell'opera $V_r = 200y$. (sono esclusi gli effetti locali)

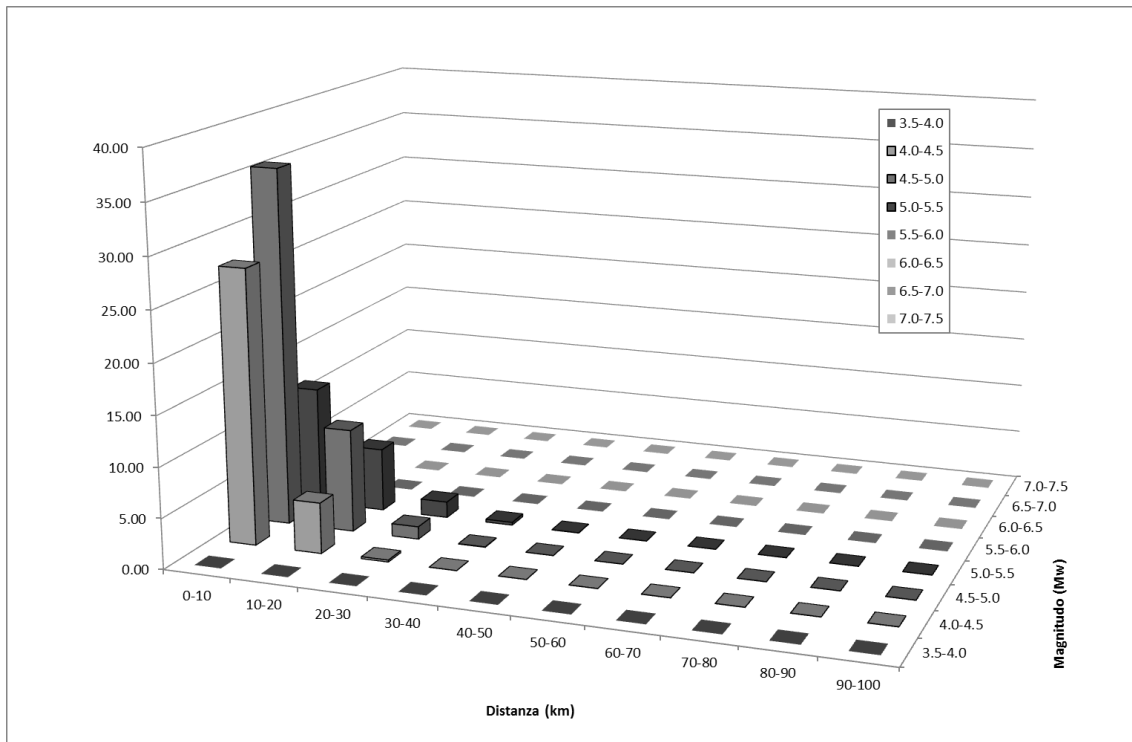


Figura 44. Deaggregazione della pericolosità per il sito di Chiomonte per la PGA e $T_r=475$ anni (INGV <http://esse1.mi.ingv.it/>).

8.2 Terremoti storici e sorgenti sismogenetiche

Oltre ai livelli di scuotimento indicati da normativa, il sito è stato indagato anche dal punto di vista della sismicità storica e delle faglie riconosciute per una scelta maggiormente consapevole dei parametri d'ingresso delle analisi. La sismicità storica è rappresentata sinteticamente in Figura 45.

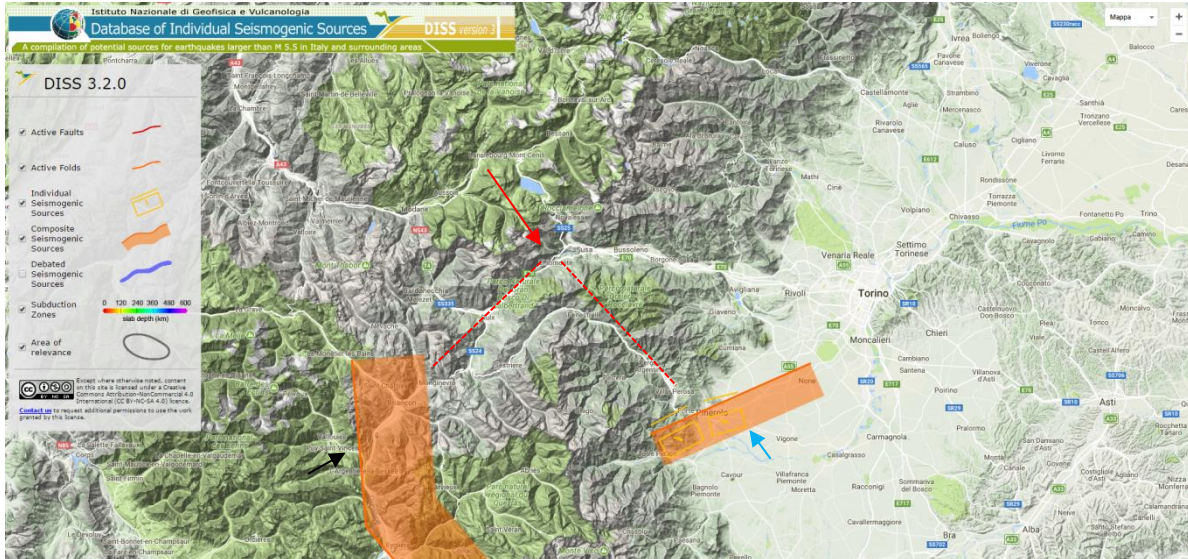


Figura 45. Sorgenti sismogenetiche composite ed individuali riconosciute nelle vicinanze del sito di Chiomonte (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>). In evidenza il sito di Chiomonte (freccia rossa), la faglia Western Piemonte ITCS023 (Freccia blu) a distanza ~35 km e la faglia Bianconnais FRC001 (freccia nera) a distanza ~25 km.

In Figura 46 sono evidenziati gli eventi nell'area d'interesse all'interno di un raggio di 50 km.

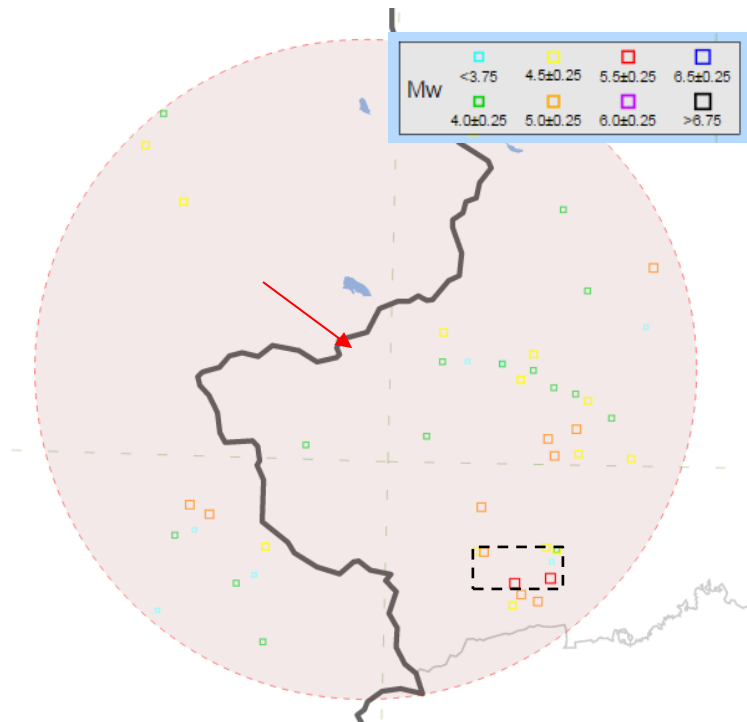


Figura 46. Terremoti storici avvenuti nell'area del progetto nel raggio di 50 km (CPTI15, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>). Sito di Chiomonte (freccia rossa); confine di stato (linea grigia).

Nel riquadro nero i due eventi di maggior magnitudo registrati nel raggio di 50 km.

Dall'analisi dei dati storici si nota come solo due eventi rilevanti siano stati registrati nelle vicinanze del sito con magnitudo circa 5.5 a distanza approssimativamente 30 km (entrambi nominati "Val Pellice" e ravvicinati temporalmente, vedi Tabella 14).

Evento	Anno	Mese	Giorno	Mw
Val Pellice	1808	04	02	5.64
Val Pellice	1808	04	16	5.34

Tabella 14 Eventi di maggior magnitudo nel raggio di 50 km

In Tabella 15 sono invece riportate le massime intensità macrosismiche percepite al sito di Chiomonte; ciò fornisce un'idea di quanto il sito del progetto sia stato interessato da eventi distruttivi nel passato. Non si evidenziano, dai dati storici, intensità macrosismiche elevate.

Intensità macrosismica al sito	Anno	Mese-giorno	Epicentral area	Io Intensità epicentrale	Mw Magnitudo
4-5	1887	02-23	Liguria occidentale	9	6.27
4	1901	03-29	Val di Susa	5	4.28
4	1969	10-09	Val di Susa	5	4.25
5	1980	01-05	Torinese	6-7	4.82
NF	1991	02-11	Briançonnais	-	4.33
NF	2000	08-21	Monferrato	6	4.94
2	2005	06-12	Val di Susa	5	3.79
NF	2005	09-08	Massif du Mont-Blanc	-	4.44

Tabella 15 Terremoti storici che hanno fatto registrare la maggior intensità macrosismica al sito di Chiomonte (lat,lon 45.119, 6.98)

Le sorgenti sismogenetiche individuate in prossimità del sito sono le sorgente composita Western Piemonte e Briançonnais (vedi Figura 45), rispettivamente a distanza 35 e 25 km. Le magnitudo massime associate a queste sorgenti sono pari a 5.7 e 5.5.

8.3 Geometria del pendio e caratterizzazione geotecnica

La cartografia della zona d'interesse è riportata in Figura 47. evidenziata in rosso la sezione considerata per l'analisi tracciata in direzione di massima pendenza fino alla sommità.

Il pendio si presenta con una pendenza media pari a 25° come mostrato nella sezione in Figura 48. Il versante è costituito da materiale incoerente attribuito nell'ambito della caratterizzazione geotecnica alla formazione UG2. Questa formazione comprende, in generale, depositi quaternari grossolani rappresentati principalmente da sabbie e in subordine ghiaie con pochi ciottoli e blocchi.

Nell'area in esame, le indagini mostrano tuttavia proprietà geotecniche di questa unità migliori che in altre parti dell'area interessata dalle opere in progetto, per cui si sono assunti parametri più simili a quelli della unità geotecnica UG3, più grossolana:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 35^\circ$$

L'unità geotecnica UG3 è presente per altro sotto la UG2 a partire indicativamente dalla quota di base del versante.

Dalle indagini disponibili non è possibile fornire con precisione il profilo del substrato roccioso nella zona del versante. Dai documenti delle fasi precedenti si evince che le fondazioni profonde non dovrebbero incontrare il substrato, che in fondo valle si trova a circa 65 m di profondità.

Il suolo è stato caratterizzato come tipo C ($V_{s,30} = 180 \div 360 \text{ m/s}$). I risultati delle analisi geofisiche mostrano una $V_{s,30}$ nell'intervallo 330-350 m/s quindi tipica di depositi incoerenti mediamente addensati di spessore superiore a 30m, al confine tra suolo di categoria B e C.

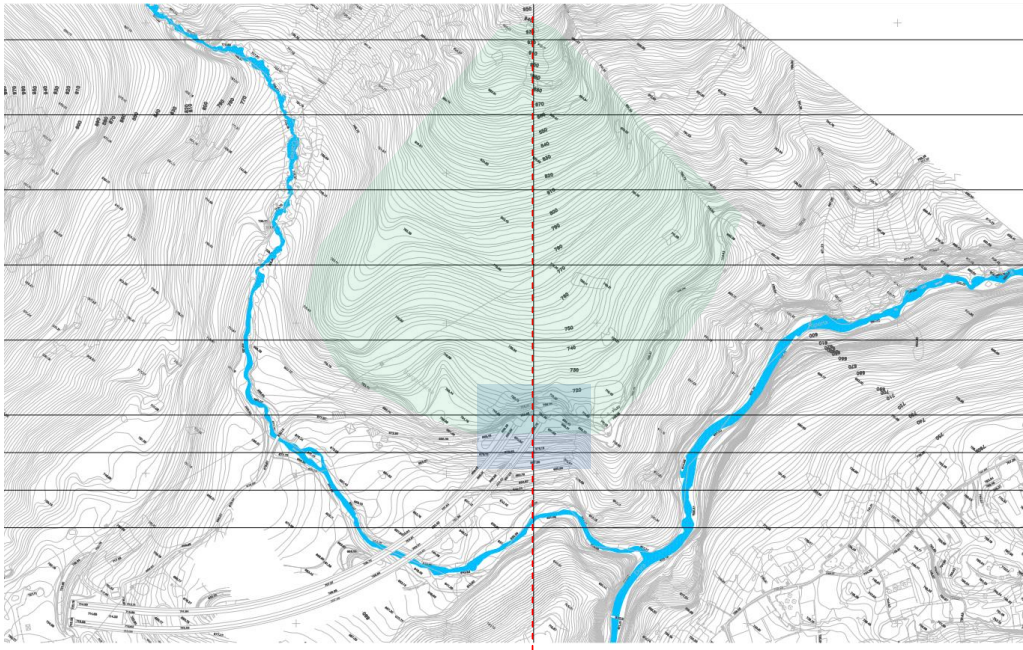


Figura 47. Planimetria del sito d'interesse. In evidenza gli imbocchi della galleria Giaglione e la sezione di massima pendenza del versante (in rosso)

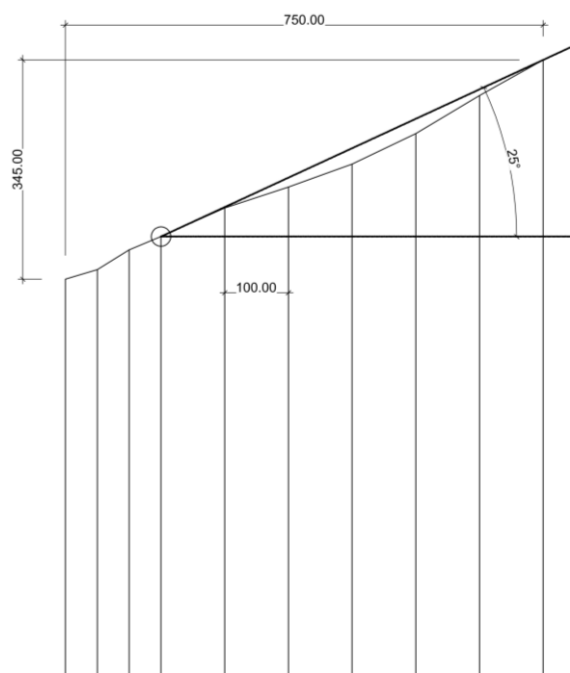


Figura 48. Sezione del pendio in corrispondenza degli imbocchi della galleria Giaglione in direzione di massima pendenza

8.4 Analisi con i metodi agli spostamenti e risultati

L'analisi con il metodo agli spostamenti è stata effettuata con due modalità. La prima modalità utilizza approcci in forma chiusa ricavabili da letteratura che restituiscono lo spostamento permanente finale in funzione vari parametri di scuotimento.

I parametri principali d'ingresso sono magnitudo dell'evento, PGA e k_y , accelerazione critica del pendio, cui, secondo l'approccio si aggiunge PGV, intensità di Arias (I) etc.

Il secondo approccio consiste nell'applicazione del metodo di Newmark, per cui sono stati selezionati accelerogrammi naturali (tramite intervallo di magnitudo e PGA), permette di calcolare lo spostamento permanente di un blocco rigido.

Il parametro k_y o accelerazione di snervamento del pendio è stato ottenuto secondo l'approccio di pendio infinito, solo in funzione dell'angolo di attrito e dell'inclinazione del pendio, come

$$k_y = \text{sen}(\phi - \beta) = \text{sen}(35 - 25 - 5) = 0.17$$

8.5 Conclusioni

Gli spostamenti permeanti del versante ottenuti dalle analisi effettuate sono dell'ordine di $1.0 \div 2.0$ cm (Tabella 16). I risultati degli approcci in forma chiusa sono coerenti con quelli ottenuti dal metodo di Newmark.

Approccio	k_y (-)	PGA (g)	PGV (cm/s)	Ia (m/s)	M (-)	D (cm)
Rathje & Saygili (2009)	0.17	0.31	-	-	-	0.7
Rathje & Saygili (2008)	0.17	0.31	-	-	5.7	0.7
Rathje & Saygili (2008)	0.17	0.31	20	-	-	1.2
Jibson (2007)	0.17	0.31	20	2	-	0.5
Jibson (2007)	0.17	0.31	-	-	5.7	1.2
Ambraesys and Menu(1988)	0.17	0.31	-	2	-	2.0

Tabella 16 Risultati dei metodi in forma chiusa

Gli spostamenti così contenuti sono dovuti principalmente alla pendenza relativamente blanda del pendio e dall'angolo di attrito assegnato al materiale del pendio.

In Figura 49 e Figura 50 è riportata la variabilità dello spostamento permanente in funzione dei parametri k_y e PGA.

In Figura 51 sono riportati invece gli spostamenti in funzione del tempo ottenuti con il metodo di Nemark.

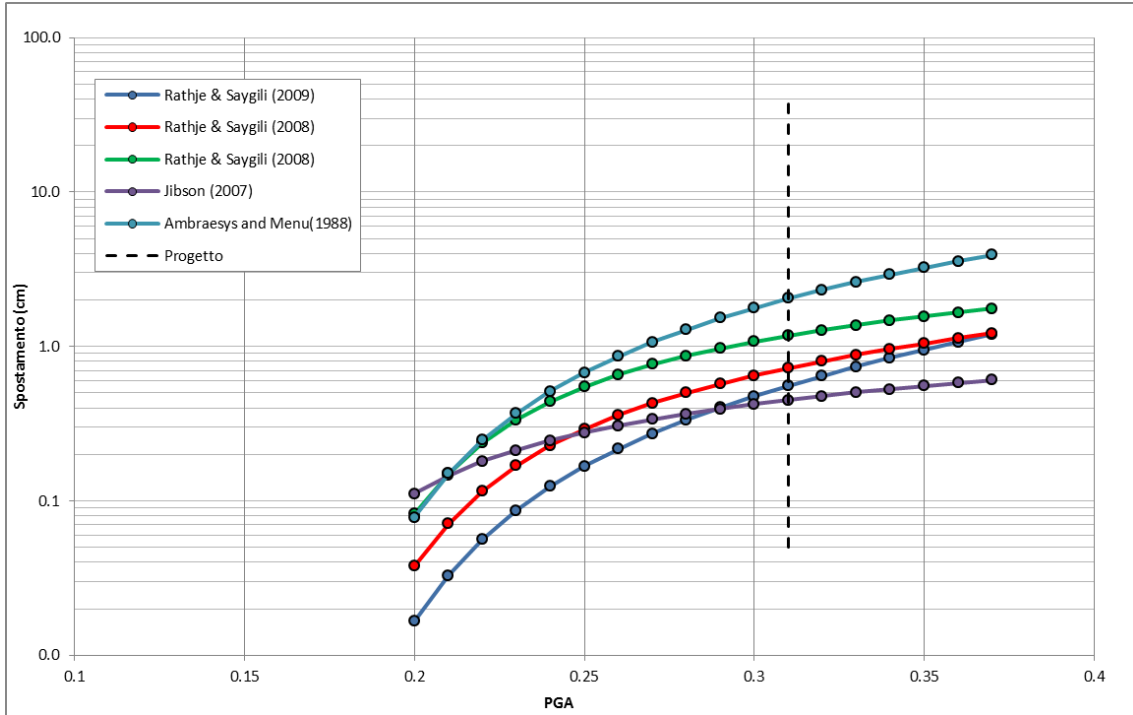


Figura 49. Spostamento permanente del versante vs PGA - Risultati dei metodi informa chiusa

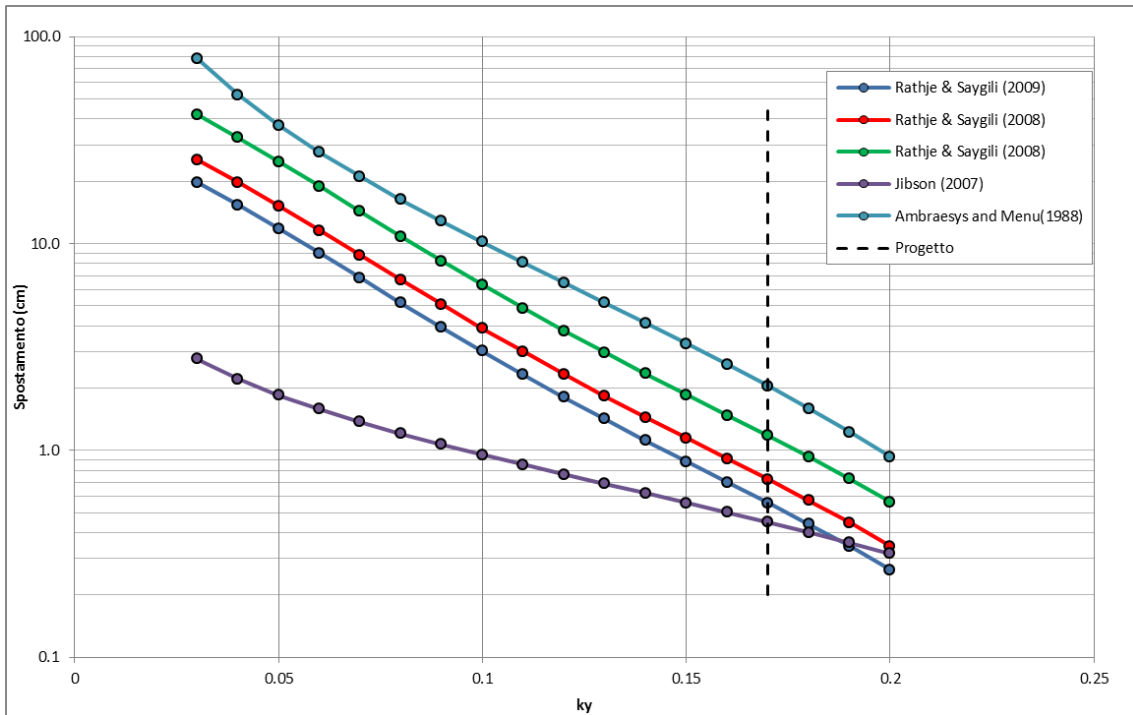


Figura 50. Spostamento permanente del versante vs ky - Risultati dei metodi in forma chiusa

Rigid-Block Displacement versus Time

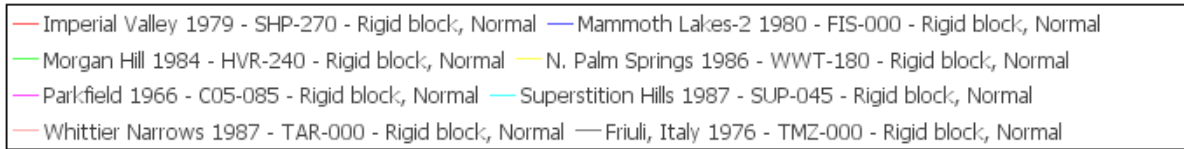
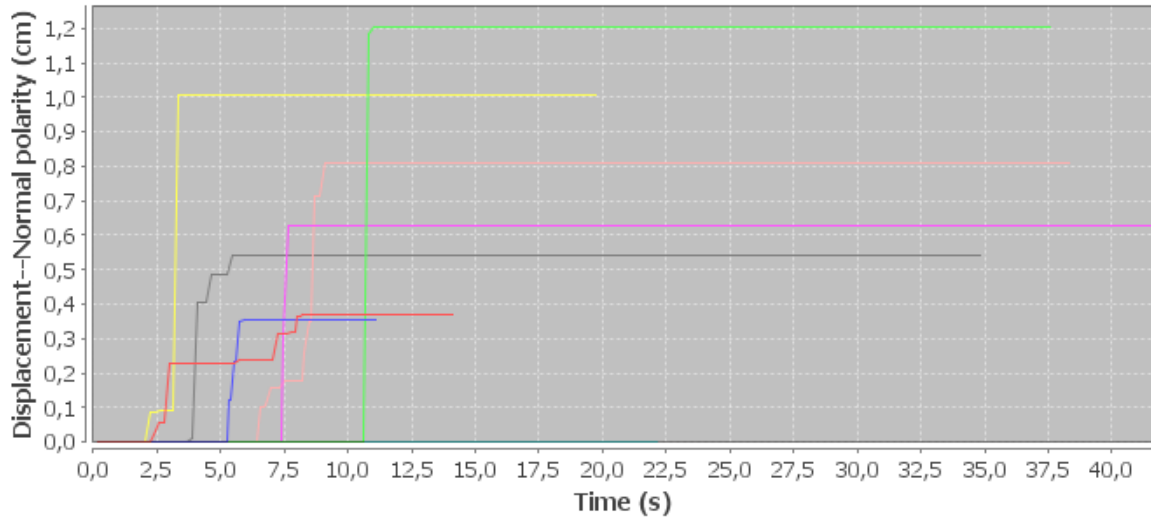


Figura 51. Risultati del metodo di Newmark - Spostamento permanente.

Earthquake	Record	Moment magnitude	Arias intensity	Duration 5-95% (s)	Peak acceleration	Peak velocity	Mean period (s)	Epical distance	Focal distance	Rupture distance	Vs30 (m/s)
Friuli, Italy 1976	TMZ-000	6.5	0.78	4.2	0.351	21.8	0.4	20.2	20.9	15.8	425
Imperial Valley 1979	SHP-270	6.5	2.73	7.5	0.506	31	0.34	12.4	15.9	9.6	339
Mammoth Lakes-2 1980	FIS-000	5.9	1.02	4.0	0.395	14.3	0.24	12	18.5	-	339
Morgan Hill 1984	HVR-240	6.2	0.86	10.6	0.312	39.4	0.62	3.9	9.4	3.5	282
N. Palm Springs 1986	WWT-180	6.1	1.76	5.4	0.492	34.7	0.35	4.2	11.8	6	345
Parkfield 1966	C05-085	6.2	0.85	6.4	0.442	24.6	0.44	32.6	34.1	9.6	290
Superstition Hills 1987	SUP-045	6.5	3.70	12.3	0.682	32.5	0.33	7.5	11.7	5.6	362
Whittier Narrows 1987	TAR-000	6	1.95	6.5	0.449	20.1	0.32	43.5	45.9	41.2	257

Tabella 17 Accelerogrammi considerati per l'analisi Newmark

Nell'analisi sin qui presentata non è assunta una superficie di scivolamento specifica, ma viene considerata l'ipotesi di pendio infinito.

Per superare questa limitazione e studiare condizioni più aderenti alla reale conformazione (anche locale) del pendio, sono state condotte analisi di stabilità del versante, modellato con l'effettiva geometria risultante dai rilievi topografici disponibili, mediante un metodo pseudostatico all'equilibrio limite implementato col codice di calcolo TalRen.

Le analisi hanno considerato:

- superfici di scivolamento passanti sotto la base del pozzo della fondazione P6 esistente;
- superfici di scivolamento che interessano la parte di versante immediatamente a monte della fondazione P6 esistente;
- superfici di scivolamento che interessano la parte di versante immediatamente a valle della fondazione P6 esistente.

Per valutare gli spostamenti accumulati legati a ciascuna condizione, si è fatto variare, nelle analisi suddette, il valore di k_y fino a trovare quello corrispondente a condizioni di instabilità incipiente ($FS \cong 1.0$); quindi sono stati valutati i valori di spostamento accumulato corrispondenti al k_y così individuato per ogni condizione analizzata.

Le analisi sono state condotte assegnando al terreno i valori caratteristici dei parametri geotecnici di interesse (peso di volume e angolo di resistenza a taglio; la coesione intercetta è stata assunta nulla).

Nelle figure seguenti sono rappresentati graficamente i risultati delle analisi suddette.

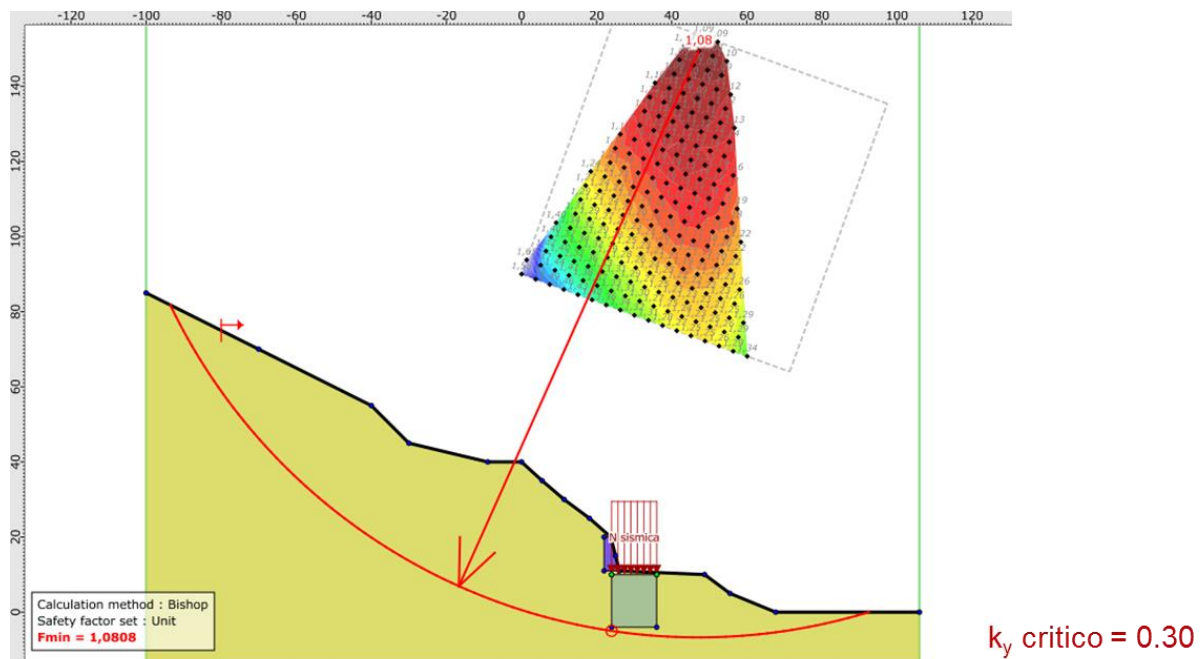


Figura 52 – An. Stabilità sismiche – Superfici di scivolamento passanti sotto la base del pozzo P6 – K_y “critico” e FS corrispondente

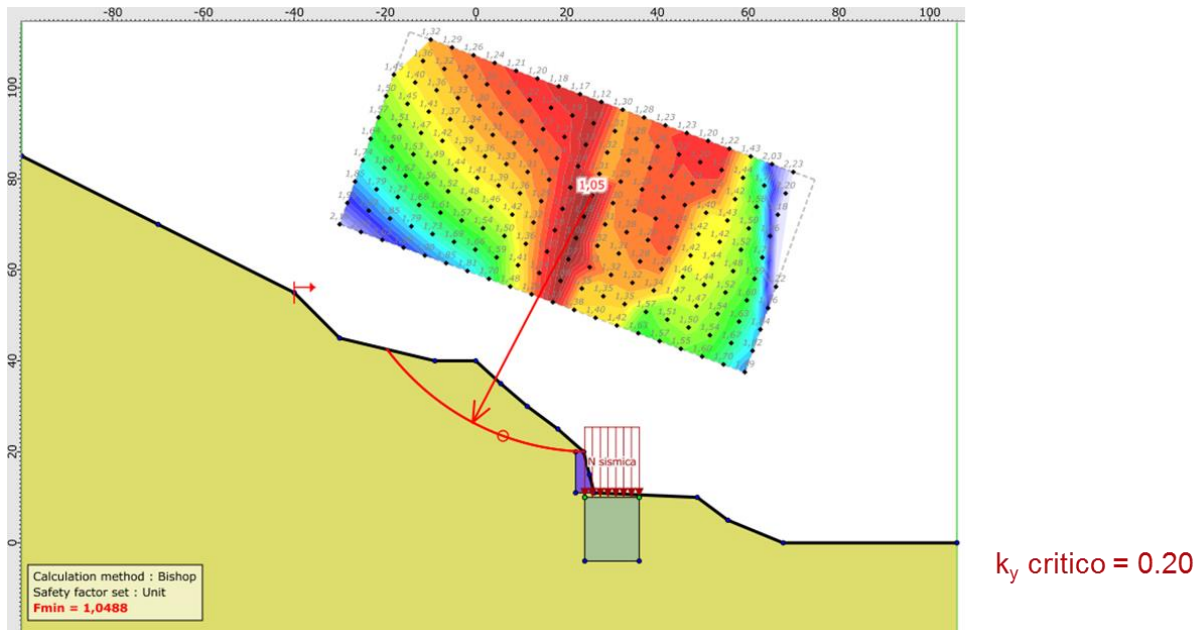


Figura 53 – An. Stabilità sismiche – Superfici di scivolamento passanti a monte della fondazione P6 – K_y “critico” e FS corrispondente

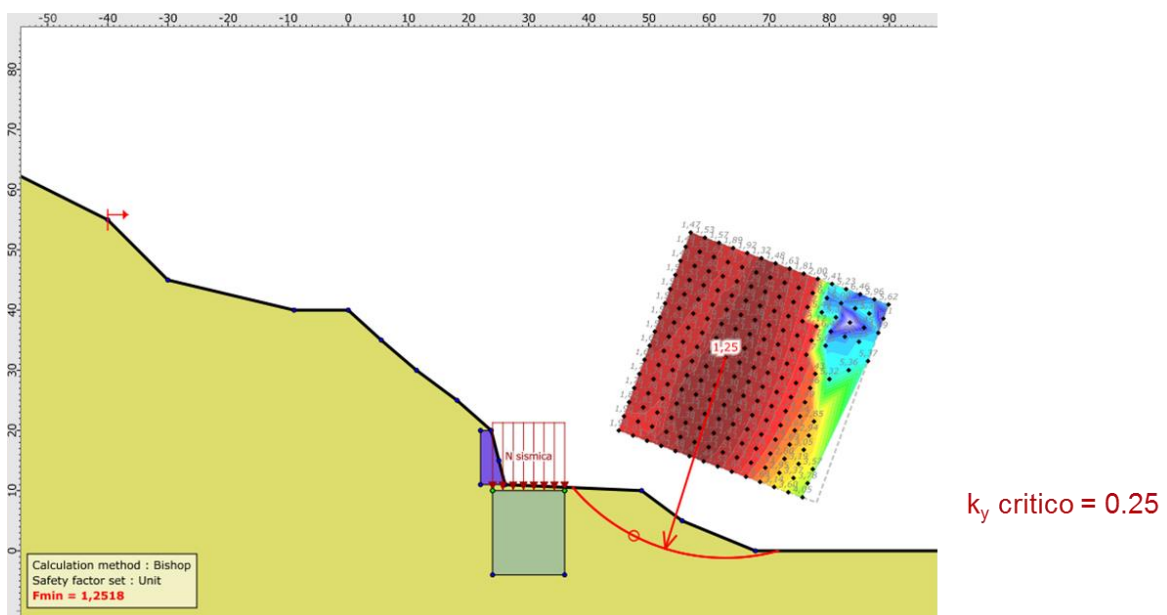


Figura 54 – An. Stabilità sismiche – Superfici di scivolamento passanti a valle della fondazione P6 – K_y “critico” e FS corrispondente

Le analisi con superfici di scivolamento passanti sotto la base del pozzo di fondazione P6 e con superfici di scivolamento limitate alla parte di versante a monte della fondazione stessa hanno fornito rispettivamente i seguenti valori di k_y :

$$k_y = 0.30 \quad FS = 1.08$$

$$k_y = 0.20 \quad FS = 1.05$$

Tornando a osservare la Figura 50, si vede come a questi valori di k_y corrispondano (per qualsiasi formula si decida di adottare fra quelle utilizzate) valori di spostamento inferiori al centimetro.

L'analisi relativa a superfici di scivolamento che interessano la parte di versante a valle della fondazione P6 esistente è stata interrotta a $k_y = 0.25$ corrispondente a $FS = 1.25$ perché è evidente che per raggiungere $FS = 1.0$ si sarebbe dovuto incrementare k_y fino a valori largamente superiori, mentre il valore $k_y = 0.25$ già corrisponde a spostamenti cumulati tendenzialmente nulli.

Nell'eventualità di un sisma di progetto, quindi, gli spostamenti calcolati del versante interessato dalle fondazioni sono inferiori a 1 cm, con un impatto sulle strutture esistenti e in progetto tendenzialmente trascurabile.

Per completezza si è condotta anche un'analisi del pendio in condizioni statiche, fattorizzando questa volta i parametri geotecnici del terreno in accordo alle indicazioni della normativa vigente; l'analisi ha fornito un valore del fattore di sicurezza:

$FS = 1.58 > 1.1 = FS$ minimo richiesto da NTC2008

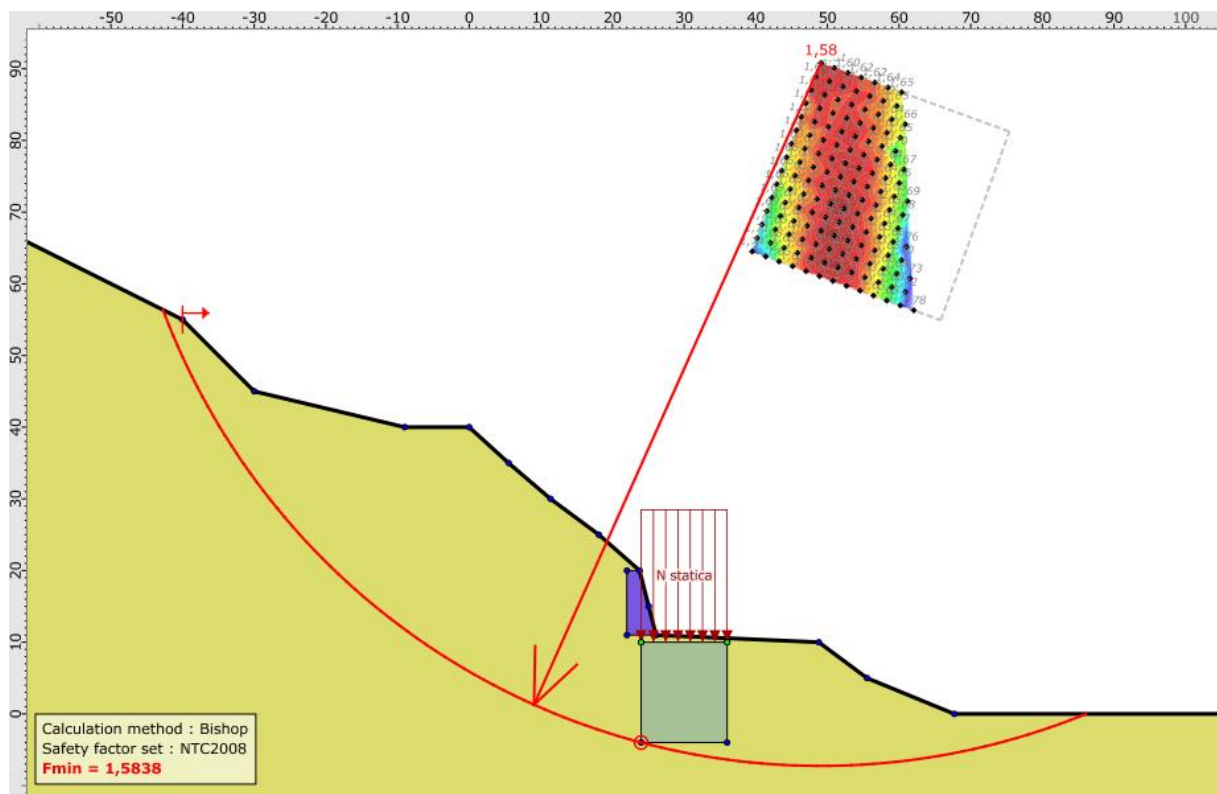


Figura 55 – An. di stabilità del versante in condizioni statiche

9. CAPACITA' PORTANTE DEI PALI DI FONDAZIONE

Sia per le fondazioni delle pile dello svincolo che per quella dello scatolare entro il quale passerà la strada di collegamento per Giaglione (a monte della deponia del materiale di smarino delle gallerie TAV), il progetto prevede cortine di pali di diametro $D = 800$ mm disposti a interasse $i = 1000$ mm, collegati in testa da plinti (per le pile dei viadotti di svincoli) o cordoli (scatolare).

9.1 Criteri di calcolo della capacità portante

Non essendo stati rilevati livelli di terreno prettamente fine, i criteri adottati per il calcolo della capacità portante sono riferiti solo a terreni granulari.

Data la particolare configurazione delle opere di fondazione, costituite da pali, ma disposti a interasse tanto ridotto da formare di fatto dei setti in cemento armato, si è proceduto come segue.

Il calcolo è stato condotto separatamente secondo i criteri tipici per una fondazione diretta ma approfondita, tenendo conto cioè sia di portata di base che di portata laterale, e secondo i criteri di un palo singolo, con gli accorgimenti specificati nel seguito per tenere conto della geometria delle opere di fondazione.

Sono state così definite curve di capacità portante sia per i “setti” che per i pali singoli, in corrispondenza di ogni fondazione.

La lunghezza di progetto dei pali è stata definita confrontando i carichi di progetto (riportati nelle relazioni di calcolo strutturale di ciascuna opera) con le suddette curve di capacità portante e assumendo il valore di lunghezza massimo fra quelli risultanti rispettivamente dalla curva del palo singolo e da quella del “setto” equivalente, per ogni fondazione.

Ciò rispecchia lo spirito dell'Eurocodice 7 per le palificate, secondo cui la portata di una fondazione profonda può essere calcolata come la minima fra quella del “blocco” che involuppa la superficie esterna del gruppo di pali e quella del palo singolo –moltiplicata per il numero di pali costituente la palificata.

Nel caso presente, tuttavia, si è cautelativamente confrontato il carico massimo agente sul palo singolo con la capacità portante dello stesso palo singolo (con i distinguo esposti nel seguito) e con quella dell'elemento di setto equivalente di lunghezza unitaria.

9.1.1 Portata di base

La portata di base è stata calcolata, sia per i pali singoli che per i setti equivalenti, come:

$$Q_b = q_b \cdot A_b$$

Con

q_b = portata unitaria di base

A_b = area di base del palo singolo (A_p) o dell'elemento di setto di lunghezza unitaria ($A_{b\text{ eq}}$)

Per pali di diametro $D=800$ mm a interasse $i = 1000$ mm, si ha:

$$A_p = \pi \cdot D^2 / 4 = 0.503 \text{ m}^2$$

$$A_{b\text{ eq}} = D \cdot L_{\text{unitaria}} = 0.8 \text{ m}^2$$

La portata di base q_b è stata calcolata in entrambi i casi come:

$$q_b = N_q \cdot \sigma'_v$$

essendo σ'_v la tensione verticale efficace alla profondità della base dei pali e N_q un fattore di capacità portante legato all'angolo di resistenza a taglio del terreno.

Nel caso del setto equivalente, la formula indicata non è altro che la classica formula di Brinch-Hansen per terreni granulari ($c = 0$), nella quale inoltre si trascuri il contributo legato al fattore N_γ , e può essere espresso come (Meyerhof):

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \cdot \tan^2 (\pi/4 + \varphi/2)$$

La stessa espressione del fattore N_q (e quindi lo stesso valore, a parità di angolo di resistenza a taglio) è stata assunta nel calcolo della capacità portante di base del palo singolo, per tenere conto del fatto che la disposizione estremamente ravvicinata dei pali e quindi l'influenza reciproca fra gli stessi non consente la formazione di un meccanismo di collasso tridimensionale come quello di un palo isolato, bensì si avrà un meccanismo analogo a quello di una fondazione diretta.

Tuttavia, l'espressione della capacità portante sopra indicata porterebbe a un portata di base costantemente crescente con la profondità, mentre è noto che nella realtà si raggiungono valori asintotici. La portata di base è stata quindi limitata secondo le indicazioni di Gwizdala (1984, doc. rif. [15]):

	q_{\max} [MPa]
Ghiaie	7.5
Sabbie	5.8
Limi	4.3

Nei calcoli, in particolare, si è assunto $q_{\max} = 5.8$ MPa per le unità UG1, UG2 e UG3 e $q_{\max} = 4.3$ MPa per l'unità UG4 (la UG5 non è raggiunta dalla base dei pali).

9.1.2 Portata laterale

La portata laterale è stata calcolata come integrale, lungo la superficie laterale dell'elemento di fondazione considerato, dello sforzo di taglio limite τ_s sulla superficie stessa; quest'ultimo è espresso come:

$$\tau_s = K \cdot \sigma'_v \cdot \tan \delta$$

In cui

δ = angolo di attrito all'interfaccia palo-terreno; si è assunto $\delta = \varphi'$

$$K = \sigma'_h / \sigma'_v$$

con σ'_h = sforzo efficace orizzontale.

Il coefficiente K tiene conto delle modalità esecutive dei pali di fondazione; considerando nel caso in esame pali trivellati con tubo camicia (tenendo conto della granulometria dei terreni), si ha:

$$K = 0.67 \cdot K_0$$

Con

$$K_0 = 1 - \sin \varphi' = \text{coefficiente di spinta a riposo del terreno}$$

da Nel caso del palo singolo, l'integrale è esteso alla superficie laterale del palo stesso, data

$$A_s = \pi \cdot D \cdot L_{\text{palo}}$$

mentre nel caso dell'elemento unitario di setto equivalente, è stato considerato:

$$A_{s \text{ equivalente}} = 2 \cdot D \cdot L_{\text{palo}}$$

A tutto quanto esposto fanno eccezione le fondazioni delle spalle dello svincolo in progetto, per le quali sono previste palificate "tradizionali" con pali di diametro $D = 800\text{mm}$, disposti su più file e a interasse pari a 3 volte il diametro.

Per questi, la formulazione rimane la stessa esposta, adottando tuttavia per il fattore di capacità portante di base N_q il valore di N_q^* ricavato dall'abaco di Berezantsev (Figura 56), con le stesse limitazioni esposte in precedenza.

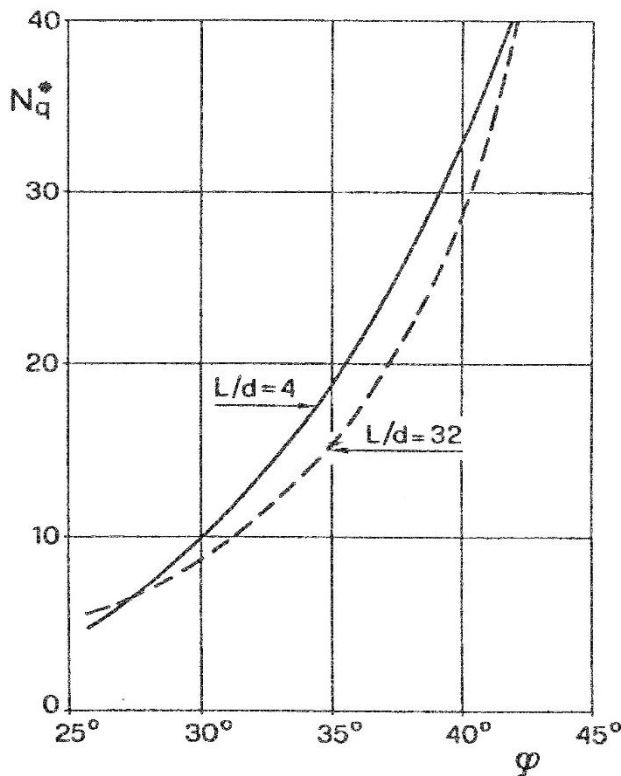


Figura 56 – Fattore N_q^* secondo Berezantsev

9.1.3 Curve di capacità portante

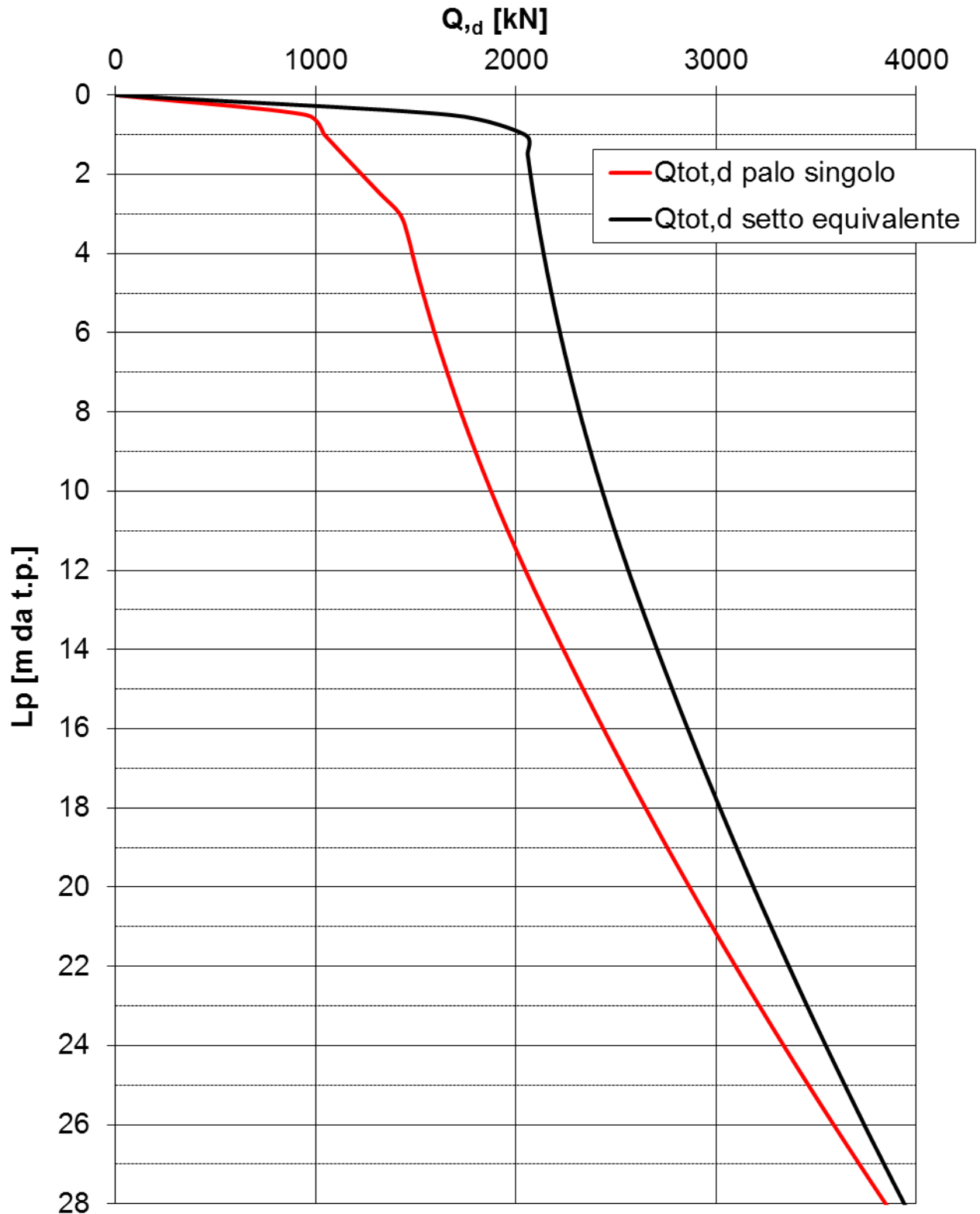
Nelle seguenti figure si riportano le curve di capacità portante ottenute sia per il palo singolo che per i setti equivalenti, secondo i criteri sopra descritti, per le palificate di fondazione di ciascuna pila e spalla.

Le curve riportate sono relative all'Approccio 2 previsto dalla Normativa vigente, corrispondente alla combinazione di fattori di sicurezza:

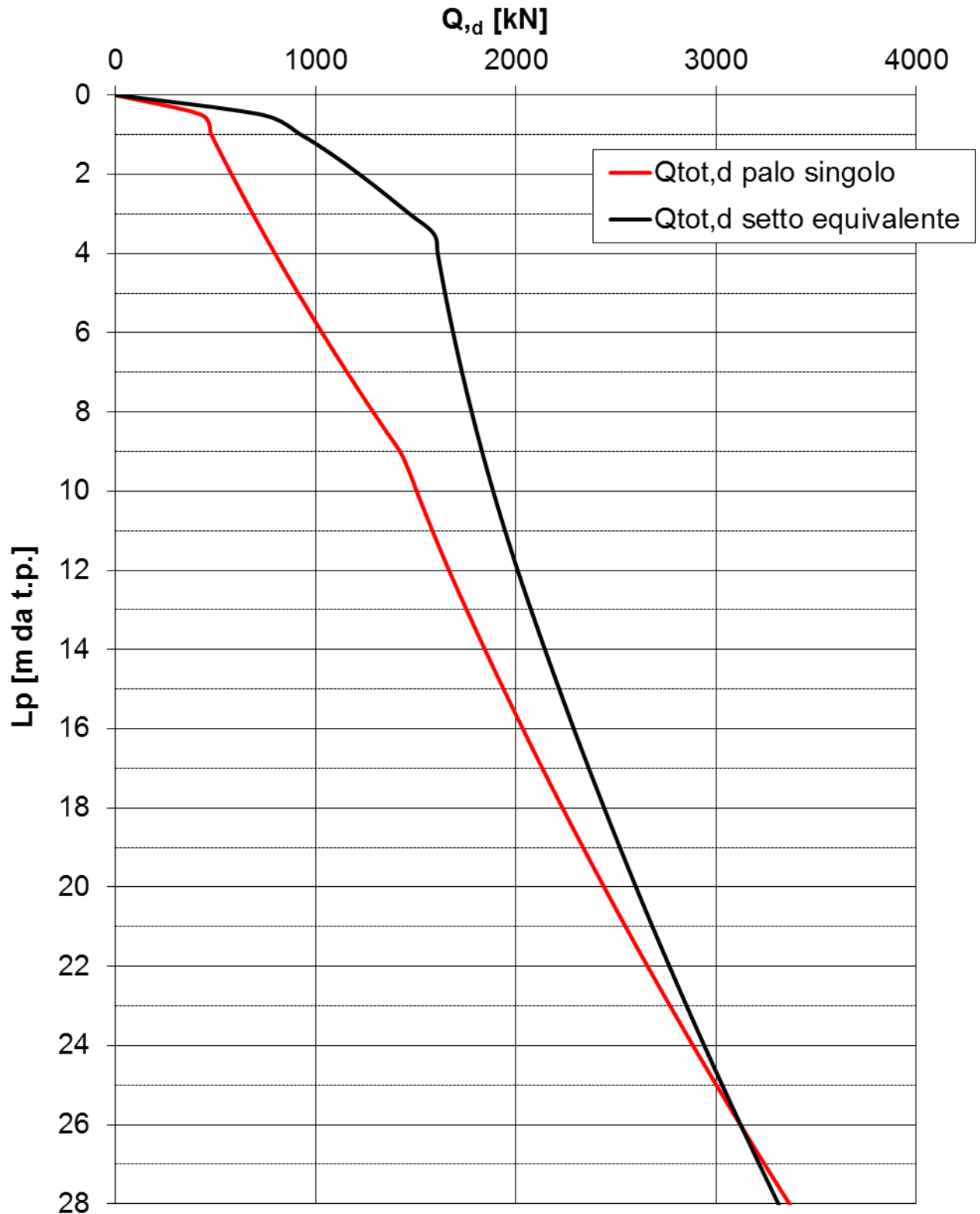
$$A1 + M1 + R3$$

Per cui le portate che se ne ricavano possono essere confrontate direttamente coi carichi SLU fattorizzati secondo i coefficienti di normativa.

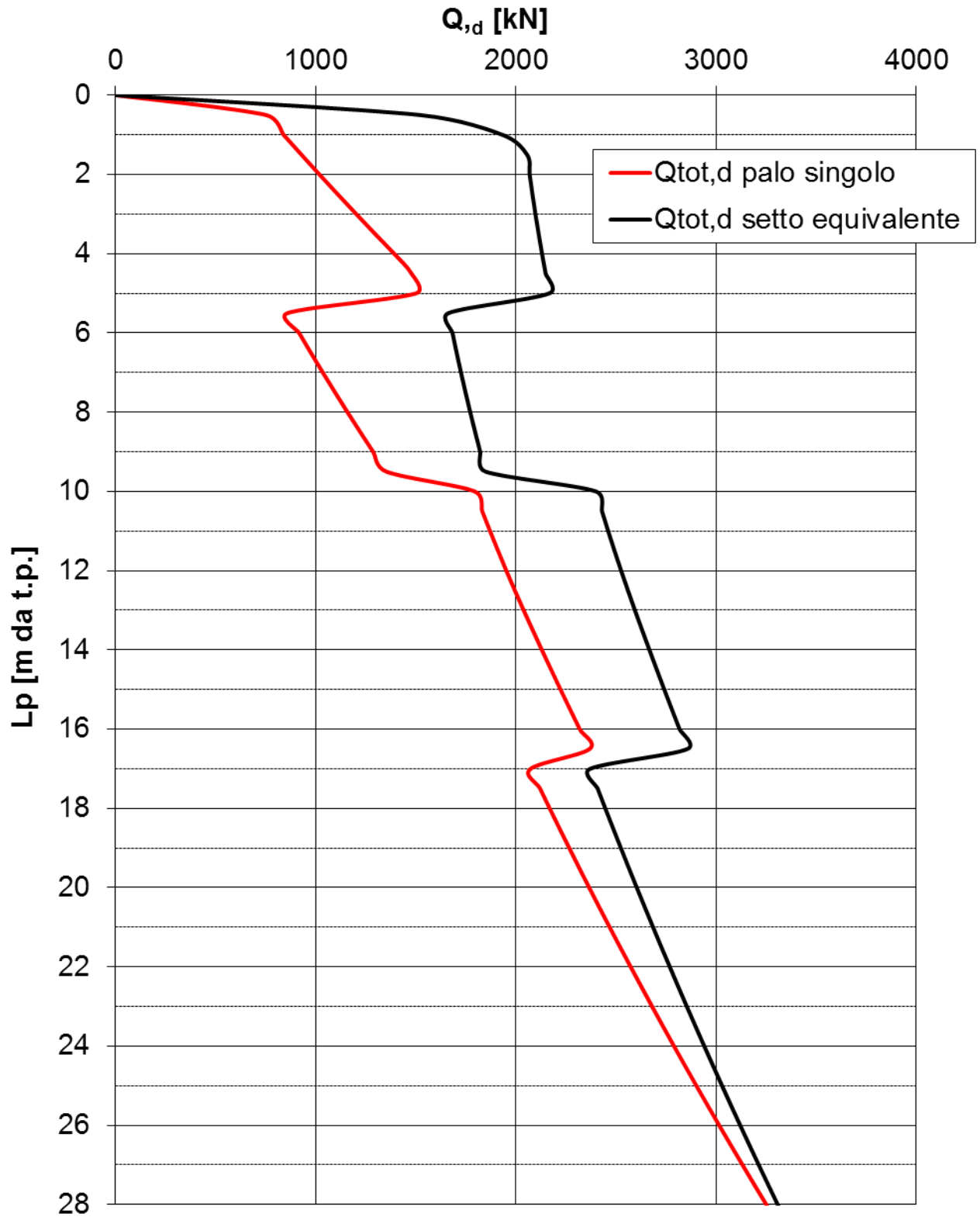
UP1 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



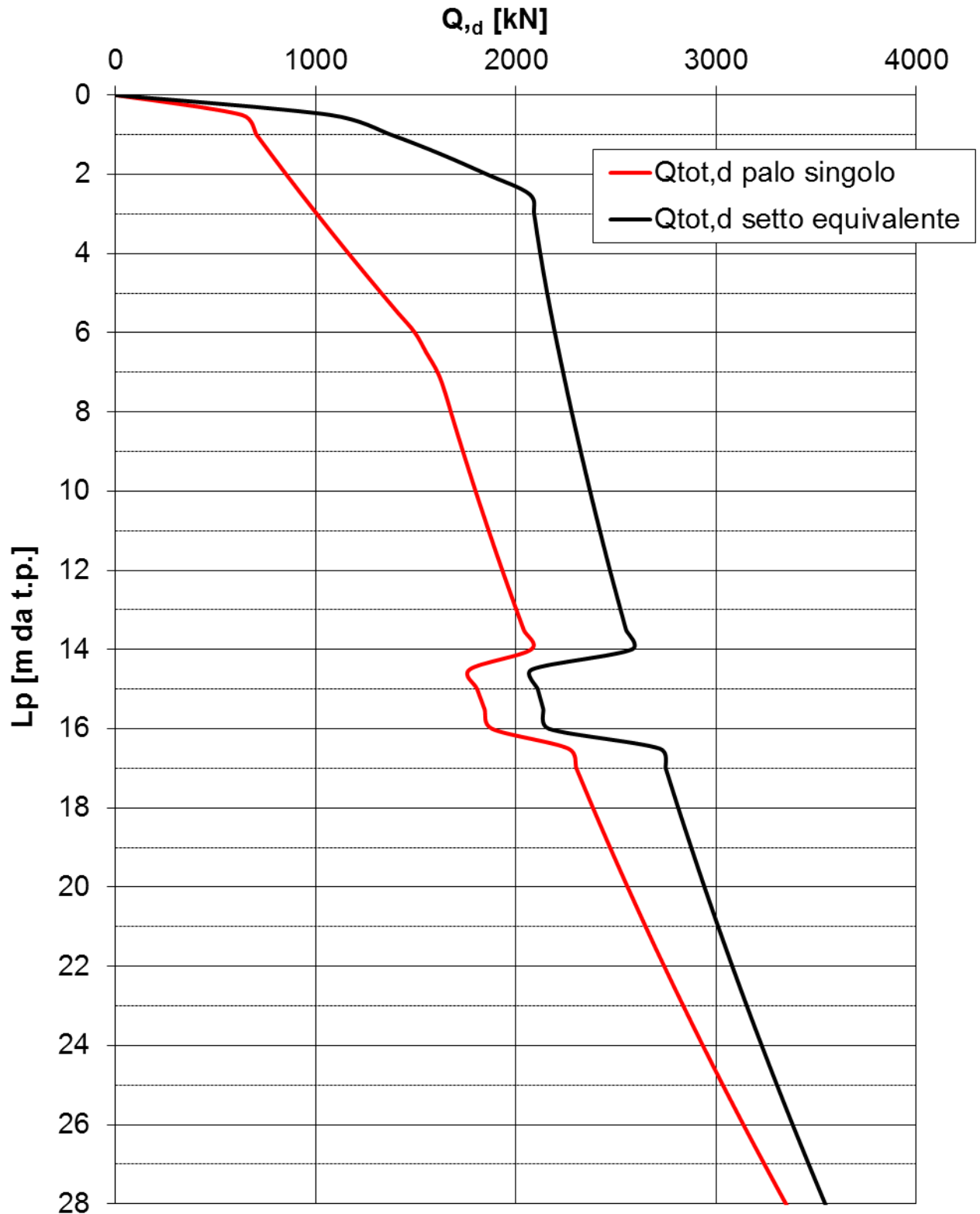
UP2 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



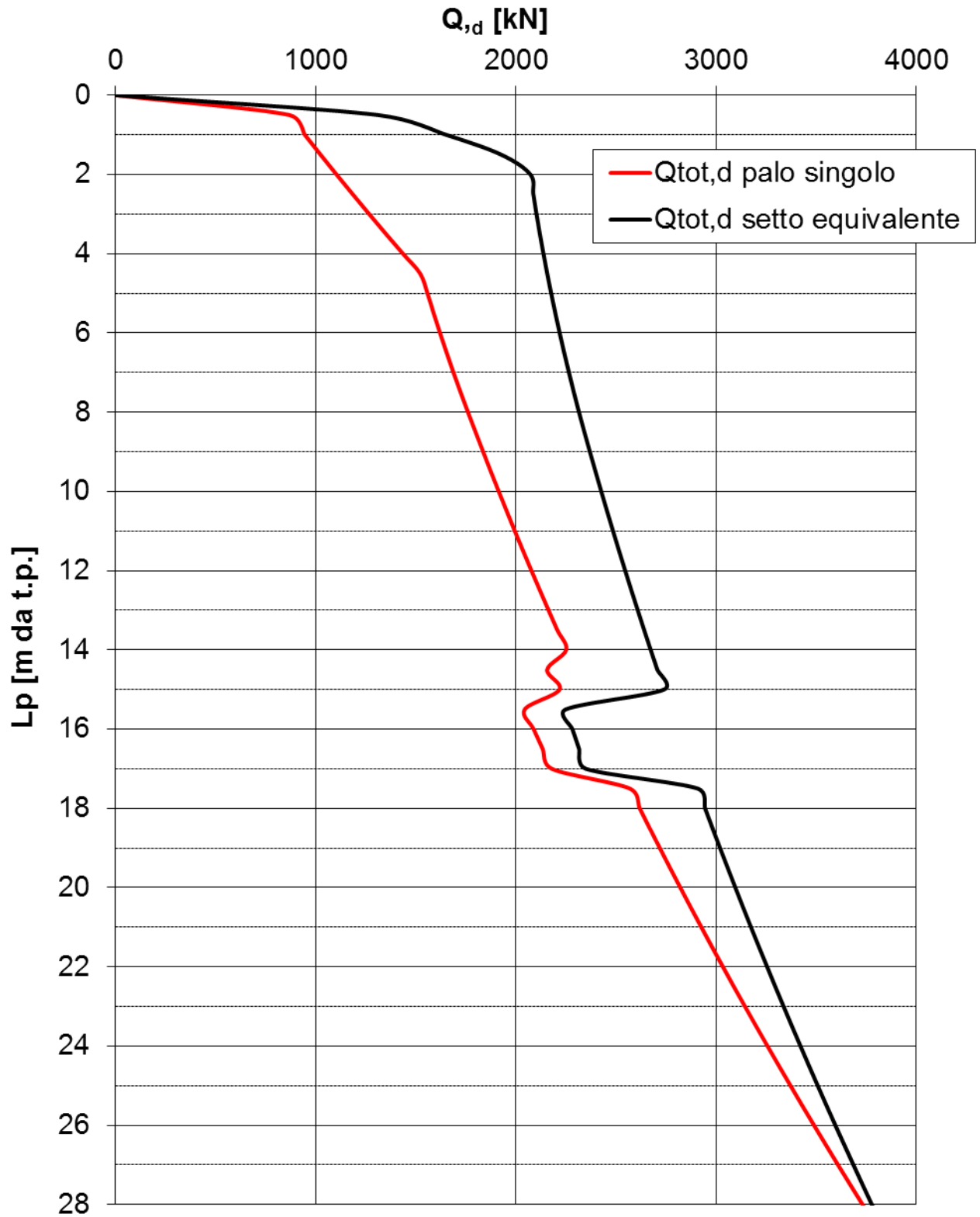
UP3 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



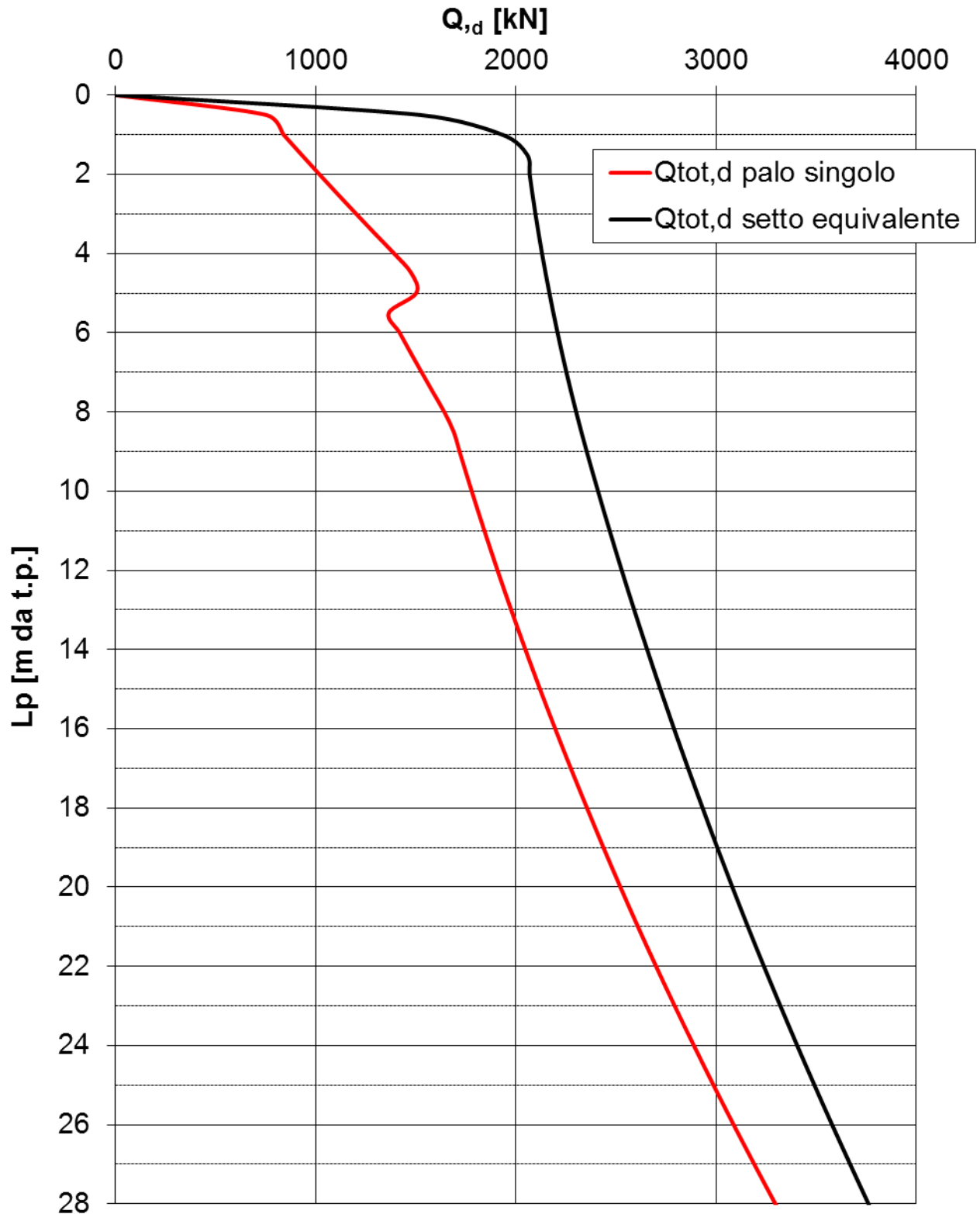
UP4 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



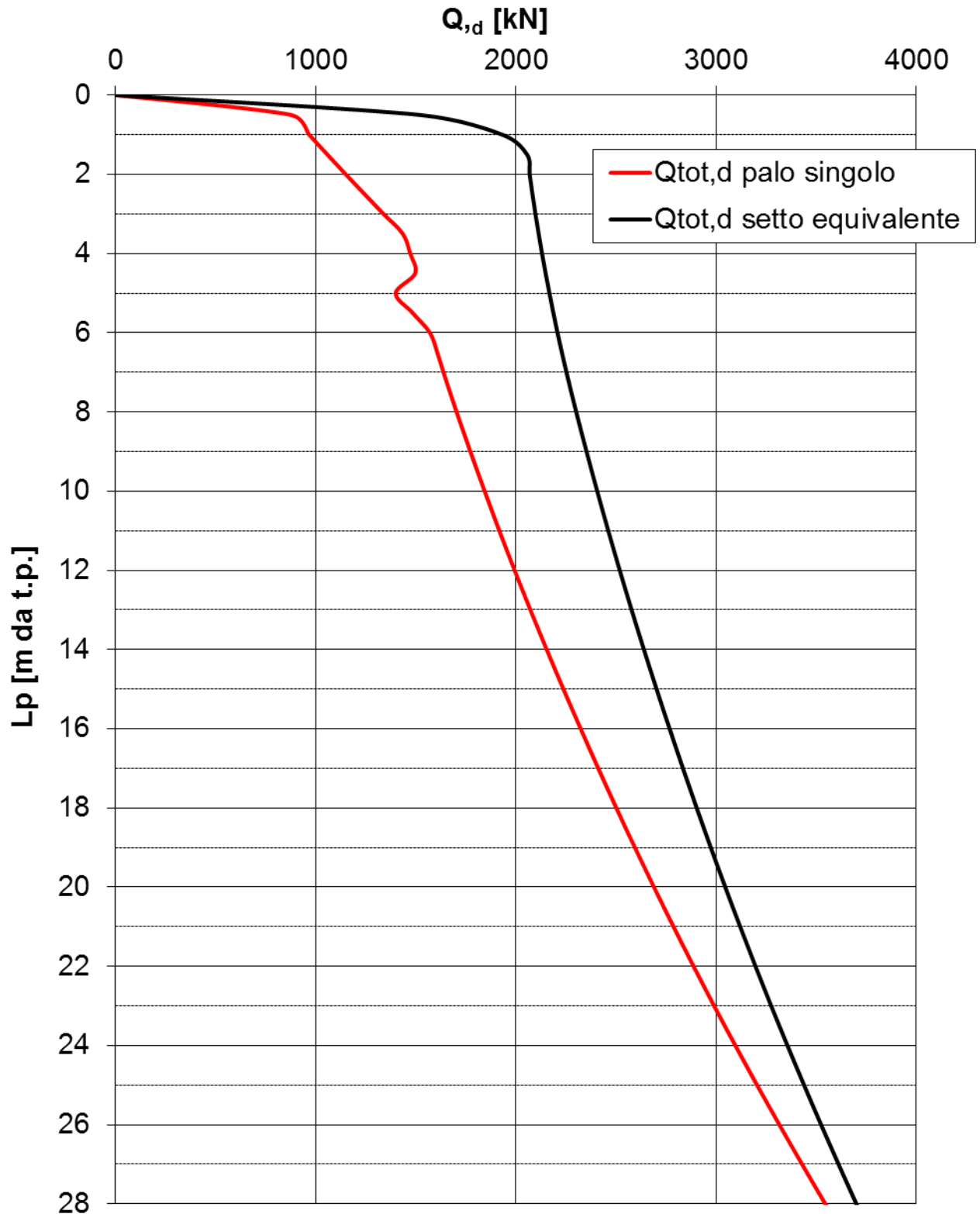
UP5 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



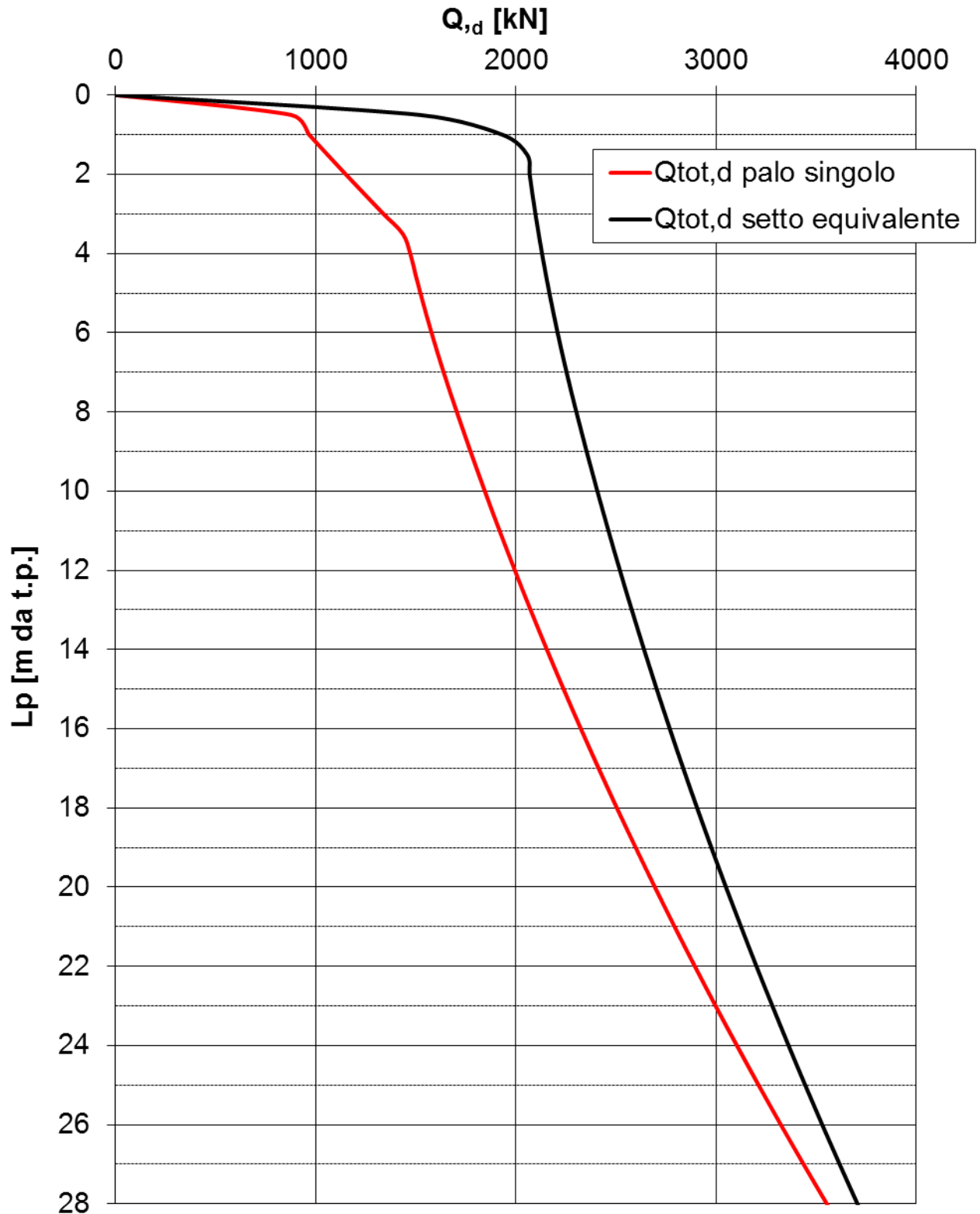
UP6 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



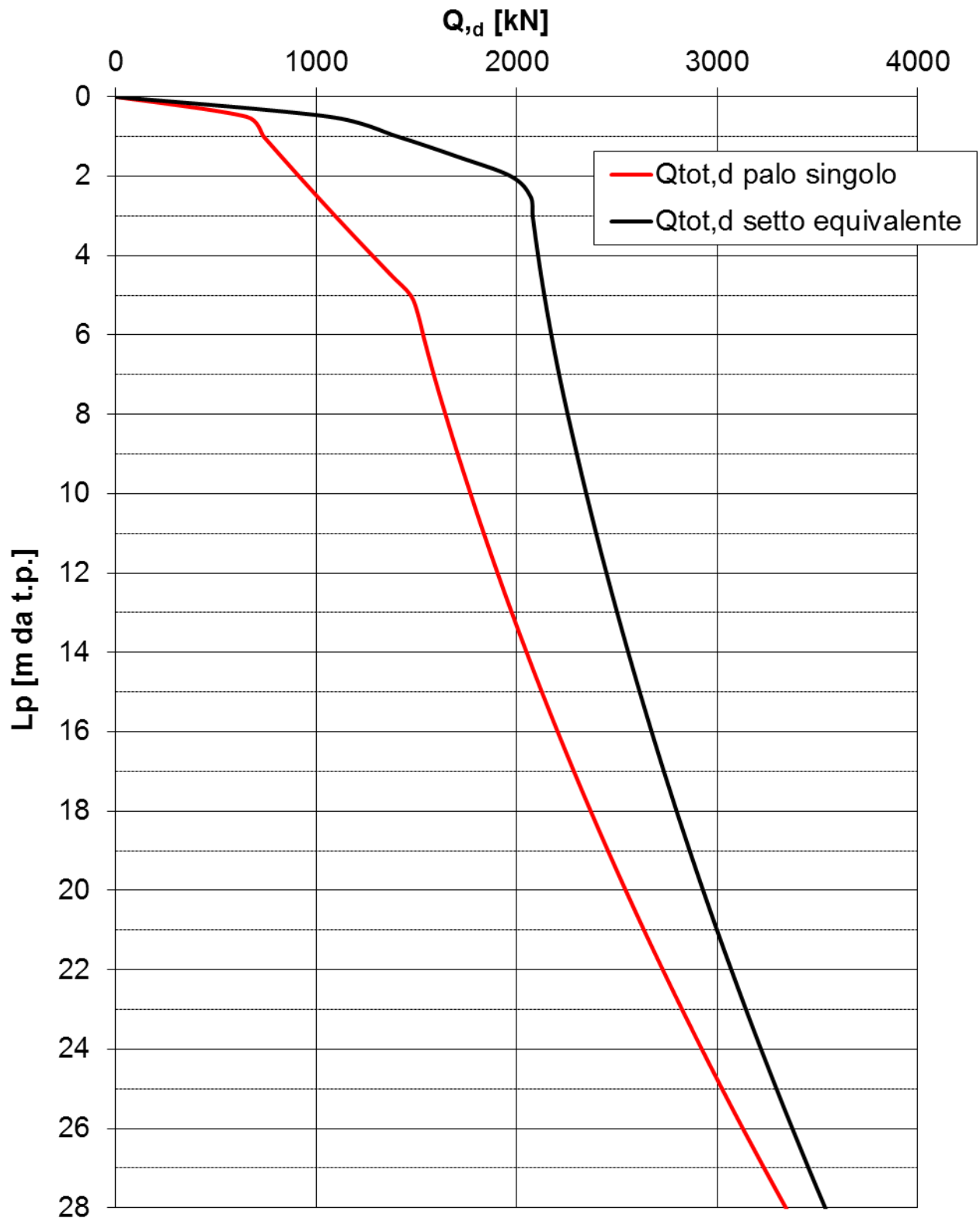
UP7 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



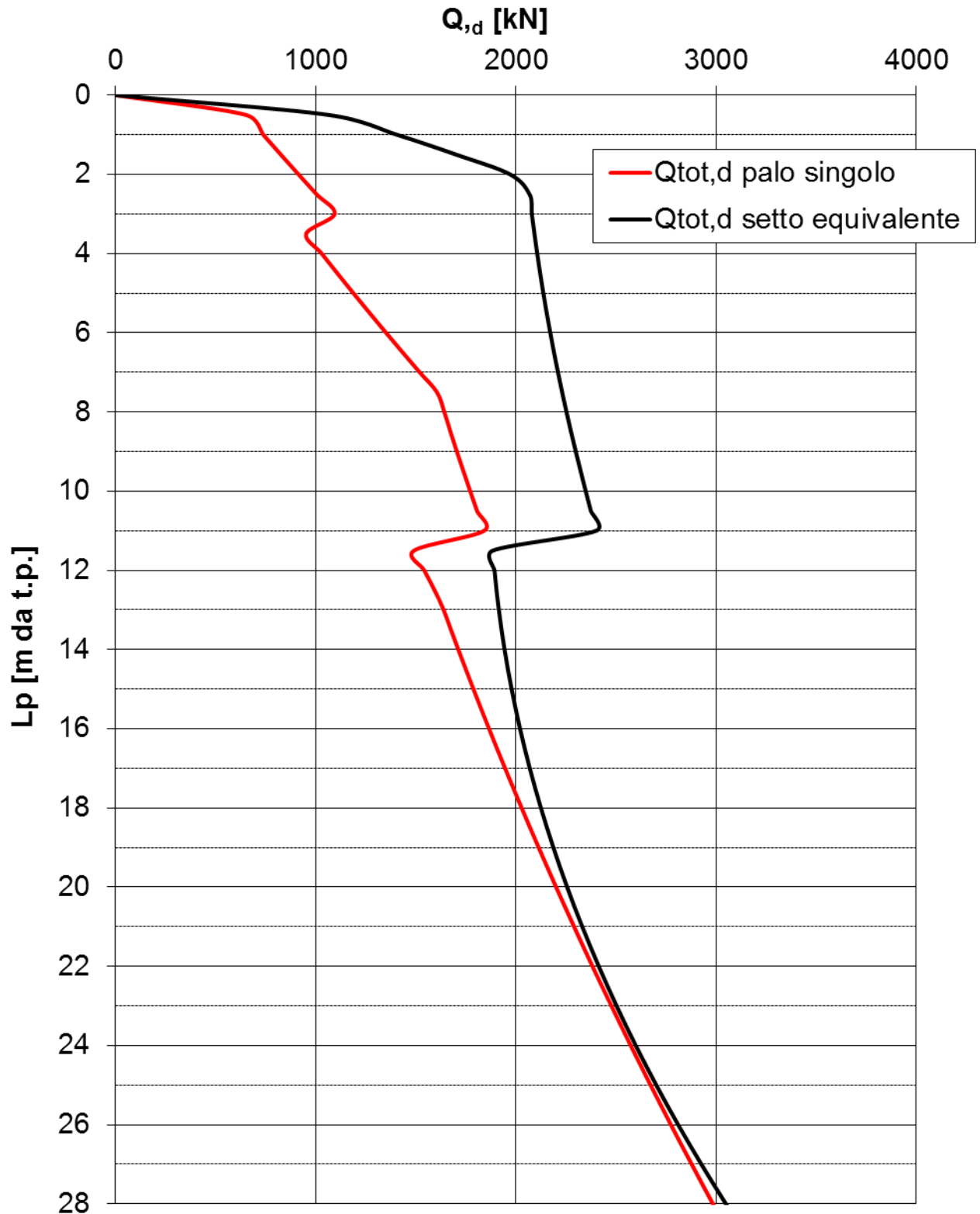
UP8 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



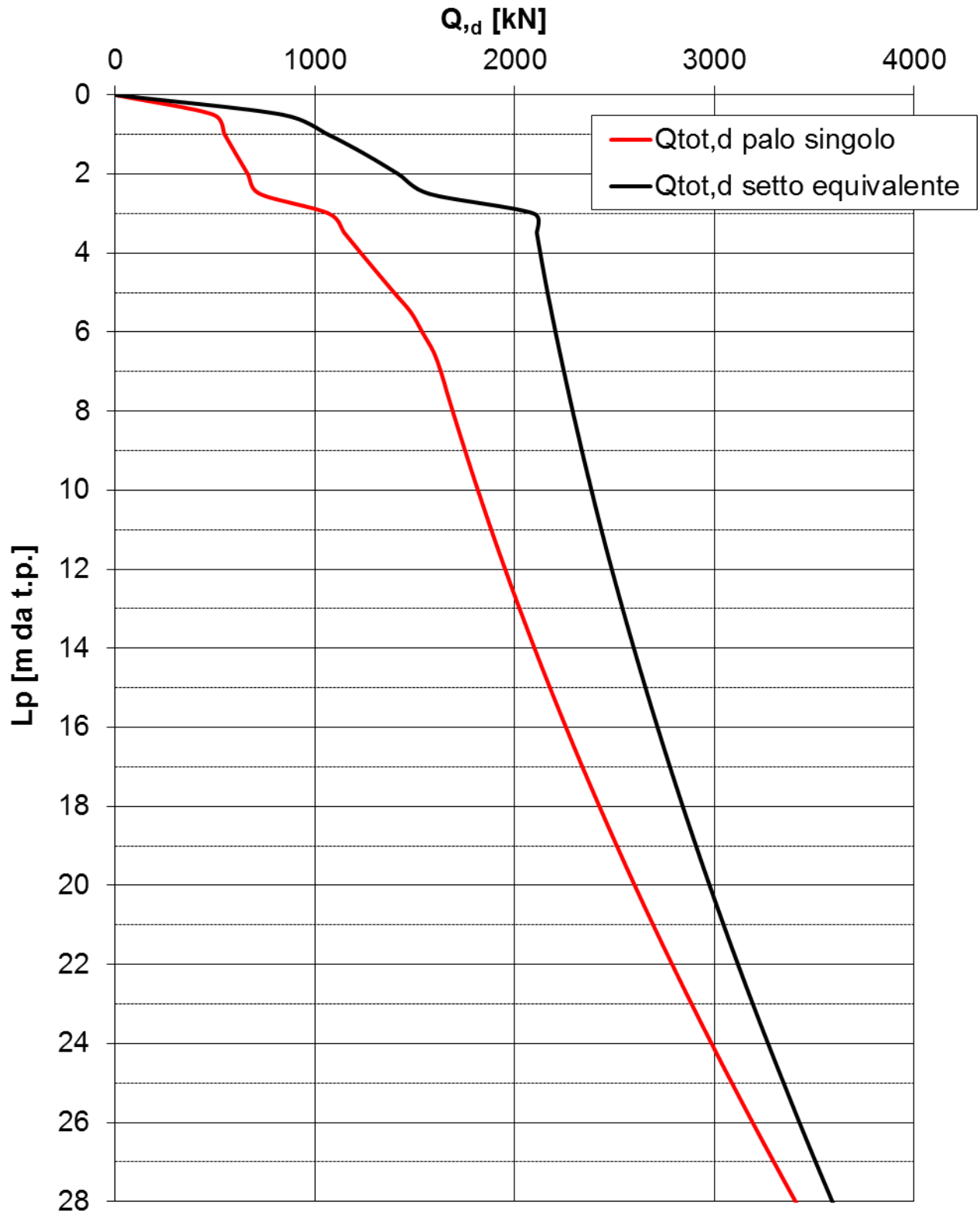
UP9 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



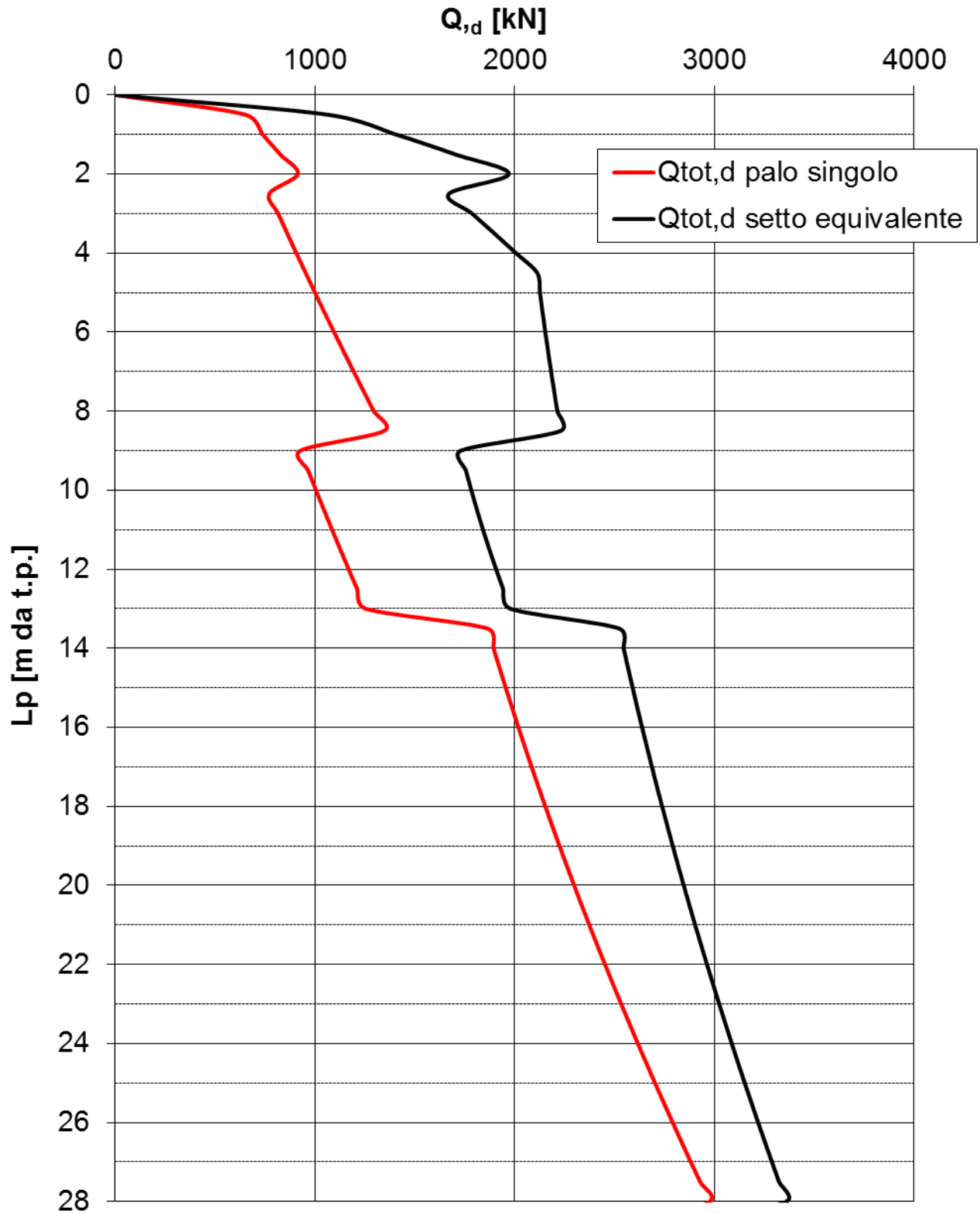
IP1 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



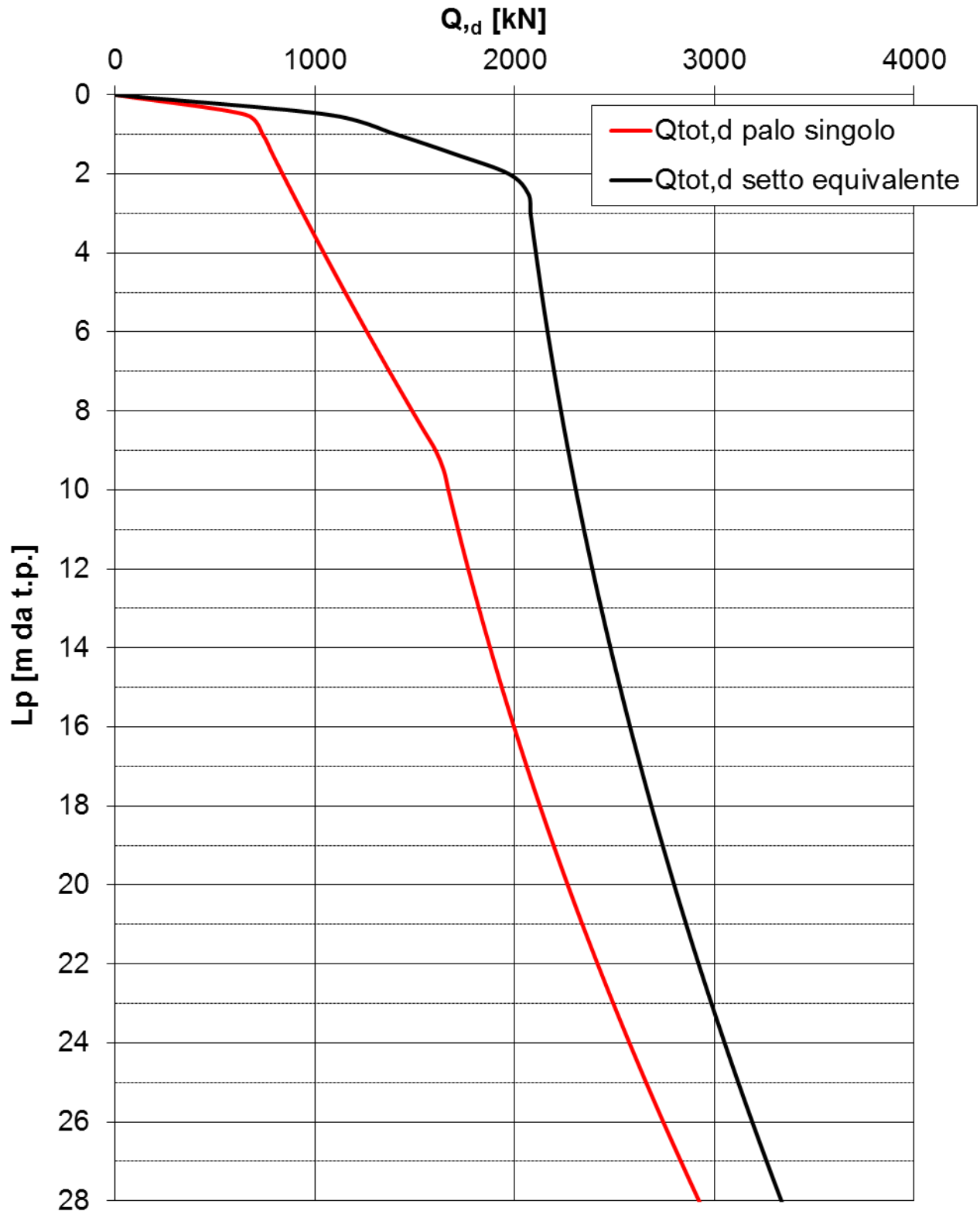
IP2 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



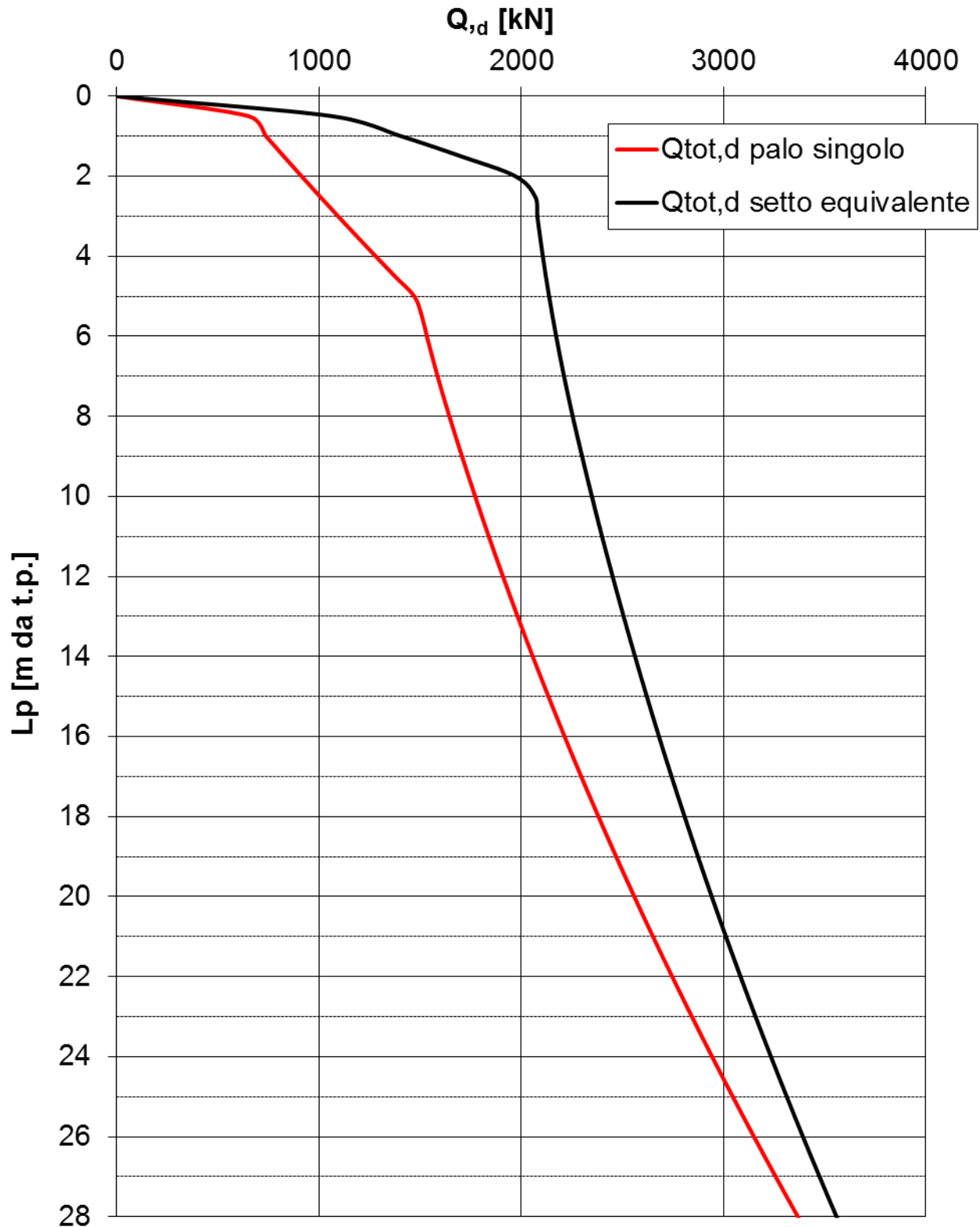
IP3 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



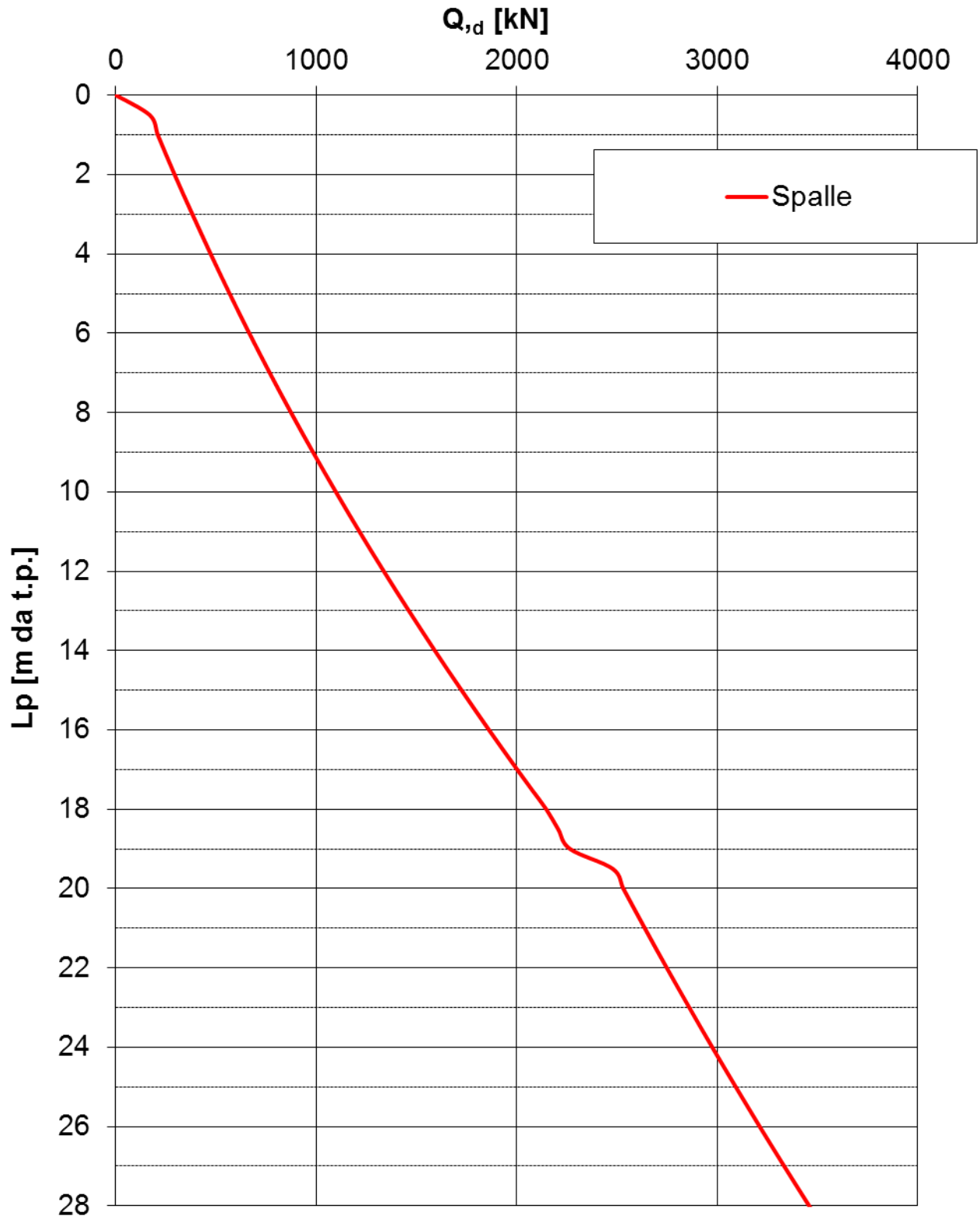
IP4 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



IP5 - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



SPALLE - PALI ACCOSTATI D800mm, int. 1m Approccio 2



9.2 Carichi assiali sui pali di fondazione

L'azione assiale Q_{ti} alla testa del singolo palo è stata calcolata mediante la seguente espressione:

$$Q_{ti} = \frac{Q}{n} \pm \left[M_x \cdot y_i / \sum_1^n y_i^2 \right] \pm \left[M_y \cdot x_i / \sum_1^n x_i^2 \right]$$

In cui (cfr. anche Figura 57)

Q = risultante delle azioni esterne a baricentro fondazioni

n = numero di pali della palificata

M_x = momento esterno attorno all'asse x

M_y = momento esterno attorno all'asse y

Q_{ti} = forza verticale agente alla testa del palo i^{esimo}

y_i = distanza del palo i^{esimo} dall'asse baricentrico della palificata nella direzione y

x_i = distanza del palo i^{esimo} dall'asse baricentrico della palificata nella direzione x

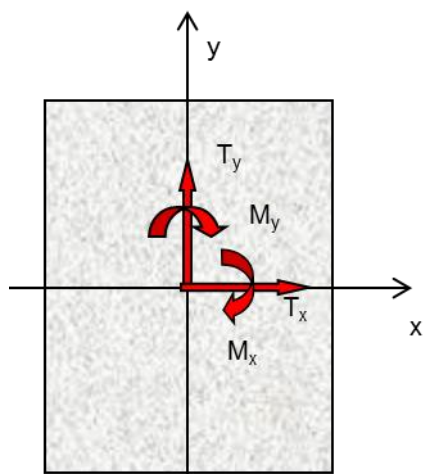


Figura 57 Ripartizione dei carichi assiali sui pali: convenzioni

Di seguito si riportano, per tutte le fondazioni in progetto, le azioni assiali calcolate a testa palo con la formulazione sopra indicata e per la combinazione di carico in fondazione a cui corrisponde il massimo valore del carico assiale sul singolo palo (il calcolo è stato condotto per le combinazioni di carico più gravose risultanti allo spiccato pila).

Nelle tabelle, sono stati evidenziati i pali più caricati rispettivamente fra quelli perimetrali (evidenziati in blu) e fra quelli centrali (evidenziati in rosso).

IP1 – Combinazione dimensionante: COMB2aSTRU Nmin – INV MAX

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
26537	1419	48419	1087	44931				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
33722	1419	51967	1087	47648,5	-30,85	0,00	-23,63	0,00
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	ΣY _i ² (m ²)	ΣX _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	0,00	5,09	0,00	25,91	471,96	446,21	1325,9	1
2	1,00	5,00	0,99	25,02			1416,1	2
3	1,95	4,71	3,81	22,20			1478,9	3
4	2,83	4,24	8,03	17,98			1513,0	4
5	3,61	3,61	13,00	13,00			1517,2	5
6	4,24	2,83	17,98	8,03			1491,2	6
7	4,71	1,95	22,20	3,81			1436,1	7
8	5,00	1,00	25,02	0,99			1354,0	8
9	5,09	0,00	25,91	0,00			1247,0	9
10	5,00	-1,00	25,02	0,99			1122,2	10
11	4,71	-1,95	22,20	3,81			981,5	11
12	4,24	-2,83	17,98	8,03			831,2	12
13	3,61	-3,61	13,00	13,00			677,2	13
14	2,83	-4,24	8,03	17,98			525,3	14
15	1,95	-4,71	3,81	22,20			381,4	15
16	1,00	-5,00	0,99	25,02			251,0	16
17	0,00	-5,09	0,00	25,91			140,3	17
18	-1,00	-5,00	0,99	25,02			50,1	18
19	-1,95	-4,71	3,81	22,20			-12,7	19
20	-2,83	-4,24	8,03	17,98			-46,8	20
21	-3,61	-3,61	13,00	13,00			-51,0	21
22	-4,24	-2,83	17,98	8,03			-25,0	22
23	-4,71	-1,95	22,20	3,81			30,1	23
24	-5,00	-1,00	25,02	0,99			112,2	24
25	-5,09	0,00	25,91	0,00			219,2	25
26	-5,00	1,00	25,02	0,99			344,0	26
27	-4,71	1,95	22,20	3,81			484,7	27
28	-4,24	2,83	17,98	8,03			635,0	28
29	-3,61	3,61	13,00	13,00			789,0	29
30	-2,83	4,24	8,03	17,98			940,9	30
31	-1,95	4,71	3,81	22,20			1084,8	31
32	-1,00	5,00	0,99	25,02			1215,2	32
33	3,00	1,47	9,00	2,16			1207,2	33
34	2,00	1,47	4,00	2,16			1106,2	34
35	1,00	1,47	1,00	2,16			1005,2	35
36	0,00	1,47	0,00	2,16			904,3	36
37	-1,00	1,47	1,00	2,16			803,3	37
38	-2,00	1,47	4,00	2,16			702,4	38
39	-3,00	1,47	9,00	2,16			601,4	39
40	3,00	-1,47	9,00	2,16			864,8	40
41	2,00	-1,47	4,00	2,16			763,8	41
42	1,00	-1,47	1,00	2,16			662,9	42
43	0,00	-1,47	0,00	2,16			561,9	43
44	-1,00	-1,47	1,00	2,16			460,9	44
45	-2,00	-1,47	4,00	2,16			360,0	45
46	-3,00	-1,47	9,00	2,16			259,0	46

IP2 – Combinazione dimensionante: Sisma 2max

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
25929	4988	146232	2498	57500				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _y	T _y	M _x
40323	4988	158702	2498	63745	-86,00	0,00	-43,07	0,00
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	Σ Y _i ² (m ²)	Σ X _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	-3,50	-8,00	12,25	64,00	486,50	1665,70	-525,6	1
2	-2,50	-8,00	6,25	64,00			-394,6	2
3	-1,50	-8,00	2,25	64,00			-263,5	3
4	-0,50	-8,00	0,25	64,00			-132,5	4
5	0,50	-8,00	0,25	64,00			-1,5	5
6	1,50	-8,00	2,25	64,00			129,6	6
7	2,50	-8,00	6,25	64,00			260,6	7
8	3,50	-8,00	12,25	64,00			391,6	8
9	3,50	-7,00	12,25	49,00			486,9	9
10	3,50	-6,00	12,25	36,00			582,2	10
11	3,50	-5,00	12,25	25,00			677,4	11
12	3,50	-4,00	12,25	16,00			772,7	12
13	3,50	-3,00	12,25	9,00			868,0	13
14	3,50	-2,00	12,25	4,00			963,3	14
15	3,50	-1,00	12,25	1,00			1058,6	15
16	3,50	0,00	12,25	0,00			1153,8	16
17	3,50	1,00	12,25	1,00			1249,1	17
18	3,50	2,00	12,25	4,00			1344,4	18
19	3,50	3,00	12,25	9,00			1439,7	19
20	3,50	4,00	12,25	16,00			1534,9	20
21	3,50	5,00	12,25	25,00			1630,2	21
22	3,50	6,00	12,25	36,00			1725,5	22
23	3,50	7,00	12,25	49,00			1820,8	23
24	3,50	8,00	12,25	64,00			1916,0	24
25	2,50	8,00	6,25	64,00			1785,0	25
26	1,50	8,00	2,25	64,00			1654,0	26
27	0,50	8,00	0,25	64,00			1523,0	27
28	-0,50	8,00	0,25	64,00			1391,9	28
29	-1,50	8,00	2,25	64,00			1260,9	29
30	-2,50	8,00	6,25	64,00			1129,9	30
31	-3,50	8,00	12,25	64,00			998,8	31
32	-3,50	7,00	12,25	49,00			903,6	32
33	-3,50	6,00	12,25	36,00			808,3	33
34	-3,50	5,00	12,25	25,00			713,0	34
35	-3,50	4,00	12,25	16,00			617,7	35
36	-3,50	3,00	12,25	9,00			522,5	36
37	-3,50	2,00	12,25	4,00			427,2	37
38	-3,50	1,00	12,25	1,00			331,9	38
39	-3,50	0,00	12,25	0,00			236,6	39
40	-3,50	-1,00	12,25	1,00			141,4	40
41	-3,50	-2,00	12,25	4,00			46,1	41
42	-3,50	-3,00	12,25	9,00			-49,2	42
43	-3,50	-4,00	12,25	16,00			-144,5	43
44	-3,50	-5,00	12,25	25,00			-239,7	44
45	-3,50	-6,00	12,25	36,00			-335,0	45
46	-3,50	-7,00	12,25	49,00			-430,3	46
47	-2,50	-2,61	6,25	6,81			119,1	47
48	-1,50	-2,61	2,25	6,81			250,1	48
49	-0,50	-2,61	0,25	6,81			381,1	49
50	0,50	-2,61	0,25	6,81			512,1	50
51	1,50	-2,61	2,25	6,81			643,2	51
52	2,50	-2,61	6,25	6,81			774,2	52
53	-2,50	2,61	6,25	6,81			616,3	53
54	-1,50	2,61	2,25	6,81			747,3	54
55	-0,50	2,61	0,25	6,81			878,3	55
56	0,50	2,61	0,25	6,81			1009,3	56
57	1,50	2,61	2,25	6,81			1140,4	57
58	2,50	2,61	6,25	6,81			1271,4	58

IP3 – Combinazione dimensionante: Sisma 1min

Carichi estradosso pinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
48420	2557	69435	5981	143844				
Carichi intradosso pinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul pinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
59114	2557	75828	5981	158797	-44,09	51,93	-103,12	121,46
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	Σ Y _i ² (m ²)	Σ X _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	-3,50	-8,00	12,25	64,00	486,50	1665,70	-487,4	1
2	-2,50	-8,00	6,25	64,00			-161,0	2
3	-1,50	-8,00	2,25	64,00			165,4	3
4	-0,50	-8,00	0,25	64,00			491,8	4
5	0,50	-8,00	0,25	64,00			818,2	5
6	1,50	-8,00	2,25	64,00			1144,6	6
7	2,50	-8,00	6,25	64,00			1471,0	7
8	3,50	-8,00	12,25	64,00			1797,4	8
9	3,50	-7,00	12,25	49,00			1843,0	9
10	3,50	-6,00	12,25	36,00			1888,5	10
11	3,50	-5,00	12,25	25,00			1934,0	11
12	3,50	-4,00	12,25	16,00			1979,5	12
13	3,50	-3,00	12,25	9,00			2025,1	13
14	3,50	-2,00	12,25	4,00			2070,6	14
15	3,50	-1,00	12,25	1,00			2116,1	15
16	3,50	0,00	12,25	0,00			2161,6	16
17	3,50	1,00	12,25	1,00			2207,1	17
18	3,50	2,00	12,25	4,00			2252,7	18
19	3,50	3,00	12,25	9,00			2298,2	19
20	3,50	4,00	12,25	16,00			2343,7	20
21	3,50	5,00	12,25	25,00			2389,2	21
22	3,50	6,00	12,25	36,00			2434,8	22
23	3,50	7,00	12,25	49,00			2480,3	23
24	3,50	8,00	12,25	64,00			2525,8	24
25	2,50	8,00	6,25	64,00			2199,4	25
26	1,50	8,00	2,25	64,00			1873,0	26
27	0,50	8,00	0,25	64,00			1546,6	27
28	-0,50	8,00	0,25	64,00			1220,2	28
29	-1,50	8,00	2,25	64,00			893,8	29
30	-2,50	8,00	6,25	64,00			567,4	30
31	-3,50	8,00	12,25	64,00			241,0	31
32	-3,50	7,00	12,25	49,00			195,4	32
33	-3,50	6,00	12,25	36,00			149,9	33
34	-3,50	5,00	12,25	25,00			104,4	34
35	-3,50	4,00	12,25	16,00			58,9	35
36	-3,50	3,00	12,25	9,00			13,3	36
37	-3,50	2,00	12,25	4,00			-32,2	37
38	-3,50	1,00	12,25	1,00			-77,7	38
39	-3,50	0,00	12,25	0,00			-123,2	39
40	-3,50	-1,00	12,25	1,00			-168,7	40
41	-3,50	-2,00	12,25	4,00			-214,3	41
42	-3,50	-3,00	12,25	9,00			-259,8	42
43	-3,50	-4,00	12,25	16,00			-305,3	43
44	-3,50	-5,00	12,25	25,00			-350,8	44
45	-3,50	-6,00	12,25	36,00			-396,4	45
46	-3,50	-7,00	12,25	49,00			-441,9	46
47	-2,50	-2,61	6,25	6,81			84,4	47
48	-1,50	-2,61	2,25	6,81			410,8	48
49	-0,50	-2,61	0,25	6,81			737,2	49
50	0,50	-2,61	0,25	6,81			1063,6	50
51	1,50	-2,61	2,25	6,81			1390,0	51
52	2,50	-2,61	6,25	6,81			1716,4	52
53	-2,50	2,61	6,25	6,81			322,0	53
54	-1,50	2,61	2,25	6,81			648,4	54
55	-0,50	2,61	0,25	6,81			974,8	55
56	0,50	2,61	0,25	6,81			1301,2	56
57	1,50	2,61	2,25	6,81			1627,6	57
58	2,50	2,61	6,25	6,81			1954,0	58

IP4 – Combinazione dimensionante: Sisma 1min

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
49344	3367	52975	5614	137678				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
59908	3367	61393	5614	151713	-62,35	73,44	-103,96	122,45
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	Σ Y _i ² (m ²)	Σ X _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	-3,50	-8,00	12,25	64,00	381,42	1651,28	-580,2	1
2	-2,50	-8,00	6,25	64,00			-182,4	2
3	-1,50	-8,00	2,25	64,00			215,3	3
4	-0,50	-8,00	0,25	64,00			613,1	4
5	0,50	-8,00	0,25	64,00			1010,9	5
6	1,50	-8,00	2,25	64,00			1408,6	6
7	2,50	-8,00	6,25	64,00			1806,4	7
8	3,50	-8,00	12,25	64,00			2204,1	8
9	3,50	-7,00	12,25	49,00			2241,3	9
10	3,50	-6,00	12,25	36,00			2278,5	10
11	2,90	-5,00	8,41	25,00			2077,0	11
12	2,90	-4,00	8,41	16,00			2114,2	12
13	2,90	-3,00	8,41	9,00			2151,4	13
14	2,90	-2,00	8,41	4,00			2188,5	14
15	2,90	-1,00	8,41	1,00			2225,7	15
16	2,90	0,00	8,41	0,00			2262,9	16
17	2,90	1,00	8,41	1,00			2300,1	17
18	2,90	2,00	8,41	4,00			2337,3	18
19	2,90	3,00	8,41	9,00			2374,4	19
20	2,90	4,00	8,41	16,00			2411,6	20
21	2,90	5,00	8,41	25,00			2448,8	21
22	3,50	6,00	12,25	36,00			2724,6	22
23	3,50	7,00	12,25	49,00			2761,8	23
24	3,50	8,00	12,25	64,00			2799,0	24
25	2,50	8,00	6,25	64,00			2401,2	25
26	1,50	8,00	2,25	64,00			2003,5	26
27	0,50	8,00	0,25	64,00			1605,7	27
28	-0,50	8,00	0,25	64,00			1208,0	28
29	-1,50	8,00	2,25	64,00			810,2	29
30	-2,50	8,00	6,25	64,00			412,4	30
31	-3,50	8,00	12,25	64,00			14,7	31
32	-3,50	7,00	12,25	49,00			-22,5	32
33	-3,50	6,00	12,25	36,00			-59,7	33
34	-2,90	5,00	8,41	25,00			141,8	34
35	-2,90	4,00	8,41	16,00			104,6	35
36	-2,90	3,00	8,41	9,00			67,4	36
37	-2,90	2,00	8,41	4,00			30,3	37
38	-2,90	1,00	8,41	1,00			-6,9	38
39	-2,90	0,00	8,41	0,00			-44,1	39
40	-2,90	-1,00	8,41	1,00			-81,3	40
41	-2,90	-2,00	8,41	4,00			-118,4	41
42	-2,90	-3,00	8,41	9,00			-155,6	42
43	-2,90	-4,00	8,41	16,00			-192,8	43
44	-2,90	-5,00	8,41	25,00			-230,0	44
45	-3,50	-6,00	12,25	36,00			-505,8	45
46	-3,50	-7,00	12,25	49,00			-543,0	46
47	-1,80	-2,90	3,24	8,41			285,6	47
48	-0,60	-2,90	0,36	8,41			762,9	48
49	0,60	-2,90	0,36	8,41			1240,2	49
50	1,80	-2,90	3,24	8,41			1717,6	50
51	-1,80	2,90	3,24	8,41			501,3	51
52	-0,60	2,90	0,36	8,41			978,6	52
53	0,60	2,90	0,36	8,41			1455,9	53
54	1,80	2,90	3,24	8,41			1933,2	54

IP5 – Combinazione dimensionante: Sisma 2min

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
29929	4276	139055	3982	60785				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
40493	4276	149745	3982	70740	-79,19	0,00	-73,74	0,00
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	Σ Y _i ² (m ²)	Σ X _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	-3,50	-8,00	12,25	64,00	381,42	1651,28	-624,7	1
2	-2,50	-8,00	6,25	64,00			-439,3	2
3	-1,50	-8,00	2,25	64,00			-253,8	3
4	-0,50	-8,00	0,25	64,00			-68,3	4
5	0,50	-8,00	0,25	64,00			117,1	5
6	1,50	-8,00	2,25	64,00			302,6	6
7	2,50	-8,00	6,25	64,00			488,1	7
8	3,50	-8,00	12,25	64,00			673,5	8
9	3,50	-7,00	12,25	49,00			764,2	9
10	3,50	-6,00	12,25	36,00			854,9	10
11	2,90	-5,00	8,41	25,00			834,3	11
12	2,90	-4,00	8,41	16,00			925,0	12
13	2,90	-3,00	8,41	9,00			1015,7	13
14	2,90	-2,00	8,41	4,00			1106,4	14
15	2,90	-1,00	8,41	1,00			1197,0	15
16	2,90	0,00	8,41	0,00			1287,7	16
17	2,90	1,00	8,41	1,00			1378,4	17
18	2,90	2,00	8,41	4,00			1469,1	18
19	2,90	3,00	8,41	9,00			1559,8	19
20	2,90	4,00	8,41	16,00			1650,5	20
21	2,90	5,00	8,41	25,00			1741,1	21
22	3,50	6,00	12,25	36,00			1943,1	22
23	3,50	7,00	12,25	49,00			2033,8	23
24	3,50	8,00	12,25	64,00			2124,5	24
25	2,50	8,00	6,25	64,00			1939,0	25
26	1,50	8,00	2,25	64,00			1753,5	26
27	0,50	8,00	0,25	64,00			1568,1	27
28	-0,50	8,00	0,25	64,00			1382,6	28
29	-1,50	8,00	2,25	64,00			1197,1	29
30	-2,50	8,00	6,25	64,00			1011,7	30
31	-3,50	8,00	12,25	64,00			826,2	31
32	-3,50	7,00	12,25	49,00			735,5	32
33	-3,50	6,00	12,25	36,00			644,8	33
34	-2,90	5,00	8,41	25,00			665,4	34
35	-2,90	4,00	8,41	16,00			574,8	35
36	-2,90	3,00	8,41	9,00			484,1	36
37	-2,90	2,00	8,41	4,00			393,4	37
38	-2,90	1,00	8,41	1,00			302,7	38
39	-2,90	0,00	8,41	0,00			212,0	39
40	-2,90	-1,00	8,41	1,00			121,3	40
41	-2,90	-2,00	8,41	4,00			30,7	41
42	-2,90	-3,00	8,41	9,00			-60,0	42
43	-2,90	-4,00	8,41	16,00			-150,7	43
44	-2,90	-5,00	8,41	25,00			-241,4	44
45	-3,50	-6,00	12,25	36,00			-443,4	45
46	-3,50	-7,00	12,25	49,00			-534,0	46
47	-1,80	-2,90	3,24	8,41			153,0	47
48	-0,60	-2,90	0,36	8,41			375,6	48
49	0,60	-2,90	0,36	8,41			598,2	49
50	1,80	-2,90	3,24	8,41			820,7	50
51	-1,80	2,90	3,24	8,41			679,0	51
52	-0,60	2,90	0,36	8,41			901,6	52
53	0,60	2,90	0,36	8,41			1124,1	53
54	1,80	2,90	3,24	8,41			1346,7	54

UP1 - Combinazione dimensionante: COMB2aSTRU INV MIN

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
14970	913	3138	1136	24312				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
20227	913	5420,5	1136	27152	-38,04	0,00	-47,33	0,00
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	ΣY _i ² (m ²)	ΣX _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	0,00	3,82	0,00	14,59	175,11	175,11	961,0	1
2	0,99	3,69	0,98	13,61			1110,3	2
3	1,91	3,31	3,65	10,94			1241,3	3
4	2,70	2,70	7,30	7,30			1345,2	4
5	3,31	1,91	10,94	3,65			1414,9	5
6	3,69	0,99	13,61	0,98			1445,5	6
7	3,82	0,00	14,59	0,00			1435,1	7
8	3,69	-0,99	13,61	0,98			1384,3	8
9	3,31	-1,91	10,94	3,65			1296,6	9
10	2,70	-2,70	7,30	7,30			1178,0	10
11	1,91	-3,31	3,65	10,94			1036,5	11
12	0,99	-3,69	0,98	13,61			881,9	12
13	0,00	-3,82	0,00	14,59			724,5	13
14	-0,99	-3,69	0,98	13,61			575,3	14
15	-1,91	-3,31	3,65	10,94			444,2	15
16	-2,70	-2,70	7,30	7,30			340,3	16
17	-3,31	-1,91	10,94	3,65			270,7	17
18	-3,69	-0,99	13,61	0,98			240,0	18
19	-3,82	0,00	14,59	0,00			250,4	19
20	-3,69	0,99	13,61	0,98			301,2	20
21	-3,31	1,91	10,94	3,65			388,9	21
22	-2,70	2,70	7,30	7,30			507,6	22
23	-1,91	3,31	3,65	10,94			649,0	23
24	-0,99	3,69	0,98	13,61			803,7	24

UP2 - Combinazione dimensionante: COMB2aSTRU INV MIN

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
18068	891	10953	1208	39134				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
24009	891	13181	1208	42154	-37,13	43,73	-50,33	59,28
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	ΣY _i ² (m ²)	ΣX _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	0,00	3,82	0,00	14,59	175,11	175,11	1287,9	1
2	0,99	3,69	0,98	13,61			1516,1	2
3	1,91	3,31	3,65	10,94			1709,2	3
4	2,70	2,70	7,30	7,30			1853,9	4
5	3,31	1,91	10,94	3,65			1940,5	5
6	3,69	0,99	13,61	0,98			1963,1	6
7	3,82	0,00	14,59	0,00			1920,0	7
8	3,69	-0,99	13,61	0,98			1814,2	8
9	3,31	-1,91	10,94	3,65			1653,0	9
10	2,70	-2,70	7,30	7,30			1447,3	10
11	1,91	-3,31	3,65	10,94			1211,2	11
12	0,99	-3,69	0,98	13,61			960,6	12
13	0,00	-3,82	0,00	14,59			712,8	13
14	-0,99	-3,69	0,98	13,61			484,6	14
15	-1,91	-3,31	3,65	10,94			291,6	15
16	-2,70	-2,70	7,30	7,30			146,8	16
17	-3,31	-1,91	10,94	3,65			60,2	17
18	-3,69	-0,99	13,61	0,98			37,7	18
19	-3,82	0,00	14,59	0,00			80,8	19
20	-3,69	0,99	13,61	0,98			186,5	20
21	-3,31	1,91	10,94	3,65			347,7	21
22	-2,70	2,70	7,30	7,30			553,4	22
23	-1,91	3,31	3,65	10,94			789,6	23
24	-0,99	3,69	0,98	13,61			1040,1	24

UP3 – Combinazione dimensionante: Sisma 2 min

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
13236	1864	29785	1907	30973				
23319	1864	34445	1907	35740,5	-40,52	0,00	-41,46	0,00
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	Σ Y _i ² (m ²)	Σ X _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	0,00	5,09	0,00	25,91	471,96	446,21	899,9	1
2	1,00	5,00	0,99	25,02			968,4	2
3	1,95	4,71	3,81	22,20			1018,5	3
4	2,83	4,24	8,03	17,98			1048,8	4
5	3,61	3,61	13,00	13,00			1058,4	5
6	4,24	2,83	17,98	8,03			1046,8	6
7	4,71	1,95	22,20	3,81			1014,4	7
8	5,00	1,00	25,02	0,99			962,5	8
9	5,09	0,00	25,91	0,00			892,4	9
10	5,00	-1,00	25,02	0,99			808,9	10
11	4,71	-1,95	22,20	3,81			713,1	11
12	4,24	-2,83	17,98	8,03			609,3	12
13	3,61	-3,61	13,00	13,00			501,6	13
14	2,83	-4,24	8,03	17,98			394,2	14
15	1,95	-4,71	3,81	22,20			291,0	15
16	1,00	-5,00	0,99	25,02			196,2	16
17	0,00	-5,09	0,00	25,91			114,0	17
18	-1,00	-5,00	0,99	25,02			45,5	18
19	-1,95	-4,71	3,81	22,20			-4,6	19
20	-2,83	-4,24	8,03	17,98			-35,0	20
21	-3,61	-3,61	13,00	13,00			-44,5	21
22	-4,24	-2,83	17,98	8,03			-32,9	22
23	-4,71	-1,95	22,20	3,81			-0,5	23
24	-5,00	-1,00	25,02	0,99			51,3	24
25	-5,09	0,00	25,91	0,00			121,5	25
26	-5,00	1,00	25,02	0,99			204,9	26
27	-4,71	1,95	22,20	3,81			300,8	27
28	-4,24	2,83	17,98	8,03			404,5	28
29	-3,61	3,61	13,00	13,00			512,2	29
30	-2,83	4,24	8,03	17,98			619,7	30
31	-1,95	4,71	3,81	22,20			722,9	31
32	-1,00	5,00	0,99	25,02			817,7	32
33	3,00	1,47	9,00	2,16			847,6	33
34	2,00	1,47	4,00	2,16			771,9	34
35	1,00	1,47	1,00	2,16			696,1	35
36	0,00	1,47	0,00	2,16			620,4	36
37	-1,00	1,47	1,00	2,16			544,7	37
38	-2,00	1,47	4,00	2,16			469,0	38
39	-3,00	1,47	9,00	2,16			393,2	39
40	3,00	-1,47	9,00	2,16			620,6	40
41	2,00	-1,47	4,00	2,16			544,9	41
42	1,00	-1,47	1,00	2,16			469,2	42
43	0,00	-1,47	0,00	2,16			393,5	43
44	-1,00	-1,47	1,00	2,16			317,7	44
45	-2,00	-1,47	4,00	2,16			242,0	45
46	-3,00	-1,47	9,00	2,16			166,3	46

UP4 – Combinazione dimensionante: Sisma 1 max

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
11211	1642	30949	2804	57945				
22775	1642	35054	2804	64955	-35,70	42,04	-60,96	71,80
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	Σ Y _i ² (m ²)	Σ X _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	0,00	5,09	0,00	25,91	471,96	446,21	895,0	1
2	1,00	5,00	0,99	25,02			1025,0	2
3	1,95	4,71	3,81	22,20			1133,9	3
4	2,83	4,24	8,03	17,98			1218,2	4
5	3,61	3,61	13,00	13,00			1274,7	5
6	4,24	2,83	17,98	8,03			1301,3	6
7	4,71	1,95	22,20	3,81			1296,9	7
8	5,00	1,00	25,02	0,99			1261,7	8
9	5,09	0,00	25,91	0,00			1195,6	9
10	5,00	-1,00	25,02	0,99			1105,4	10
11	4,71	-1,95	22,20	3,81			990,3	11
12	4,24	-2,83	17,98	8,03			856,1	12
13	3,61	-3,61	13,00	13,00			708,1	13
14	2,83	-4,24	8,03	17,98			551,9	14
15	1,95	-4,71	3,81	22,20			393,6	15
16	1,00	-5,00	0,99	25,02			239,1	16
17	0,00	-5,09	0,00	25,91			95,2	17
18	-1,00	-5,00	0,99	25,02			-34,8	18
19	-1,95	-4,71	3,81	22,20			-143,7	19
20	-2,83	-4,24	8,03	17,98			-228,0	20
21	-3,61	-3,61	13,00	13,00			-284,5	21
22	-4,24	-2,83	17,98	8,03			-311,1	22
23	-4,71	-1,95	22,20	3,81			-306,7	23
24	-5,00	-1,00	25,02	0,99			-271,5	24
25	-5,09	0,00	25,91	0,00			-205,4	25
26	-5,00	1,00	25,02	0,99			-115,1	26
27	-4,71	1,95	22,20	3,81			0,0	27
28	-4,24	2,83	17,98	8,03			134,1	28
29	-3,61	3,61	13,00	13,00			282,1	29
30	-2,83	4,24	8,03	17,98			438,3	30
31	-1,95	4,71	3,81	22,20			596,7	31
32	-1,00	5,00	0,99	25,02			751,1	32
33	3,00	1,47	9,00	2,16			1023,5	33
34	2,00	1,47	4,00	2,16			885,9	34
35	1,00	1,47	1,00	2,16			748,2	35
36	0,00	1,47	0,00	2,16			610,6	36
37	-1,00	1,47	1,00	2,16			473,0	37
38	-2,00	1,47	4,00	2,16			335,3	38
39	-3,00	1,47	9,00	2,16			197,7	39
40	3,00	-1,47	9,00	2,16			792,5	40
41	2,00	-1,47	4,00	2,16			654,9	41
42	1,00	-1,47	1,00	2,16			517,3	42
43	0,00	-1,47	0,00	2,16			379,6	43
44	-1,00	-1,47	1,00	2,16			242,0	44
45	-2,00	-1,47	4,00	2,16			104,4	45
46	-3,00	-1,47	9,00	2,16			-33,3	46

UP5 – Combinazione dimensionante: Sisma 1 min

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
19465	1328	31900	3423	82873				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
28807	1328	35220	3423	91430,5	-28,87	34,00	-74,41	87,65
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	ΣY _i ² (m ²)	ΣX _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	0,00	5,09	0,00	25,91	471,96	446,21	1028,0	1
2	1,00	5,00	0,99	25,02			1213,8	2
3	1,95	4,71	3,81	22,20			1376,3	3
4	2,83	4,24	8,03	17,98			1509,9	4
5	3,61	3,61	13,00	13,00			1609,5	5
6	4,24	2,83	17,98	8,03			1671,4	6
7	4,71	1,95	22,20	3,81			1693,1	7
8	5,00	1,00	25,02	0,99			1673,8	8
9	5,09	0,00	25,91	0,00			1612,3	9
10	5,00	-1,00	25,02	0,99			1516,7	10
11	4,71	-1,95	22,20	3,81			1385,0	11
12	4,24	-2,83	17,98	8,03			1224,1	12
13	3,61	-3,61	13,00	13,00			1040,2	13
14	2,83	-4,24	8,03	17,98			840,4	14
15	1,95	-4,71	3,81	22,20			632,4	15
16	1,00	-5,00	0,99	25,02			424,2	16
17	0,00	-5,09	0,00	25,91			224,5	17
18	-1,00	-5,00	0,99	25,02			38,7	18
19	-1,95	-4,71	3,81	22,20			-123,8	19
20	-2,83	-4,24	8,03	17,98			-257,4	20
21	-3,61	-3,61	13,00	13,00			-357,0	21
22	-4,24	-2,83	17,98	8,03			-418,9	22
23	-4,71	-1,95	22,20	3,81			-440,6	23
24	-5,00	-1,00	25,02	0,99			-421,3	24
25	-5,09	0,00	25,91	0,00			-359,8	25
26	-5,00	1,00	25,02	0,99			-264,2	26
27	-4,71	1,95	22,20	3,81			-132,5	27
28	-4,24	2,83	17,98	8,03			28,4	28
29	-3,61	3,61	13,00	13,00			212,3	29
30	-2,83	4,24	8,03	17,98			412,0	30
31	-1,95	4,71	3,81	22,20			620,1	31
32	-1,00	5,00	0,99	25,02			828,3	32
33	3,00	1,47	9,00	2,16			1323,5	33
34	2,00	1,47	4,00	2,16			1129,7	34
35	1,00	1,47	1,00	2,16			936,0	35
36	0,00	1,47	0,00	2,16			742,3	36
37	-1,00	1,47	1,00	2,16			548,5	37
38	-2,00	1,47	4,00	2,16			354,8	38
39	-3,00	1,47	9,00	2,16			161,1	39
40	3,00	-1,47	9,00	2,16			1091,4	40
41	2,00	-1,47	4,00	2,16			897,7	41
42	1,00	-1,47	1,00	2,16			703,9	42
43	0,00	-1,47	0,00	2,16			510,2	43
44	-1,00	-1,47	1,00	2,16			316,5	44
45	-2,00	-1,47	4,00	2,16			122,8	45
46	-3,00	-1,47	9,00	2,16			-71,0	46

UP6 – Combinazione dimensionante: Sisma 1 min

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
16678	853	15130	3026	84453				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
26020	853	17263	3026	92018	-18,54	0,00	-65,78	0,00
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	Σ Y _i ² (m ²)	Σ X _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	0,00	5,09	0,00	25,91	471,96	446,21	762,6	1
2	1,00	5,00	0,99	25,02			953,2	2
3	1,95	4,71	3,81	22,20			1128,5	3
4	2,83	4,24	8,03	17,98			1282,1	4
5	3,61	3,61	13,00	13,00			1408,3	5
6	4,24	2,83	17,98	8,03			1502,1	6
7	4,71	1,95	22,20	3,81			1559,8	7
8	5,00	1,00	25,02	0,99			1579,4	8
9	5,09	0,00	25,91	0,00			1558,1	9
10	5,00	-1,00	25,02	0,99			1502,4	10
11	4,71	-1,95	22,20	3,81			1408,8	11
12	4,24	-2,83	17,98	8,03			1282,8	12
13	3,61	-3,61	13,00	13,00			1129,3	13
14	2,83	-4,24	8,03	17,98			954,0	14
15	1,95	-4,71	3,81	22,20			763,9	15
16	1,00	-5,00	0,99	25,02			566,1	16
17	0,00	-5,09	0,00	25,91			368,7	17
18	-1,00	-5,00	0,99	25,02			178,1	18
19	-1,95	-4,71	3,81	22,20			2,8	19
20	-2,83	-4,24	8,03	17,98			-150,8	20
21	-3,61	-3,61	13,00	13,00			-277,0	21
22	-4,24	-2,83	17,98	8,03			-370,7	22
23	-4,71	-1,95	22,20	3,81			-428,5	23
24	-5,00	-1,00	25,02	0,99			-448,1	24
25	-5,09	0,00	25,91	0,00			-426,7	25
26	-5,00	1,00	25,02	0,99			-371,1	26
27	-4,71	1,95	22,20	3,81			-277,5	27
28	-4,24	2,83	17,98	8,03			-151,5	28
29	-3,61	3,61	13,00	13,00			2,1	29
30	-2,83	4,24	8,03	17,98			177,3	30
31	-1,95	4,71	3,81	22,20			367,4	31
32	-1,00	5,00	0,99	25,02			565,2	32
33	3,00	1,47	9,00	2,16			1207,4	33
34	2,00	1,47	4,00	2,16			1012,5	34
35	1,00	1,47	1,00	2,16			817,5	35
36	0,00	1,47	0,00	2,16			622,5	36
37	-1,00	1,47	1,00	2,16			427,6	37
38	-2,00	1,47	4,00	2,16			232,6	38
39	-3,00	1,47	9,00	2,16			37,6	39
40	3,00	-1,47	9,00	2,16			1093,7	40
41	2,00	-1,47	4,00	2,16			898,7	41
42	1,00	-1,47	1,00	2,16			703,8	42
43	0,00	-1,47	0,00	2,16			508,8	43
44	-1,00	-1,47	1,00	2,16			313,8	44
45	-2,00	-1,47	4,00	2,16			118,8	45
46	-3,00	-1,47	9,00	2,16			-76,1	46

UP7 – Combinazione dimensionante: Sisma 2 min

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
37135	4609	63248	4767	107426				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
51158	4609	74771	4767	119344	-79,47	93,60	-82,19	96,81
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	Σ Y _i ² (m ²)	Σ X _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	-3,50	-8,00	12,25	64,00	486,50	1665,70	-335,7	1
2	-2,50	-8,00	6,25	64,00			-90,3	2
3	-1,50	-8,00	2,25	64,00			155,0	3
4	-0,50	-8,00	0,25	64,00			400,3	4
5	0,50	-8,00	0,25	64,00			645,6	5
6	1,50	-8,00	2,25	64,00			890,9	6
7	2,50	-8,00	6,25	64,00			1136,2	7
8	3,50	-8,00	12,25	64,00			1381,5	8
9	3,50	-7,00	12,25	49,00			1426,4	9
10	3,50	-6,00	12,25	36,00			1471,3	10
11	3,50	-5,00	12,25	25,00			1516,2	11
12	3,50	-4,00	12,25	16,00			1561,1	12
13	3,50	-3,00	12,25	9,00			1606,0	13
14	3,50	-2,00	12,25	4,00			1650,9	14
15	3,50	-1,00	12,25	1,00			1695,7	15
16	3,50	0,00	12,25	0,00			1740,6	16
17	3,50	1,00	12,25	1,00			1785,5	17
18	3,50	2,00	12,25	4,00			1830,4	18
19	3,50	3,00	12,25	9,00			1875,3	19
20	3,50	4,00	12,25	16,00			1920,2	20
21	3,50	5,00	12,25	25,00			1965,1	21
22	3,50	6,00	12,25	36,00			2010,0	22
23	3,50	7,00	12,25	49,00			2054,8	23
24	3,50	8,00	12,25	64,00			2099,7	24
25	2,50	8,00	6,25	64,00			1854,4	25
26	1,50	8,00	2,25	64,00			1609,1	26
27	0,50	8,00	0,25	64,00			1363,8	27
28	-0,50	8,00	0,25	64,00			1118,5	28
29	-1,50	8,00	2,25	64,00			873,2	29
30	-2,50	8,00	6,25	64,00			627,9	30
31	-3,50	8,00	12,25	64,00			382,6	31
32	-3,50	7,00	12,25	49,00			337,7	32
33	-3,50	6,00	12,25	36,00			292,8	33
34	-3,50	5,00	12,25	25,00			247,9	34
35	-3,50	4,00	12,25	16,00			203,0	35
36	-3,50	3,00	12,25	9,00			158,1	36
37	-3,50	2,00	12,25	4,00			113,2	37
38	-3,50	1,00	12,25	1,00			68,3	38
39	-3,50	0,00	12,25	0,00			23,5	39
40	-3,50	-1,00	12,25	1,00			-21,4	40
41	-3,50	-2,00	12,25	4,00			-66,3	41
42	-3,50	-3,00	12,25	9,00			-111,2	42
43	-3,50	-4,00	12,25	16,00			-156,1	43
44	-3,50	-5,00	12,25	25,00			-201,0	44
45	-3,50	-6,00	12,25	36,00			-245,9	45
46	-3,50	-7,00	12,25	49,00			-290,8	46
47	-2,50	-2,61	6,25	6,81			151,6	47
48	-1,50	-2,61	2,25	6,81			397,0	48
49	-0,50	-2,61	0,25	6,81			642,3	49
50	0,50	-2,61	0,25	6,81			887,6	50
51	1,50	-2,61	2,25	6,81			1132,9	51
52	2,50	-2,61	6,25	6,81			1378,2	52
53	-2,50	2,61	6,25	6,81			385,9	53
54	-1,50	2,61	2,25	6,81			631,2	54
55	-0,50	2,61	0,25	6,81			876,5	55
56	0,50	2,61	0,25	6,81			1121,8	56
57	1,50	2,61	2,25	6,81			1367,1	57
58	2,50	2,61	6,25	6,81			1612,4	58

UP8 – Combinazione dimensionante: Sisma 2 min

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
46588	5967	104222	4305	92640				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _y	T _y	M _{ix}
58071	5967	119140	4305	103403	-110,50	130,15	-79,72	93,90
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	Σ Y _i ² (m ²)	Σ X _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	-3,50	-8,00	12,25	64,00	381,42	1656,00	-449,0	1
2	-2,50	-8,00	6,25	64,00			-177,9	2
3	-1,50	-8,00	2,25	64,00			93,2	3
4	-0,50	-8,00	0,25	64,00			364,3	4
5	0,50	-8,00	0,25	64,00			635,4	5
6	1,50	-8,00	2,25	64,00			906,5	6
7	2,50	-8,00	6,25	64,00			1177,6	7
8	3,50	-8,00	12,25	64,00			1448,7	8
9	3,50	-7,00	12,25	49,00			1520,6	9
10	3,50	-6,00	12,25	36,00			1592,6	10
11	2,90	-5,00	8,41	25,00			1501,8	11
12	2,90	-4,00	8,41	16,00			1573,8	12
13	2,90	-3,00	8,41	9,00			1645,7	13
14	2,90	-2,00	8,41	4,00			1717,7	14
15	2,90	-1,00	8,41	1,00			1789,6	15
16	2,90	0,00	8,41	0,00			1861,6	16
17	2,90	1,00	8,41	1,00			1933,5	17
18	2,90	2,00	8,41	4,00			2005,5	18
19	2,90	3,00	8,41	9,00			2077,4	19
20	2,90	4,00	8,41	16,00			2149,3	20
21	2,90	5,00	8,41	25,00			2221,3	21
22	3,50	6,00	12,25	36,00			2455,9	22
23	3,50	7,00	12,25	49,00			2527,8	23
24	3,50	8,00	12,25	64,00			2599,8	24
25	2,50	8,00	6,25	64,00			2328,7	25
26	1,50	8,00	2,25	64,00			2057,6	26
27	0,50	8,00	0,25	64,00			1786,5	27
28	-0,50	8,00	0,25	64,00			1515,4	28
29	-1,50	8,00	2,25	64,00			1244,3	29
30	-2,50	8,00	6,25	64,00			973,2	30
31	-3,50	8,00	12,25	64,00			702,1	31
32	-3,50	7,00	12,25	49,00			630,1	32
33	-3,50	6,00	12,25	36,00			558,2	33
34	-2,90	5,00	8,41	25,00			648,9	34
35	-2,90	4,00	8,41	16,00			577,0	35
36	-2,90	3,00	8,41	9,00			505,0	36
37	-2,90	2,00	8,41	4,00			433,1	37
38	-2,90	1,00	8,41	1,00			361,1	38
39	-2,90	0,00	8,41	0,00			289,2	39
40	-2,90	-1,00	8,41	1,00			217,2	40
41	-2,90	-2,00	8,41	4,00			145,3	41
42	-2,90	-3,00	8,41	9,00			73,4	42
43	-2,90	-4,00	8,41	16,00			1,4	43
44	-2,90	-5,00	8,41	25,00			-70,5	44
45	-3,50	-6,00	12,25	36,00			-305,1	45
46	-3,50	-7,00	12,25	49,00			-377,1	46
47	-1,80	-3,00	3,24	9,00			371,6	47
48	-0,60	-3,00	0,36	9,00			696,9	48
49	0,60	-3,00	0,36	9,00			1022,2	49
50	1,80	-3,00	3,24	9,00			1347,5	50
51	-1,80	3,00	3,24	9,00			803,2	51
52	-0,60	3,00	0,36	9,00			1128,6	52
53	0,60	3,00	0,36	9,00			1453,9	53
54	1,80	3,00	3,24	9,00			1779,2	54

UP9 – Combinazione dimensionante: Sisma 1 min

Carichi estradosso plinto (kN) - (kNm)								
N*	T _x	M _y *	T _y	M _x *				
28323	4956	152918	2773	47050				
Carichi intradosso plinto (kN) - (kNm)					Reazioni sul plinto (kN) - (kNm)			
N	T _x	M _y	T _y	M _x	T _x	M _{iy}	T _y	M _{ix}
39806	4956	165308	2773	53982,5	-91,78	108,10	-51,35	60,48
Palo n°	Y _i (m)	X _i (m)	Y _i ² (m ²)	X _i ² (m ²)	SY _i ² (m ²)	SX _i ² (m ²)	Q _i (kN)	Palo n°
1	-3,50	-8,00	12,25	64,00	381,42	1656,00	-556,8	1
2	-2,50	-8,00	6,25	64,00			-415,3	2
3	-1,50	-8,00	2,25	64,00			-273,7	3
4	-0,50	-8,00	0,25	64,00			-132,2	4
5	0,50	-8,00	0,25	64,00			9,3	5
6	1,50	-8,00	2,25	64,00			150,8	6
7	2,50	-8,00	6,25	64,00			292,4	7
8	3,50	-8,00	12,25	64,00			433,9	8
9	3,50	-7,00	12,25	49,00			533,7	9
10	3,50	-6,00	12,25	36,00			633,6	10
11	2,90	-5,00	8,41	25,00			648,5	11
12	2,90	-4,00	8,41	16,00			748,3	12
13	2,90	-3,00	8,41	9,00			848,1	13
14	2,90	-2,00	8,41	4,00			947,9	14
15	2,90	-1,00	8,41	1,00			1047,8	15
16	2,90	0,00	8,41	0,00			1147,6	16
17	2,90	1,00	8,41	1,00			1247,4	17
18	2,90	2,00	8,41	4,00			1347,2	18
19	2,90	3,00	8,41	9,00			1447,0	19
20	2,90	4,00	8,41	16,00			1546,9	20
21	2,90	5,00	8,41	25,00			1646,7	21
22	3,50	6,00	12,25	36,00			1831,4	22
23	3,50	7,00	12,25	49,00			1931,3	23
24	3,50	8,00	12,25	64,00			2031,1	24
25	2,50	8,00	6,25	64,00			1889,6	25
26	1,50	8,00	2,25	64,00			1748,0	26
27	0,50	8,00	0,25	64,00			1606,5	27
28	-0,50	8,00	0,25	64,00			1465,0	28
29	-1,50	8,00	2,25	64,00			1323,4	29
30	-2,50	8,00	6,25	64,00			1181,9	30
31	-3,50	8,00	12,25	64,00			1040,4	31
32	-3,50	7,00	12,25	49,00			940,5	32
33	-3,50	6,00	12,25	36,00			840,7	33
34	-2,90	5,00	8,41	25,00			825,8	34
35	-2,90	4,00	8,41	16,00			726,0	35
36	-2,90	3,00	8,41	9,00			626,2	36
37	-2,90	2,00	8,41	4,00			526,3	37
38	-2,90	1,00	8,41	1,00			426,5	38
39	-2,90	0,00	8,41	0,00			326,7	39
40	-2,90	-1,00	8,41	1,00			226,9	40
41	-2,90	-2,00	8,41	4,00			127,1	41
42	-2,90	-3,00	8,41	9,00			27,2	42
43	-2,90	-4,00	8,41	16,00			-72,6	43
44	-2,90	-5,00	8,41	25,00			-172,4	44
45	-3,50	-6,00	12,25	36,00			-357,2	45
46	-3,50	-7,00	12,25	49,00			-457,0	46
47	-1,80	-3,00	3,24	9,00			182,9	47
48	-0,60	-3,00	0,36	9,00			352,7	48
49	0,60	-3,00	0,36	9,00			522,6	49
50	1,80	-3,00	3,24	9,00			692,4	50
51	-1,80	3,00	3,24	9,00			781,9	51
52	-0,60	3,00	0,36	9,00			951,7	52
53	0,60	3,00	0,36	9,00			1121,5	53
54	1,80	3,00	3,24	9,00			1291,4	54

In base ai carichi calcolati e alle curve di capacità portante riportate in precedenza, la lunghezza di progetto dei pali per tutte le pile è la seguente:

	L_{pali}			
	lateralali		interni	
	L_p	n_p	L_p	n_p
UP1	12 m	24	-	-
UP2	16 m	24	-	-
UP3	12 m	32	12 m	14
UP4	12 m	32	12 m	14
UP5	12 m	32	12 m	14
UP6	12 m	32	12 m	14
UP7	14 m	28	12 m	30
UP8	20 m	24	12 m	30
UP9	14 m	24	12 m	30
	lateralali		interni	
IP1	12 m	32	12 m	14
IP2	12 m	28	12 m	30
IP3	24 m	28	15 m	30
IP4	27 m	24	15 m	30
IP5	17 m	24	12 m	30

Tabella 18 Lunghezza di progetto dei pali di fondazione

Per le pile in affiancamento si è verificato che i pali delle fondazioni in progetto non interferiscano dal punto di vista geometrico con la fondazione della corrispondente pila esistente, in base alle effettive quote di progetto delle fondazioni.

10. RILEVATI E TRINCEE

In questo capitolo sono presentate le analisi dei rilevati e delle trincee previsti in progetto; in entrambi i casi, l'area interessata è quella della sommità della deponia, sulla quale si impostano i tratti in rilevato delle rampe di svincolo in ingresso e uscita e la trincea provvisoria propedeutica alla realizzazione della galleria artificiale in cui correrà la strada per Giaglione nella configurazione finale di progetto.

10.1 Criteri normativi di verifica

Il decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 prevede che per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) il valore di progetto dell'azione (o dell'effetto dell'azione), E_d , deve essere minore del valore di progetto della resistenza, R_d , del sistema geotecnico di fondazione, o al più uguale:

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del doc. rif. [5]})$$

La verifica della suddetta condizione deve essere svolta impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3), e riportati nelle Tabelle 1, 2 e 3 (quest'ultima Tabella, essendo riferita alle resistenze della specifica tipologia di opera è riportata nel capitolo successivo, relativo alle verifiche di sicurezza su opere in materiali sciolti e fronti di scavo):

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale (γ_F, γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

Tabella 19 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni-(Tab. 6.2.I, doc. rif. [5])

PARAMETRO	Grandezza a cui applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1.0	1.0

Tabella 20 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno(Tab. 6.2.II, Doc.Rif. [5])

Lo stesso Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 fornisce al capitolo 6.8 i criteri per le verifiche da eseguire su opere in materiali sciolti e fronti di scavo.

La verifica agli stati limite ultimi delle opere in materiali sciolti, nel caso specifico rilevati, e dei fronti di scavo, in accordo a quanto definito nel Par. 6.4.3.1 del doc. rif. [5], deve essere effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2:

(A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabella 19 e Tabella 20 del precedente paragrafo e della Tabella 21 sottostante.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Tabella 21 - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

10.2 Condizioni sismiche

Le condizioni sismiche sono state modellate mediante un metodo pseudostatico, nel quale 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. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza. Nella verifica agli stati limite ultimi, le NTC 2008 prevedono, al par. 7.11.3.5.2, che in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max}/g$$

$$k_v = \pm 0,5 k_h$$

dove

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$ = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$$a_g / g = 0.202 \quad (\text{SLV})$$

g = accelerazione di gravità;

S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica = 1.393

S_T = coefficiente di amplificazione topografica = 1.100

I valori di β_s sono riportati di seguito in funzione dell'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido, a_g/g :

	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

Tabella 22 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (Tab. 7.11.I, doc. rif. [5])

Nel caso in esame, essendo la categoria di sottosuolo B (cfr. "Relazione sismica" allegata al presente progetto esecutivo, elab. 104C_C16166_NV02_00_E_RH_GE_01120) si è assunto pertanto:

$$\beta_s = 0.28$$

dal che consegue:

$$k_h = 0.0866$$

$$k_v = \pm 0.0433$$

Le verifiche devono essere condotte ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni (al carico uniforme di traffico sulla pavimentazione si applica tuttavia un coefficiente di combinazione $\psi_2 = 0.2$ -NTC 2008, par. 3.2.4- per cui $q_{\text{sismico}} = 4 \text{ kPa}$) e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, fattorizzate coi valori dei coefficienti parziali indicati nella Tabella 20 (quindi ancora col set M2 di fattori sui parametri geotecnici), secondo quanto prescritto dal par. 7.11.1 delle NTC 2008.

10.3 Criteri di modellazione

Il calcolo è stato condotto secondo un metodo di calcolo all'equilibrio limite, implementato mediante il codice di calcolo "Talren", vers. 5 (rif. [32]).

Il codice analizza la stabilità di pendii e fronti di scavo in condizioni piane nelle deformazioni, assunzione generalmente verificata nel caso di rilevati stradali e nella fattispecie cautelativa in quanto implica che si consideri che il rilevato proceda alla massima altezza di progetto per un tratto sufficientemente lungo, mentre la sezione analizzata corrisponde a una condizione puntuale, la più gravosa lungo l'intero tracciato.

Il programma genera, in maniera automatica o secondo criteri definiti dall'utente, una serie (decine o centinaia) di potenziali superfici di scorrimento e per ognuna di esse determina, secondo un metodo di calcolo all'equilibrio limite, il coefficiente di sicurezza, individuando così il minimo valore di FS e la superficie di scorrimento a esso corrispondente (superficie critica).

Le analisi di stabilità presentate nei paragrafi successivi sono state eseguite con il metodo dell'equilibrio limite di Bishop, per ulteriori approfondimenti in merito al quale si rimanda alla bibliografia (doc. rif. [7]).

I rilevati insistono sulla sommità dell'area di deponia, costituita interamente da terreno assegnato all'unità geotecnica UG1.

Il rilevato è stato modellato mediante un unico materiale, non distinguendo il pacchetto di pavimentazione né il terreno vegetale sulle scarpate (assunzione sostanzialmente neutra rispetto all'analisi: il terreno vegetale può essere interessato solo da superfici estremamente corticali, non significative, e non ha un impatto sensibile, né in senso positivo né negativo, sulla stabilità).

L'andamento del piano di campagna è stato modellato come orizzontale (condizione in realtà cautelativa, giacché i rilevati più alti poggiano su un fianco della deponia)..

I parametri geotecnici (peso di volume e angolo di resistenza a taglio) caratteristici per i unità geotecniche interessate sono quelli indicati nel capitolo di caratterizzazione geotecnica; al corpo del rilevato sono i seguenti:

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume
$c = 0$	coesione intercetta
$\varphi = 38^\circ$	angolo di resistenza a taglio

La falda è posta a profondità superiori a quelle di interesse, in accordo ai profili geotecnici che la vedono, in prossimità dei versanti, a quota massima pari a circa 670 m s.l.m., largamente inferiore a quella delle opere e dei rilevati in esame.

In corrispondenza della pavimentazione stradale è stato imposto un carico uniformemente distribuito d'intensità pari a $q = 20$ kPa (ridotto al 20%, cioè a $q = 4$ kPa, in condizioni sismiche, in accordo alle indicazioni di normativa); sulle berme non è stato imposto alcun carico, così come sulle scarpate.

Nel modello sono stati inseriti i valori caratteristici dei parametri di resistenza del terreno, fattorizzando invece i carichi agenti secondo quanto sopra indicato.

In tal modo, si deve verificare che il fattore di sicurezza globale FS risulti:

$$FS \geq \gamma_R \cdot \gamma_M = 1.25 \cdot 1.10 = 1.375$$

10.4 Rilevati

Di seguito si presentano le verifiche di stabilità e le analisi di cedimento per rilevati stradali in progetto. In accordo alla sezione tipologica di progetto, i rilevati sono previsti con scarpate sagomate in pendenza 2v:3h; l'altezza massima è circa 5.0m.

Tutti i rilevati saranno eseguiti con materiali a granulometria selezionata e opportunamente compattati, secondo le prescrizioni di capitolato.

10.4.1 Verifiche di stabilità

Condizioni statiche

La geometria analizzata è riportata nella figura seguente. E' stato modellato uno strato superficiale di spessore 0.5 m: esso ha le stesse proprietà del terreno sottostante, ma permette di imporre al software di non tenere conto, nel caso sismico, di superfici di scorrimento corticali, non realmente significative. Si sottolinea comunque che, in configurazione finale, il rilevato sarà inerbito; di conseguenza, lo strato corticale presenterà una certa coesione, in grado di inibire la formazione di tali superfici di scivolamento.

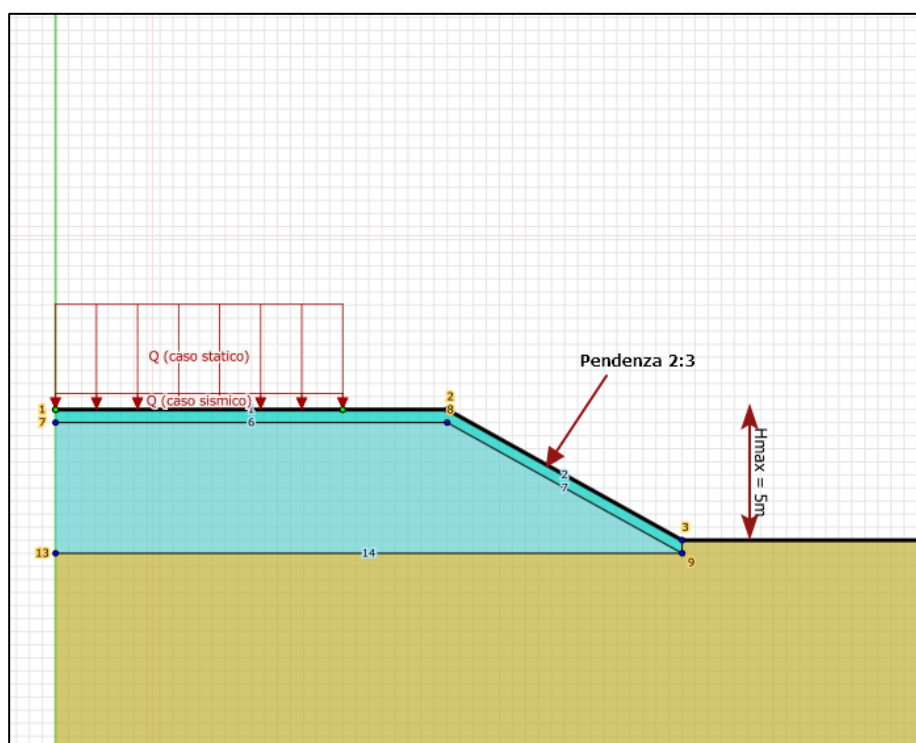


Figura 58 – Rilevato stradale: geometria di calcolo

La figura seguente riporta il minimo fattore di sicurezza calcolato in condizioni statiche per la sezione di calcolo considerata.

La superficie critica risulta piuttosto superficiale e il fattore di sicurezza corrispondente risulta pari a:

$$FS = 1.76 > 1.375 = R2 \text{ (valore minimo di FS richiesto da normativa)}$$

La verifica è quindi soddisfatta.

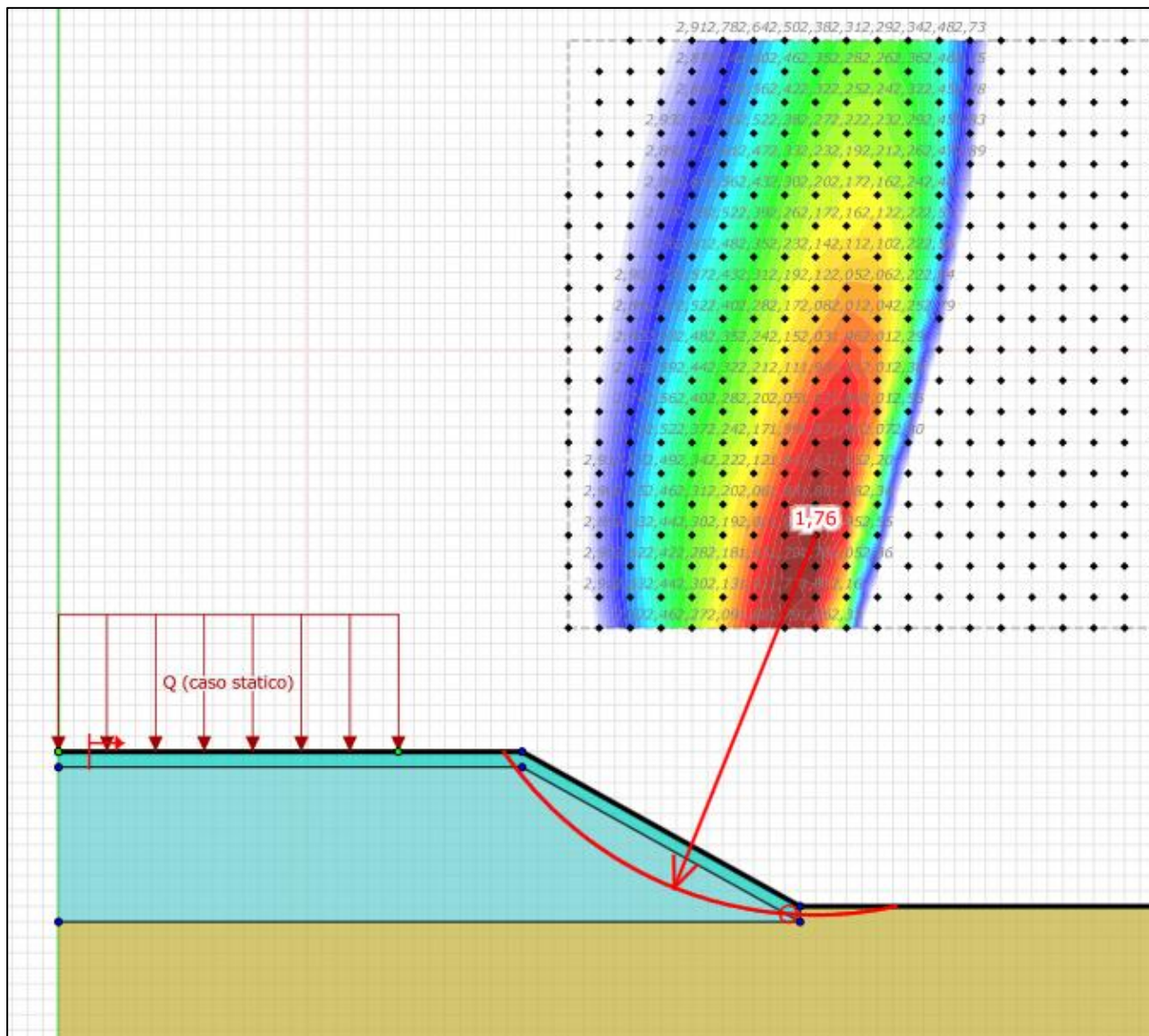


Figura 59 - Rilevato di linea - Condizioni statiche: F_s minimo e superficie di scorrimento associata

Condizioni sismiche

L'analisi in condizioni sismiche della stessa sezione considerata al paragrafo precedente è stata svolta mediante i criteri e le modalità di calcolo e di verifica descritti nei paragrafi precedenti.

La figura seguente riporta la superficie di scorrimento corrispondente al minimo valore del fattore di sicurezza calcolato; in questo caso si ha:

$FS = 1.42 > 1.375 =$ valore minimo di F_s richiesto, per quanto sopra esposto

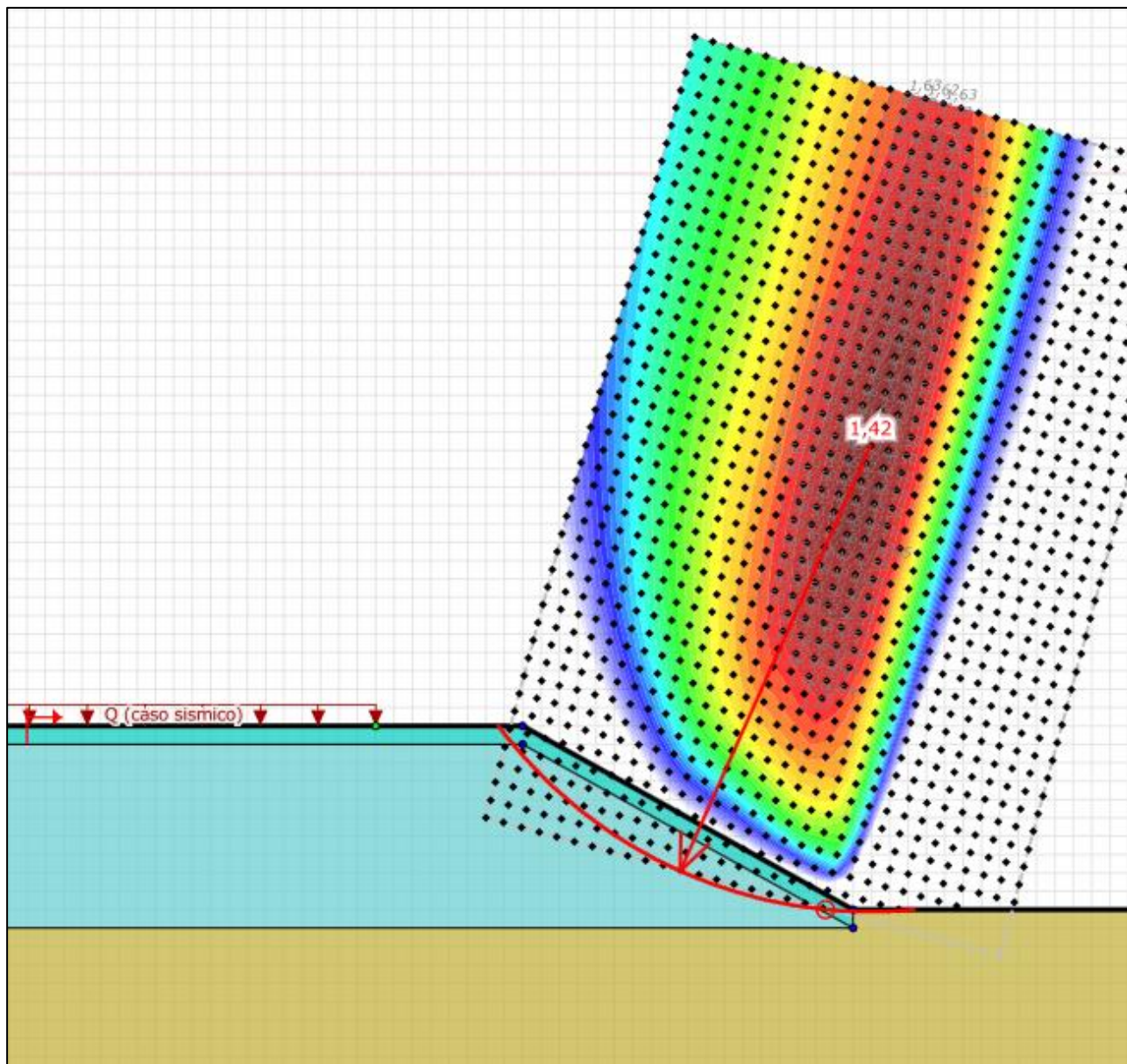


Figura 60 – Rilevato di linea - Condizioni sismiche: F_s minimo e superficie di scorrimento associata

10.4.2 *Stima dei cedimenti attesi*

Nel presente capitolo vengono sviluppati i calcoli dei cedimenti dei rilevati in progetto, con riferimento agli Stati Limite di Esercizio (SLE).

Criteri di verifica

La verifica agli Stati Limite di Esercizio (SLE) deve garantire la compatibilità tra i cedimenti dei manufatti e la loro funzionalità.

Per tale tipologia di verifiche non è prevista, da normativa, alcuna fattorizzazione.

Stratigrafia e parametri di calcolo

Per il terreno di fondazione si considera un monostrato omogeneo costituito dal materiale di riporto della deponia (UG1).

Il rilevato sarà modellato come una distribuzione di carico nastriforme (ipotesi cautelativa) trapezia assunto incomprimibile come da prassi in questo tipo di analisi; il materiale che costituisce il rilevato è caratterizzato dal solo peso di volume γ_{ri}

Si riportano qui di seguito i valori caratteristici dei parametri di interesse per l'unità geotecnica UG1.

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso specifico
$\varphi' = 33^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0$	coesione intercetta
$E_{ope} = 25 + 2.25 \cdot z \text{ MPa}$	modulo elastico operativo (z: profondità da p.c.)
$\nu = 0.3$	modulo di Poisson

La falda è posta a profondità pari a $z_w = 35 \text{ m}$ rispetto al piano campagna, essendo la sommità della deponia a quota 704.8 m s.l.m. e la falda in questa zona a circa 670 m s.l.m..

La geometria della sezione analizzata è la stessa vista in precedenza per le analisi di stabilità, con una semiampiezza in sommità pari a 10.5m (corrispondente al tratto in cui le due rampe viaggiano affiancate su un unico rilevato).

Calcolo dei cedimenti

Il calcolo è stato condotto modellando il rilevato come un carico applicato alla superficie di un semispazio elastico suddiviso in strati, ciascuno omogeneo ed isotropo, su una fondazione infinitamente flessibile.

I cedimenti s del piano di imposta dei rilevati sono stati calcolati mediante la seguente espressione:

$$s = \sum_{i=1}^n \frac{1}{E_i} [\Delta\sigma_{zi} - \nu(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})] \cdot \Delta h_i$$

ove:

s = cedimento;

n = numero di suddivisioni verticali dei vari strati di terreno;

E_i = modulo elastico della suddivisione i -esima del terreno;

ν = coefficiente di Poisson;

Δh_i = altezza della suddivisione i -esima del terreno;

$\Delta\sigma_{zi}$, $\Delta\sigma_{xi}$, $\Delta\sigma_{yi}$ = incremento medio delle tensioni verticali e orizzontali (in due direzioni ortogonali x e y) nella suddivisione i -esima del terreno, conseguente all'imposizione del carico.

L'incremento delle tensioni nel terreno è stato calcolato mediante la formulazione di Jumikis (1971, doc. rif. [19])[19], che fornisce l'andamento di $\Delta\sigma_{zi}$, $\Delta\sigma_{xi}$ e $\Delta\sigma_{yi}$ in funzione della profondità e della distanza x dall'asse dell'impronta di carico sia per il caso di area di carico rettangolare che per quella di area di carico triangolare.

Il calcolo è interrotto alla profondità alla quale l'incremento di tensione ottaedrale risulta minore del 10% della tensione ottaedrale preesistente a quella profondità:

$$\Delta\sigma_{\text{ott}} < 0.1 \sigma'_{\text{ott}}$$

essendo:

$$\sigma'_{\text{ott}} = (\sigma'_{\text{vo}} + 2\sigma'_{\text{ho}})/3$$

Il cedimento risultante per la sezione considerata, calcolato in asse al rilevato, è pari a:

$$s = 5.31 \text{ cm.}$$

L'entità dei cedimenti calcolati è modesta e, data la granulometria grossolana dei terreni di fondazione, i cedimenti calcolati si possono considerare immediati (si esauriranno in tempi paragonabili a quelli della costruzione dei rilevati) e non si avranno significativi cedimenti secondari. Si considerano quindi soddisfatte le condizioni di SLE.

Nella tabella sottostante si riporta lo sviluppo del calcolo condotto in asse al rilevato.

CALCOLO DEI CEDIMENTI

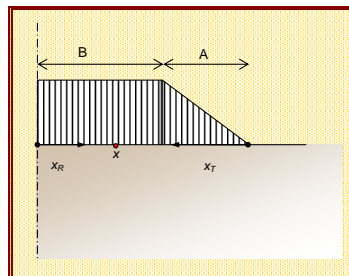
Calcolo delle tensioni nel terreno secondo Jumikis (1971)
area di carico nastriforme, sovraccarico trapezoidale

B **10.5** [m] γ_{fil} **20.0** [kN/m³]
 A **7.5** [m] γ_t **20.0** [kN/m³]
 pend. **0.667** [V/H] ϕ **33** [°]
 H **5** [m] v **0.3** [-]
 Z_w **35.0** [m]

q_{acc} **0** [kPa]

x+B **10.50** [m]
 x-B **-10.50** [m]
 x-A **-7.50**

x **0** [m] *distanza dall'asse del rilevato della verticale di calcolo*
 q_R **100.0** [kPa] *carico rettangolare applicato (comprensivo di q_{acc})*
 q_T **100.0** [kPa] *carico triangolare applicato (valore massimo, per x_T = B)*



S 5.31 [cm] cedimento

z [m]	x/z [-]	(x-A)/z [-]	(x+B)/z [-]	(x-B)/z [-]	σ'_{vo} [kPa]	σ'_{ho} [kPa]	$\Delta\sigma$ provocate da q _R			$\Delta\sigma$ provocate da q _T			$\Delta\sigma_{TOT}$ ($\Delta\sigma_R + \Delta\sigma_T + \Delta\sigma_{acc}$)/3 [kPa]	σ_{ott} ($\sigma'_{vo} + 2 \cdot \sigma'_{ho}$)/3 [kPa]	$\Delta\sigma/\sigma_{ott}$	E [kPa]	s _i [cm]	
							$\Delta\sigma_1$ [kPa]	$\Delta\sigma_2$ [kPa]	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	$\Delta\sigma_4$ [kPa]	$\Delta\sigma_5$ [kPa]	$\Delta\sigma_6$ [kPa]						
0.5	0.0	-15.0	21.0	-21.0	25.0	10.00	5.77	100.00	93.95	58.18	47.88	36.38	25.28	120.55	7.18	16.78	26125	0.208
1.5	0.0	-5.0	7.0	-7.0	25.0	30.00	17.32	99.88	82.05	54.58	43.72	22.98	20.01	107.74	21.55	5.00	28375	0.208
2.5	0.0	-3.0	4.2	-4.2	25.0	50.00	28.87	99.46	70.78	51.07	39.76	15.33	16.53	97.64	35.91	2.72	30625	0.205
3.5	0.0	-2.1	3.0	-3.0	30.0	70.00	35.00	98.62	60.42	47.71	36.10	10.53	13.99	89.12	46.67	1.91	32875	0.201
4.5	0.0	-1.7	2.3	-2.3	30.0	90.00	45.00	97.27	51.17	44.53	32.80	7.41	12.06	81.75	60.00	1.36	35125	0.195
5.5	0.0	-1.4	1.9	-1.9	30.0	110.00	55.00	95.45	43.12	41.57	29.86	5.33	10.56	75.29	73.33	1.03	37375	0.187
6.5	0.0	-1.2	1.6	-1.6	30.0	130.00	65.00	93.20	36.22	38.83	27.27	3.92	9.36	69.60	86.67	0.80	39625	0.178
7.0	0.0	-1.1	1.5	-1.5	30.0	140.00	70.00	91.95	33.18	37.54	26.10	3.38	8.84	67.00	93.33	0.72	40750	0.174
7.5	0.0	-1.0	1.4	-1.4	30.0	150.00	75.00	90.62	30.40	36.31	25.00	2.94	8.38	64.55	100.00	0.65	41875	0.084
8.0	0.0	-0.9	1.3	-1.3	30.0	160.00	80.00	89.24	27.86	35.13	23.97	2.56	7.96	62.24	106.67	0.58	43000	0.082
8.5	0.0	-0.9	1.2	-1.2	20.0	170.00	111.86	87.81	25.54	34.01	23.01	2.24	7.58	60.06	131.24	0.46	44125	0.079
9.0	0.0	-0.8	1.2	-1.2	20.0	180.00	118.44	86.34	23.43	32.93	22.11	1.97	7.23	58.01	138.96	0.42	45250	0.074
9.5	0.0	-0.8	1.1	-1.1	28.0	190.00	100.80	84.85	21.51	31.91	21.27	1.74	6.90	56.06	130.53	0.43	46375	0.074
10.0	0.0	-0.8	1.1	-1.1	28.0	200.00	106.11	83.35	19.76	30.93	20.48	1.54	6.61	54.22	137.40	0.39	47500	0.072
10.5	0.0	-0.7	1.0	-1.0	28.0	210.00	111.41	81.83	18.17	30.00	19.74	1.37	6.33	52.48	144.27	0.36	48625	0.069
11.0	0.0	-0.7	1.0	-1.0	28.0	220.00	116.72	80.32	16.72	29.11	19.05	1.23	6.08	50.84	151.14	0.34	49750	0.067
11.5	0.0	-0.7	0.9	-0.9	28.0	230.00	122.02	78.81	15.41	28.26	18.40	1.10	5.85	49.27	158.01	0.31	50875	0.065
12.0	0.0	-0.6	0.9	-0.9	28.0	240.00	127.33	77.31	14.21	27.46	17.78	0.99	5.63	47.79	164.88	0.29	52000	0.062
12.5	0.0	-0.6	0.8	-0.8	28.0	250.00	132.63	75.83	13.12	26.69	17.20	0.89	5.43	46.39	171.75	0.27	53125	0.060
13.0	0.0	-0.6	0.8	-0.8	28.0	260.00	137.94	74.37	12.13	25.95	16.66	0.80	5.24	45.05	178.62	0.25	54250	0.174
13.5	0.0	-0.6	0.8	-0.8	32.0	270.00	126.92	72.93	11.23	25.25	16.14	0.73	5.06	43.78	174.61	0.25	55375	0.168
14.0	0.0	-0.5	0.8	-0.8	32.0	280.00	131.62	71.52	10.41	24.58	15.65	0.66	4.90	42.58	181.08	0.24	56500	0.162
14.5	0.0	-0.5	0.7	-0.7	32.0	290.00	136.32	70.14	9.66	23.94	15.19	0.60	4.74	41.43	187.55	0.22	57625	0.156
15.0	0.0	-0.5	0.7	-0.7	32.0	300.00	141.02	68.79	8.97	23.33	14.76	0.55	4.59	40.33	194.02	0.21	58750	0.151
15.5	0.0	-0.5	0.7	-0.7	32.0	310.00	145.73	67.47	8.34	22.74	14.34	0.51	4.46	39.29	200.48	0.20	59875	0.146
16.0	0.0	-0.5	0.7	-0.7	32.0	320.00	150.43	66.17	7.77	22.18	13.95	0.46	4.33	38.29	206.95	0.19	61000	0.148
16.5	0.0	-0.5	0.6	-0.6	32.0	330.00	155.13	64.91	7.24	21.65	13.58	0.43	4.20	37.34	213.42	0.17	62125	0.181
17.0	0.0	-0.4	0.6	-0.6	32.0	340.00	159.83	63.69	6.76	21.13	13.23	0.39	4.09	36.43	219.88	0.17	63250	0.175
17.5	0.0	-0.4	0.6	-0.6	32.0	350.00	164.53	62.49	6.32	20.64	12.89	0.36	3.98	35.56	226.35	0.16	64375	0.169
18.0	0.0	-0.4	0.6	-0.6	32.0	360.00	169.23	61.33	5.91	20.17	12.57	0.34	3.87	34.73	232.82	0.15	65500	0.163
18.5	0.0	-0.4	0.6	-0.6	32.0	370.00	173.93	60.19	5.54	19.72	12.26	0.31	3.77	33.93	239.29	0.14	66625	0.158
19.0	0.0	-0.4	0.6	-0.6	32.0	380.00	178.63	59.09	5.19	19.28	11.97	0.29	3.68	33.17	245.75	0.13	67750	0.153
19.5	0.0	-0.4	0.5	-0.5	32.0	390.00	183.33	58.02	4.87	18.87	11.69	0.27	3.59	32.43	252.22	0.13	68875	0.148
20.0	0.0	-0.4	0.5	-0.5	32.0	400.00	188.03	56.98	4.58	18.47	11.42	0.25	3.50	31.73	258.69	0.12	70000	0.143
20.5	0.0	-0.4	0.5	-0.5	33.0	410.00	186.70	55.97	4.30	18.08	11.16	0.23	3.42	31.06	265.13	0.12	71125	0.138
21.0	0.0	-0.4	0.5	-0.5	33.0	420.00	191.25	54.98	4.05	17.71	10.92	0.22	3.34	30.41	267.50	0.11	72250	0.134
21.5	0.0	-0.3	0.5	-0.5	33.0	430.00	195.81	54.03	3.82	17.35	10.68	0.21	3.27	29.78	273.87	0.11	73375	0.130
22.0	0.0	-0.3	0.5	-0.5	33.0	440.00	200.36	53.10	3.60	17.01	10.46	0.19	3.20	29.18	280.24	0.10	74500	0.126
22.5	0.0	-0.3	0.5	-0.5	33.0	450.00	204.91	52.19	3.40	16.68	10.24	0.18	3.13	28.61	286.61	0.10	75625	0.000
23.0	0.0	-0.3	0.5	-0.5	33.0	460.00	209.47	51.31	3.21	16.36	10.03	0.17	3.06	28.05	292.98	0.10	76750	0.000
23.5	0.0	-0.3	0.4	-0.4	33.0	470.00	214.02	50.46	3.04	16.05	9.83	0.16	3.00	27.51	299.35	0.09	77875	0.000

Tabella 23 - Cedimenti in asse al rilevato di altezza 5 m

10.5 Trincee

E' prevista una trincea provvisoria propedeutica alla realizzazione della galleria artificiale cosiddetta "per Giaglione". Al fine di consentire la costruzione dello scatolare definitivo senza interrompere il traffico veicolare, è infatti necessario incidere l'area di deponia sul lato Nord e procedere a una riprofilatura superficiale sul lato Sud (versante naturale). In questo modo si ricaverà spazio sufficiente alla realizzazione di una carreggiata provvisoria da utilizzare per il traffico veicolare durante la costruzione del manufatto definitivo. Nella configurazione finale gli scavi per lo scatolare definitivo saranno ritombati.

Le scarpate di scavo saranno realizzate in pendenza 1:1, con berme intermedie larghe 3 m ogni 4 m, al massimo, in altezza. Le scarpate saranno inoltre protette da uno strato di spritz-beton di 15 cm di spessore e rete elettrosaldata, al fine di evitare scivolamenti corticali che, seppur coinvolgendo volumi limitati di materiale, possono rappresentare un pericolo per la circolazione stradale e per le maestranze. Il drenaggio del materiale a tergo sarà garantito tramite appositi "barbacani", ovvero delle riserve nello strato di betoncino in cui si alloggeranno spezzoni di tubi in PVC microfessurati che garantiranno l'espulsione delle eventuali acque meteoriche che dovessero ristagnare a tergo del paramento in spritz-beton. Le disposizioni esecutive specifiche sono riportate sugli elaborati grafici di progetto.

10.6 Criteri di modellazione

Lo scavo interesserà solo materiale di deponia (unità geotecnica UG1) sul lato Nord e solo il terreno naturale che costituisce il versante sul lato Sud della galleria artificiale; il versante è formato in particolare dalle unità geotecniche UG2 e UG3: a favore di sicurezza si è considerata nel calcolo la presenza della sola unità geotecnica UG2.

I parametri geotecnici (peso di volume e angolo di resistenza a taglio) caratteristici per i terreni naturali e di riporto sono concordi a quelli indicati nella "Relazione geotecnica" allegata al presente progetto esecutivo (elab. 104CC16166 NV02 00 E RH GE0113).

Lo strato corticale in betoncino proiettato è stato modellato come un volume di terreno con le seguenti caratteristiche:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c = 20 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 37^\circ$$

Per ragioni legate al calcolo, lo spessore di questo strato è assunto pari a 50cm.

I parametri di resistenza caratteristici assegnati ai terreni interessati dagli scavi in esame sono dunque i seguenti.

Formazione	Angolo di attrito [°]	Coesione efficace [kPa]
UG1 (riporto)	33	0
UG2	37	0
Protezione corticale in betoncino + rete e.s.	37	20

Tabella 24 – Parametri di resistenza di calcolo dei materiali

Nella fattispecie, non essendo presenti carichi esterni, l'analisi è stata condotta inserendo nel modello di calcolo i valori caratteristici dei parametri di resistenza del terreno, e verificando che il fattore di sicurezza globale FS risultasse:

$$FS \geq \gamma_R \cdot \gamma_M = 1.25 \cdot 1.10 = 1.375$$

La falda è posta a profondità superiori a quelle di interesse, in accordo ai profili geotecnici che la vedono, in prossimità dei versanti, a quota massima pari a circa 670 m s.l.m., largamente inferiore a quella delle opere e degli scavi in esame.

La presenza della rete elettrosaldata non è stata modellata nelle analisi, a favore di sicurezza.

Nessun carico è stato imposto in sommità allo scavo (area di deponia) né sulle berme intermedie; tale condizione sarà garantita dall'istituzione di un'adeguata fascia di rispetto (si vedano le tavole di progetto a questo riguardo).

Trattandosi di uno scavo provvisorio, da ritombarsi al termine della realizzazione della galleria artificiale, la verifica è stata condotta solo in condizioni statiche.

10.7 Risultati delle analisi

Scavo provvisorio lato NORD (area deponia)

La verifica è svolta per la sezione più critica, trascurando del tutto l'effetto favorevole dato dalla configurazione tridimensionale del pendio. Il modello di calcolo ha la geometria riportata nella figura seguente.

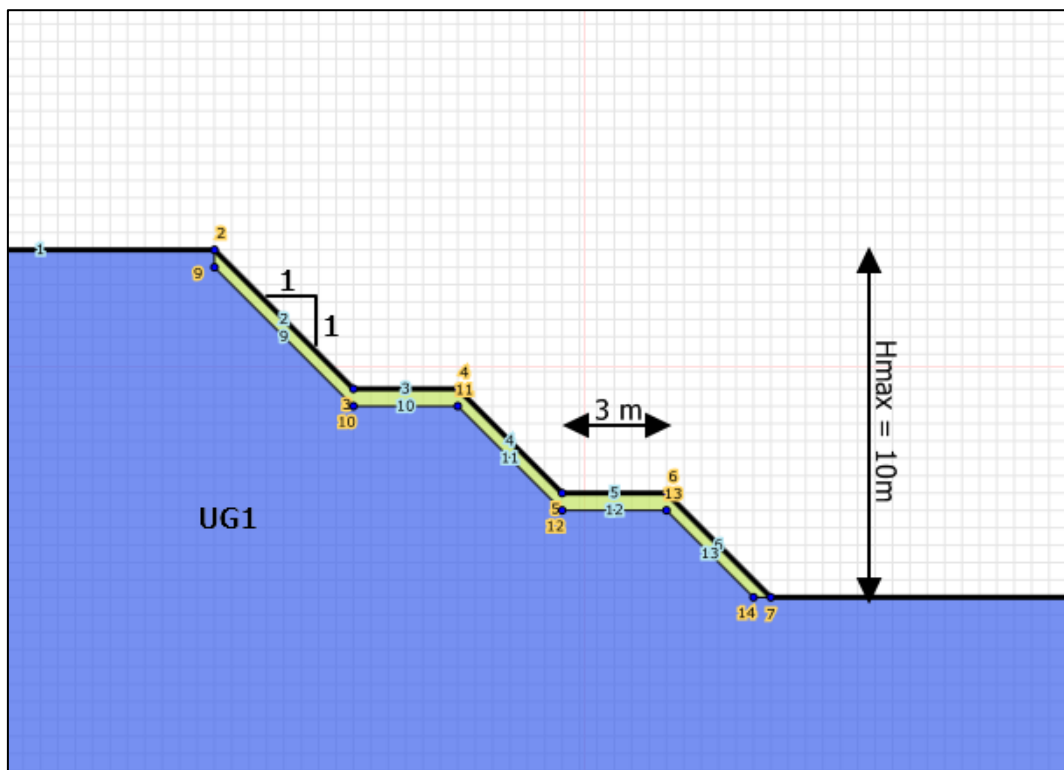


Figura 61 – Trincea: geometria di calcolo

La Figura 62 riporta il minimo fattore di sicurezza calcolato in condizioni statiche per la sezione di calcolo considerata.

La superficie critica risulta piuttosto superficiale e il fattore di sicurezza corrispondente è pari a:

$$FS = 1.426 > 1.375 \text{ (valore minimo di FS richiesto, cfr. par. precedente).}$$

La verifica è quindi soddisfatta.

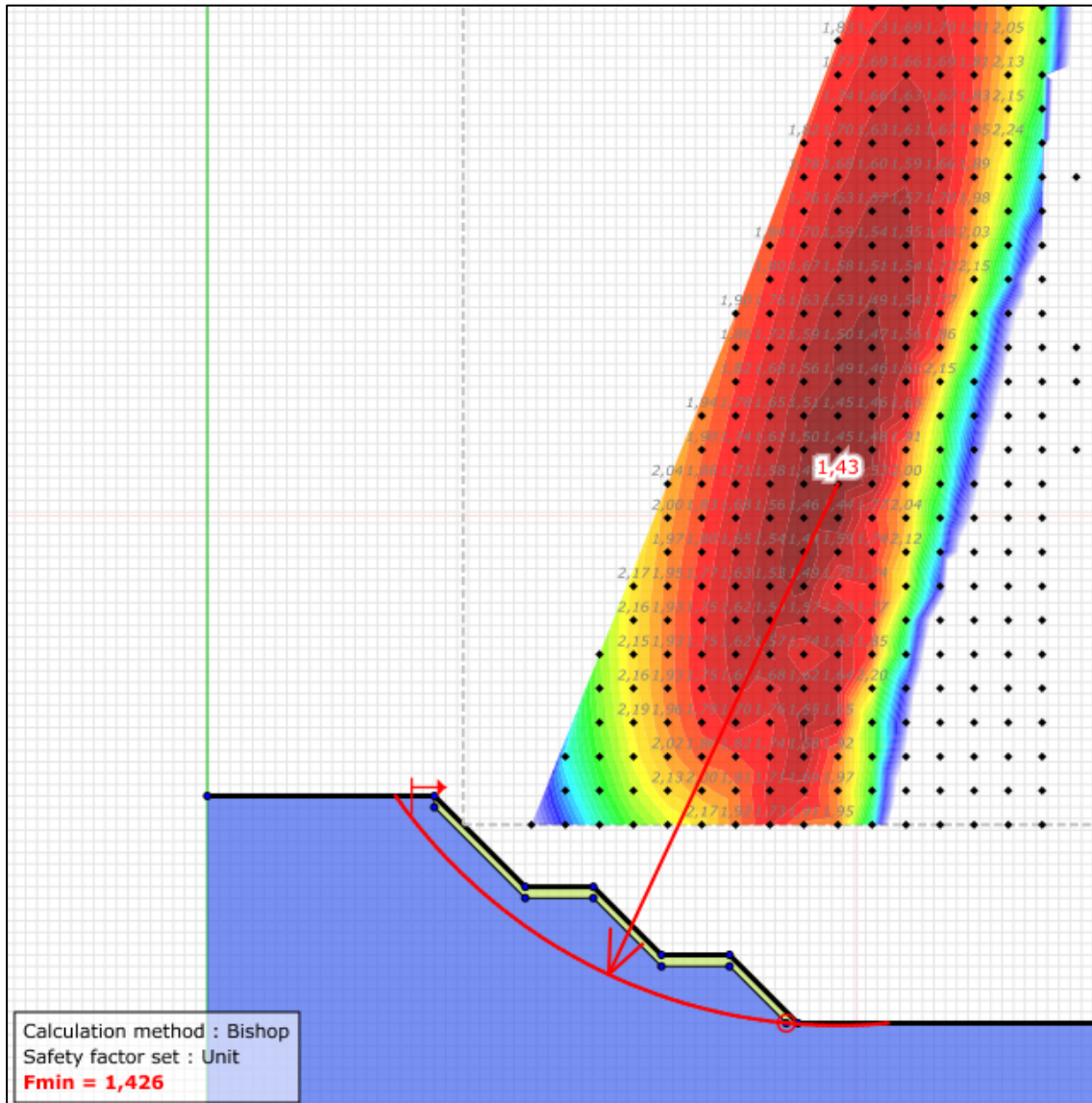


Figura 62 – Trincea - F_s minimo e superficie di scorrimento associata

Riprofilatura provvisoria lato SUD

La verifica è svolta per la geometria descritta nella figura che segue. Si trascura a favore di sicurezza la configurazione tridimensionale del pendio. L'altezza di riprofilatura è infatti variabile lungo lo sviluppo dell'intervento.

Si sottolinea inoltre che l'intervento avviene su di una scarpata che, allo stato di fatto, presenta una pendenza prossima al 100%. Alla luce di questo, la parametrizzazione dei terreni qui adottata sembra cautelativa.

La geometria del modello di calcolo è riportata nella figura seguente.

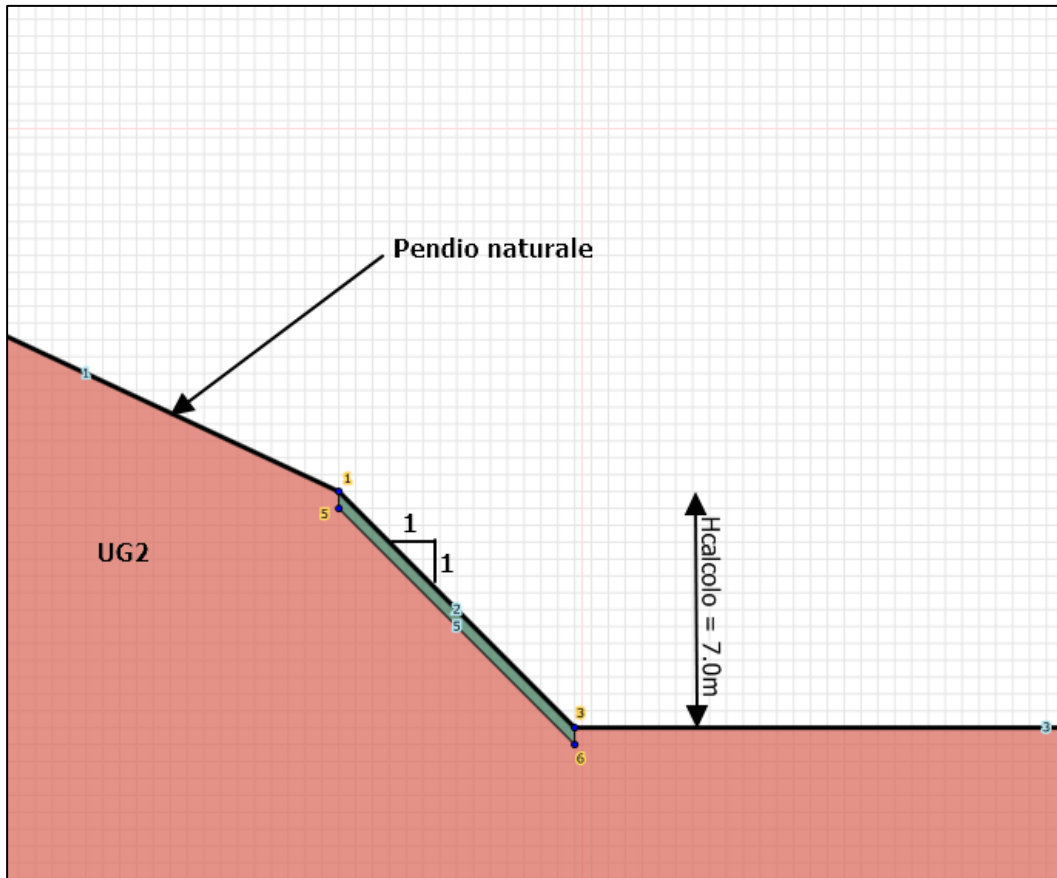


Figura 63 – Riprofilatura versante deponia – Geometria di calcolo

La Figura 64 riporta il minimo fattore di sicurezza calcolato in condizioni statiche per la sezione di calcolo considerata.

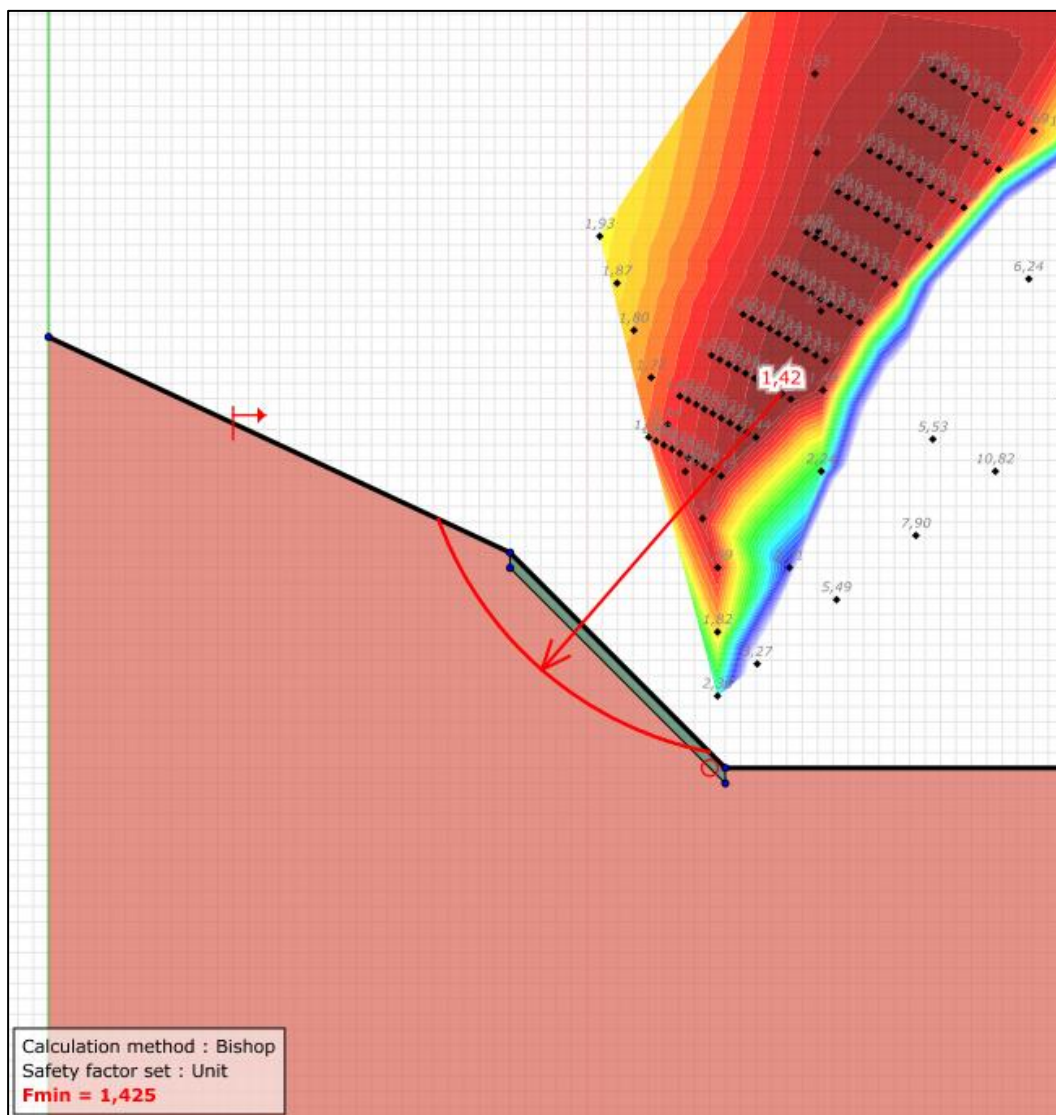


Figura 64 – Riprofilatura versante deponia - F_s minimo e superficie di scorrimento associata

La superficie critica risulta piuttosto superficiale e il fattore di sicurezza corrispondente è pari a:

$FS = 1.425 > 1.375$ (valore minimo di FS richiesto, cfr. par. precedente).

Anche questa verifica è quindi soddisfatta.

ALLEGATO 1

Risultati delle prove di laboratorio – Campagna 2016

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO								Archivio n. : 2173 Data : 02/02/2017 Committente: Musinet Engineering Spa Progetto: Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA. Prove geotecniche di laboratorio.				
								Limiti di Atterberg			Taglio diretto CD ricostituito	
Sondaggio	Profondità (m)	Analisi Granulometrica					Classificazione AGI	wl %	wp %	IP %	ϕ' (°)	c' kPa
		Ciottoli %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %						
SI01	6,00-6,25	0,0	61,5	22,0	14,9	1,6	GHIAIA SABBIOSA LIMOSA	20,70	N.D.	N.D.		
	10,50-10,80	0,0	52,8	30,2	15,9	1,1	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA	20,30	N.D.	N.D.	31,4	0,0
	15,00-15,30	0,0	45,7	29,4	22,9	2,0	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA	19,50	N.D.	N.D.		
	24,50-24,80	0,0	49,9	33,1	15,9	1,1	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA	20,00	N.D.	N.D.		
	28,50-28,80	0,0	43,2	42,8	13,1	0,9	GHIAIA E SABBIA LIMOSA	18,50	N.D.	N.D.	32,6	0,0
SI02	7,80-8,10	0,0	7,8	52,4	38,6	1,2	SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE GHIAIOSA	21,40	N.D.	N.D.	30,5	0,0
	8,20-8,50	0,0	6,2	42,4	49,7	1,7	LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE GHIAIOSO	22,50	N.D.	N.D.	24,7	0,0
	9,00	0,0	46,6	32,5	19,8	1,1	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA	19,90	N.D.	N.D.	31,0	0,0
	15,00	0,0	56,3	38,8	4,6	0,3	GHIAIA CON SABBIA	18,20	N.D.	N.D.		
	24,00	0,0	73,8	22,1	4,0	1,0	GHIAIA SABBIOSA	17,90	N.D.	N.D.		
	30,00	14,8	62,0	14,9	7,9	0,4	GHIAIA SABBIOSA CIOTTOLOSA DEBOLMENTE LIMOSA	20,30	N.D.	N.D.		
SI03	3,50-3,70	0,0	68,5	16,5	14,1	0,9	GHIAIA SABBIOSA LIMOSA	22,50	N.D.	N.D.		
	18,20-18,60	0,0	53,0	27,3	18,4	1,2	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA	20,50	N.D.	N.D.	29,2	0,0
	20,90-21,20	0,0	79,1	16,4	4,0	0,5	GHIAIA SABBIOSA	18,30	N.D.	N.D.		
	26,70-27,20	0,0	72,0	22,9	4,6	0,5	GHIAIA SABBIOSA	18,10	N.D.	N.D.	28,8	0,0

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO								Archivio n. : 2173 Data : 02/02/2017 Committente: Musinet Engineering Spa Progetto: Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA. Prove geotecniche di laboratorio.				
Sondaggio	Profondità (m)	Analisi Granulometrica						Limiti di Atterberg			Taglio diretto CD ricostituito	
		Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	Classificazione AGI	wl	wp	IP	ϕ'	c'
		%	%	%	%	%		%	%	%	%	(°)
SI04	3,00-3,30	0,0	67,6	21,8	9,6	1,0	GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA	19,40	N.D.	N.D.		
	9,00-9,30	0,0	45,5	31,9	21,2	1,4	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA	19,50	N.D.	N.D.	31,8	0,0
	11,90-12,20	0,0	66,1	22,1	11,1	0,7	GHIAIA SABBIOSA LIMOSA	19,50	N.D.	N.D.	31,0	0,0
	21,00-21,40	0,0	30,6	39,4	28,6	1,4	SABBIA CON GHIAIA E LIMO	21,10	N.D.	N.D.	31,8	0,0
	26,90-27,20	0,0	75,3	19,8	4,5	0,3	GHIAIA SABBIOSA	18,20	N.D.	N.D.		
SI05	5,80-6,20	0,0	55,7	28,0	14,8	1,5	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA	20,50	N.D.	N.D.	28,4	0,0
	15,00-15,40	0,0	52,4	28,4	17,4	1,8	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA	20,20	N.D.	N.D.	31,0	0,0
	18,00-18,30	0,0	58,4	26,5	13,4	1,7	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA	22,00	N.D.	N.D.	31,8	0,0
	27-27,40	0,0	37,9	29,8	30,3	2,0	GHIAIA CON LIMO E SABBIA	23,00	N.D.	N.D.	24,7	0,0

gd test Srl

Via Pigafetta 17 – 10129 TORINO - Italia
Tel. +39.011.58.08.406 Fax +39.011.58.08.319
E-mail: gdtest@gdtest.it www.gdtest.it
Capitale sociale: 100.000 euro
P.IVA e C. F.: 08207640015

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2316/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI01** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **27/01/17**
 Profondità (m): **6,00-6,25** Aperto il: **30/01/17**
 Tipo di terreno (AGI): ****
 Data esecuzione prova: **30/01/17**

Calibro 
 HCl diluito al 4 %
 Penetrometro tascabile

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica con sporadici ciottoli (diam. max 6-8 cm) in matrice sabbiosa limosa moderatamente addensata, presenza di sporadici fenomeni di alterazione e/o ossidazione della matrice, umido; di colore bruno scuro.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2304/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI01	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 27/01/17	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 6,00-6,25	Aperto il: 30/01/17	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 31/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 2092,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	266,5	12,74	12,74	87,26
37,5	274,1	13,10	25,84	74,16
25,0	80,6	3,85	29,69	70,31
19,0	167,0	7,98	37,68	62,32
12,5	98,9	4,73	42,40	57,60
9,50	73,0	3,49	45,89	54,11
4,75	154,2	7,37	53,26	46,74
2,00	172,5	8,25	61,51	38,49
0,425	228,9	10,94	72,45	27,55
0,180	84,1	4,02	76,47	23,53
0,063	146,6	7,01	83,48	16,52
fondo	345,6	16,52	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
Ghiaia (%): **61,5**
Sabbia (%): **22,0**
Limo (%): **14,9**
Argilla: **1,6**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	15,1	1,0335	34,000	28,775	8,021	0,0572	91,40	15,10
1	15,1	1,0290	29,500	24,275	9,101	0,0431	77,11	12,74
2	15,1	1,0270	27,500	22,275	9,581	0,0313	70,76	11,69
4	15,1	1,0240	24,500	19,275	10,301	0,0229	61,23	10,11
8	15,1	1,0205	21,000	15,775	11,141	0,0169	50,11	8,28
15	15,1	1,0180	18,500	13,275	11,741	0,0126	42,17	6,97
30	15,5	1,0150	15,500	10,375	12,461	0,0092	32,96	5,44
60	16,5	1,0125	13,000	8,125	13,061	0,0065	25,81	4,26
120	17,5	1,0100	10,500	5,875	13,661	0,0047	18,66	3,08
240	18,6	1,0080	8,500	4,150	14,141	0,0033	13,18	2,18
480	20,1	1,0065	7,000	3,025	14,501	0,0023	9,61	1,59
1440	15,5	1,0055	6,000	0,875	14,741	0,0014	2,78	0,46

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2304/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

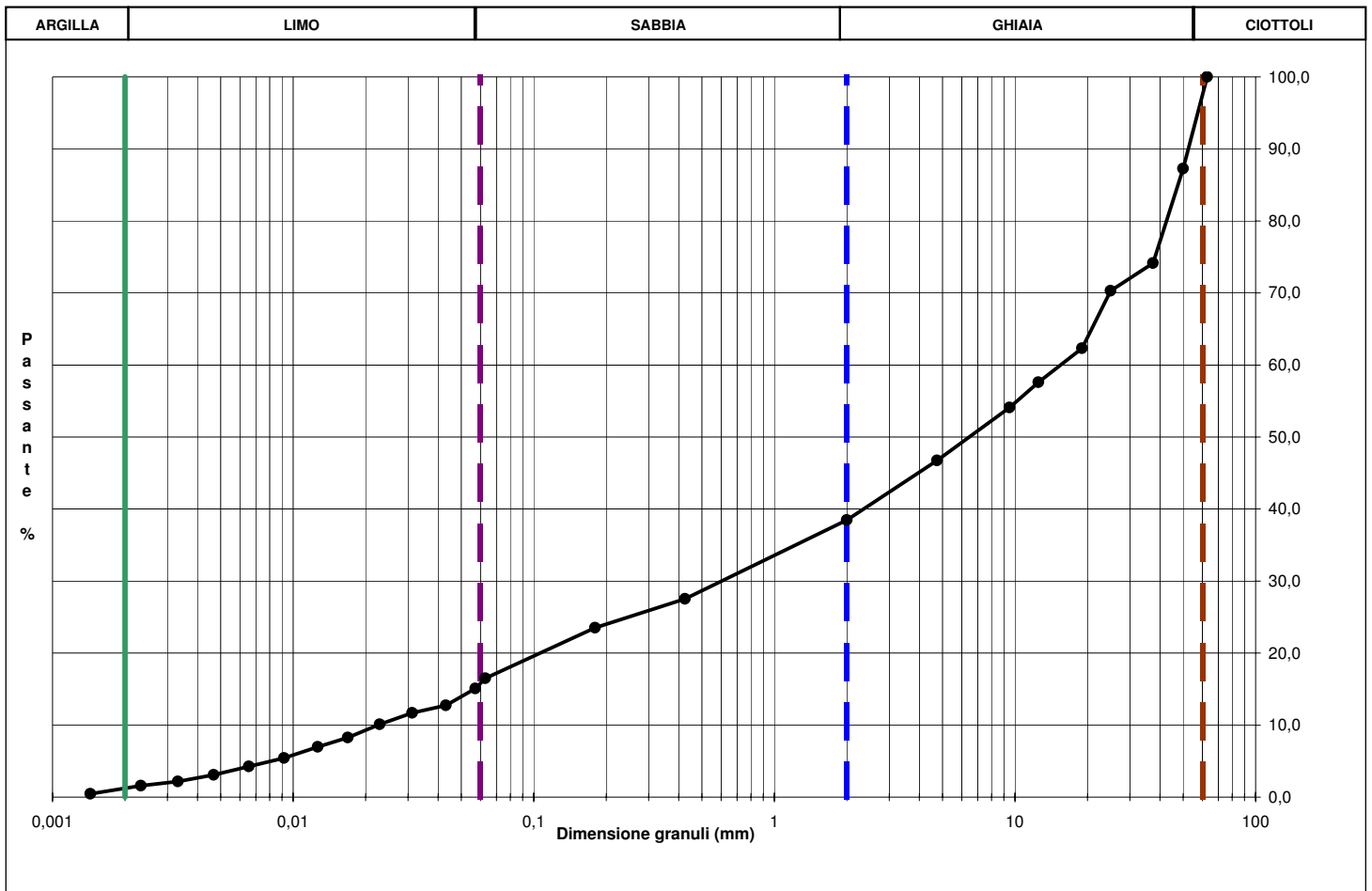
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI01** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **27/01/17**
Profondità (m): **6,00-6,25** Aperto il: **30/01/17**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA LIMOSA**
Data esecuzione prova: **31/01/17**

Serie unificata di setacci ISO 3310
Forno elettrico
Bilancia digitale
Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2305/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI01** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **27/01/17**
 Profondità (m): **6,00-6,25** Aperto il: **30/01/17**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **01/02/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

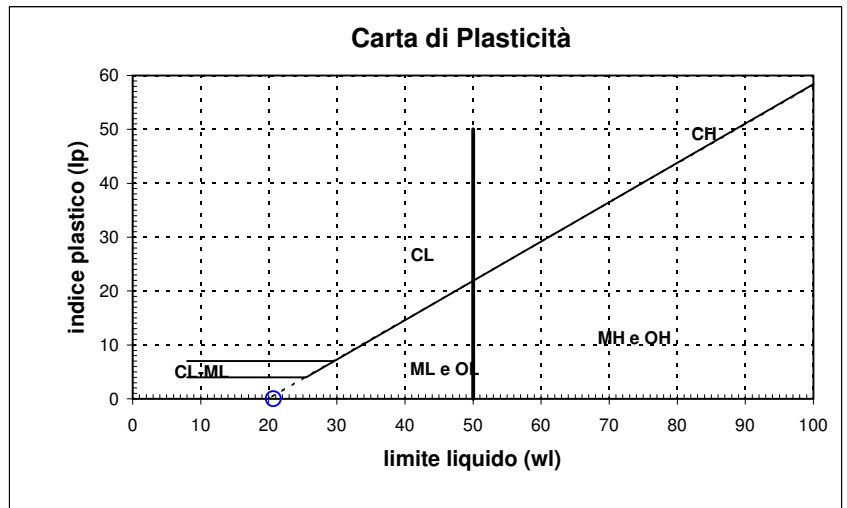
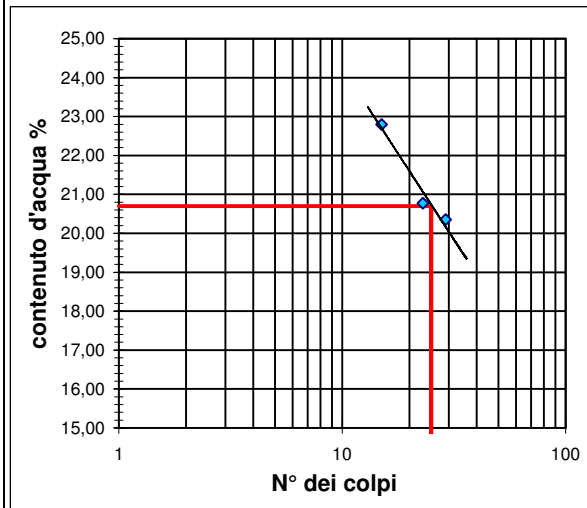
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	23	29
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	7,99	8,81	6,43
peso lordo secco (g)	6,98	7,74	5,74
peso acqua (g)	1,01	1,07	0,69
tara contenitore (g)	2,55	2,59	2,35
peso netto secco (g)	4,43	5,15	3,39
contenuto acqua (%)	22,80	20,78	20,35

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 20,70
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2317/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: SI01	Codice provino: \	Calibro	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 27/01/17	HCl diluito al 4 %	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 10,50-10,80	Aperto il: 30/01/17	Penetrometro tascabile	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): \			
Data esecuzione prova: 30/01/17			

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa limosa moderatamente addensata, presenza di sporadici fenomeni di alterazione e/o ossidazione di clasti e matrice, umido; colore bruno nocciola.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2306/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI01	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 27/01/17	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 10,50-10,80	Aperto il: 30/01/17	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 31/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 2063,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	230,2	11,16	11,16	88,84
25,0	118,3	5,73	16,89	83,11
19,0	149,5	7,25	24,14	75,86
12,5	112,1	5,43	29,57	70,43
9,50	62,5	3,03	32,60	67,40
4,75	203,1	9,84	42,45	57,55
2,00	213,6	10,35	52,80	47,20
0,425	317,2	15,38	68,18	31,82
0,180	137,4	6,66	74,84	25,16
0,063	168,0	8,14	82,98	17,02
fondo	351,1	17,02	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
Ghiaia (%): **52,8**
Sabbia (%): **30,2**
Limo (%): **15,9**
Argilla: **1,1**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R ¹ =R+Cm	R ² =R ¹ +Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	15,1	1,0335	34,000	28,775	8,021	0,0572	91,40	15,56
1	15,1	1,0300	30,500	25,275	8,861	0,0425	80,29	13,66
2	15,1	1,0260	26,500	21,275	9,821	0,0317	67,58	11,50
4	15,1	1,0230	23,500	18,275	10,541	0,0232	58,05	9,88
8	15,1	1,0190	19,500	14,275	11,501	0,0171	45,34	7,72
15	15,1	1,0170	17,500	12,275	11,981	0,0128	38,99	6,64
30	15,5	1,0140	14,500	9,375	12,701	0,0093	29,78	5,07
60	16,5	1,0120	12,500	7,625	13,181	0,0066	24,22	4,12
120	17,5	1,0100	10,500	5,875	13,661	0,0047	18,66	3,18
240	18,6	1,0075	8,000	3,650	14,261	0,0033	11,59	1,97
480	20,1	1,0055	6,000	2,025	14,741	0,0024	6,43	1,09
1440	15,5	1,0050	5,500	0,375	14,861	0,0014	1,19	0,20

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2307/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI01** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **27/01/17**
 Profondità (m): **10,50-10,80** Aperto il: **30/01/17**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **02/02/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

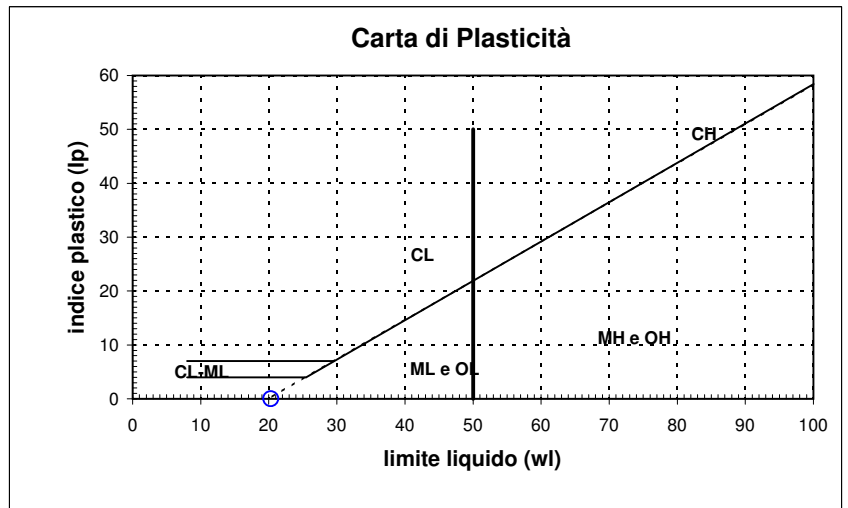
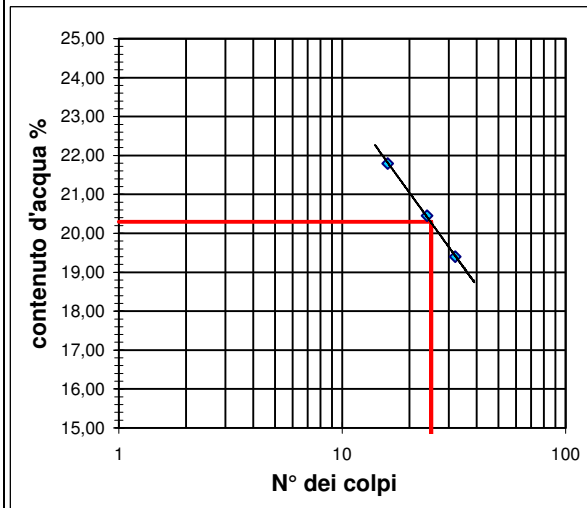
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	16	24	32
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	7,10	6,54	5,70
peso lordo secco (g)	6,25	5,82	5,18
peso acqua (g)	0,85	0,72	0,52
tara contenitore (g)	2,35	2,30	2,50
peso netto secco (g)	3,90	3,52	2,68
contenuto acqua (%)	21,79	20,45	19,40

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 20,30
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2308/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	27/01/17	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	10,50-10,80	Aperto il:	30/01/17	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:			31/01/17	Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE	FINALE
						wi	wf
n°						(%)	
1	71,0	22,50	17,13	20,42	18,31	7,1	11,6
2	71,0	22,50	17,25	20,92	18,63	8,8	12,3
3	71,0	22,50	17,52	21,34	19,18	9,8	11,2

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t ₁₀₀	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	6,0	2,32	0,52	4,0	0,052
2	200	7,0	2,76	0,60	4,0	0,045
3	300	8,9	3,17	0,62	4,0	0,035

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	54,08	6,50
2	129,87	7,00
3	175,40	8,60

Legenda :

t100= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

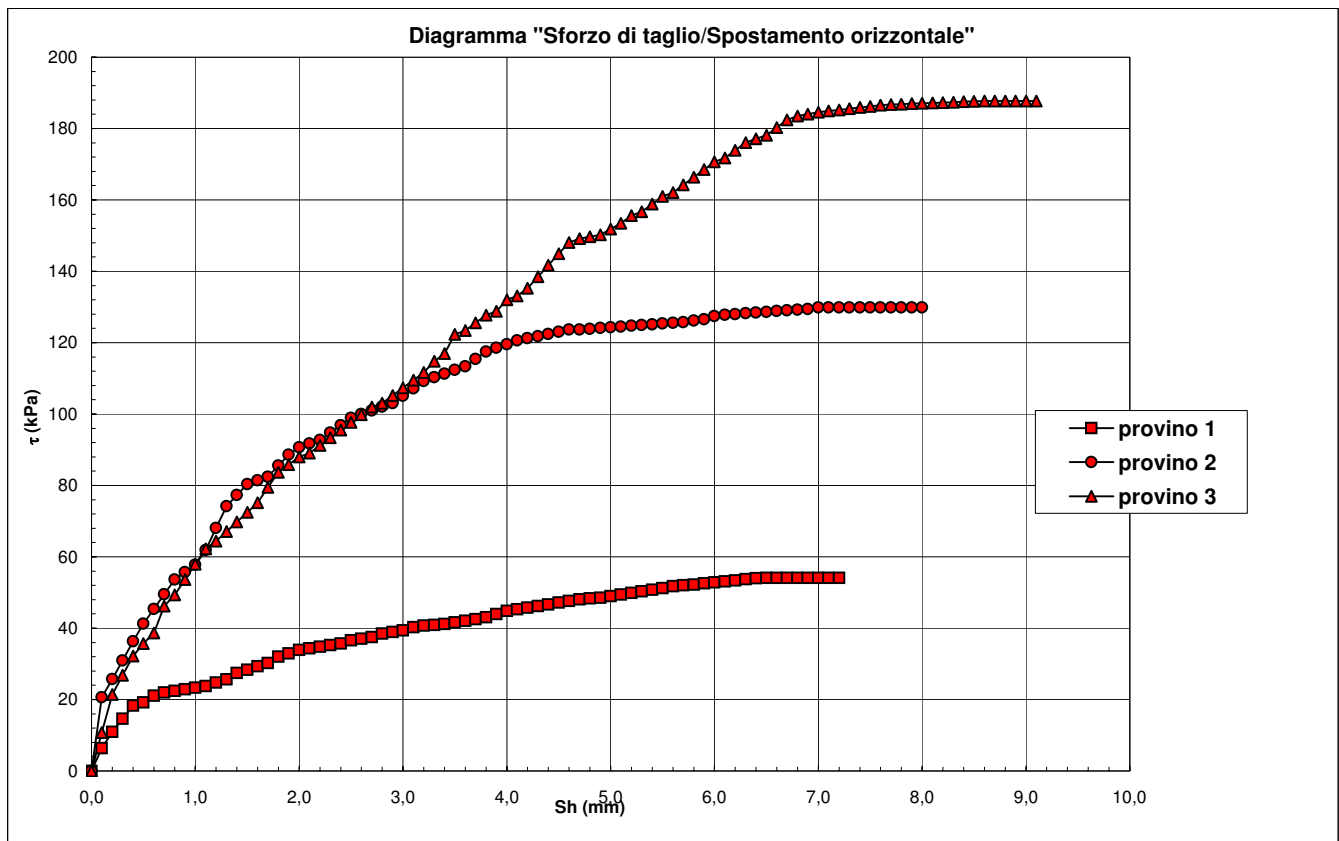
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2308/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	27/01/17
Profondità (m):	10,50-10,80	Aperto il:	30/01/17
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		
Data esecuzione prova:	31/01/17		
		Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
		Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
		Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

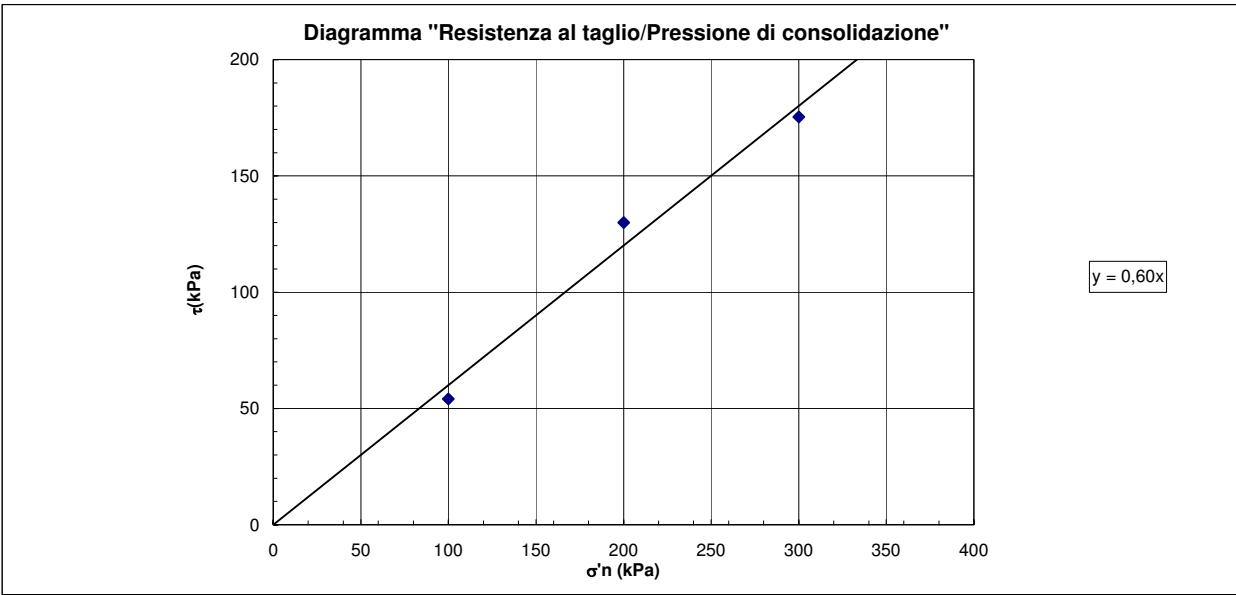
Rapporto di prova n. **R2308/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	27/01/17
Profondità (m):	10,50-10,80	Aperto il:	30/01/17
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		
Data esecuzione prova:	31/01/17		

Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ):	31,4 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2318/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **S101** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **27/01/17**
Profondità (m): **15,00-15,30** Aperto il: **30/01/17**
Tipo di terreno (AGI): ****
Data esecuzione prova: **30/01/17**

Calibro
HCl diluito al 4 %
Penetrometro tascabile

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in abbondante matrice sabbiosa limosa mediamente addensata, umido; di colore bruno nocciola.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

PAGINA:

1/1

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2309/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI01	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 27/01/17	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 15,00-15,30	Aperto il: 30/01/17	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 31/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 925,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	39,4	4,26	4,26	95,74
19,0	14,0	1,51	5,77	94,23
12,5	29,2	3,16	8,93	91,07
9,50	57,9	6,26	15,19	84,81
4,75	148,9	16,10	31,29	68,71
2,00	133,2	14,40	45,69	54,31
0,425	136,6	14,77	60,45	39,55
0,180	48,1	5,20	65,65	34,35
0,063	87,3	9,44	75,09	24,91
fondo	230,4	24,91	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
Ghiaia (%): **45,7**
Sabbia (%): **29,4**
Limo (%): **22,9**
Argilla: **2,0**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	15,1	1,0340	34,500	29,275	7,901	0,0568	92,99	23,16
1	15,1	1,0300	30,500	25,275	8,861	0,0425	80,29	20,00
2	15,1	1,0265	27,000	21,775	9,701	0,0315	69,17	17,23
4	15,1	1,0230	23,500	18,275	10,541	0,0232	58,05	14,46
8	15,1	1,0180	18,500	13,275	11,741	0,0173	42,17	10,50
15	15,1	1,0160	16,500	11,275	12,221	0,0129	35,81	8,92
30	15,5	1,0130	13,500	8,375	12,941	0,0093	26,60	6,63
60	16,5	1,0110	11,500	6,625	13,421	0,0066	21,04	5,24
120	17,5	1,0090	9,500	4,875	13,901	0,0047	15,49	3,86
240	18,6	1,0070	7,500	3,150	14,381	0,0033	10,01	2,49
480	20,1	1,0060	6,500	2,525	14,621	0,0023	8,02	2,00
1440	15,5	1,0055	6,000	0,875	14,741	0,0014	2,78	0,69

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2309/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: **SI01** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **27/01/17**
Profondità (m): **15,00-15,30** Aperto il: **30/01/17**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
Data esecuzione prova: **31/01/17**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Serie unificata di setacci ISO 3310

Forno elettrico

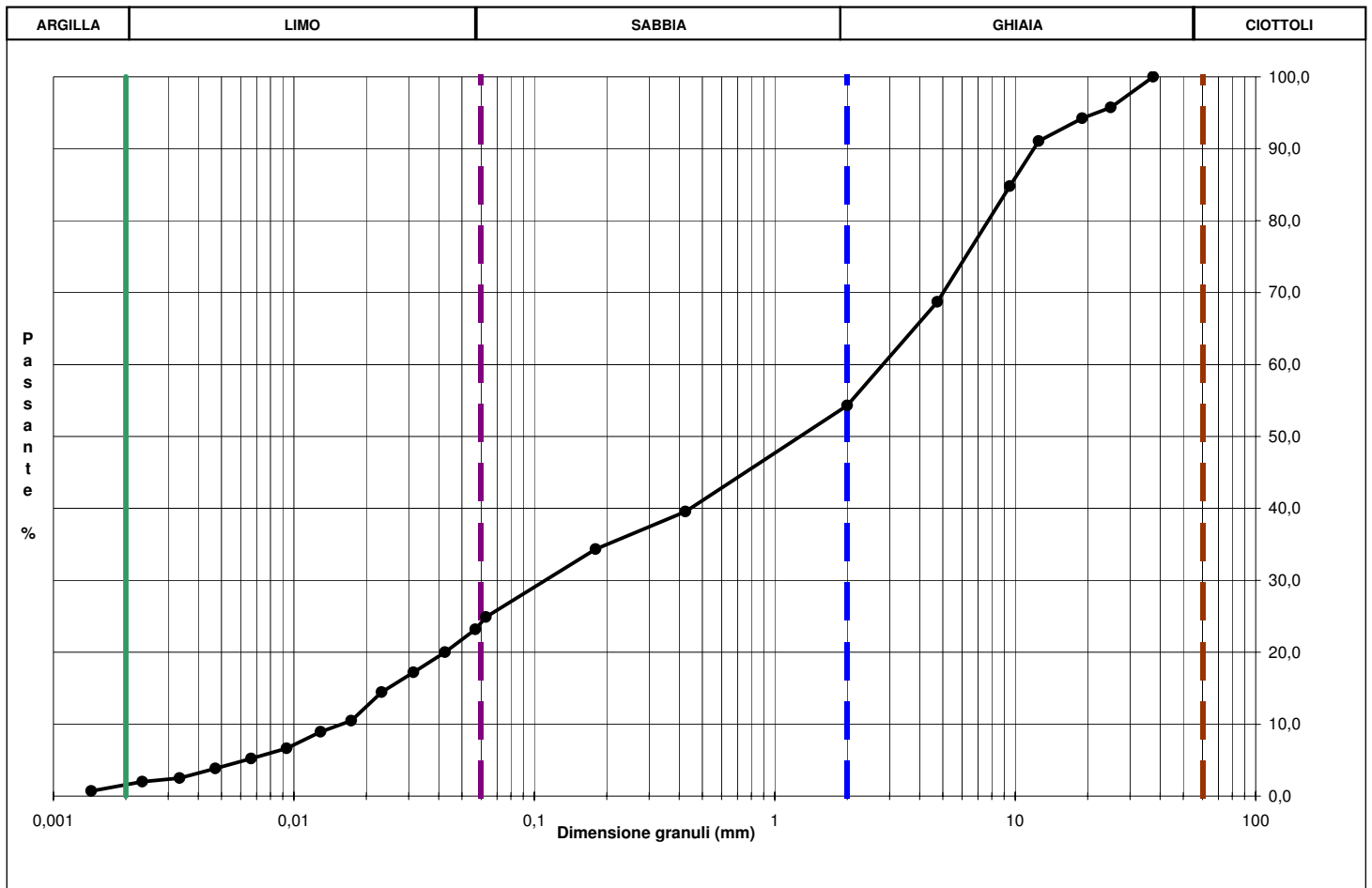
Bilancia digitale

Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro

Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2310/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI01** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **27/01/17**
 Profondità (m): **15,00-15,30** Aperto il: **30/01/17**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **01/02/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

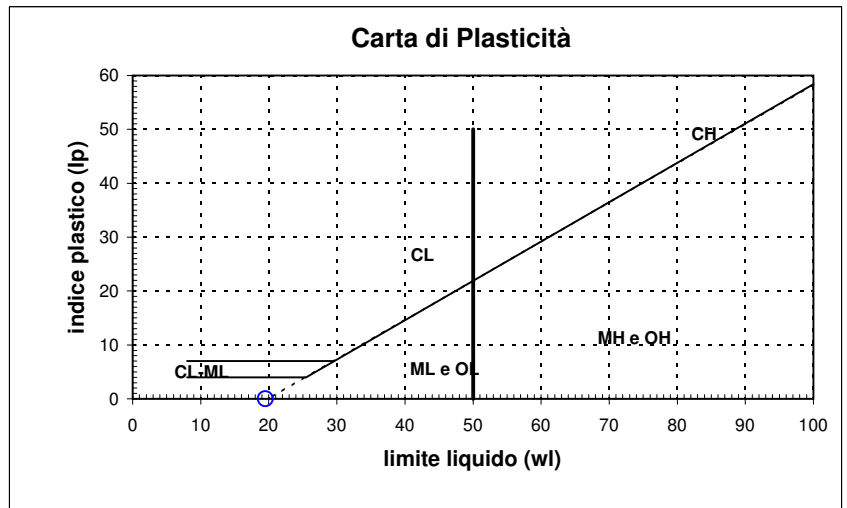
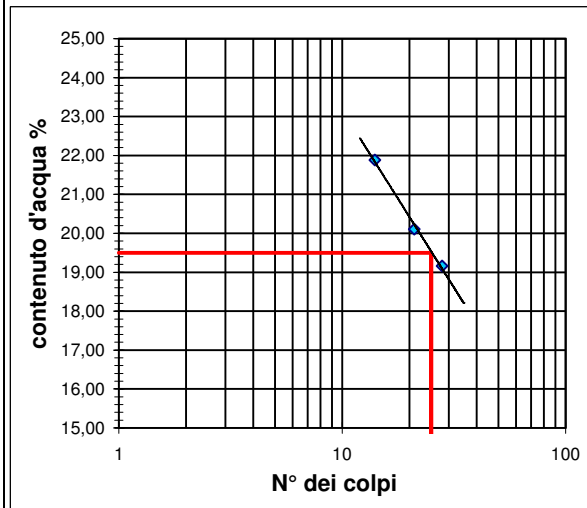
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	14	21	28
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	7,16	6,64	5,70
peso lordo secco (g)	6,30	5,91	5,20
peso acqua (g)	0,86	0,73	0,50
tara contenitore (g)	2,37	2,28	2,59
peso netto secco (g)	3,93	3,63	2,61
contenuto acqua (%)	21,88	20,11	19,16

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 19,50
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2319/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: SI01	Codice provino: \	Calibro	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 27/01/17	HCl diluito al 4 %	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 24,50-24,80	Aperto il: 30/01/17	Penetrometro tascabile	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): \			
Data esecuzione prova:	30/01/17		

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica o ghiaia grossolana in matrice sabbiosa limosa sciolta, asciutta; colore bruno chiaro.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

PAGINA: 1/1

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2311/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI01	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 27/01/17	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 24,50-24,80	Aperto il: 30/01/17	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 31/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: Peso secco terreno analizzato (g): 1225,0

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	50,4	4,11	4,11	95,89
37,5	50,0	4,08	8,20	91,80
25,0	35,8	2,92	11,12	88,88
19,0	110,9	9,05	20,17	79,83
12,5	80,3	6,56	26,73	73,27
9,50	52,7	4,30	31,03	68,97
4,75	106,0	8,65	39,68	60,32
2,00	125,3	10,23	49,91	50,09
0,425	174,7	14,26	64,17	35,83
0,180	76,5	6,24	70,42	29,58
0,063	154,2	12,59	83,00	17,00
fondo	208,2	17,00	100,00	-

PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:

Ciottoli (%):	0,0
Ghiaia (%):	49,9
Sabbia (%):	33,1
Limo (%):	15,9
Argilla	1,1

ANALISI CON L'AEROMETRO: Peso secco terreno analizzato (g): 50,00 Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	15,1	1,0333	33,800	28,575	8,069	0,0574	90,77	15,43
1	15,1	1,0290	29,500	24,275	9,101	0,0431	77,11	13,11
2	15,1	1,0250	25,500	20,275	10,061	0,0321	64,40	10,95
4	15,1	1,0220	22,500	17,275	10,781	0,0235	54,87	9,33
8	15,1	1,0190	19,500	14,275	11,501	0,0171	45,34	7,71
15	15,1	1,0160	16,500	11,275	12,221	0,0129	35,81	6,09
30	15,5	1,0130	13,500	8,375	12,941	0,0093	26,60	4,52
60	16,5	1,0110	11,500	6,625	13,421	0,0066	21,04	3,58
120	17,5	1,0090	9,500	4,875	13,901	0,0047	15,49	2,63
240	18,6	1,0070	7,500	3,150	14,381	0,0033	10,01	1,70
480	20,1	1,0055	6,000	2,025	14,741	0,0024	6,43	1,09
1440	15,5	1,0050	5,500	0,375	14,861	0,0014	1,19	0,20

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2311/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI01** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **27/01/17**
Profondità (m): **24,50-24,80** Aperto il: **30/01/17**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
Data esecuzione prova: **31/01/17**

Serie unificata di setacci ISO 3310

Forno elettrico

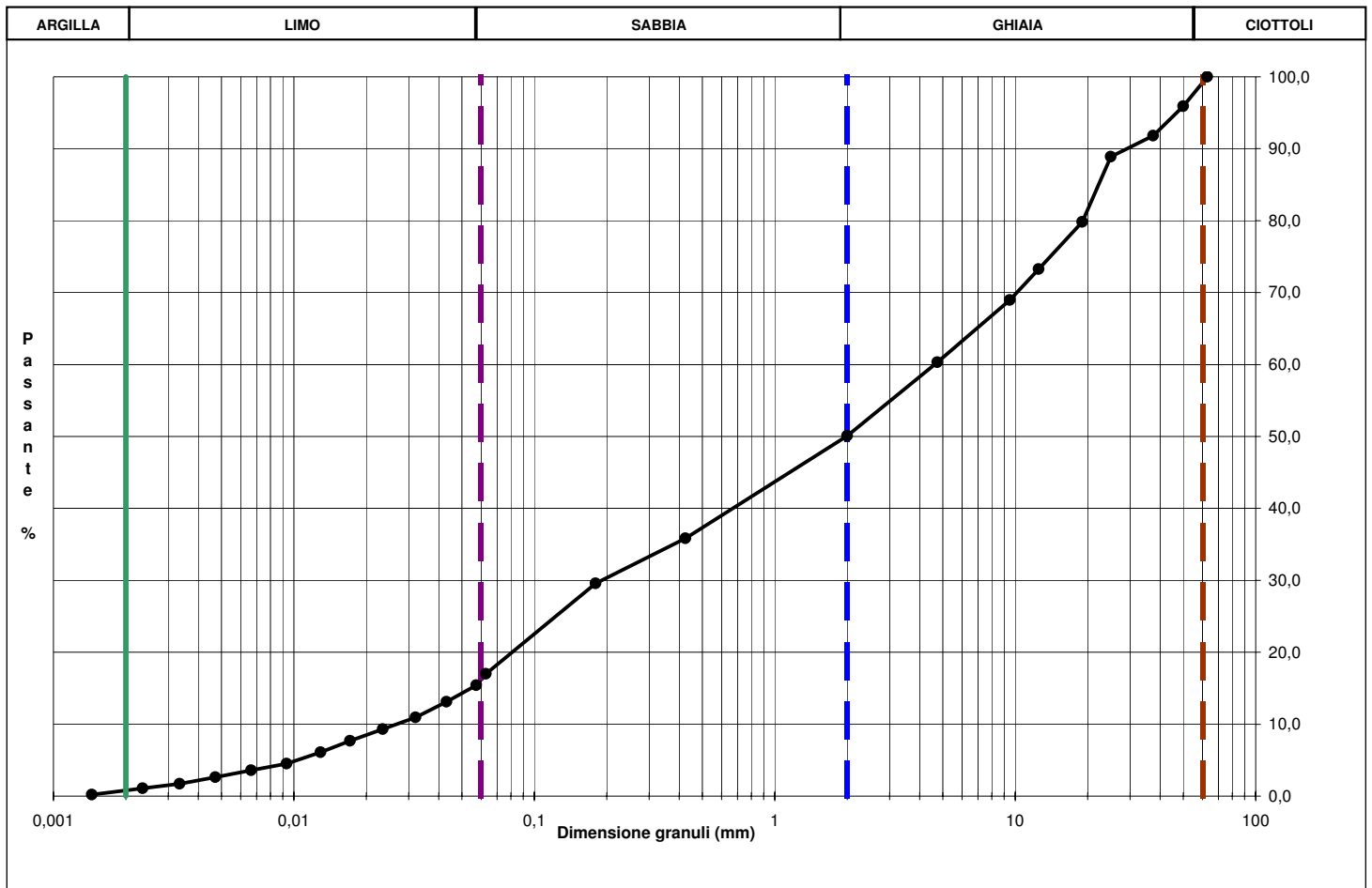
Bilancia digitale

Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro

Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2312/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI01** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **27/01/17**
 Profondità (m): **24,00-24,80** Aperto il: **30/01/17**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **02/02/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

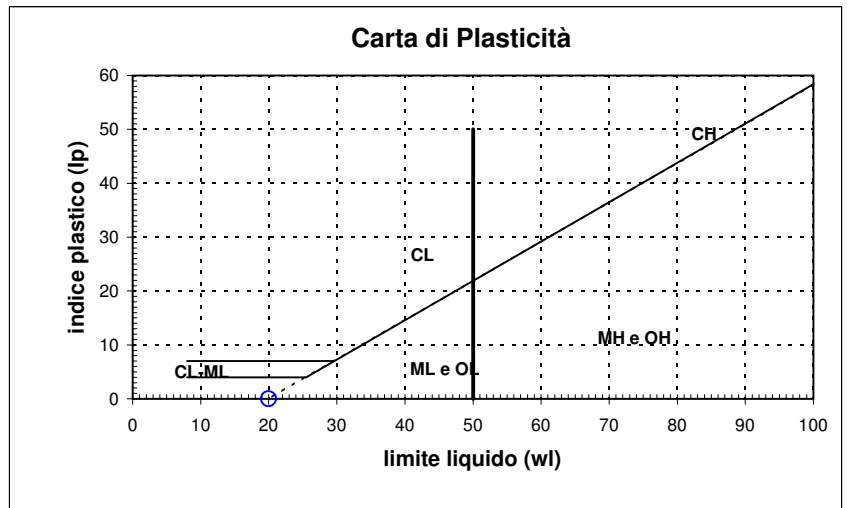
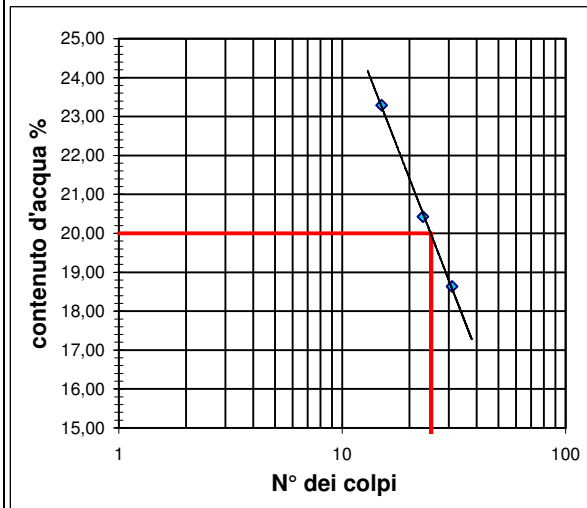
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	23	31
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	6,90	6,30	5,52
peso lordo secco (g)	6,05	5,63	5,03
peso acqua (g)	0,85	0,67	0,49
tara contenitore (g)	2,40	2,35	2,40
peso netto secco (g)	3,65	3,28	2,63
contenuto acqua (%)	23,29	20,43	18,63

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 20,00
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2320/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	27/01/17
Profondità (m):	28,50-28,80	Aperto il:	30/01/17
Tipo di terreno (AGI):	\		
Data esecuzione prova:	30/01/17		

Calibro
 HCl diluito al 4 %
 Penetrometro tascabile

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da sabbia ghiaiosa e/o ghiaia sabbiosa debolmente limosa, scarsamente addensata, satura; di colore grigio brunastro.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2313/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI01	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 27/01/17	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 28,50-28,80	Aperto il: 30/01/17	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA E SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 31/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 1155,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	44,8	3,88	3,88	96,12
19,0	69,2	5,99	9,87	90,13
12,5	69,0	5,97	15,84	84,16
9,50	57,8	5,00	20,85	79,15
4,75	136,0	11,77	32,62	67,38
2,00	121,7	10,54	43,16	56,84
0,425	315,6	27,32	70,48	29,52
0,180	86,0	7,45	77,93	22,07
0,063	93,3	8,08	86,01	13,99
fondo	161,6	13,99	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
Ghiaia (%): **43,2**
Sabbia (%): **42,8**
Limo (%): **13,1**
Argilla: **0,9**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	15,1	1,0335	34,000	28,775	8,021	0,0572	91,40	12,79
1	15,1	1,0280	28,500	23,275	9,341	0,0437	73,93	10,34
2	15,1	1,0250	25,500	20,275	10,061	0,0321	64,40	9,01
4	15,1	1,0210	21,500	16,275	11,021	0,0237	51,70	7,23
8	15,1	1,0180	18,500	13,275	11,741	0,0173	42,17	5,90
15	15,1	1,0155	16,000	10,775	12,341	0,0130	34,23	4,79
30	15,5	1,0130	13,500	8,375	12,941	0,0093	26,60	3,72
60	16,5	1,0105	11,000	6,125	13,541	0,0067	19,46	2,72
120	17,5	1,0085	9,000	4,375	14,021	0,0047	13,90	1,94
240	18,6	1,0070	7,500	3,150	14,381	0,0033	10,01	1,40
480	20,1	1,0055	6,000	2,025	14,741	0,0024	6,43	0,90
1440	15,5	1,0050	5,500	0,375	14,861	0,0014	1,19	0,17

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

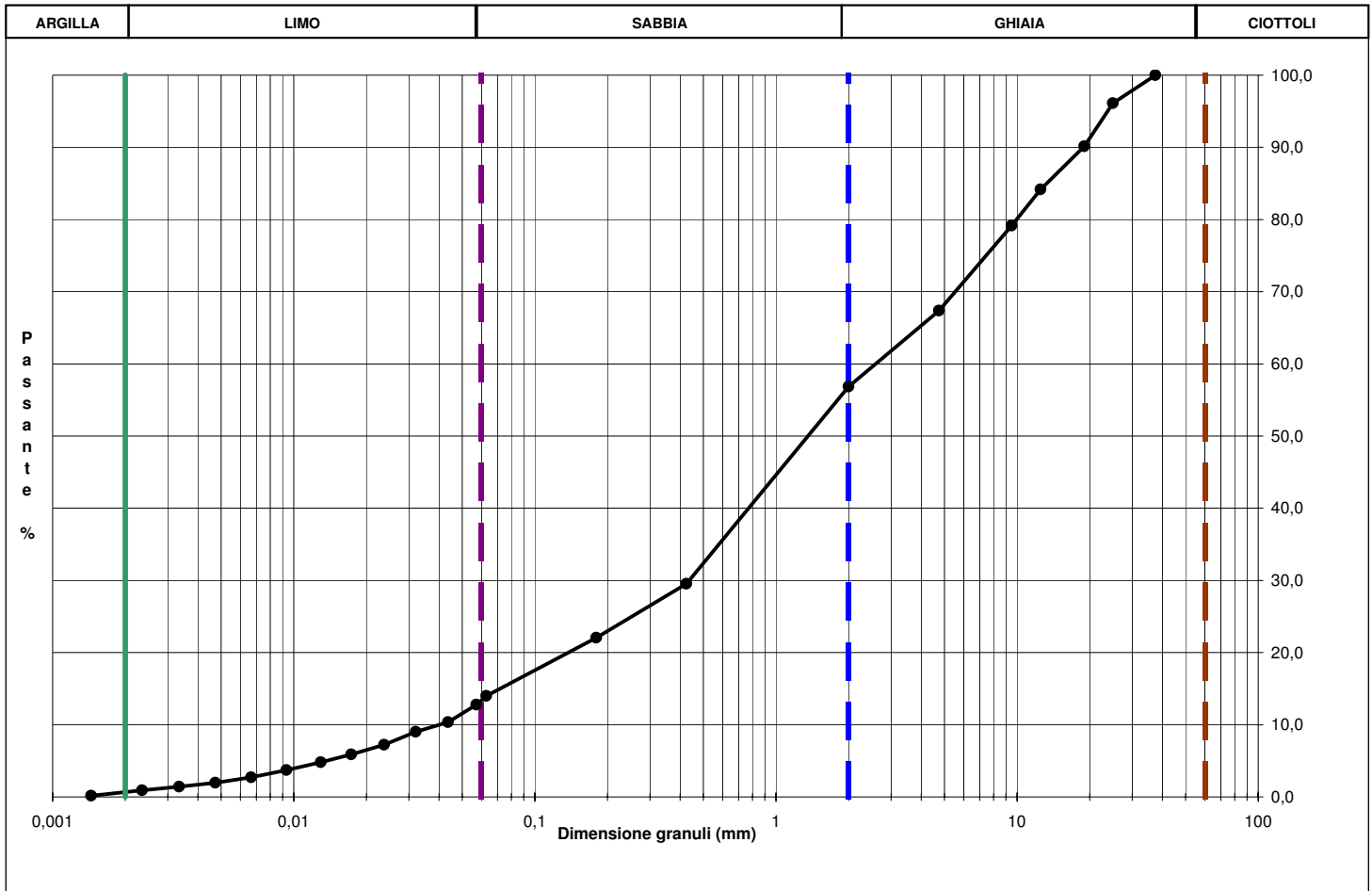
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2313/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	27/01/17	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	28,50-28,80	Aperto il:	30/01/17	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA E SABBIA LIMOSA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	31/01/17			Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2314/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	27/01/17
Profondità (m):	28,50-28,80	Aperto il:	30/01/17
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA E SABBIA LIMOSA		
Data esecuzione prova:	01/02/17		

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

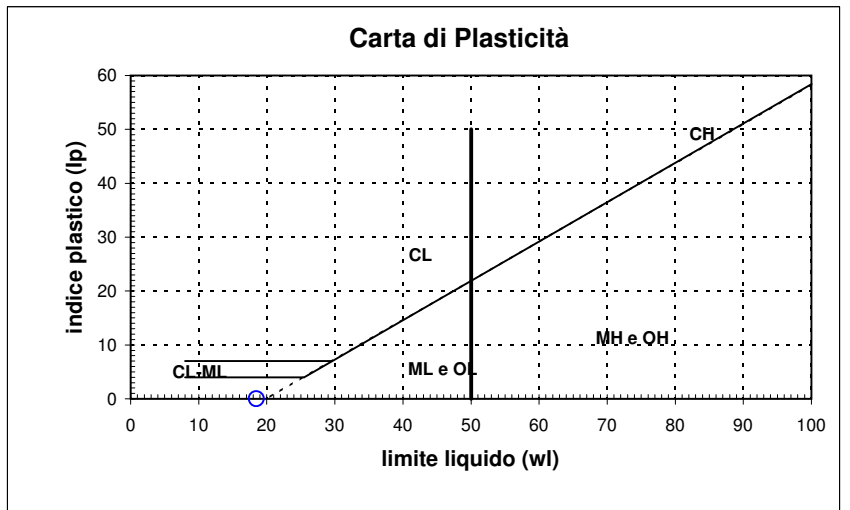
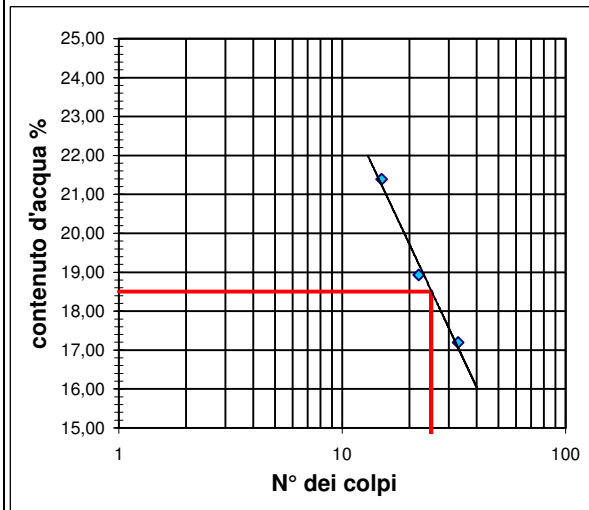
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	22	33
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	6,54	7,65	9,78
peso lordo secco (g)	5,80	6,80	8,70
peso acqua (g)	0,74	0,85	1,08
tara contenitore (g)	2,34	2,31	2,42
peso netto secco (g)	3,46	4,49	6,28
contenuto acqua (%)	21,39	18,93	17,20

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 18,50
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2315/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata			
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati			
Campione:	\	Ricevuto il:	27/01/17	Anelli dinamometrici			
Profondità (m):	28,50-28,80	Aperto il:	30/01/17	Comparatori analogici 0,01 mm			
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA E SABBIA LIMOSA			Set di pietre porose			
Data esecuzione prova:	31/01/17			Bilancia con 0,01 g di accuratezza			

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE	FINALE
						wi	wf
(%)							
1	71,0	22,50	18,23	20,83	18,28	8,3	13,9
2	71,0	22,50	18,09	21,37	18,88	7,5	13,2
3	71,0	22,50	18,14	22,26	19,62	7,6	13,4

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t ₁₀₀	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	5,9	1,25	0,52	4,0	0,053
2	200	6,9	1,87	0,58	4,0	0,046
3	300	8,9	2,54	0,62	4,0	0,035

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	61,32	6,00
2	135,53	6,70
3	190,00	9,00

Legenda :

t100= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

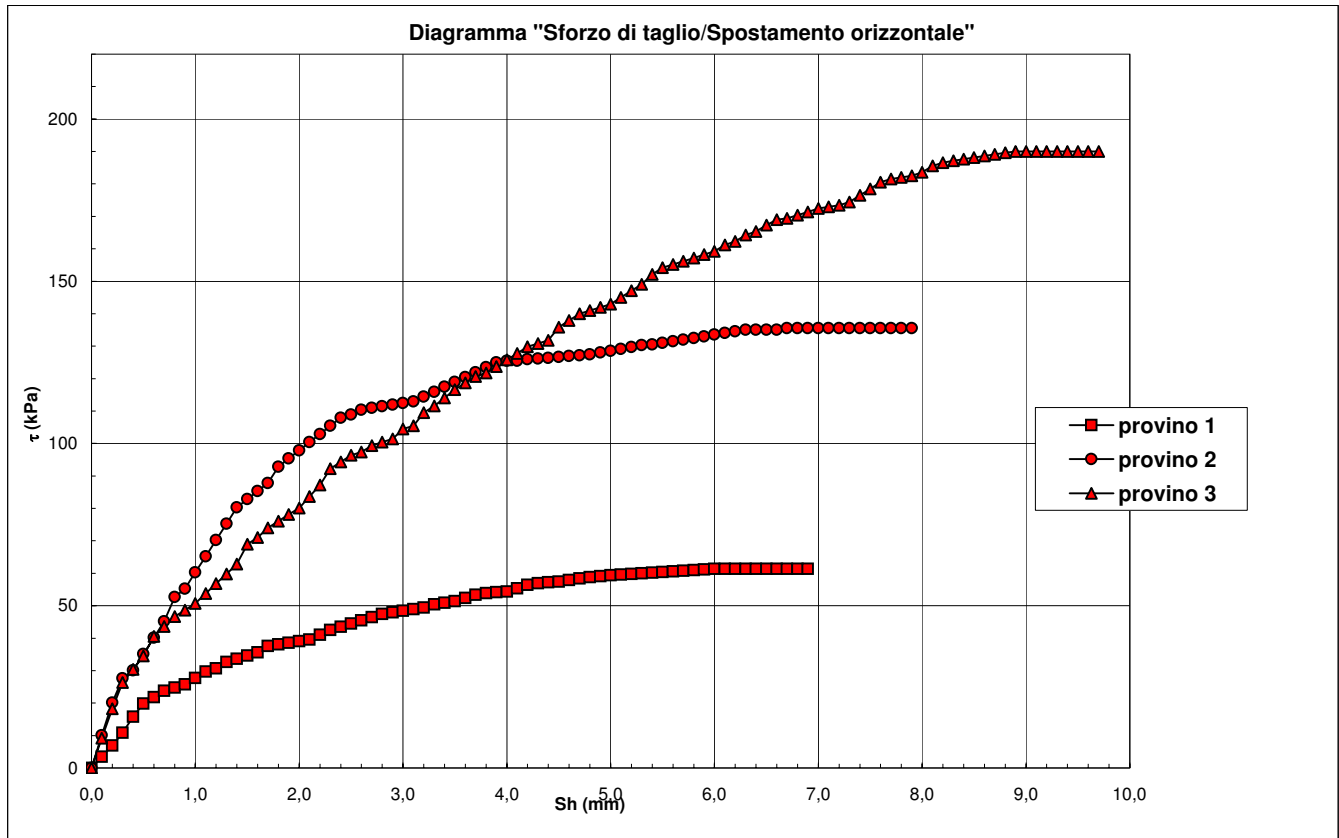
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2315/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: SI01	Codice provino: \	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 27/01/17	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 28,50-28,80	Aperto il: 30/01/17	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA E SABBIA LIMOSA		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 31/01/17		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2315/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

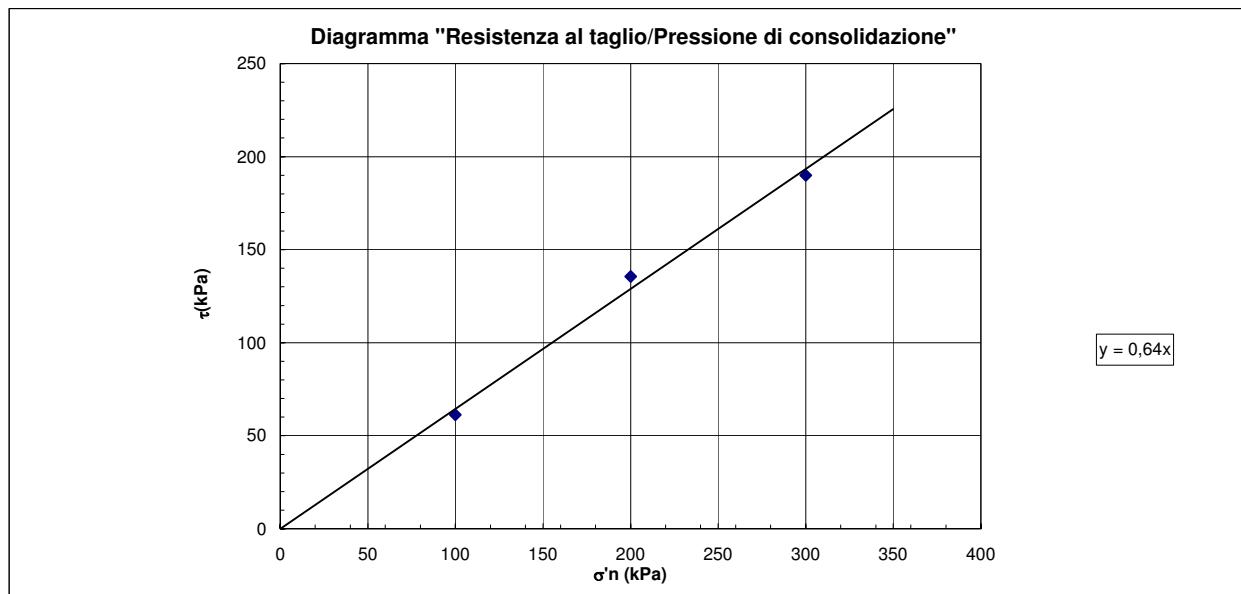
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI01** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **27/01/17**
 Profondità (m): **28,50-28,80** Aperto il: **30/01/17**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA E SABBIA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **31/01/17**

Macchina per taglio diretto con pesi asolati
 Anelli dinamometrici
 Comparatori analogici 0,01 mm
 Set di pietre porose
 Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ'):	32,6 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2223/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	7,80-8,10	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	\		
Data esecuzione prova:	22/12/16		

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da sabbia medio fine limosa, debolmente addensata, molto umida; di colore bruno.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2195/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI02	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 7,80-8,10	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE GHIAIOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 09/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:

Peso secco terreno analizzato (g): 418,0

PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00
12,5	0,0	0,00	0,00	100,00
9,50	1,1	0,26	0,26	99,74
4,75	9,1	2,18	2,44	97,56
2,00	22,3	5,33	7,78	92,22
0,425	32,7	7,82	15,60	84,40
0,180	27,1	6,48	22,08	77,92
0,063	159,4	38,13	60,22	39,78
fondo	166,3	39,78	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
Ghiaia (%): **7,8**
Sabbia (%): **52,4**
Limo (%): **38,6**
Argilla: **1,2**

ANALISI CON L'AEROMETRO:

Peso secco terreno analizzato (g): 50,00

Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	16,0	1,0320	32,500	27,500	8,381	0,0578	87,35	34,75
1	16,0	1,0280	28,500	23,500	9,341	0,0432	74,65	29,70
2	16,0	1,0230	23,500	18,500	10,541	0,0324	58,76	23,38
4	16,0	1,0200	20,500	15,500	11,261	0,0237	49,24	19,59
8	16,0	1,0150	15,500	10,500	12,461	0,0176	33,35	13,27
15	16,0	1,0120	12,500	7,500	13,181	0,0132	23,82	9,48
30	16,5	1,0090	9,500	4,625	13,901	0,0096	14,69	5,84
60	17,0	1,0070	7,500	2,750	14,381	0,0068	8,74	3,48
120	17,3	1,0060	6,500	1,825	14,621	0,0049	5,80	2,31
240	17,5	1,0055	6,000	1,375	14,741	0,0034	4,37	1,74
480	17,8	1,0050	5,500	0,950	14,861	0,0024	3,02	1,20
1440	16,0	1,0045	5,000	0,000	14,981	0,0014	0,00	0,00

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2195/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

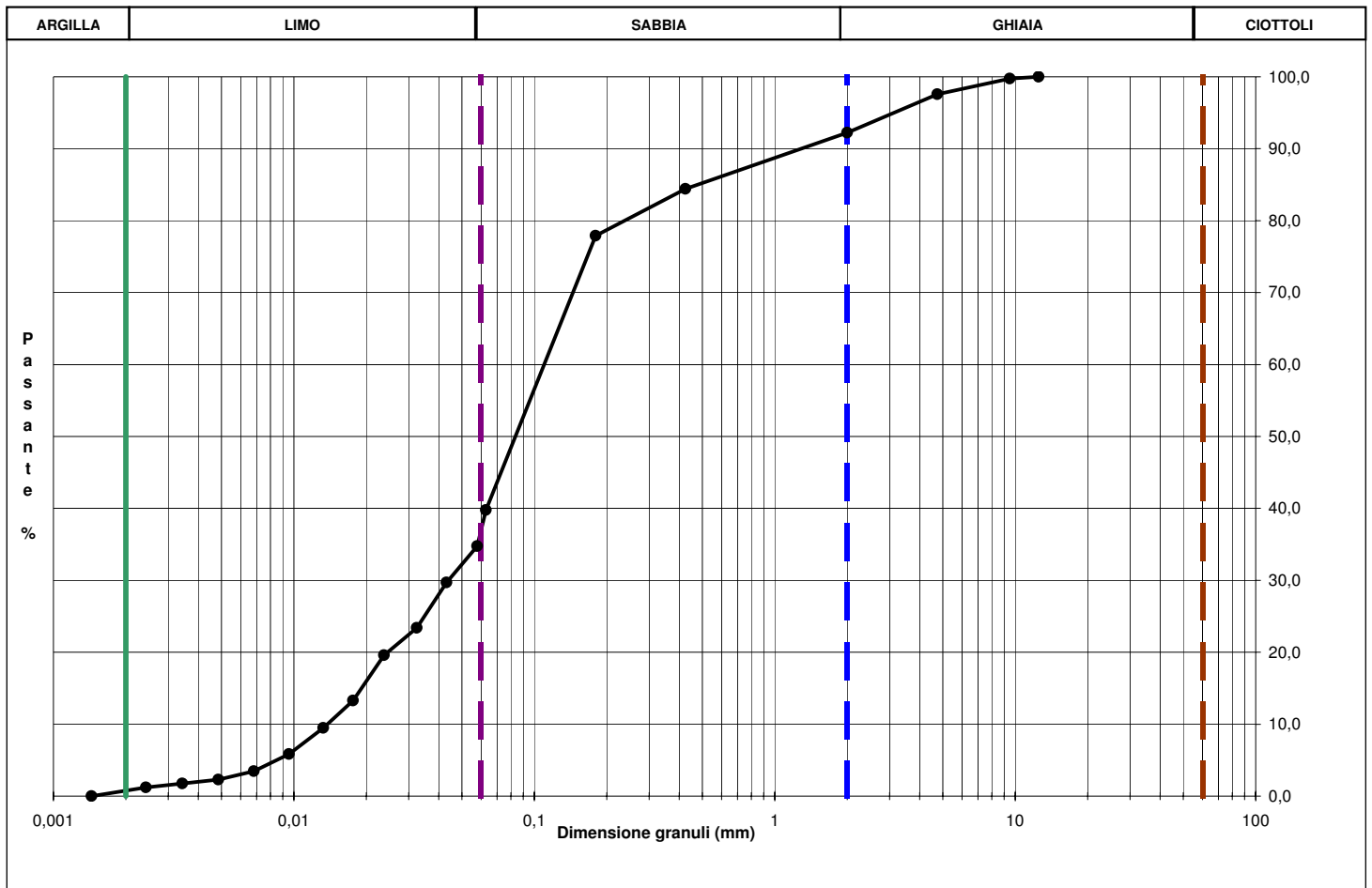
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **7,80-8,10** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE GHIAIOSA**
Data esecuzione prova: **09/01/17**

Serie unificata di setacci ISO 3310
Forno elettrico
Bilancia digitale
Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2196/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **7,80-8,10** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE GHIAIOSA**
 Data esecuzione prova: **10/01/17**

Cucchiaino di Casagrande 
 Forno elettrico 
 Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

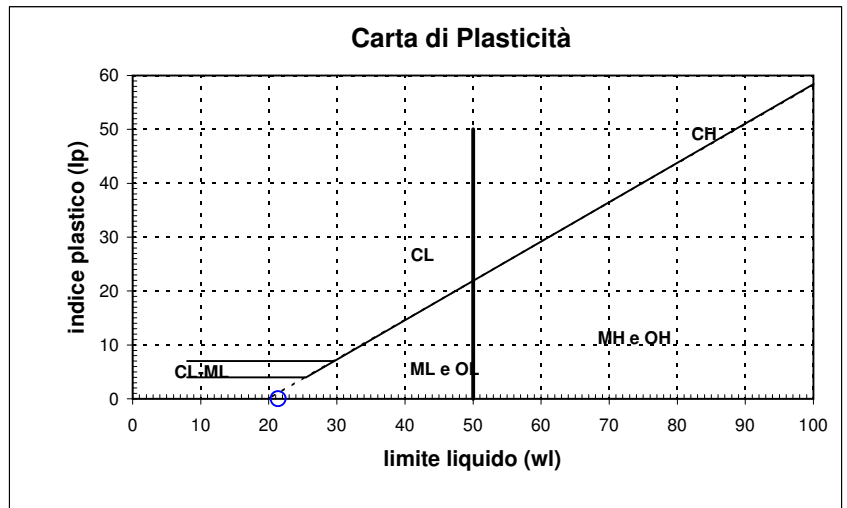
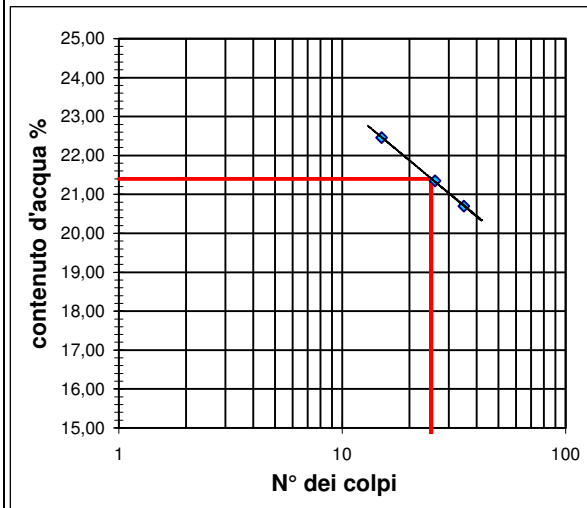
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	26	35
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	8,72	9,41	9,75
peso lordo secco (g)	7,57	8,21	8,50
peso acqua (g)	1,15	1,20	1,25
tara contenitore (g)	2,45	2,59	2,46
peso netto secco (g)	5,12	5,62	6,04
contenuto acqua (%)	22,46	21,35	20,70

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 21,40
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2197/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata			
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>		
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>		
Profondità (m):	7,80-8,10	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>		
Tipo di terreno (AGI):	SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE GHIAIOSA			Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>		
Data esecuzione prova:	09/01/17			Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>		

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE	FINALE
						wi	wf
n°						%	
1	71,0	22,50	15,80	20,73	17,78	10,7	16,6
2	71,0	22,50	15,76	21,20	18,31	9,8	15,8
3	71,0	22,50	15,81	23,04	20,10	9,1	14,7

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t ₁₀₀	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	5,7	3,55	0,90	4,0	0,055
2	200	7,0	3,67	1,20	4,0	0,045
3	300	9,0	4,85	1,42	4,0	0,035

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	61,31	7,50
2	113,45	7,60
3	178,04	8,80

Legenda :

t100= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

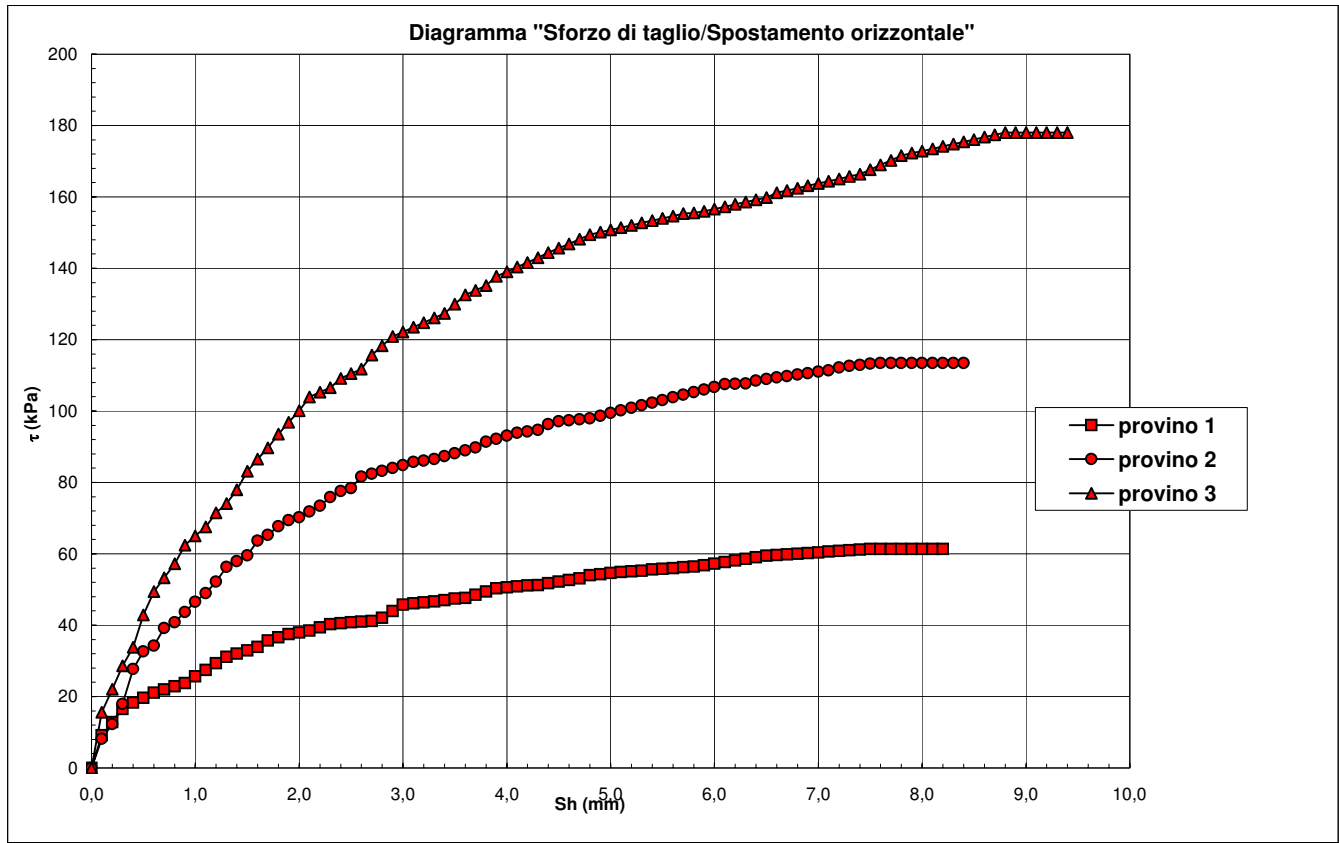
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2197/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	7,80-8,10	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE GHIAIOSA		
Data esecuzione prova:	09/01/17		
		Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
		Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
		Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2197/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

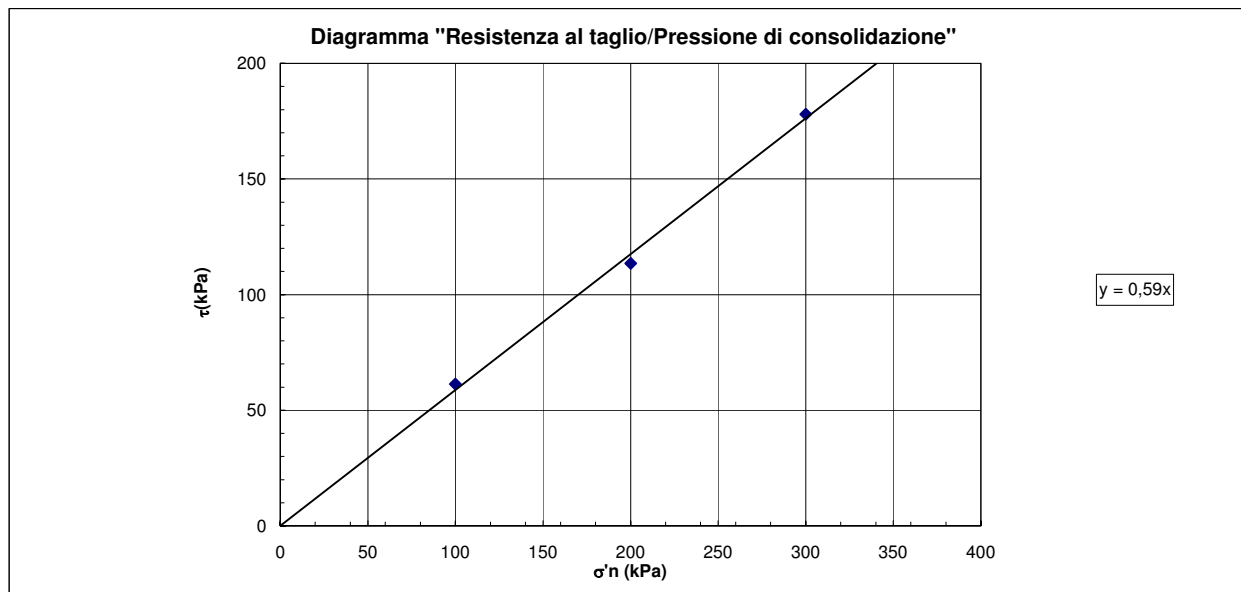
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **7,80-8,10** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE GHIAIOSA**
 Data esecuzione prova: **09/01/17**

Macchina per taglio diretto con pesi asolati
 Anelli dinamometrici
 Comparatori analogici 0,01 mm
 Set di pietre porose
 Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ'):	30,5 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2224/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	8,20-8,50	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	\		
Data esecuzione prova:	22/12/16		

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da sabbia medio fine limosa, debolmente addensata, molto umida; di colore bruno.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2198/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI02	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 8,20-8,50	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE GHIAIOSO		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 22/12/16		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:		Peso secco terreno analizzato (g): 438,0			PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:	
Apertura maglie	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%)	0,0
(mm)					Ghiaia (%)	6,2
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Sabbia (%)	42,4
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%)	49,7
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla	1,7
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00		
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00		
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00		
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00		
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00		
12,5	0,0	0,00	0,00	100,00		
9,50	7,5	1,71	1,71	98,29		
4,75	10,5	2,40	4,11	95,89		
2,00	9,1	2,08	6,19	93,81		
0,425	15,7	3,58	9,77	90,23		
0,180	19,2	4,38	14,16	85,84		
0,063	150,6	34,38	48,54	51,46		
fondo	225,4	51,46	100,00	-		

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0340	34,500	29,500	7,901	0,0562	93,71	48,22
1	16,0	1,0310	31,500	26,500	8,621	0,0415	84,18	43,32
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	35,14
4	16,0	1,0190	19,500	14,500	11,501	0,0240	46,06	23,70
8	16,0	1,0150	15,500	10,500	12,461	0,0176	33,35	17,16
15	16,0	1,0110	11,500	6,500	13,421	0,0134	20,65	10,63
30	17,0	1,0090	9,500	4,750	13,901	0,0095	15,09	7,76
60	17,5	1,0070	7,500	2,875	14,381	0,0068	9,13	4,70
120	18,2	1,0060	6,500	2,050	14,621	0,0048	6,51	3,35
240	18,2	1,0055	6,000	1,550	14,741	0,0034	4,92	2,53
480	18,2	1,0050	5,500	1,050	14,861	0,0024	3,34	1,72
1440	16,0	1,0045	5,000	0,000	14,981	0,0014	0,00	0,00

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2198/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

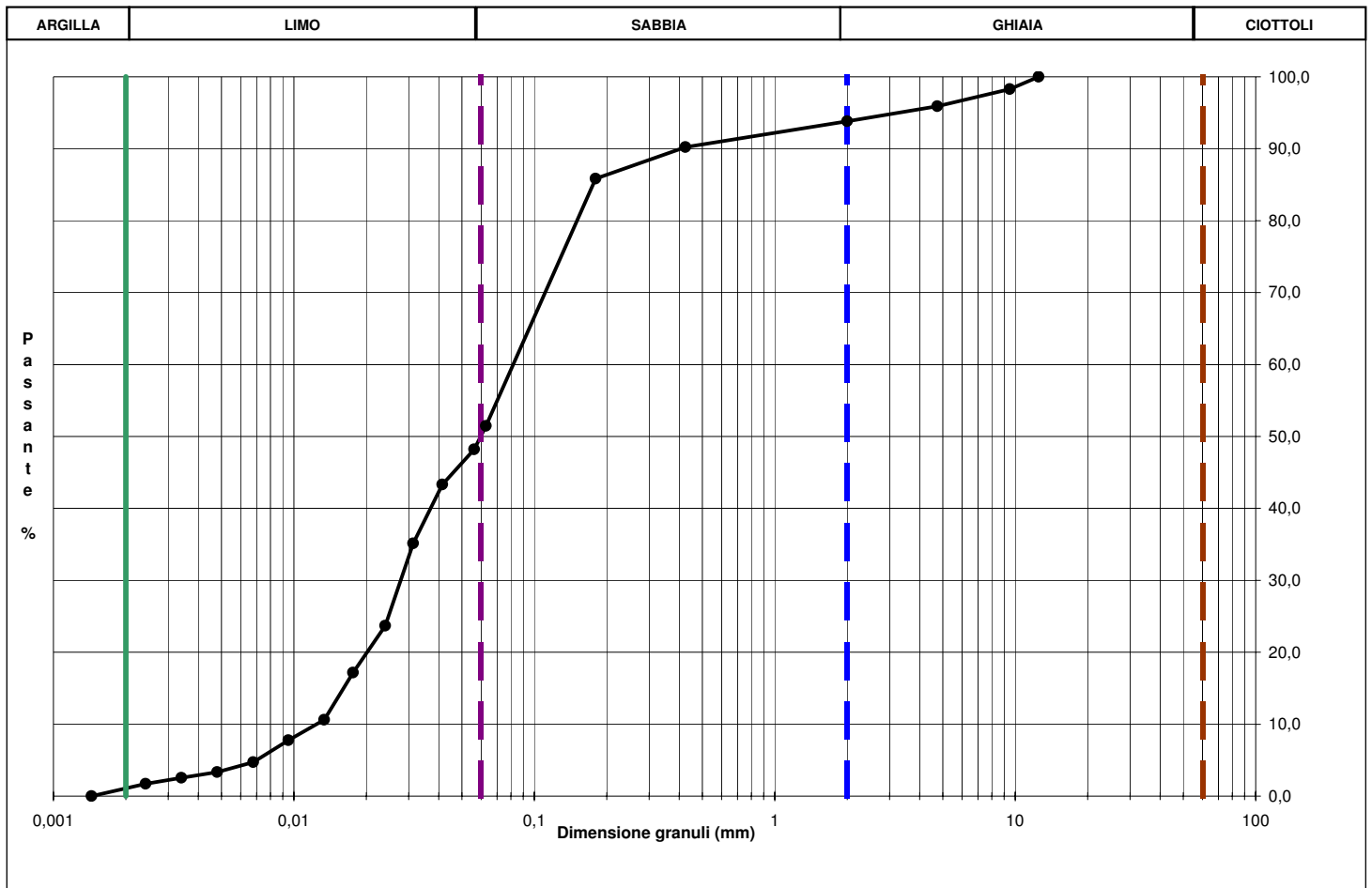
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **8,20-8,50** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE GHIAIOSO**
Data esecuzione prova: **22/12/16**

Serie unificata di setacci ISO 3310
Forno elettrico
Bilancia digitale
Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2199/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **8,20-8,50** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE GHIAIOSO**
Data esecuzione prova: **10/01/17**

Cucchiaino di Casagrande 
Forno elettrico 
Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

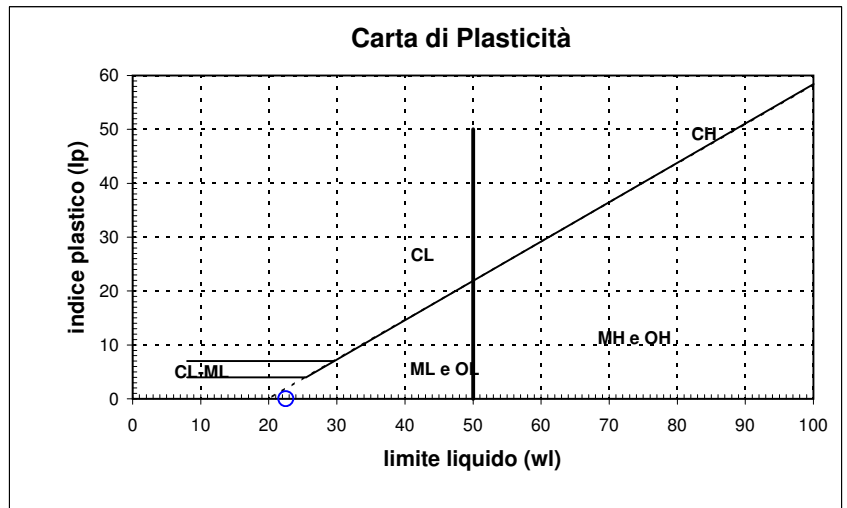
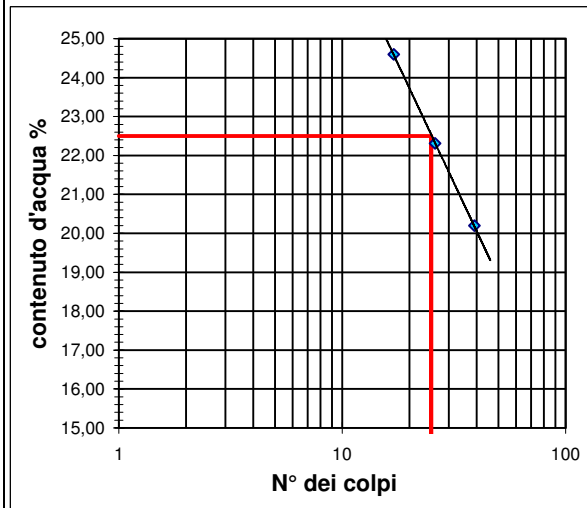
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	17	26	39
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	10,23	10,27	8,62
peso lordo secco (g)	8,70	8,82	7,60
peso acqua (g)	1,53	1,45	1,02
tara contenitore (g)	2,48	2,32	2,55
peso netto secco (g)	6,22	6,50	5,05
contenuto acqua (%)	24,60	22,31	20,20

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 22,50
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2200/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici
Profondità (m):	8,20-8,50	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm
Tipo di terreno (AGI):	LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE GHIAIOSO			Set di pietre porose
Data esecuzione prova:	22/12/16			Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE w_i	FINALE w_f
n°						(%)	
1	71,0	22,50	16,23	22,98	18,02	17,1	27,5
2	71,0	22,50	16,19	22,52	18,31	12,8	23,0
3	71,0	22,50	16,19	24,01	19,12	14,5	25,5

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t_{100}	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	5,6	3,55	1,65	4,0	0,056
2	200	7,1	3,67	1,20	4,0	0,044
3	300	8,9	4,85	1,02	4,0	0,035

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	45,75	6,20
2	93,93	6,30
3	136,15	9,50

Legenda :

t_{100} = tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2200/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

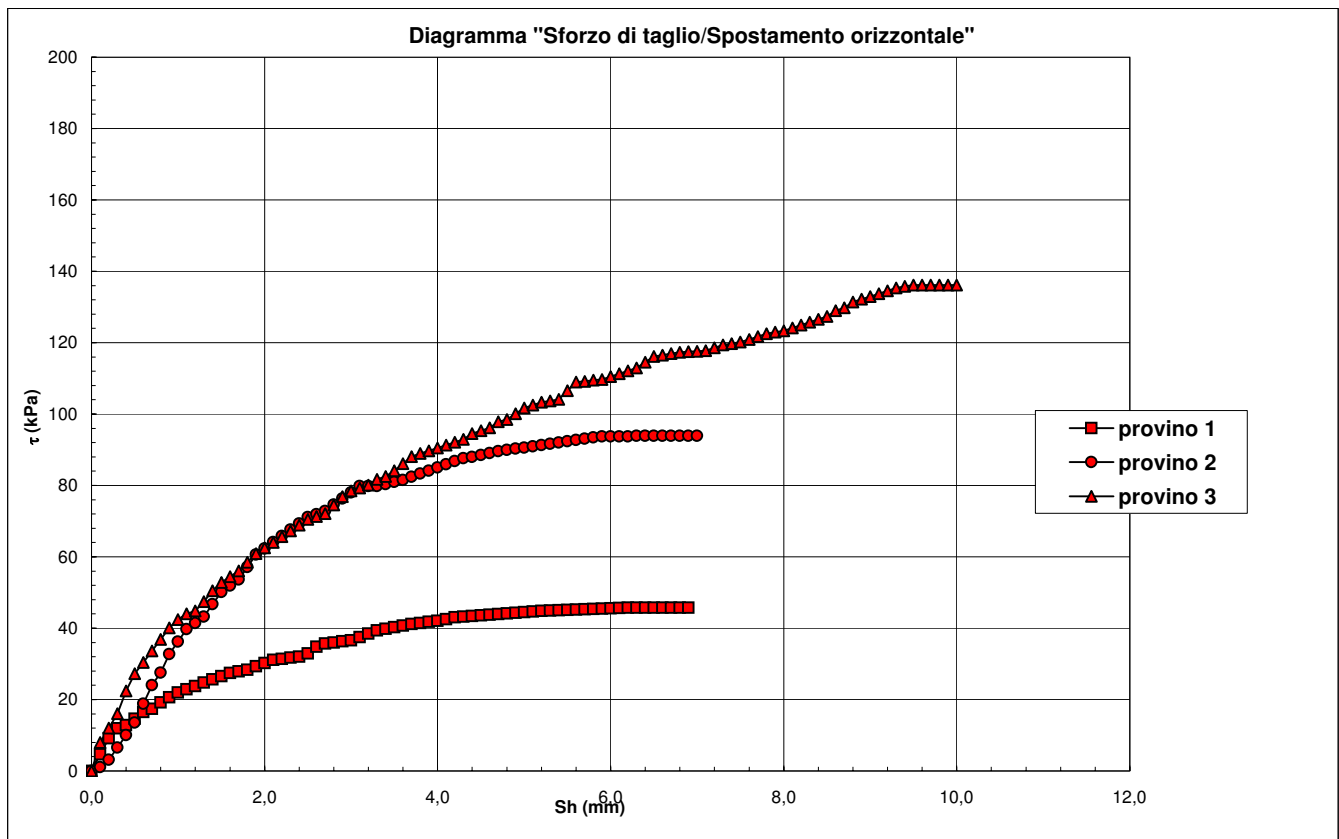
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **8,20-8,50** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE GHIAIOSO**
 Data esecuzione prova: **22/12/16**

Macchina per taglio diretto con pesi asolati
 Anelli dinamometrici
 Comparatori analogici 0,01 mm
 Set di pietre porose
 Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

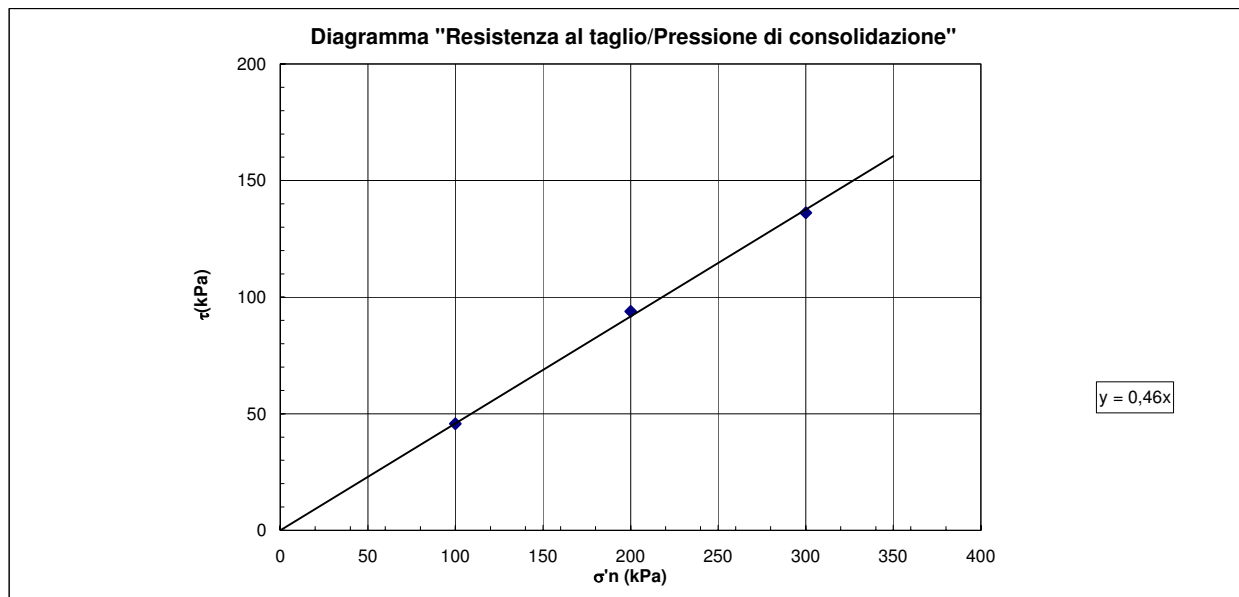
Rapporto di prova n. **R2200/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	8,20-8,50	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE GHIAIOSO		
Data esecuzione prova:	22/12/16		

Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ'):	24,7 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2225/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	9,00	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	\		
Data esecuzione prova:	22/12/16		

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa limosa, scarsamente addensata, saturata, presenza di deboli fenomeni di alterazione e/o ossidazione dei clasti; colore bruno.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2201/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI02	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 9,00	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 09/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:		Peso secco terreno analizzato (g): 642,0			PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:	
Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%)	0,0
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Ghiaia (%)	46,6
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Sabbia (%)	32,5
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%)	19,8
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla	1,1
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00		
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00		
25,0	28,6	4,45	4,45	95,55		
19,0	57,5	8,96	13,41	86,59		
12,5	35,4	5,51	18,93	81,07		
9,50	15,9	2,48	21,40	78,60		
4,75	80,5	12,54	33,94	66,06		
2,00	81,5	12,69	46,64	53,36		
0,425	103,3	16,09	62,73	37,27		
0,180	30,4	4,74	67,46	32,54		
0,063	75,0	11,68	79,14	20,86		
fondo	133,9	20,86	100,00	-		

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 46,50** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0330	33,500	28,500	8,141	0,0570	97,34	20,30
1	16,0	1,0310	31,500	26,500	8,621	0,0415	90,51	18,88
2	16,0	1,0280	28,500	23,500	9,341	0,0305	80,27	16,74
4	16,0	1,0250	25,500	20,500	10,061	0,0224	70,02	14,60
8	16,0	1,0210	21,500	16,500	11,021	0,0166	56,36	11,75
15	16,0	1,0180	18,500	13,500	11,741	0,0125	46,11	9,62
30	17,0	1,0145	15,000	10,250	12,581	0,0090	35,01	7,30
60	17,5	1,0120	12,500	7,875	13,181	0,0065	26,90	5,61
120	18,2	1,0100	10,500	6,050	13,661	0,0046	20,66	4,31
240	18,2	1,0070	7,500	3,050	14,381	0,0034	10,42	2,17
480	18,2	1,0055	6,000	1,550	14,741	0,0024	5,29	1,10
1440	16,0	1,0050	5,500	0,500	14,861	0,0014	1,71	0,36

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

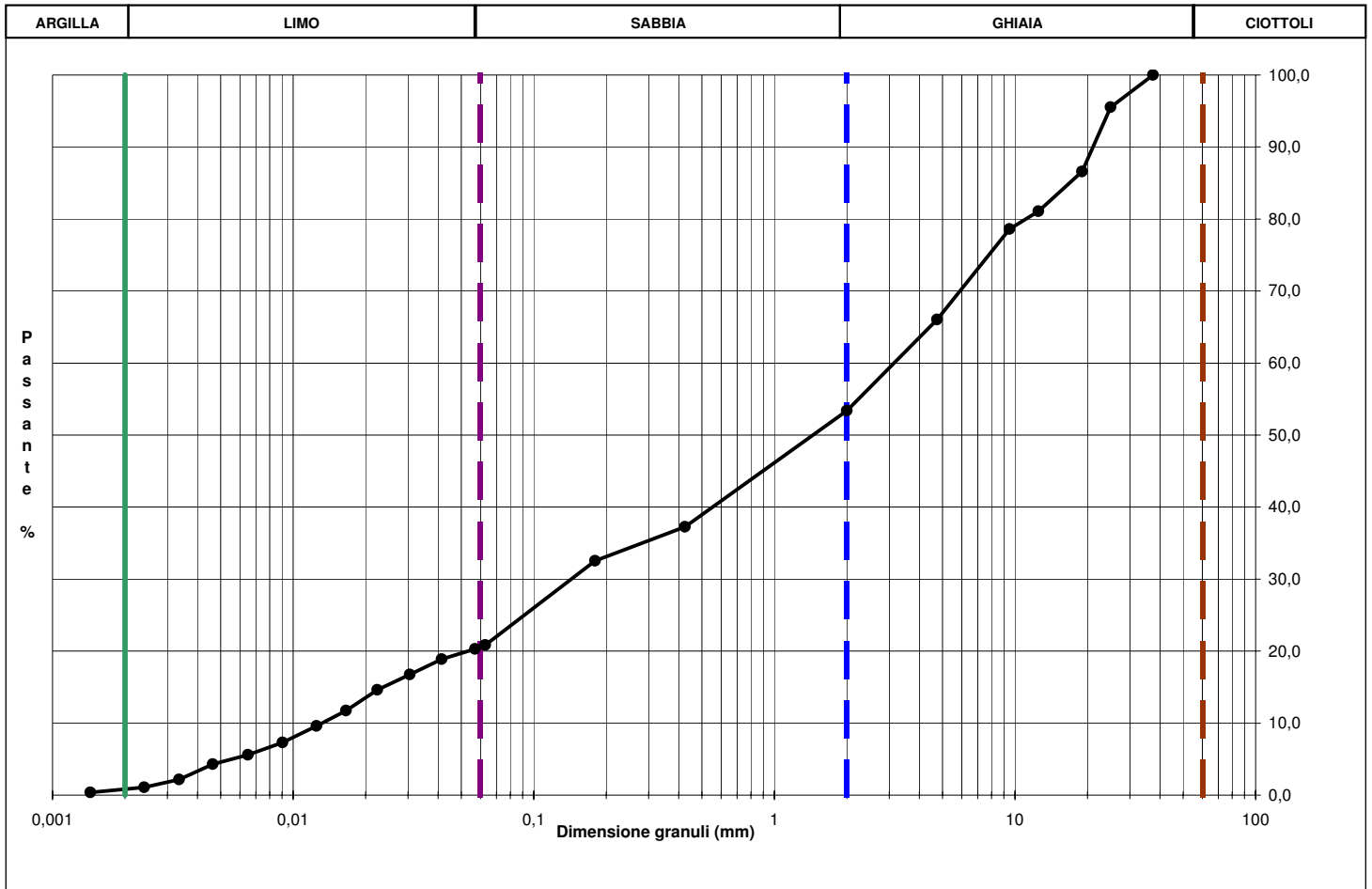
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2201/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	9,00	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	09/01/17			Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2202/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **9,00** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **10/01/17**

Cucchiaino di Casagrande 
 Forno elettrico 
 Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

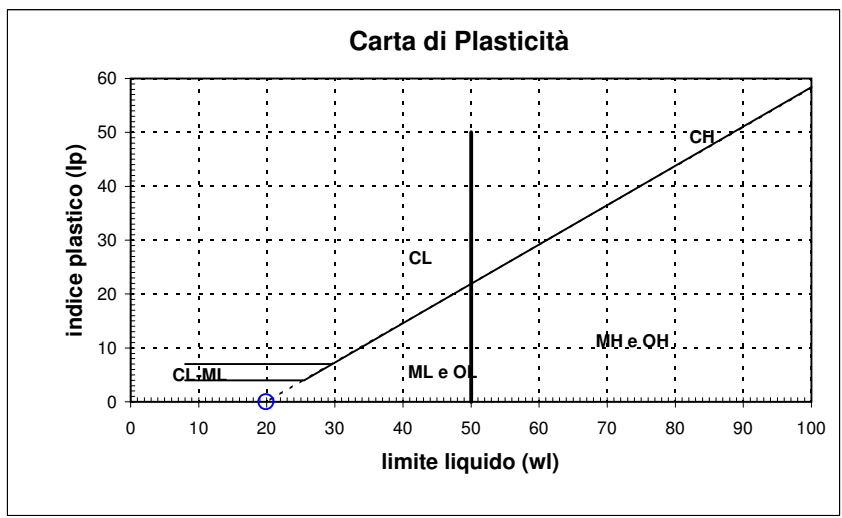
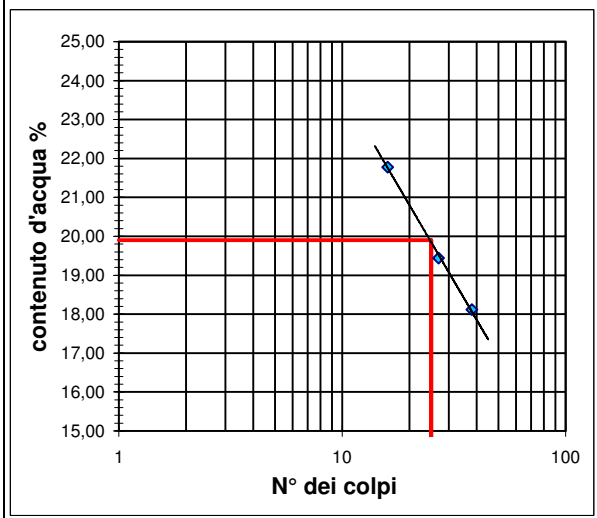
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	16	27	38
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	7,68	9,30	10,55
peso lordo secco (g)	6,75	8,18	9,30
peso acqua (g)	0,93	1,12	1,25
tara contenitore (g)	2,48	2,42	2,40
peso netto secco (g)	4,27	5,76	6,90
contenuto acqua (%)	21,78	19,44	18,12

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 19,90
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2205/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici
Profondità (m):	9,00	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di pietre porose
Data esecuzione prova:			09/01/17	Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE	FINALE
						wi	wf
n°						(%)	
1	71,0	22,50	17,97	20,84	17,20	11,8	17,8
2	71,0	22,50	18,57	21,90	18,33	10,1	15,3
3	71,0	22,50	19,19	23,14	19,29	10,3	14,6

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t ₁₀₀	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	5,0	1,48	0,58	7,0	0,110
2	200	7,1	1,80	0,72	7,0	0,078
3	300	8,8	2,21	0,92	7,0	0,063

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	58,96	6,70
2	123,21	7,00
3	178,48	6,50

Legenda :

t100= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

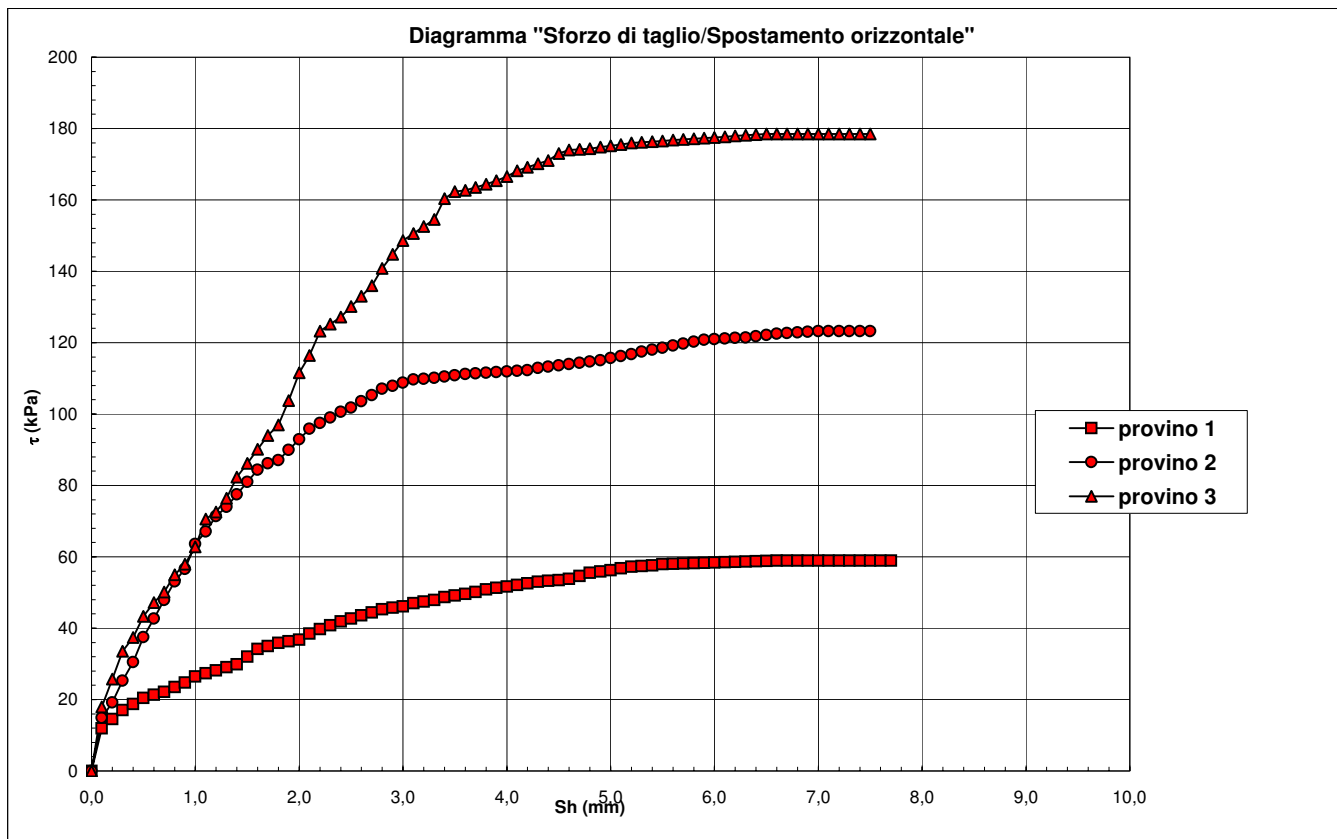
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2205/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata			
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	9,00	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	09/01/17			Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

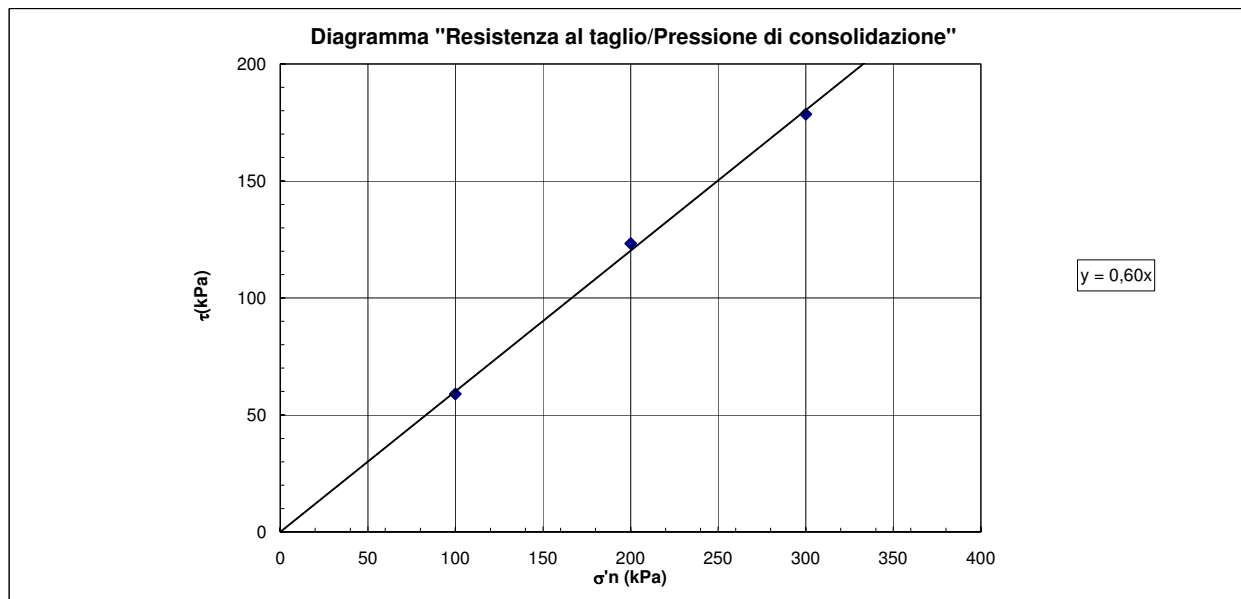
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2205/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	9,00	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		
Data esecuzione prova:	09/01/17		

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ'):	31,0 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2226/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **15,00** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): ****
 Data esecuzione prova: **22/12/16**

Calibro
 HCl diluito al 4 %
 Penetrometro tascabile

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in abbondante matrice sabbiosa debolmente limosa, moderatamente addensata; di colore bruno.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2203/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI02	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 15,00	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 22/12/16		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 645,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	65,8	10,20	10,20	89,80
19,0	38,5	5,97	16,17	83,83
12,5	42,5	6,59	22,76	77,24
9,50	24,8	3,84	26,60	73,40
4,75	72,2	11,19	37,80	62,20
2,00	119,2	18,48	56,28	43,72
0,425	181,7	28,17	84,45	15,55
0,180	41,1	6,37	90,82	9,18
0,063	27,5	4,26	95,09	4,91
fondo	31,7	4,91	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
Ghiaia (%): **56,3**
Sabbia (%): **38,8**
Limo (%): **4,6**
Argilla: **0,3**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0330	33,500	28,500	8,141	0,0570	90,53	4,45
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	3,98
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	3,36
4	16,0	1,0220	22,500	17,500	10,781	0,0232	55,59	2,73
8	16,0	1,0185	19,000	14,000	11,621	0,0170	44,47	2,19
15	16,0	1,0150	15,500	10,500	12,461	0,0129	33,35	1,64
30	17,0	1,0130	13,500	8,750	12,941	0,0092	27,79	1,37
60	17,5	1,0115	12,000	7,375	13,301	0,0065	23,43	1,15
120	18,2	1,0100	10,500	6,050	13,661	0,0046	19,22	0,94
240	18,2	1,0080	8,500	4,050	14,141	0,0033	12,86	0,63
480	18,2	1,0060	6,500	2,050	14,621	0,0024	6,51	0,32
1440	16,0	1,0050	5,500	0,500	14,861	0,0014	1,59	0,08

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

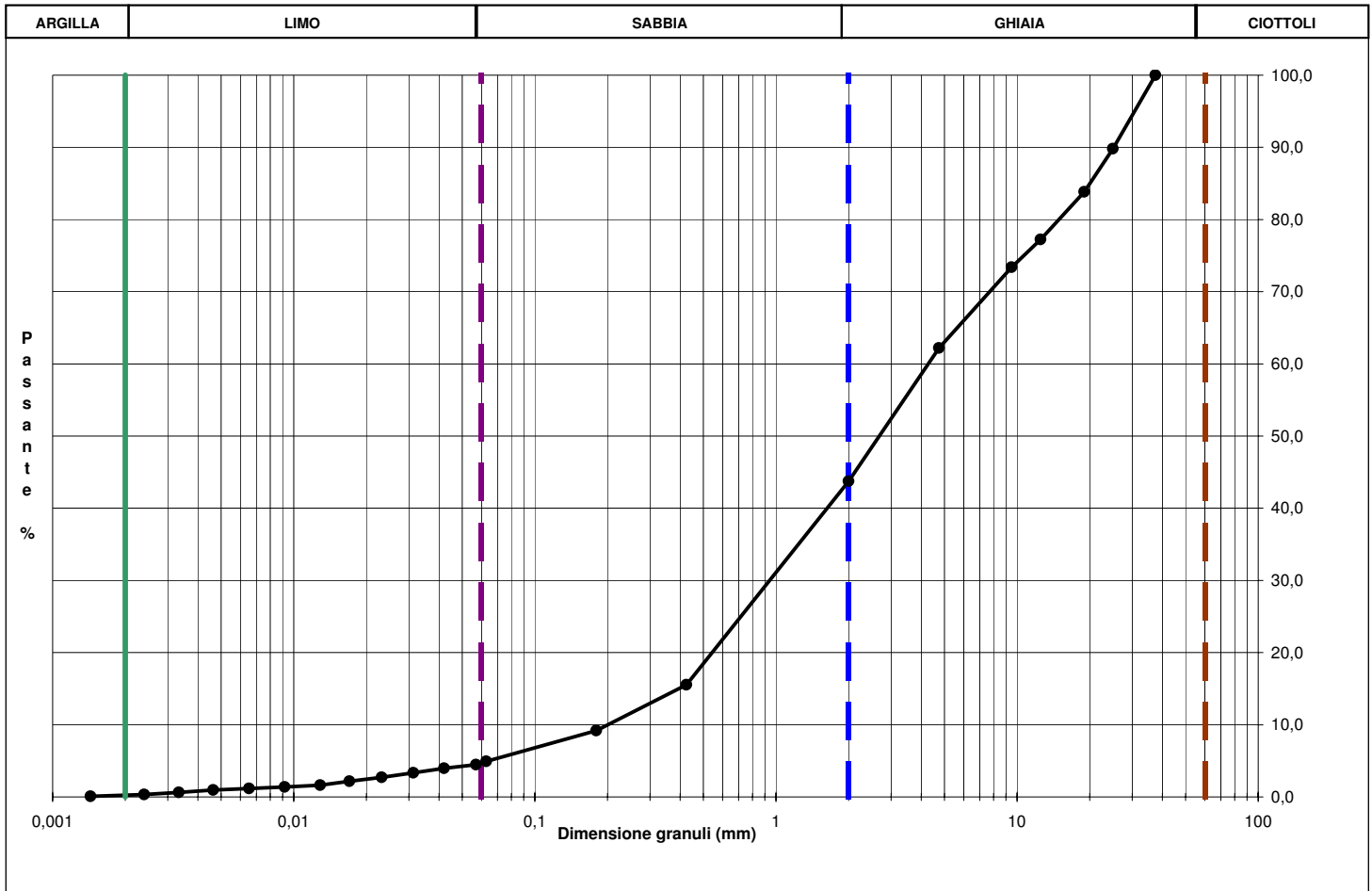
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2203/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico
Profondità (m):	15,00	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Data esecuzione prova:			22/12/16	Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2204/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **15,00** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA**
 Data esecuzione prova: **10/01/17**

Cucchiaino di Casagrande 
 Forno elettrico 
 Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

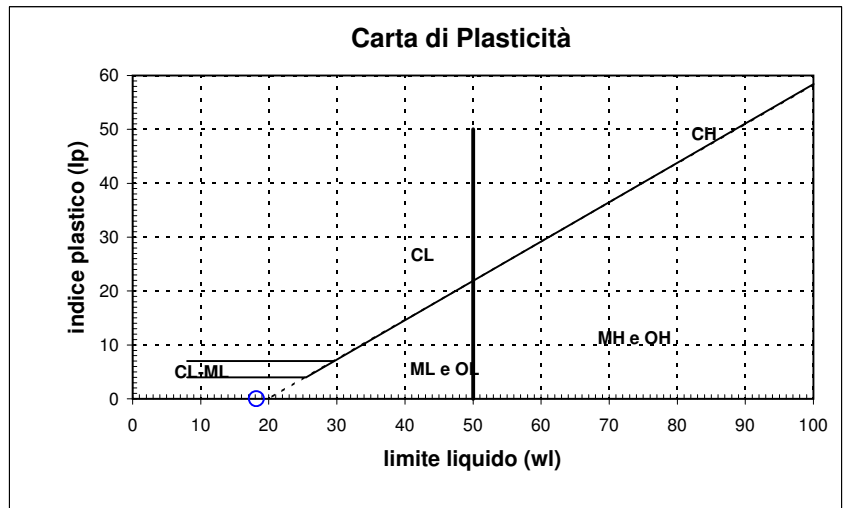
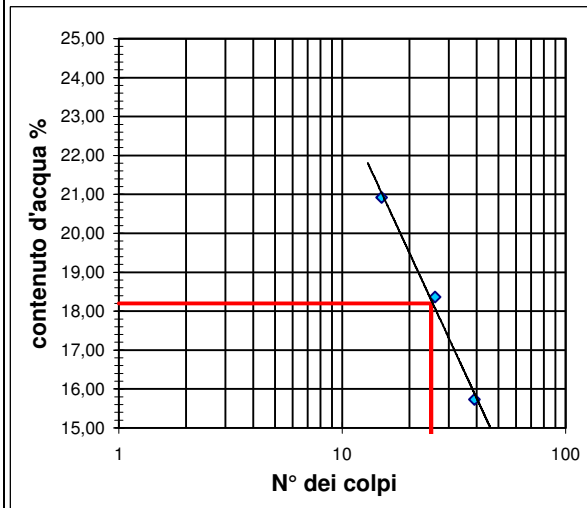
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	26	39
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	9,92	9,50	8,87
peso lordo secco (g)	8,60	8,40	8,00
peso acqua (g)	1,32	1,10	0,87
tara contenitore (g)	2,29	2,41	2,47
peso netto secco (g)	6,31	5,99	5,53
contenuto acqua (%)	20,92	18,36	15,73

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 18,20
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2227/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI02	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	24,00	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	\		
Data esecuzione prova:	22/12/16		

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia da eterometrica a grossolana, in scarsa matrice sabbiosa, moderatamente addensata; colore bruno.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2206/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI02	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 24,00	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 22/12/16		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 1139,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	244,6	21,47	21,47	78,53
25,0	61,1	5,36	26,84	73,16
19,0	66,5	5,84	32,68	67,32
12,5	89,9	7,89	40,57	59,43
9,50	55,4	4,86	45,43	54,57
4,75	150,7	13,23	58,67	41,33
2,00	172,8	15,17	73,84	26,16
0,425	204,0	17,91	91,75	8,25
0,180	21,7	1,91	93,65	6,35
0,063	25,6	2,25	95,90	4,10
fondo	46,7	4,10	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
Ghiaia (%): **73,8**
Sabbia (%): **22,1**
Limo (%): **4,0**
Argilla: **0,1**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0330	33,500	28,500	8,141	0,0570	90,53	3,71
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	3,32
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	2,80
4	16,0	1,0220	22,500	17,500	10,781	0,0232	55,59	2,28
8	16,0	1,0185	19,000	14,000	11,621	0,0170	44,47	1,82
15	16,0	1,0150	15,500	10,500	12,461	0,0129	33,35	1,37
30	17,0	1,0130	13,500	8,750	12,941	0,0092	27,79	1,14
60	17,5	1,0110	11,500	6,875	13,421	0,0066	21,84	0,90
120	18,2	1,0090	9,500	5,050	13,901	0,0047	16,04	0,66
240	18,2	1,0070	7,500	3,050	14,381	0,0034	9,69	0,40
480	18,2	1,0050	5,500	1,050	14,861	0,0024	3,34	0,14
1440	16,0	1,0045	5,000	0,000	14,981	0,0014	0,00	0,00

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2207/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **24,00** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

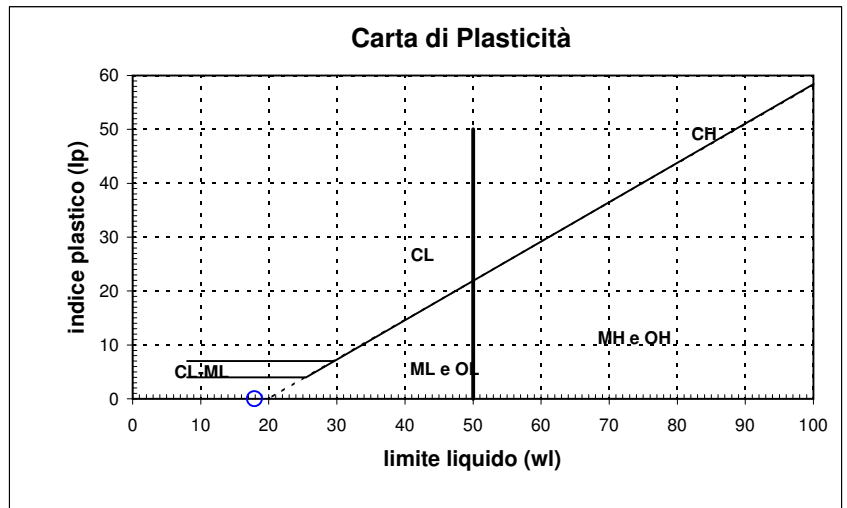
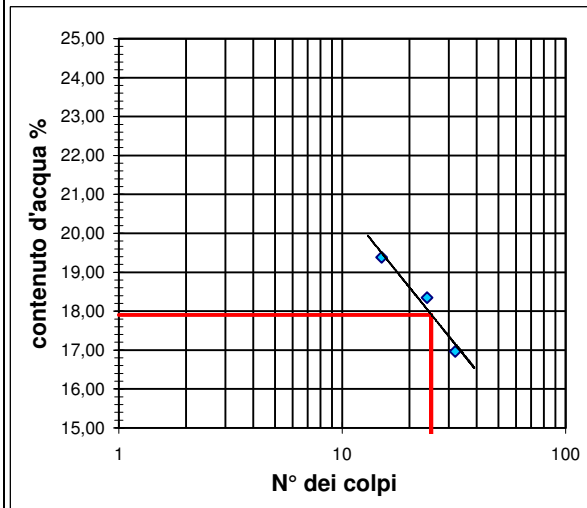
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	24	32
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	9,70	9,55	8,92
peso lordo secco (g)	8,50	8,44	7,98
peso acqua (g)	1,20	1,11	0,94
tara contenitore (g)	2,31	2,39	2,44
peso netto secco (g)	6,19	6,05	5,54
contenuto acqua (%)	19,39	18,35	16,97

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 17,90
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2228/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **30,00** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): ****
 Data esecuzione prova: **22/12/16**

Calibro
 HCl diluito al 4 %
 Penetrometro tascabile

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica con ciottoli (diametro massimo 6-8 cm) in matrice limosa sabbiosa, mediamente addensata; di colore bruno.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2208/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA
Prove geotecniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI02	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 30,00	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA CIOTTOLOSA DEBOLMENTE LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 22/12/16		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:

Peso secco terreno analizzato (g): 2030,0

PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	300,0	14,78	14,78	85,22
50,0	264,0	13,00	27,78	72,22
37,5	265,0	13,05	40,84	59,16
25,0	170,8	8,41	49,25	50,75
19,0	73,9	3,64	52,89	47,11
12,5	105,8	5,21	58,10	41,90
9,50	75,7	3,73	61,83	38,17
4,75	168,1	8,28	70,11	29,89
2,00	136,2	6,71	76,82	23,18
0,425	182,8	9,00	85,83	14,17
0,180	44,1	2,17	88,00	12,00
0,063	74,6	3,67	91,67	8,33
fondo	169,0	8,33	100,00	-

Ciottoli (%): **14,8**
Ghiaia (%): **62,0**
Sabbia (%): **14,9**
Limo (%): **7,9**
Argilla: **0,4**

ANALISI CON L'AEROMETRO:

Peso secco terreno analizzato (g): 50,00

Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0330	33,500	28,500	8,141	0,0570	90,53	7,54
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	6,74
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	5,69
4	16,0	1,0220	22,500	17,500	10,781	0,0232	55,59	4,63
8	16,0	1,0185	19,000	14,000	11,621	0,0170	44,47	3,70
15	16,0	1,0150	15,500	10,500	12,461	0,0129	33,35	2,78
30	17,0	1,0130	13,500	8,750	12,941	0,0092	27,79	2,31
60	17,5	1,0110	11,500	6,875	13,421	0,0066	21,84	1,82
120	18,2	1,0090	9,500	5,050	13,901	0,0047	16,04	1,34
240	18,2	1,0070	7,500	3,050	14,381	0,0034	9,69	0,81
480	18,2	1,0055	6,000	1,550	14,741	0,0024	4,92	0,41
1440	16,0	1,0045	5,000	0,000	14,981	0,0014	0,00	0,00

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2208/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

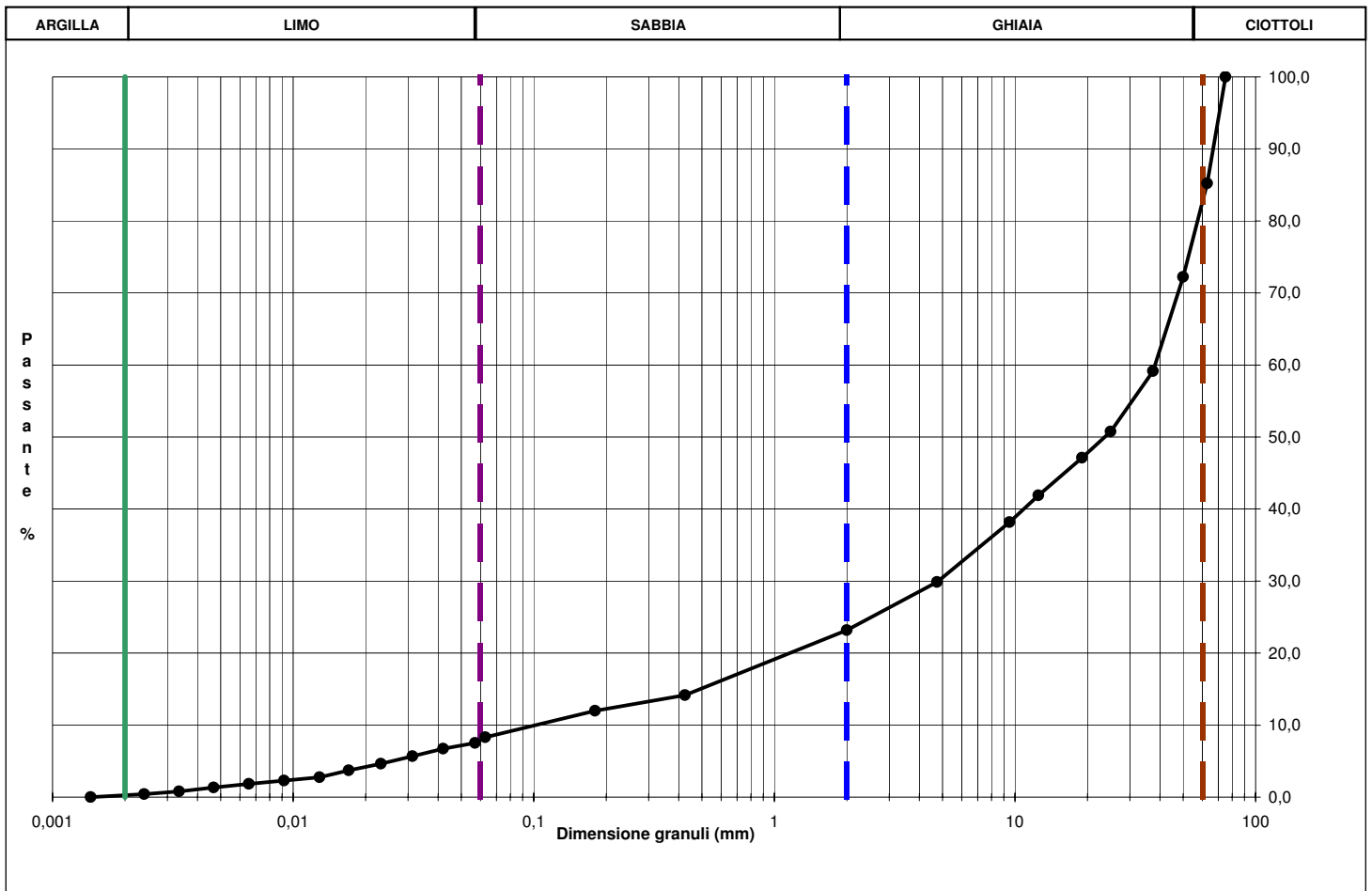
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **30,00** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA CIOTTOLOSA DEBOLMENTE LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **22/12/16**

Serie unificata di setacci ISO 3310
 Forno elettrico
 Bilancia digitale
 Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
 Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2209/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI02** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **30,00** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA CIOTTOLOSA DEBOLMENTE LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

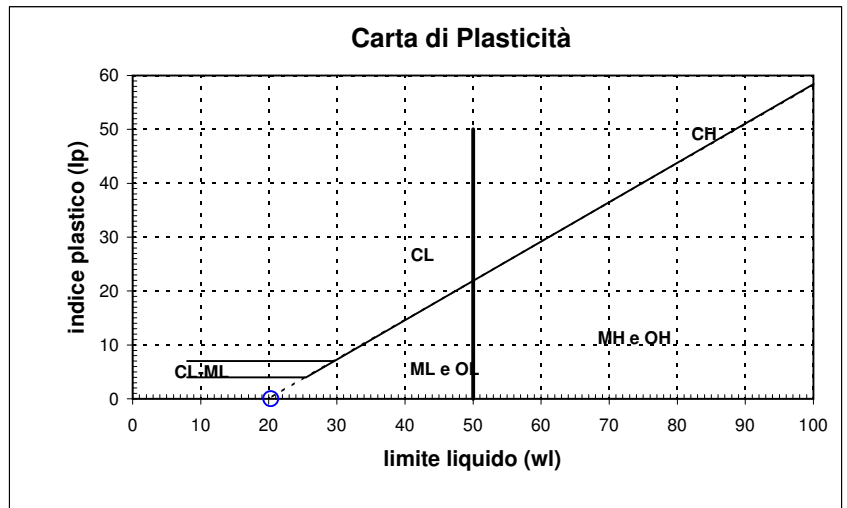
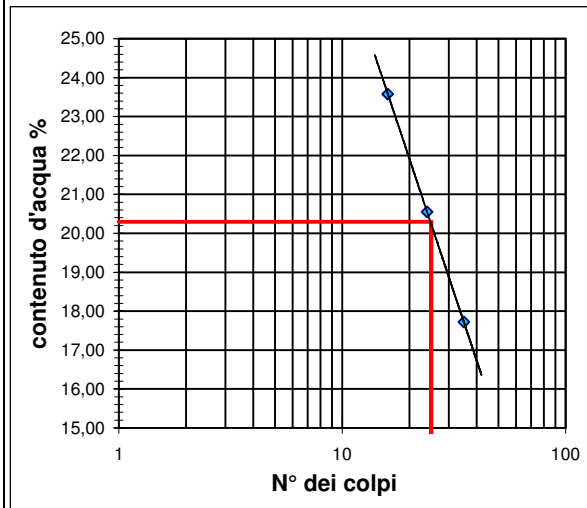
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	16	24	35
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	9,88	9,43	8,76
peso lordo secco (g)	8,43	8,23	7,81
peso acqua (g)	1,45	1,20	0,95
tara contenitore (g)	2,28	2,39	2,45
peso netto secco (g)	6,15	5,84	5,36
contenuto acqua (%)	23,58	20,55	17,72

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 20,30
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2210/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **S103** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **3,50-3,70** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): ****
 Data esecuzione prova: **22/12/16**

Calibro
 HCl diluito al 4 %
 Penetrometro tascabile

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica, con clasti spigolosi, in matrice limosa sabbiosa sciolta, asciutto; di colore grigio.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2160/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI03	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 3,50-3,70	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 04/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:	Peso secco terreno analizzato (g):	1227,0	PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:		
Apertura maglie	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%): 0,0
(mm)					Ghiaia (%): 68,5
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Sabbia (%): 16,5
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%): 14,1
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla 0,9
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
50,0	120,0	9,78	9,78	90,22	
37,5	120,0	9,78	19,56	80,44	
25,0	182,0	14,83	34,39	65,61	
19,0	100,4	8,18	42,58	57,42	
12,5	106,7	8,70	51,27	48,73	
9,50	27,7	2,26	53,53	46,47	
4,75	117,1	9,54	63,07	36,93	
2,00	66,4	5,41	68,48	31,52	
0,425	97,6	7,95	76,44	23,56	
0,180	35,9	2,93	79,36	20,64	
0,063	69,3	5,65	85,01	14,99	
fondo	183,9	14,99	100,00	-	

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g):** **50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³):** **2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0335	34,000	29,000	8,021	0,0566	92,12	13,81
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	12,14
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	10,24
4	16,0	1,0220	22,500	17,500	10,781	0,0232	55,59	8,33
8	16,0	1,0180	18,500	13,500	11,741	0,0171	42,88	6,43
15	16,0	1,0140	14,500	9,500	12,701	0,0130	30,18	4,52
30	16,5	1,0120	12,500	7,625	13,181	0,0093	24,22	3,63
60	17,0	1,0100	10,500	5,750	13,661	0,0067	18,26	2,74
120	17,3	1,0080	8,500	3,825	14,141	0,0048	12,15	1,82
240	17,5	1,0070	7,500	2,875	14,381	0,0034	9,13	1,37
480	17,8	1,0060	6,500	1,950	14,621	0,0024	6,19	0,93
1440	16,0	1,0050	5,500	0,500	14,861	0,0014	1,59	0,24

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

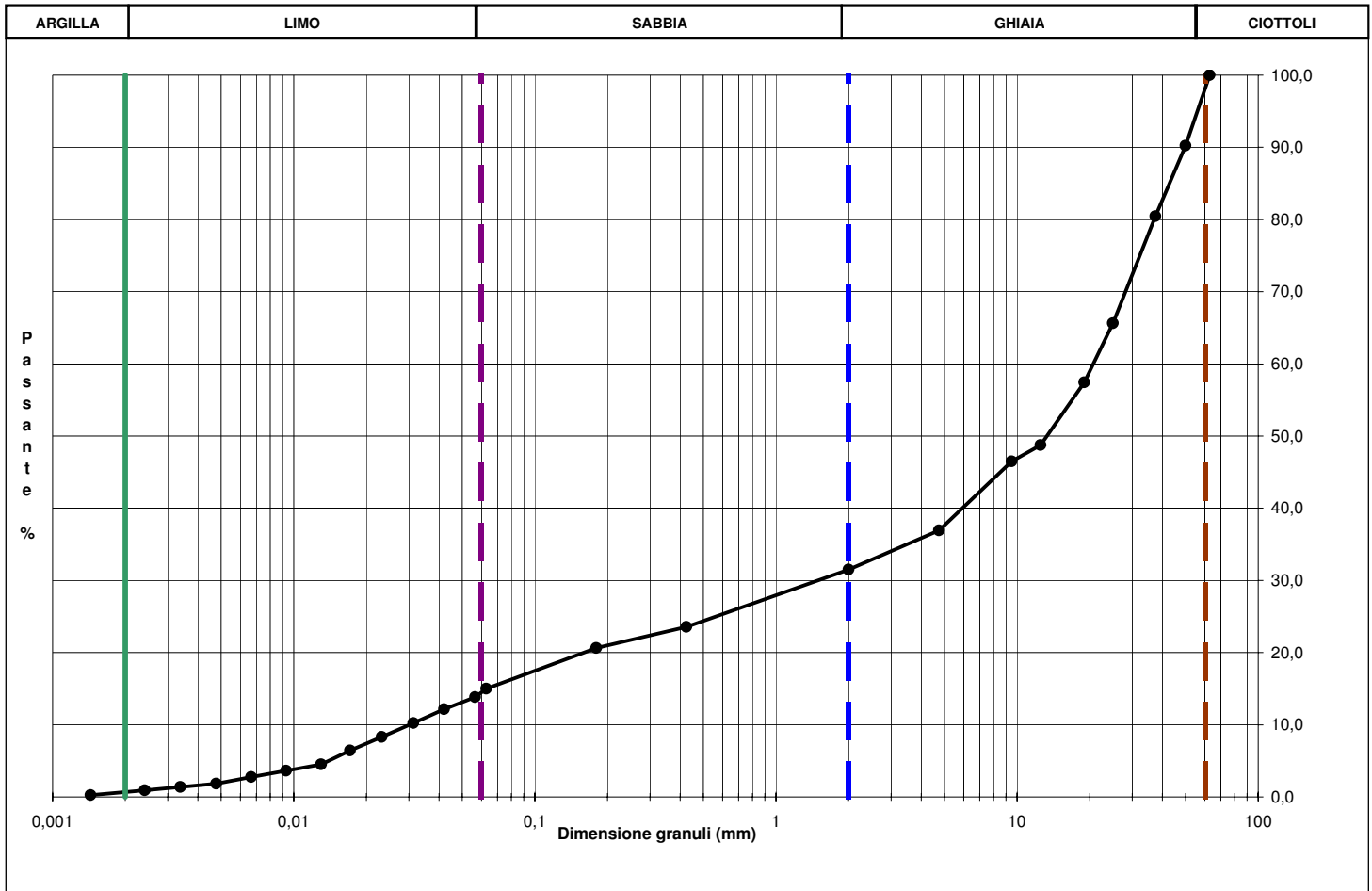
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2160/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI03	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	3,50-3,70	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA SABBIOSA LIMOSA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	04/01/17			Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2161/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI03** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **3,50-3,70** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

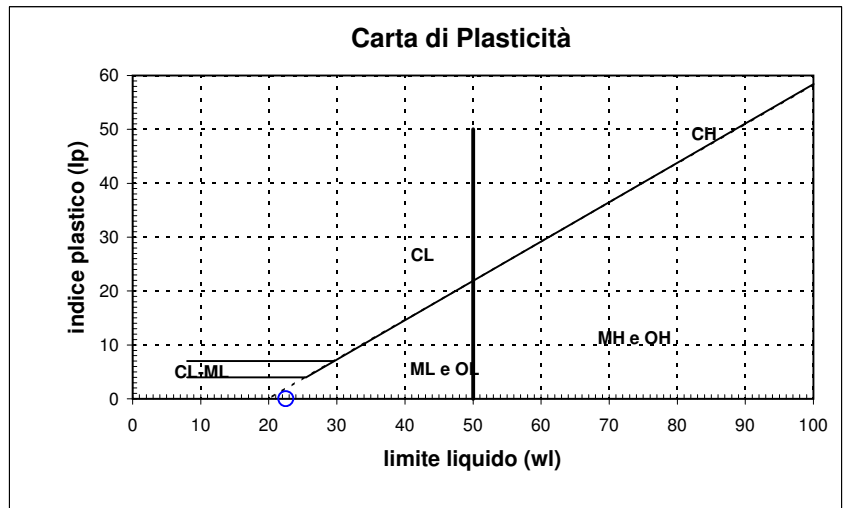
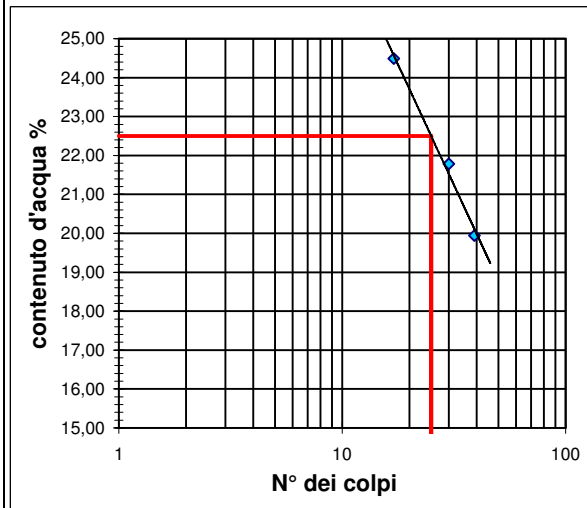
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	17	30	39
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	10,32	10,21	10,23
peso lordo secco (g)	8,75	8,82	8,92
peso acqua (g)	1,57	1,39	1,31
tara contenitore (g)	2,34	2,44	2,35
peso netto secco (g)	6,41	6,38	6,57
contenuto acqua (%)	24,49	21,79	19,94

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 22,50
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2211/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **S103** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **18,20-18,60** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): ****
 Data esecuzione prova: **22/12/16**

Calibro
 HCl diluito al 4 %
 Penetrometro tascabile

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in matrice limosa sabbiosa, mediamente addensata, presenza di sporadici fenomeni di alterazione e/o ossidazione dei clasti; colore bruno.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2162/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI03	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 18,20-18,60	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 04/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:		Peso secco terreno analizzato (g): 779,0			PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:	
Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%)	0,0
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Ghiaia (%)	53,0
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Sabbia (%)	27,3
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%)	18,4
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla	1,2
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00		
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00		
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00		
19,0	60,3	7,74	7,74	92,26		
12,5	88,6	11,37	19,11	80,89		
9,50	37,6	4,83	23,94	76,06		
4,75	127,3	16,34	40,28	59,72		
2,00	99,3	12,75	53,03	46,97		
0,425	129,0	16,56	69,59	30,41		
0,180	31,3	4,02	73,61	26,39		
0,063	52,7	6,77	80,37	19,63		
fondo	152,9	19,63	100,00	-		

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	16,0	1,0335	34,000	29,000	8,021	0,0566	92,12	18,08
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	15,90
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	13,40
4	16,0	1,0220	22,500	17,500	10,781	0,0232	55,59	10,91
8	16,0	1,0180	18,500	13,500	11,741	0,0171	42,88	8,42
15	16,0	1,0150	15,500	10,500	12,461	0,0129	33,35	6,55
30	16,5	1,0130	13,500	8,625	12,941	0,0092	27,40	5,38
60	17,0	1,0110	11,500	6,750	13,421	0,0066	21,44	4,21
120	17,3	1,0085	9,000	4,325	14,021	0,0048	13,74	2,70
240	17,5	1,0070	7,500	2,875	14,381	0,0034	9,13	1,79
480	17,8	1,0060	6,500	1,950	14,621	0,0024	6,19	1,22
1440	16,0	1,0050	5,500	0,500	14,861	0,0014	1,59	0,31

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2162/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

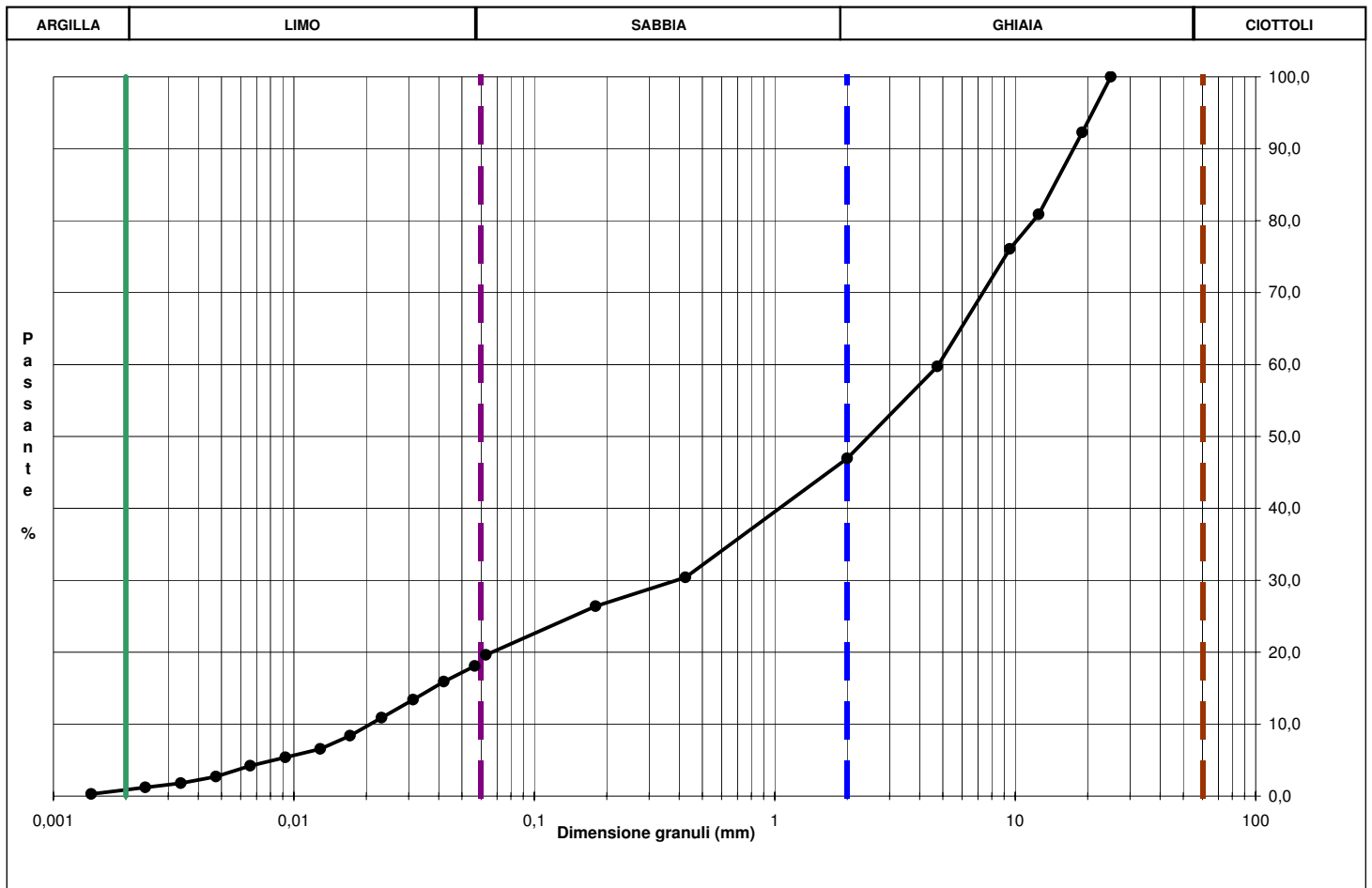
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI03** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **18,20-18,60** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
Data esecuzione prova: **04/01/17**

Serie unificata di setacci ISO 3310
Forno elettrico
Bilancia digitale
Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2163/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI03** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **18,20-18,60** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
Data esecuzione prova: **10/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
Forno elettrico
Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

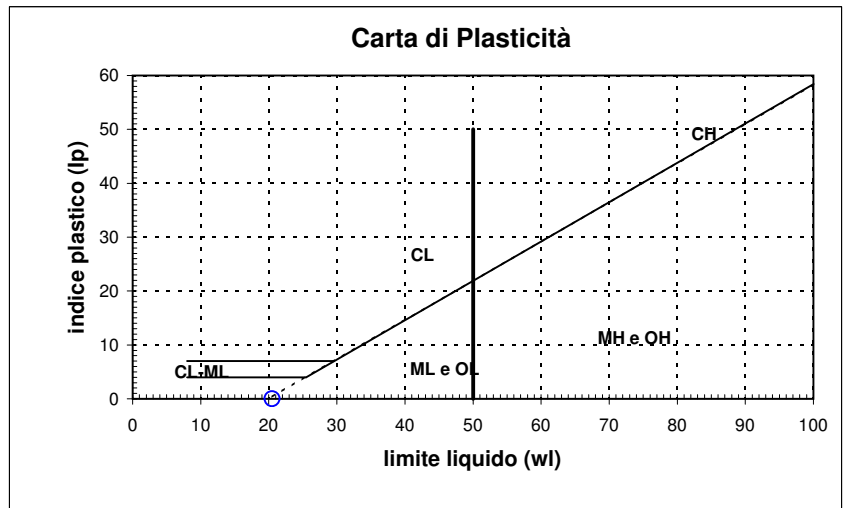
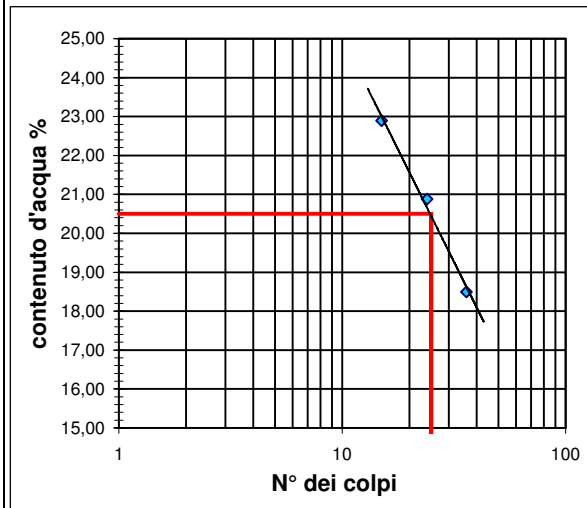
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	24	36
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	8,85	8,47	9,53
peso lordo secco (g)	7,68	7,43	8,40
peso acqua (g)	1,17	1,04	1,13
tara contenitore (g)	2,57	2,45	2,29
peso netto secco (g)	5,11	4,98	6,11
contenuto acqua (%)	22,90	20,88	18,49

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 20,50
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2164/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: SI03	Codice provino: \	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 18,20-18,60	Aperto il: 22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 18/01/17		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE w_i	FINALE w_f
n°						(%)	
1	71,0	22,50	17,18	20,96	17,60	12,0	19,1
2	71,0	22,50	17,46	21,07	17,80	13,2	18,3
3	71,0	22,50	17,69	21,40	18,40	12,9	16,3

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t_{100}	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	6,0	2,16	0,74	4,0	0,052
2	200	7,5	2,20	0,81	4,0	0,042
3	300	9,1	2,36	0,97	4,0	0,035

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	59,48	8,90
2	106,42	7,70
3	172,70	8,50

Legenda :

t_{100} = tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

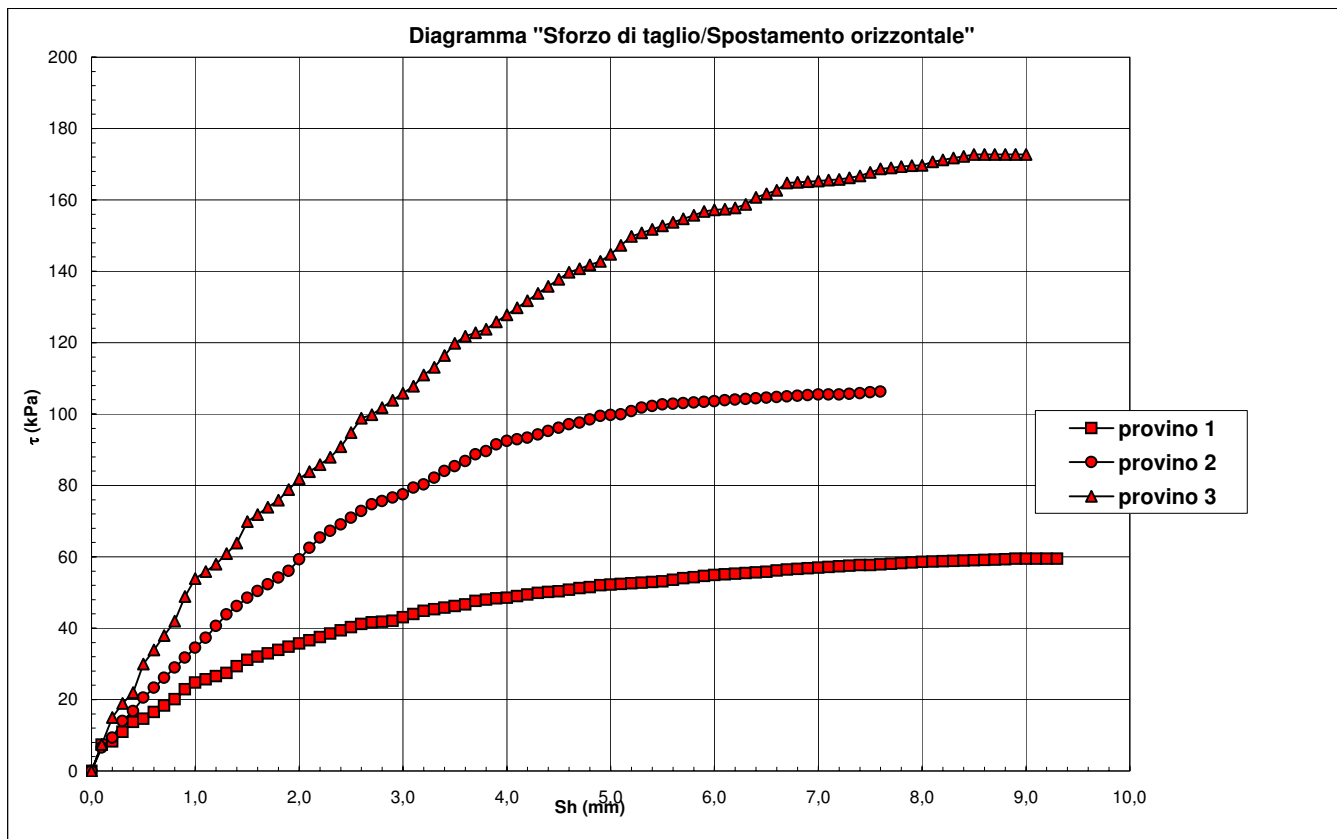
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2164/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: S103	Codice provino: \	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 18,20-18,60	Aperto il: 22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 18/01/17		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

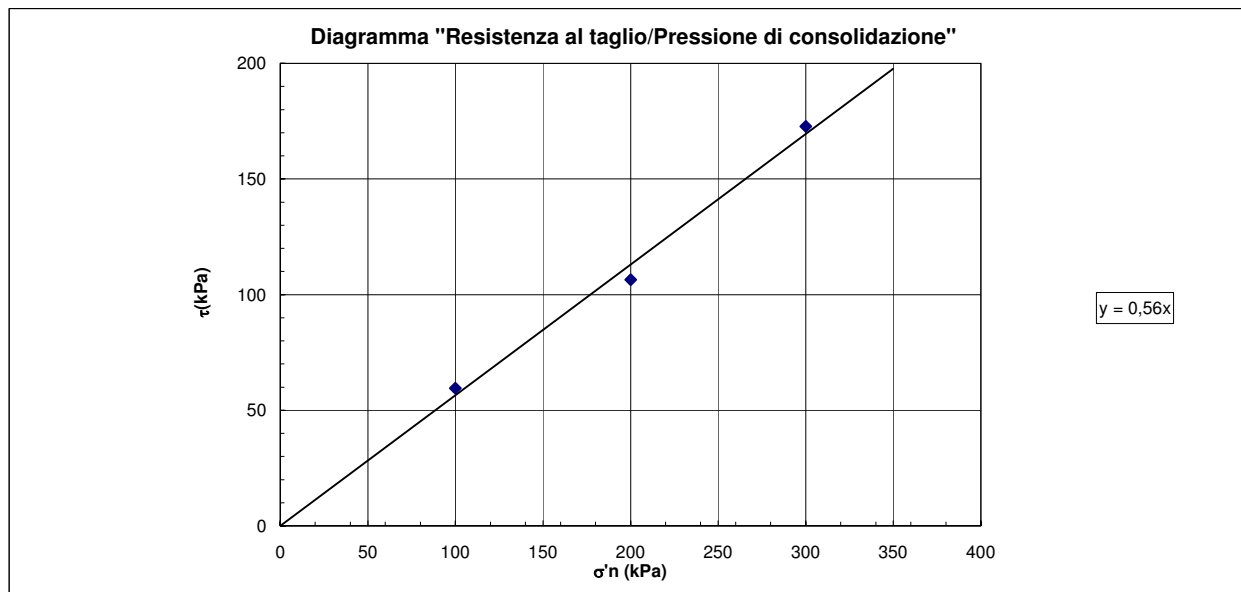
Rapporto di prova n. **R2164/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI03	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	18,20-18,60	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		
Data esecuzione prova:	18/01/17		

- Macchina per taglio diretto con pesi asolati
- Anelli dinamometrici
- Comparatori analogici 0,01 mm
- Set di pietre porose
- Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ'):	29,2 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2212/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: S103	Codice provino: \	Calibro	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	HCl diluito al 4 %	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 20,90-21,20	Aperto il: 22/12/16	Penetrometro tascabile	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): \			
Data esecuzione prova: 22/12/16			

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in abbondante matrice sabbiosa grossolana, scarsamente addensata; di colore bruno.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2165/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI03	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 20,90-21,20	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 04/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:		Peso secco terreno analizzato (g): 881,0			PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:	
Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%)	0,0
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Ghiaia (%)	79,1
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Sabbia (%)	16,4
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%)	4,0
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla	0,5
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00		
37,5	120,2	13,64	13,64	86,36		
25,0	145,7	16,54	30,18	69,82		
19,0	36,1	4,10	34,28	65,72		
12,5	157,9	17,92	52,20	47,80		
9,50	29,5	3,35	55,55	44,45		
4,75	118,8	13,48	69,04	30,96		
2,00	88,7	10,07	79,10	20,90		
0,425	92,2	10,47	89,57	10,43		
0,180	21,9	2,49	92,05	7,95		
0,063	30,0	3,41	95,46	4,54		
fondo	40,0	4,54	100,00	-		

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0330	33,500	28,500	8,141	0,0570	90,53	4,11
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	3,68
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	3,10
4	16,0	1,0220	22,500	17,500	10,781	0,0232	55,59	2,52
8	16,0	1,0185	19,000	14,000	11,621	0,0170	44,47	2,02
15	16,0	1,0150	15,500	10,500	12,461	0,0129	33,35	1,51
30	16,5	1,0130	13,500	8,625	12,941	0,0092	27,40	1,24
60	17,0	1,0115	12,000	7,250	13,301	0,0066	23,03	1,05
120	17,3	1,0100	10,500	5,825	13,661	0,0047	18,50	0,84
240	17,5	1,0085	9,000	4,375	14,021	0,0034	13,90	0,63
480	17,8	1,0075	8,000	3,450	14,261	0,0024	10,96	0,50
1440	16,0	1,0070	7,500	2,500	14,381	0,0014	7,94	0,36

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2165/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

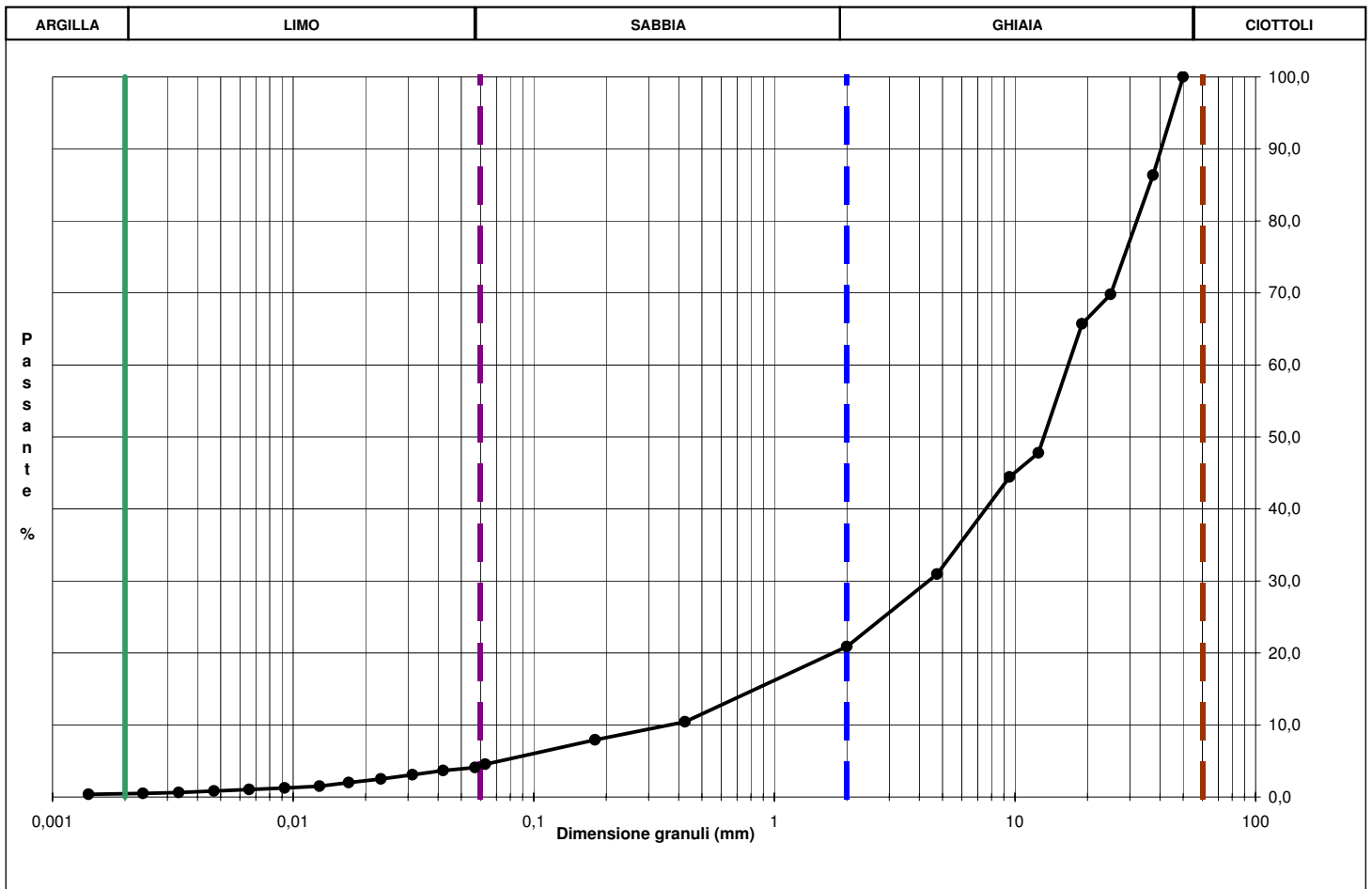
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI03** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **20,90-21,20** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA**
Data esecuzione prova: **04/01/17**

Serie unificata di setacci ISO 3310
Forno elettrico
Bilancia digitale
Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2166/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI03** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **20,90-21,20** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

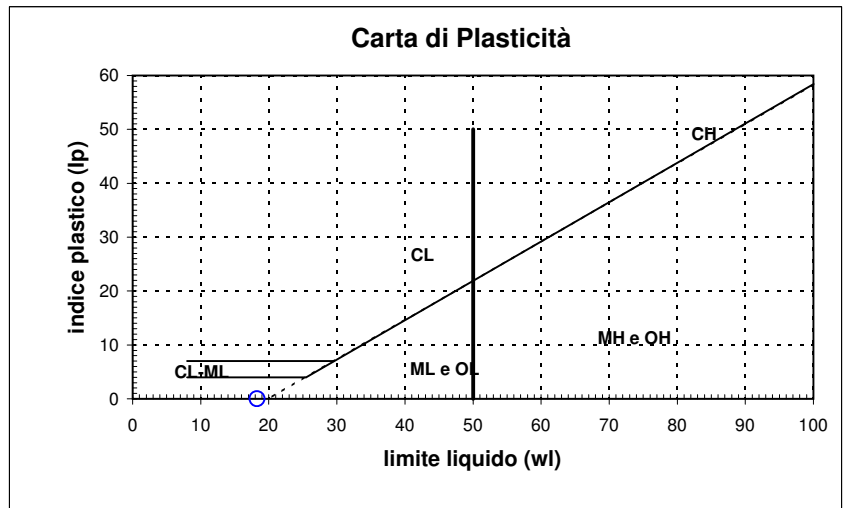
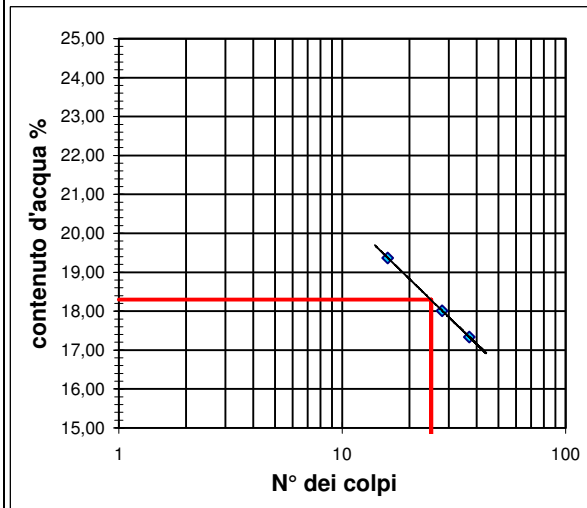
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	16	28	37
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	10,70	10,11	9,97
peso lordo secco (g)	9,35	8,95	8,85
peso acqua (g)	1,35	1,16	1,12
tara contenitore (g)	2,38	2,51	2,39
peso netto secco (g)	6,97	6,44	6,46
contenuto acqua (%)	19,37	18,01	17,34

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 18,30
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2213/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: SI03	Codice provino: \	Calibro	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	HCl diluito al 4 %	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 26,70-27,20	Aperto il: 22/12/16	Penetrometro tascabile	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): \			
Data esecuzione prova: 22/12/16			

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in abbondante matrice sabbiosa grossolana, scarsamente addensata; di colore bruno.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2167/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: SI03	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 26,70-27,20	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 04/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:

Peso secco terreno analizzato (g): 830,0

PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	93,5	11,27	11,27	88,73
25,0	104,4	12,58	23,84	76,16
19,0	66,5	8,01	31,86	68,14
12,5	96,9	11,67	43,53	56,47
9,50	57,5	6,93	50,46	49,54
4,75	99,1	11,94	62,40	37,60
2,00	79,9	9,63	72,02	27,98
0,425	147,6	17,78	89,81	10,19
0,180	23,2	2,80	92,60	7,40
0,063	19,6	2,36	94,96	5,04
fondo	41,8	5,04	100,00	-

Ciottoli (%):	0,0
Ghiaia (%):	72,0
Sabbia (%):	22,9
Limo (%):	4,6
Argilla	0,5

ANALISI CON L'AEROMETRO:

Peso secco terreno analizzato (g): 50,00

Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0330	33,500	28,500	8,141	0,0570	90,53	4,56
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	4,08
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	3,44
4	16,0	1,0225	23,000	18,000	10,661	0,0231	57,18	2,88
8	16,0	1,0180	18,500	13,500	11,741	0,0171	42,88	2,16
15	16,0	1,0155	16,000	11,000	12,341	0,0128	34,94	1,76
30	16,5	1,0133	13,800	8,925	12,869	0,0092	28,35	1,43
60	17,0	1,0110	11,500	6,750	13,421	0,0066	21,44	1,08
120	17,3	1,0100	10,500	5,825	13,661	0,0047	18,50	0,93
240	17,5	1,0080	8,500	3,875	14,141	0,0034	12,31	0,62
480	17,8	1,0070	7,500	2,950	14,381	0,0024	9,37	0,47
1440	16,0	1,0065	7,000	2,000	14,501	0,0014	6,35	0,32

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2168/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI03** Codice provino: \

Campione: \ Ricevuto il: **15/12/16**

Profondità (m): **26,70-27,20** Aperto il: **22/12/16**

Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA**

Data esecuzione prova: **10/01/17**

Cucchiaino di Casagrande 

Forno elettrico 

Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

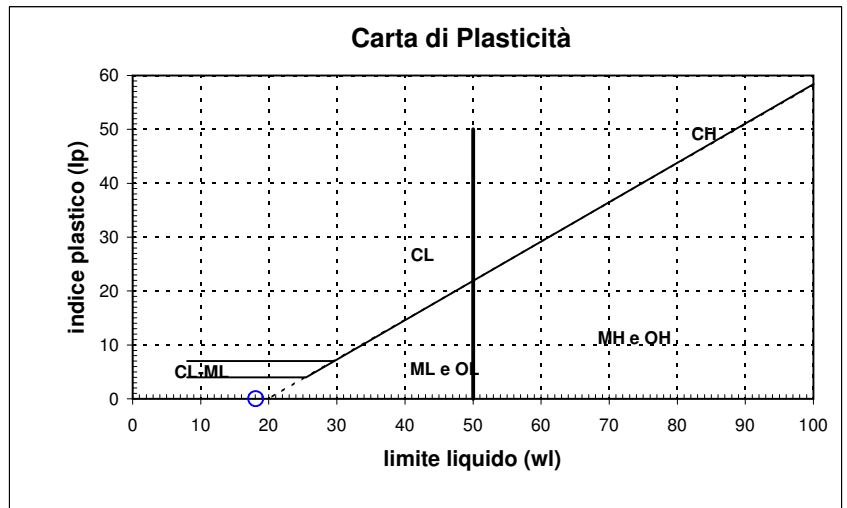
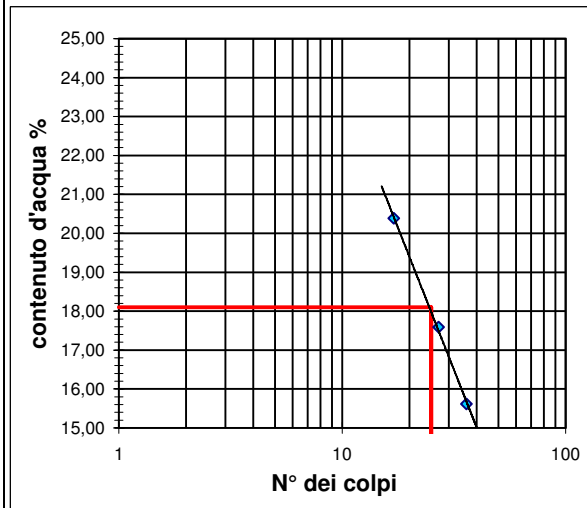
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	17	27	36
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	8,76	8,35	9,65
peso lordo secco (g)	7,70	7,46	8,66
peso acqua (g)	1,06	0,89	0,99
tara contenitore (g)	2,50	2,40	2,32
peso netto secco (g)	5,20	5,06	6,34
contenuto acqua (%)	20,38	17,59	15,62

LIMITE PLASTICO:

contenitore	D	E
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 18,10
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2169/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI03	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici
Profondità (m):	26,70-27,20	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA SABBIOSA			Set di pietre porose
Data esecuzione prova:			09/01/17	Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE w_i	FINALE w_f
n°						(%)	
1	71,0	22,50	19,09	20,83	18,32	9,9	13,7
2	71,0	22,50	18,98	20,93	18,54	10,0	12,9
3	71,0	22,50	19,09	21,63	19,29	9,8	12,2

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t_{100}	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	5,7	0,83	0,34	4,0	0,055
2	200	7,3	0,90	0,65	4,0	0,043
3	300	9,0	1,40	0,81	4,0	0,035

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	54,67	6,20
2	108,74	4,60
3	164,60	8,00

Legenda :

t_{100} = tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

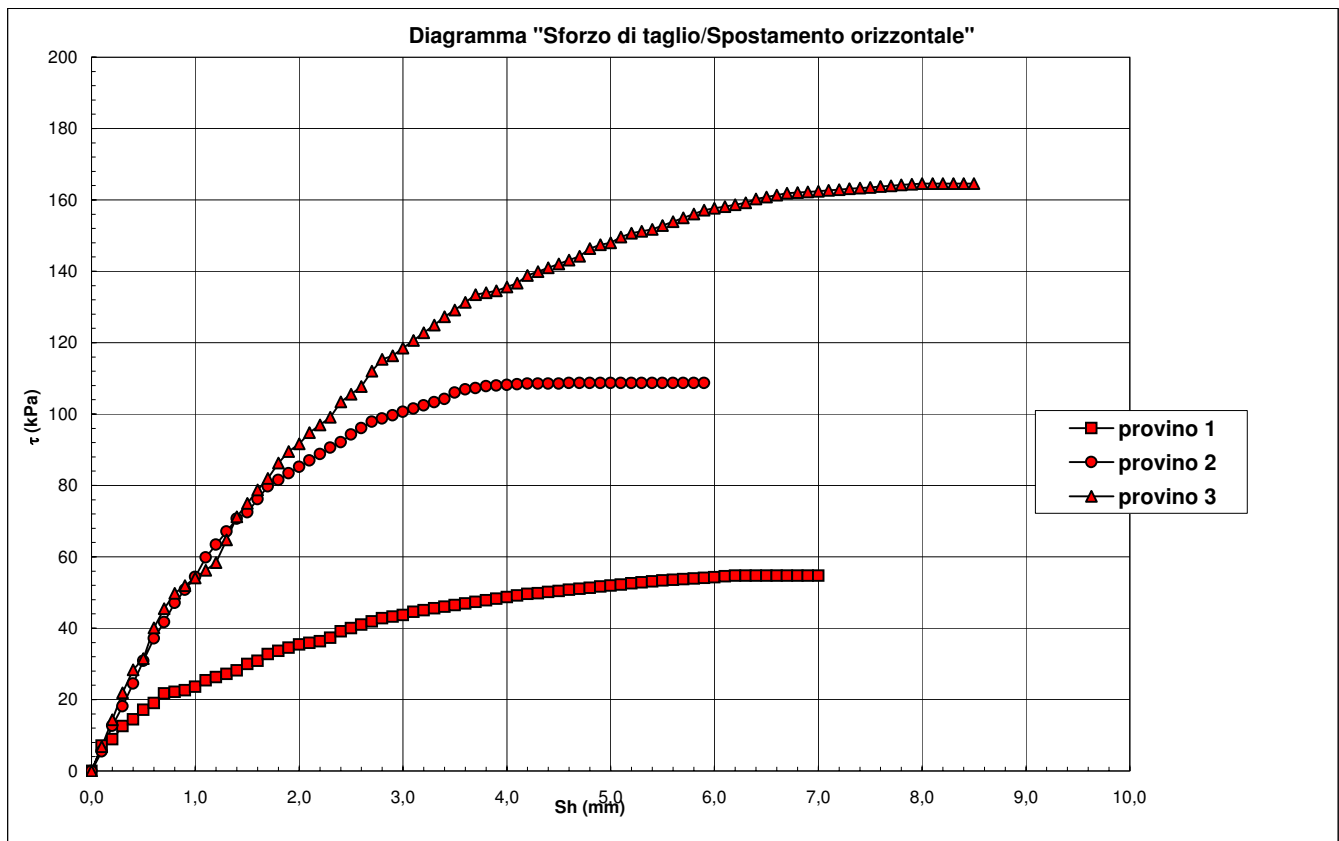
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2169/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: S103	Codice provino: \	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 26,70-27,20	Aperto il: 22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 09/01/17		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

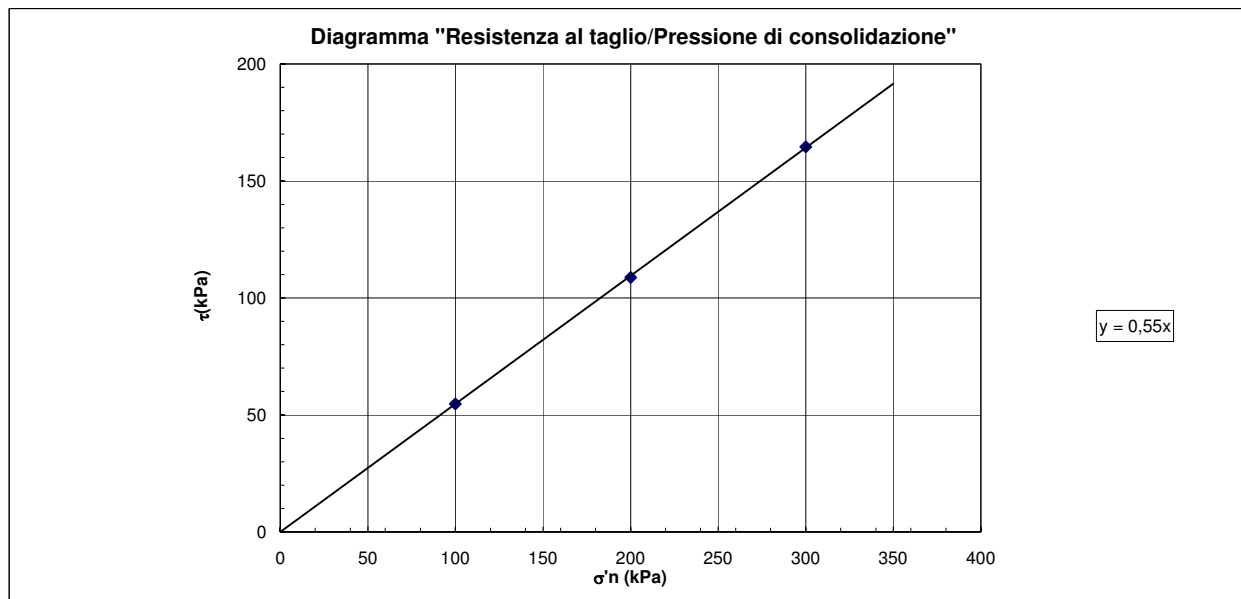
Rapporto di prova n. **R2169/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI03	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	26,70-27,20	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA SABBIOSA		
Data esecuzione prova:	09/01/17		

- Macchina per taglio diretto con pesi asolati
- Anelli dinamometrici
- Comparatori analogici 0,01 mm
- Set di pietre porose
- Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ'):	28,8 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2214/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: S104	Codice provino: \	Calibro	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	HCl diluito al 4 %	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 3,00-3,30	Aperto il: 22/12/16	Penetrometro tascabile	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): \			
Data esecuzione prova: 22/12/16			

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia medio fine in matrice sabbiosa limosa e/o limoso sabbiosa, sciolta, competamente asciutta; colore grigiastro.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2270/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: S104	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 3,00-3,30	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 04/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:		Peso secco terreno analizzato (g): 972,0			PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:	
Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%)	
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	0,0	
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	67,6	
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	21,8	
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%)	9,6
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla	1,0
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00		
25,0	99,5	10,24	10,24	89,76		
19,0	109,8	11,30	21,53	78,47		
12,5	94,3	9,70	31,23	68,77		
9,50	89,6	9,22	40,45	59,55		
4,75	160,2	16,48	56,93	43,07		
2,00	103,2	10,62	67,55	32,45		
0,425	124,6	12,82	80,37	19,63		
0,180	25,7	2,64	83,01	16,99		
0,063	61,9	6,37	89,38	10,62		
fondo	103,2	10,62	100,00	-		

ANALISI CON L'AEROMETRO: Peso secco terreno analizzato (g): **50,00** Peso specifico granuli stimato (g/cm³): **2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	16,0	1,0335	34,000	29,000	8,021	0,0566	92,12	9,78
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	8,60
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	7,25
4	16,0	1,0220	22,500	17,500	10,781	0,0232	55,59	5,90
8	16,0	1,0180	18,500	13,500	11,741	0,0171	42,88	4,55
15	16,0	1,0155	16,000	11,000	12,341	0,0128	34,94	3,71
30	16,5	1,0130	13,500	8,625	12,941	0,0092	27,40	2,91
60	17,0	1,0110	11,500	6,750	13,421	0,0066	21,44	2,28
120	17,3	1,0090	9,500	4,825	13,901	0,0047	15,33	1,63
240	17,5	1,0080	8,500	3,875	14,141	0,0034	12,31	1,31
480	17,8	1,0070	7,500	2,950	14,381	0,0024	9,37	0,99
1440	16,0	1,0065	7,000	2,000	14,501	0,0014	6,35	0,67

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2270/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

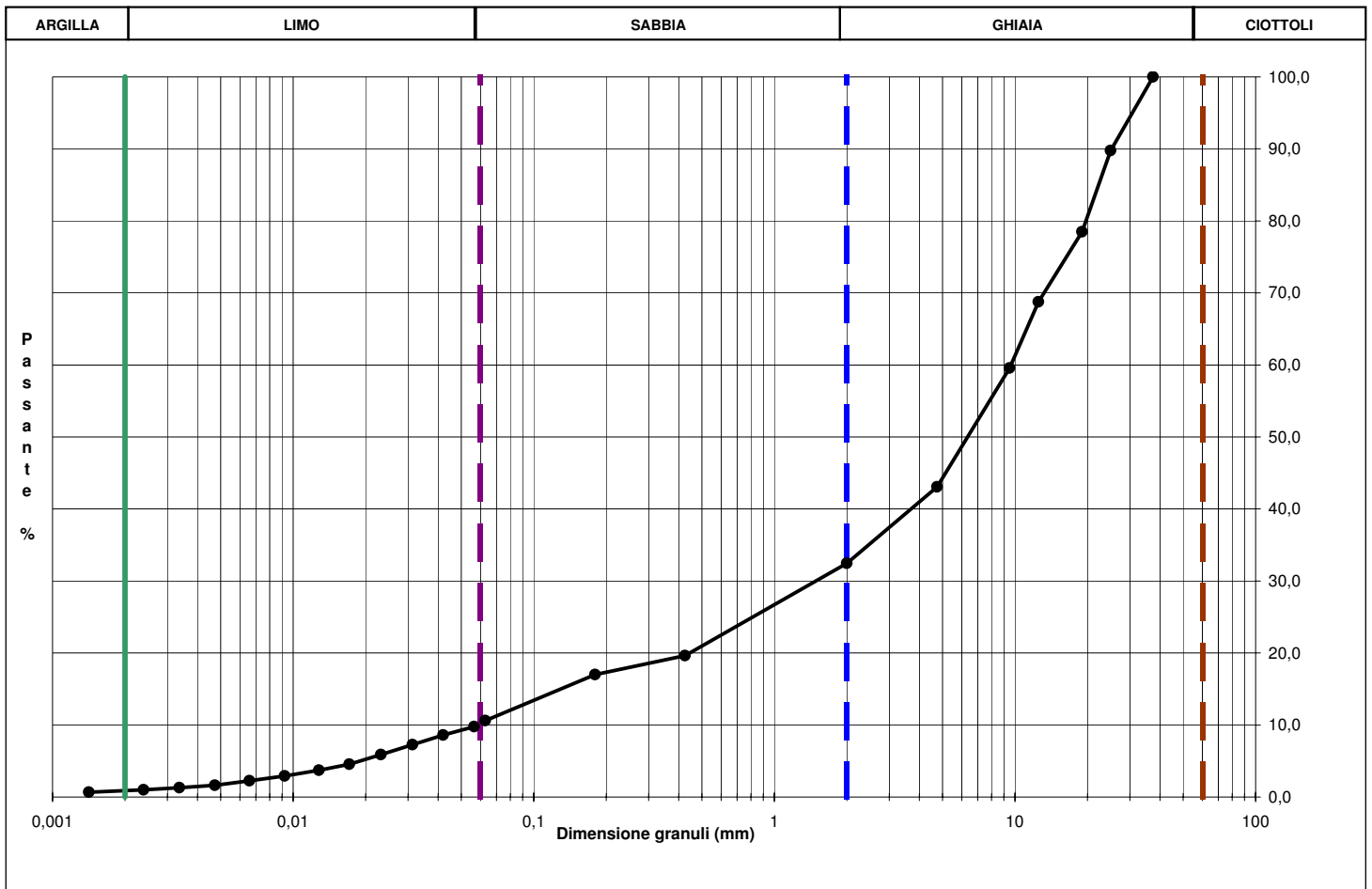
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI04** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **3,00-3,30** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA**
Data esecuzione prova: **04/01/17**

Serie unificata di setacci ISO 3310
Forno elettrico
Bilancia digitale
Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2271/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI04** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **3,00-3,30** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA DEBOLMENTE LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

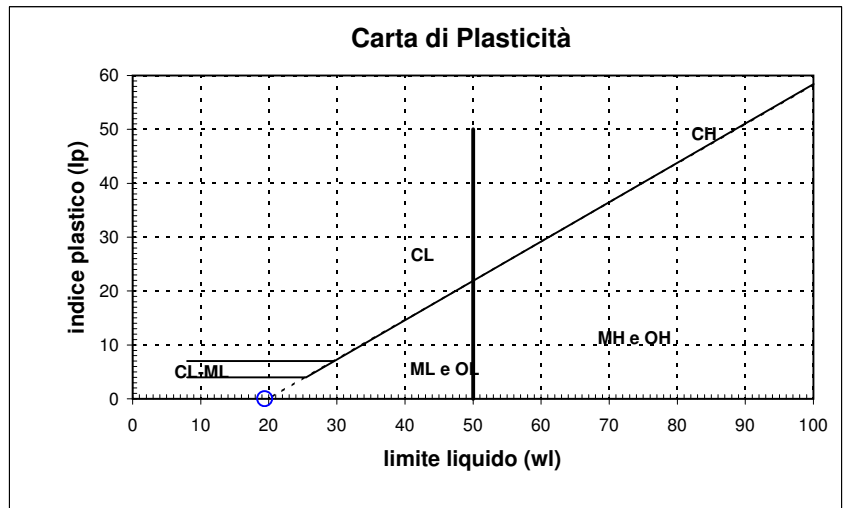
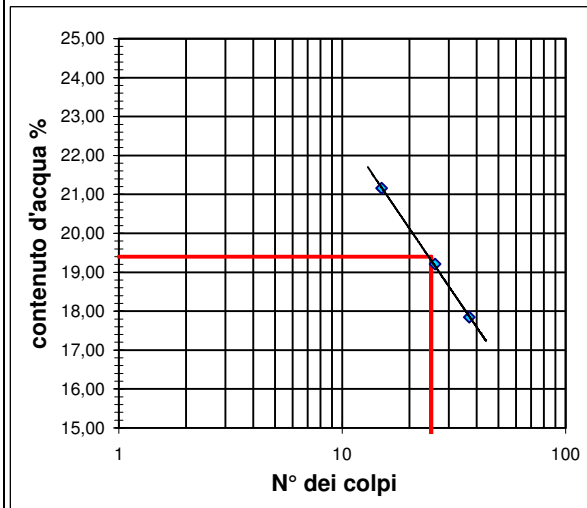
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	26	37
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	8,37	8,47	8,12
peso lordo secco (g)	7,31	7,50	7,26
peso acqua (g)	1,06	0,97	0,86
tara contenitore (g)	2,30	2,45	2,44
peso netto secco (g)	5,01	5,05	4,82
contenuto acqua (%)	21,16	19,21	17,84

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 19,40
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2215/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	S104	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	9,00-9,30	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	\		
Data esecuzione prova:	22/12/16		

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in matrice limosa sabbiosa , sciolta, asciutta; colore grigio.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2272/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: S104	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 9,00-9,30	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 02/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 770,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	97,5	12,66	12,66	87,34
19,0	25,1	3,26	15,92	84,08
12,5	31,7	4,12	20,04	79,96
9,50	33,6	4,36	24,40	75,60
4,75	73,2	9,51	33,91	66,09
2,00	89,3	11,60	45,51	54,49
0,425	161,6	20,99	66,49	33,51
0,180	25,6	3,32	69,82	30,18
0,063	58,1	7,55	77,36	22,64
fondo	174,3	22,64	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
Ghiaia (%): **45,5**
Sabbia (%): **31,9**
Limo (%): **21,2**
Argilla: **1,4**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0340	34,500	29,500	7,901	0,0562	93,71	21,21
1	16,0	1,0310	31,500	26,500	8,621	0,0415	84,18	19,05
2	16,0	1,0280	28,500	23,500	9,341	0,0305	74,65	16,90
4	16,0	1,0250	25,500	20,500	10,061	0,0224	65,12	14,74
8	16,0	1,0215	22,000	17,000	10,901	0,0165	54,00	12,22
15	16,0	1,0180	18,500	13,500	11,741	0,0125	42,88	9,71
30	16,5	1,0150	15,500	10,625	12,461	0,0090	33,75	7,64
60	17,0	1,0130	13,500	8,750	12,941	0,0065	27,79	6,29
120	17,3	1,0090	9,500	4,825	13,901	0,0047	15,33	3,47
240	17,5	1,0065	7,000	2,375	14,501	0,0034	7,54	1,71
480	17,8	1,0060	6,500	1,950	14,621	0,0024	6,19	1,40
1440	16,0	1,0050	5,500	0,500	14,861	0,0014	1,59	0,36

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2272/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

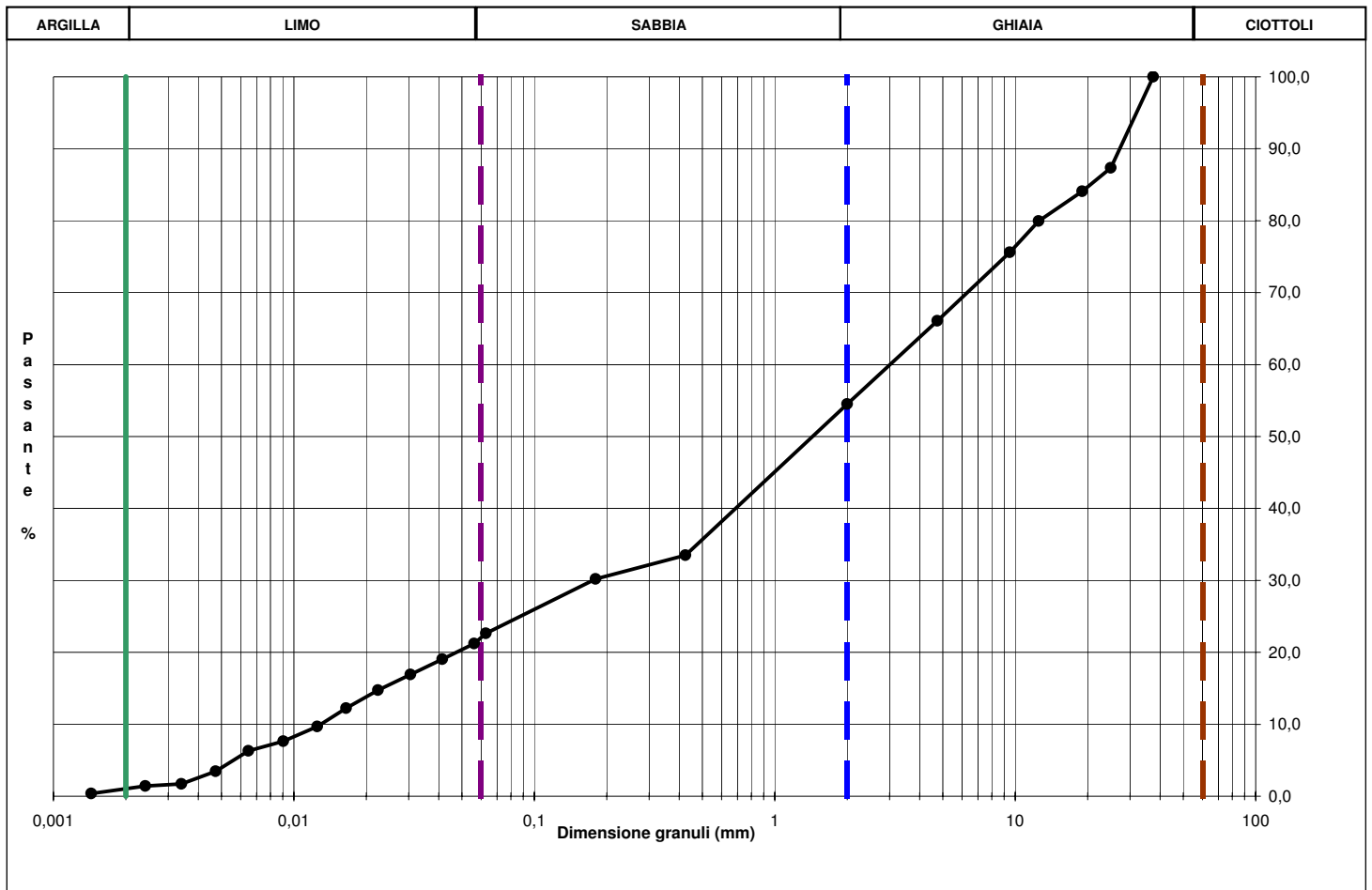
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI04** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **9,00-9,30** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
Data esecuzione prova: **02/01/17**

Serie unificata di setacci ISO 3310
Forno elettrico
Bilancia digitale
Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2273/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI04** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **9,00-9,30** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **02/01/17**

Cucchiaino di Casagrande 
 Forno elettrico 
 Bilancia digitale (0,01 g) 

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

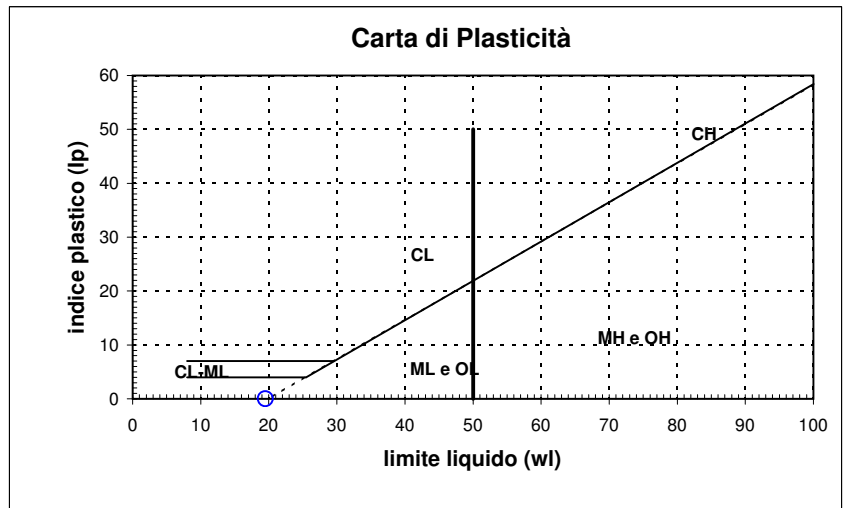
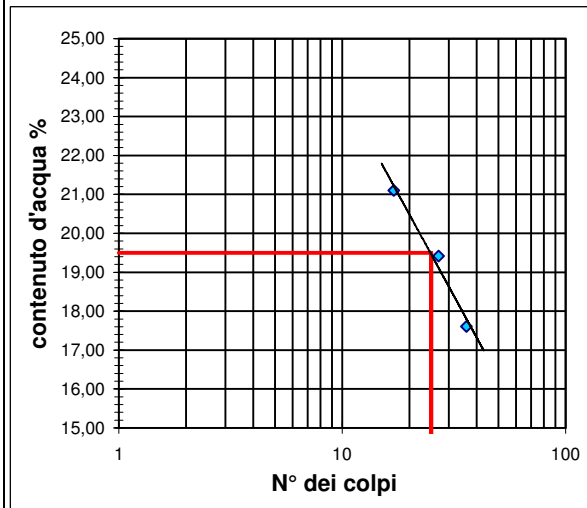
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	17	27	36
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	8,47	8,58	8,02
peso lordo secco (g)	7,40	7,58	7,18
peso acqua (g)	1,07	1,00	0,84
tara contenitore (g)	2,33	2,43	2,41
peso netto secco (g)	5,07	5,15	4,77
contenuto acqua (%)	21,10	19,42	17,61

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 19,50
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2274/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	S104	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici
Profondità (m):	9,00-9,30	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di pietre porose
Data esecuzione prova:			24/01/17	Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE	FINALE
						wi	wf
n°						%	
1	71,0	22,50	17,12	22,98	19,31	12,0	19,0
2	71,0	22,50	17,24	23,16	19,32	13,7	19,9
3	71,0	22,50	17,11	25,70	21,54	12,7	19,4

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t ₁₀₀	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	5,3	3,55	1,13	4,0	0,059
2	200	7,0	3,65	1,18	4,0	0,045
3	300	9,2	4,85	1,79	4,0	0,034

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	65,61	7,70
2	119,22	5,80
3	186,92	8,50

Legenda :

t100= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

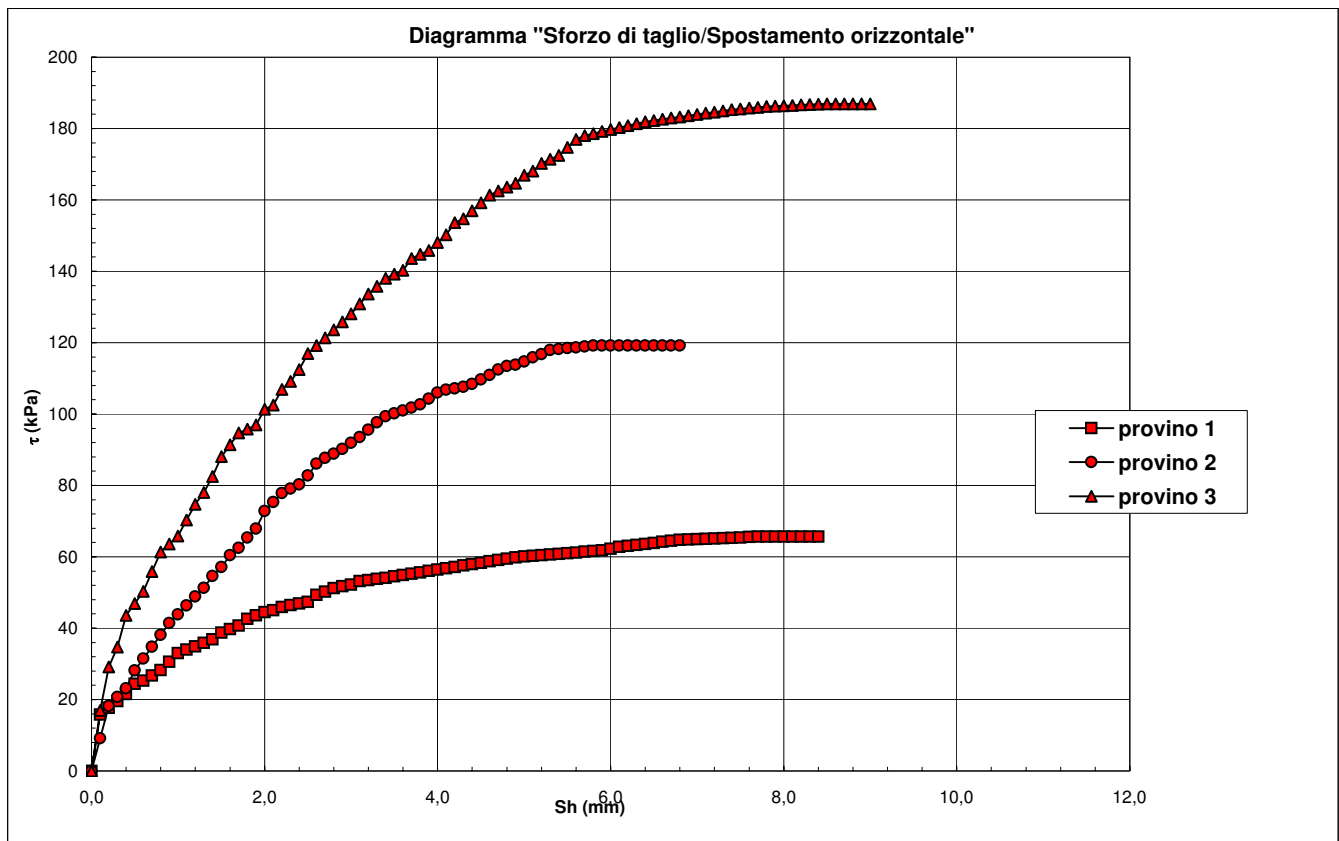
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2274/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI04	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	9,00-9,30	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		
Data esecuzione prova:	24/01/17		

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2274/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

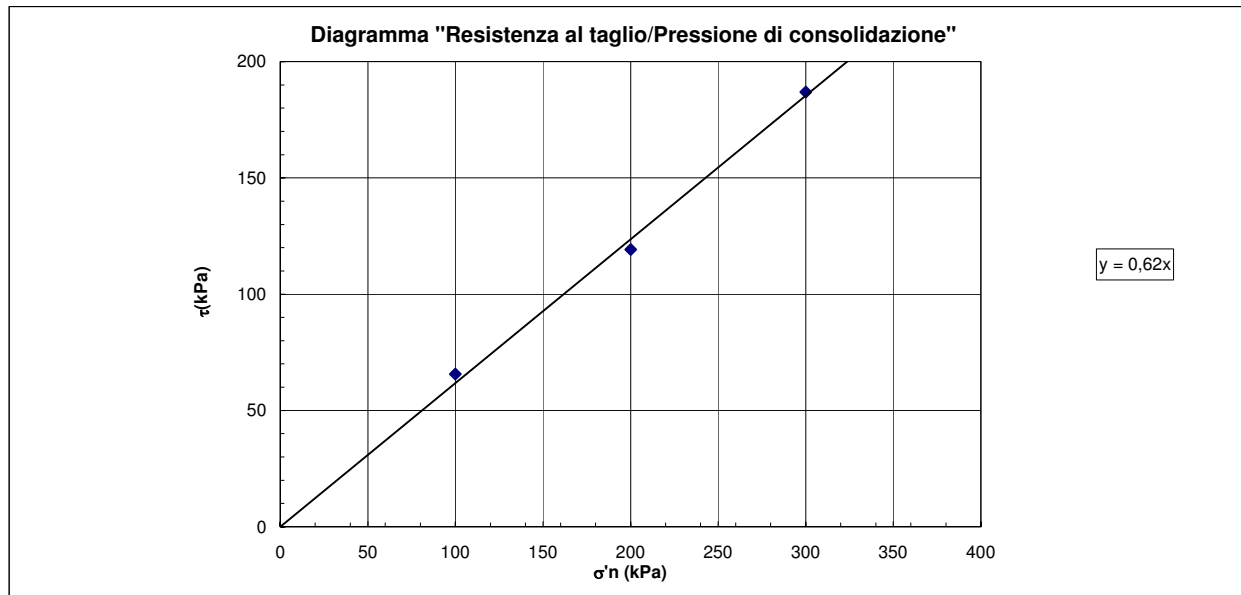
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI04** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **9,00-9,30** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **24/01/17**

Macchina per taglio diretto con pesi asolati
 Anelli dinamometrici
 Comparatori analogici 0,01 mm
 Set di pietre porose
 Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ):	31,8 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2216/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: S104	Codice provino: \	Calibro	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	HCl diluito al 4 %	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 11,90-12,20	Aperto il: 22/12/16	Penetrometro tascabile	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): \			
Data esecuzione prova: 22/12/16			

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in matrice limosa sabbiosa , sciolta, asciutta; colore grigio.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2175/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	S104	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	11,90-12,20	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA SABBIOSA LIMOSA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	04/01/17			Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 801,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Ciottoli (%): 0,0
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Ghiaia (%): 66,1
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Sabbia (%): 22,1
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%): 11,1
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla: 0,7
37,5	105,3	13,15	13,15	86,85	
25,0	89,5	11,17	24,32	75,68	
19,0	49,2	6,14	30,46	69,54	
12,5	69,9	8,73	39,19	60,81	
9,50	41,5	5,18	44,37	55,63	
4,75	81,3	10,15	54,52	45,48	
2,00	92,7	11,57	66,09	33,91	
0,425	109,3	13,65	79,74	20,26	
0,180	27,7	3,46	83,20	16,80	
0,063	39,9	4,98	88,18	11,82	
fondo	94,7	11,82	100,00	-	

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0330	33,500	28,500	8,141	0,0570	90,53	10,70
1	16,0	1,0310	31,500	26,500	8,621	0,0415	84,18	9,95
2	16,0	1,0270	27,500	22,500	9,581	0,0309	71,47	8,45
4	16,0	1,0240	24,500	19,500	10,301	0,0227	61,94	7,32
8	16,0	1,0200	20,500	15,500	11,261	0,0168	49,24	5,82
15	16,0	1,0170	17,500	12,500	11,981	0,0126	39,71	4,69
30	16,5	1,0130	13,500	8,625	12,941	0,0092	27,40	3,24
60	17,0	1,0100	10,500	5,750	13,661	0,0067	18,26	2,16
120	17,3	1,0090	9,500	4,825	13,901	0,0047	15,33	1,81
240	17,5	1,0065	7,000	2,375	14,501	0,0034	7,54	0,89
480	17,8	1,0060	6,500	1,950	14,621	0,0024	6,19	0,73
1440	16,0	1,0055	6,000	1,000	14,741	0,0014	3,18	0,38

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2175/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

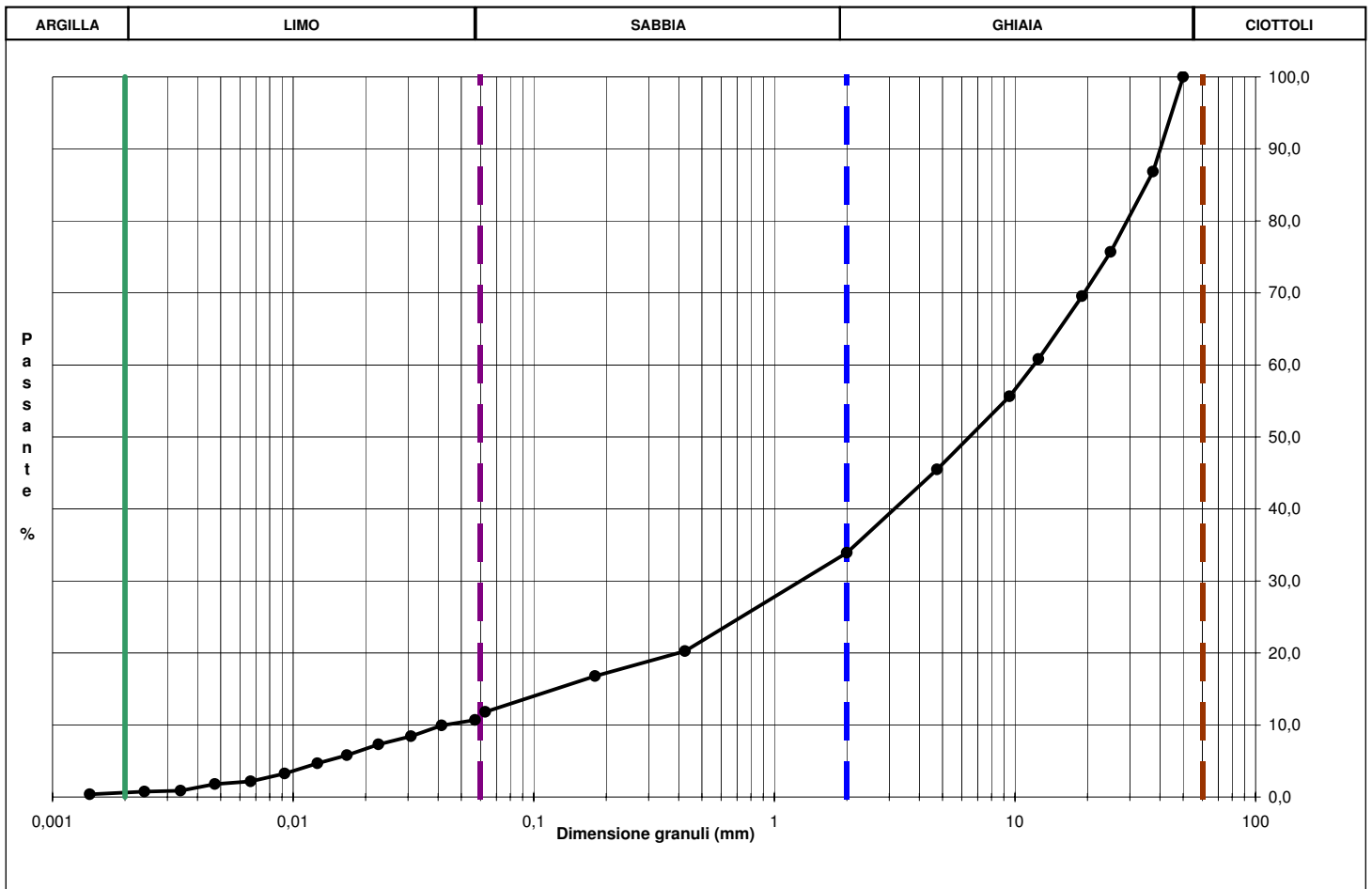
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI04** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **11,90-12,20** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA LIMOSA**
Data esecuzione prova: **04/01/17**

Serie unificata di setacci ISO 3310
Forno elettrico
Bilancia digitale
Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2176/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI04** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **11,90-12,20** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

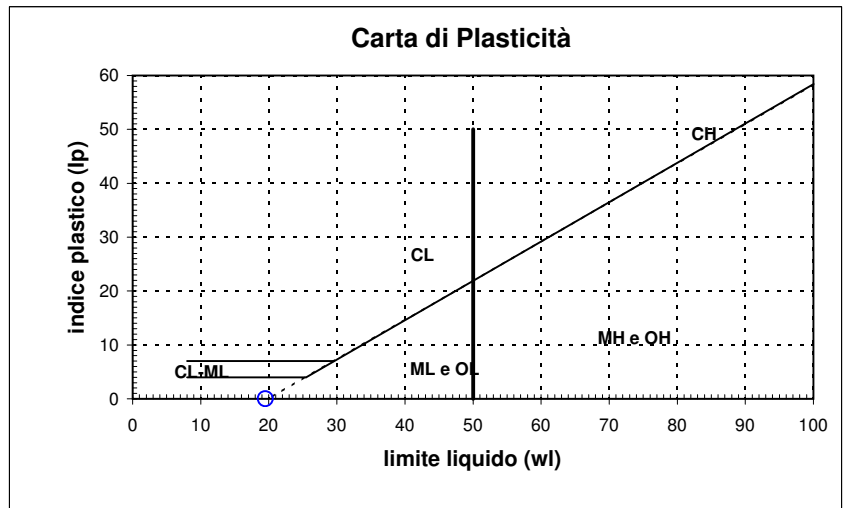
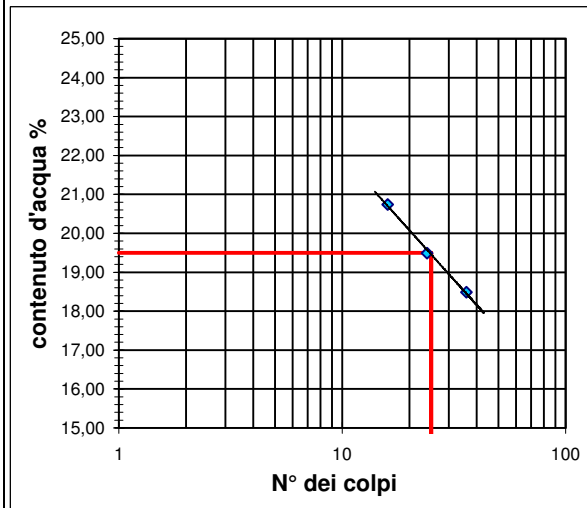
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	16	24	36
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	8,83	8,67	9,18
peso lordo secco (g)	7,76	7,67	8,13
peso acqua (g)	1,07	1,00	1,05
tara contenitore (g)	2,60	2,54	2,45
peso netto secco (g)	5,16	5,13	5,68
contenuto acqua (%)	20,74	19,49	18,49

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 19,50
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2177/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI04	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici
Profondità (m):	11,90-12,20	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA SABBIOSA LIMOSA			Set di pietre porose
Data esecuzione prova:			17/01/17	Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE wi	FINALE wf
n°						(%)	
1	71,0	22,50	17,77	23,32	19,58	13,8	19,1
2	71,0	22,50	17,99	24,02	20,07	14,9	19,7
3	71,0	22,50	17,76	26,30	21,86	13,9	20,3

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t ₁₀₀	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	5,8	3,55	1,01	4,0	0,054
2	200	7,0	3,76	1,19	4,0	0,045
3	300	8,7	4,85	1,61	4,0	0,036

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	58,18	7,00
2	125,24	7,60
3	177,64	8,80

Legenda :

t₁₀₀= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2177/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

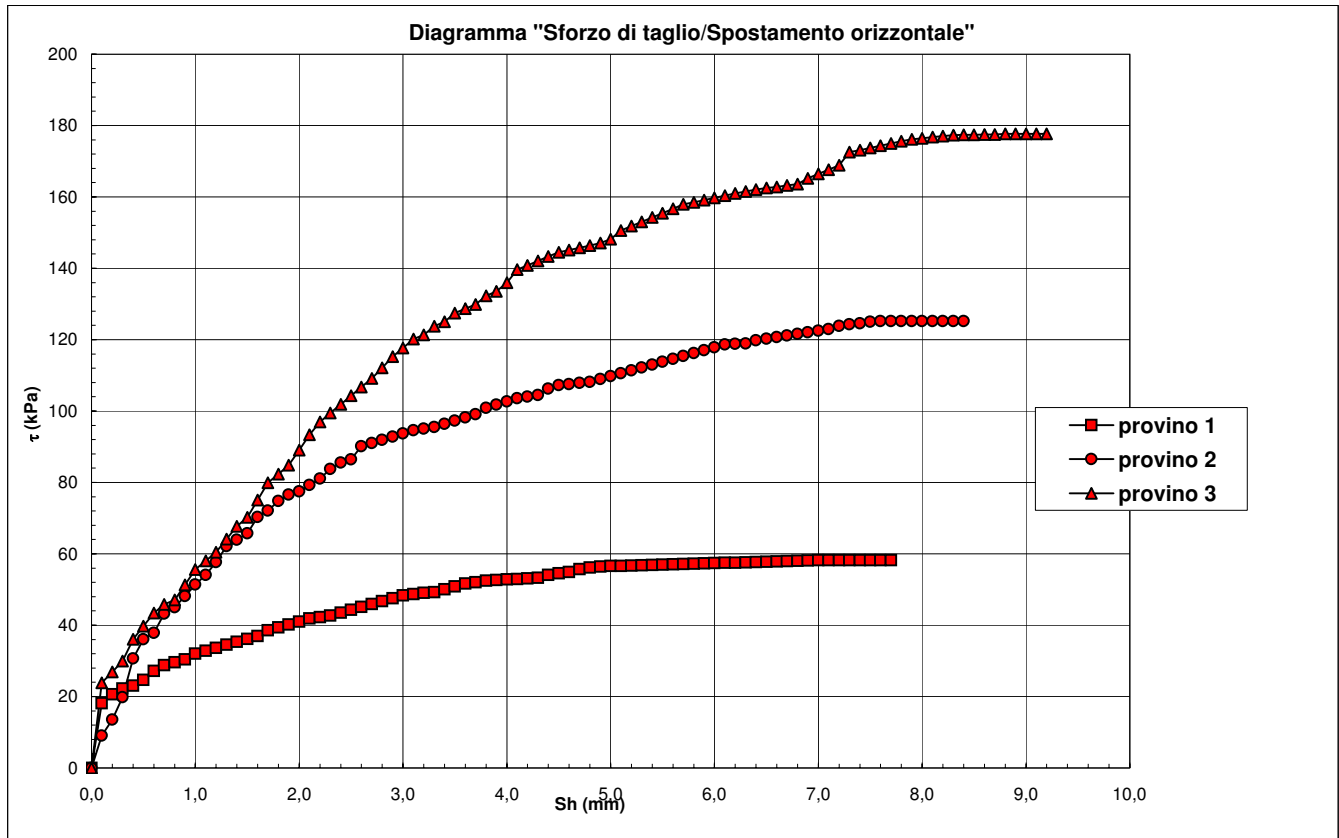
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI04** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **11,90-12,20** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **17/01/17**

Macchina per taglio diretto con pesi asolati
 Anelli dinamometrici
 Comparatori analogici 0,01 mm
 Set di pietre porose
 Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

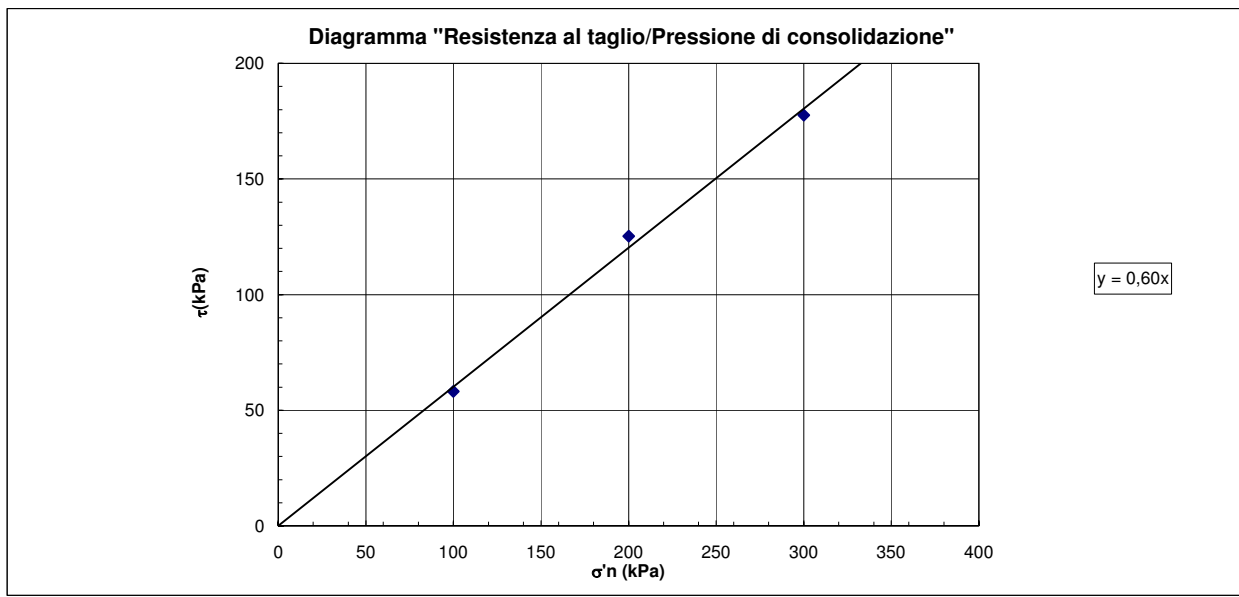
Rapporto di prova n. **R2177/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	S104	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	11,90-12,20	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA SABBIOSA LIMOSA		
Data esecuzione prova:	17/01/17		

- Macchina per taglio diretto con pesi asolati
- Anelli dinamometrici
- Comparatori analogici 0,01 mm
- Set di pietre porose
- Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ'):	31,0 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2217/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: Si04	Codice provino: \	Calibro	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	HCl diluito al 4 %	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 21,00-21,40	Aperto il: 22/12/16	Penetrometro tascabile	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): \			
Data esecuzione prova: 22/12/16			

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da sabbia con ghiaia limosa, addensata, satura; di colore bruno.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2178/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	Si04	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	21,00-21,40	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	SABBIA CON GHIAIA E LIMO			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	02/01/17			Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 841,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	0,0	0,00	0,00	100,00
19,0	0,0	0,00	0,00	100,00
12,5	57,4	6,83	6,83	93,17
9,50	27,2	3,23	10,06	89,94
4,75	75,2	8,94	19,00	81,00
2,00	97,7	11,62	30,62	69,38
0,425	183,9	21,87	52,49	47,51
0,180	47,9	5,70	58,18	41,82
0,063	99,8	11,87	70,05	29,95
fondo	251,9	29,95	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
 Ghiaia (%): **30,6**
 Sabbia (%): **39,4**
 Limo (%): **28,6**
 Argilla: **1,4**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0335	34,000	29,000	8,021	0,0566	92,12	27,59
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	24,26
2	16,0	1,0270	27,500	22,500	9,581	0,0309	71,47	21,41
4	16,0	1,0250	25,500	20,500	10,061	0,0224	65,12	19,50
8	16,0	1,0200	20,500	15,500	11,261	0,0168	49,24	14,75
15	16,0	1,0160	16,500	11,500	12,221	0,0128	36,53	10,94
30	16,5	1,0125	13,000	8,125	13,061	0,0093	25,81	7,73
60	17,0	1,0090	9,500	4,750	13,901	0,0067	15,09	4,52
120	17,3	1,0070	7,500	2,825	14,381	0,0048	8,97	2,69
240	17,5	1,0060	6,500	1,875	14,621	0,0034	5,96	1,78
480	17,8	1,0055	6,000	1,450	14,741	0,0024	4,61	1,38
1440	16,0	1,0050	5,500	0,500	14,861	0,0014	1,59	0,48

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2178/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: **Si04** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **21,00-21,40** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **SABBIA CON GHIAIA E LIMO**
Data esecuzione prova: **02/01/17**

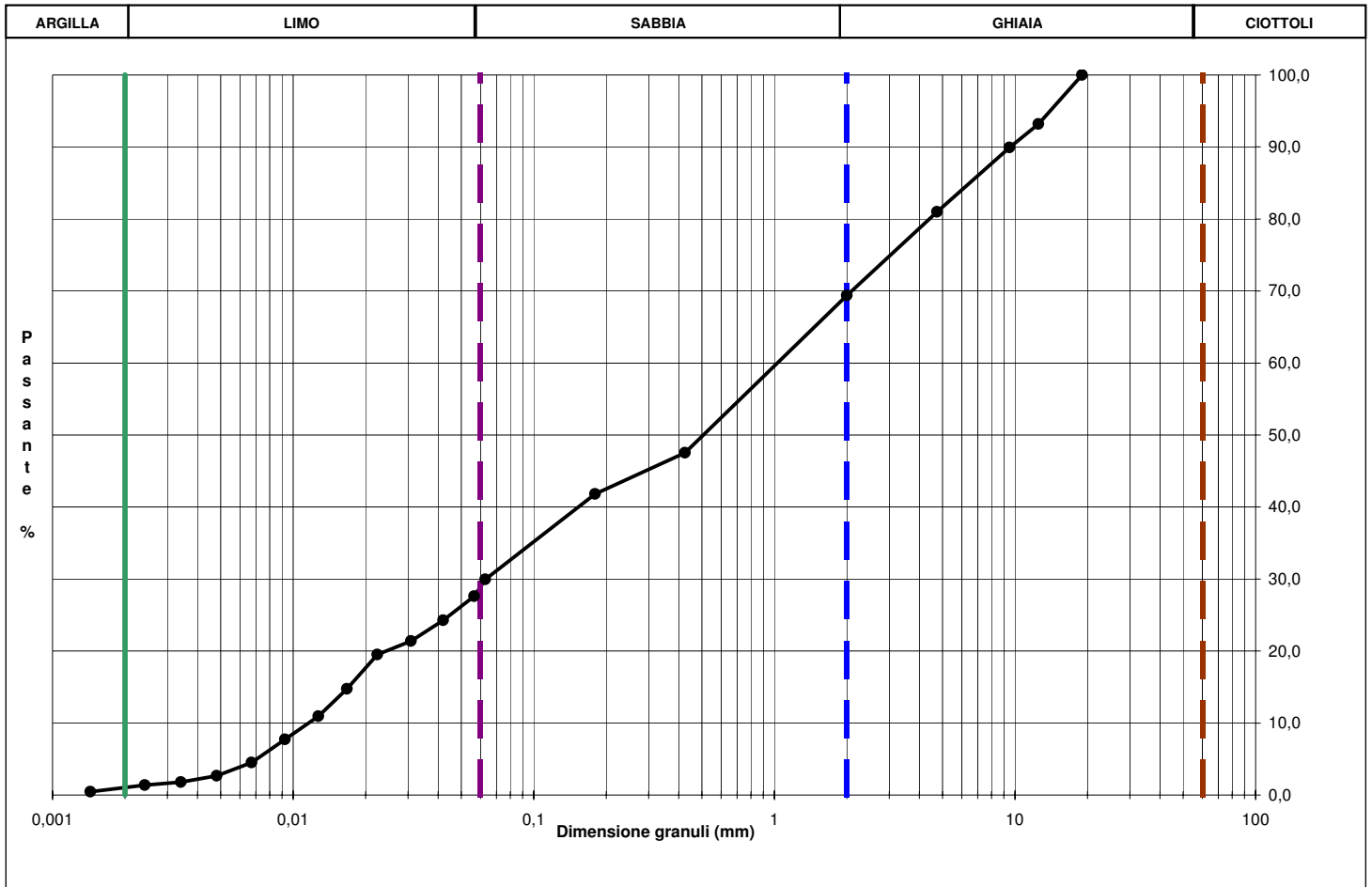
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Serie unificata di setacci ISO 3310
Forno elettrico
Bilancia digitale
Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro
Termometro digitale

Riferimenti normativi:

UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2179/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **Si04** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **21,00-21,40** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **SABBIA CON GHIAIA E LIMO**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

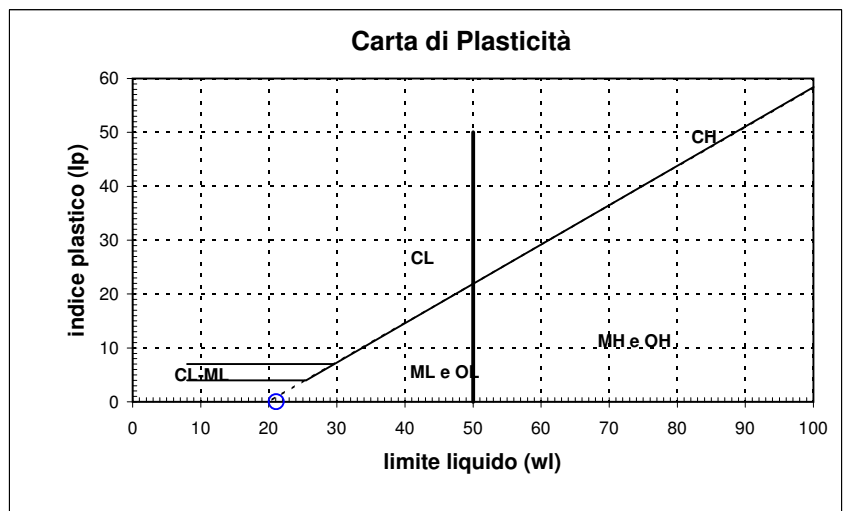
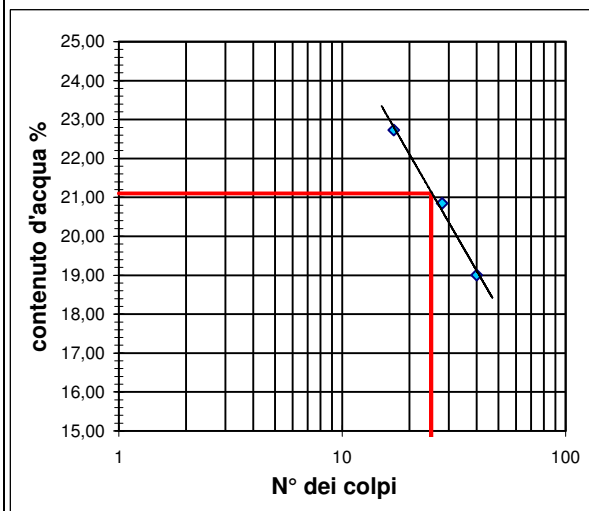
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	17	28	40
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	10,60	9,98	9,85
peso lordo secco (g)	9,10	8,70	8,67
peso acqua (g)	1,50	1,28	1,18
tara contenitore (g)	2,50	2,56	2,46
peso netto secco (g)	6,60	6,14	6,21
contenuto acqua (%)	22,73	20,85	19,00

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 21,10
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2180/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: Si04	Codice provino: \	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 21,00-21,40	Aperto il: 22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): SABBIA CON GHIAIA E LIMO		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 05/01/17		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO n°	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE wi	FINALE wf
							(%)
1	71,0	22,50	17,42	20,66	17,62	12,2	17,2
2	71,0	22,50	17,35	20,56	17,77	14,1	15,7
3	71,0	22,50	17,54	21,29	18,28	17,2	16,5

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO n°	CARICO VERTICALE σ'_{n} (kPa)	t_{100} (min)	Sv 24 h (mm)	Svf (mm)	Sf (mm)	VELOCITA' DI PROVA (mm/min)
1	100	5,5	2,12	0,56	4,0	0,057
2	200	7,0	2,76	0,48	4,0	0,045
3	300	9,0	3,64	0,43	4,0	0,035

FASE DI ROTTURA

PROVINO n°	VALORI DI PICCO	
	τ (kPa)	Sh (mm)
1	62,47	5,40
2	121,78	7,00
3	187,42	8,60

Legenda :

t100= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

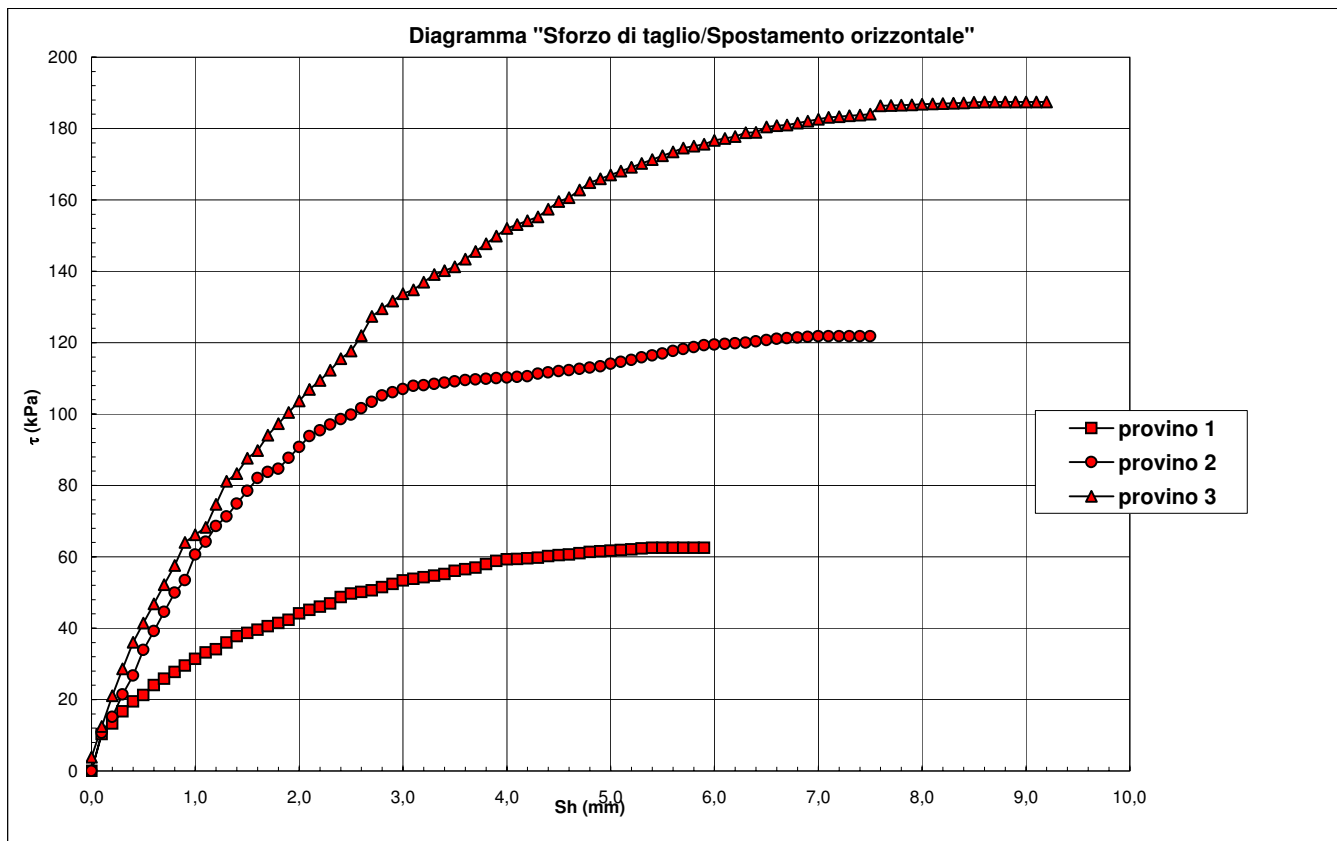
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2180/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata			
Sondaggio:	Si04	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	21,00-21,40	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	SABBIA CON GHIAIA E LIMO			Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	05/01/17			Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

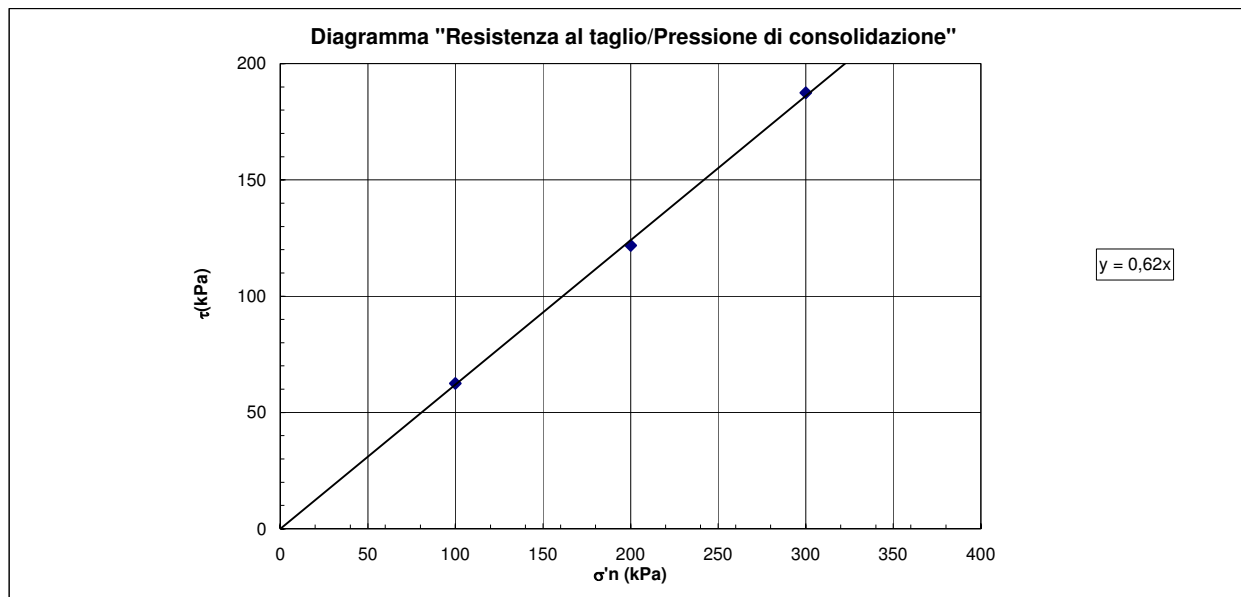
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n.:	R2180/2173	Data emissione:	30/01/17	Archivio n.:	2173
Committente:	Musinet Engineering Spa				
Lavoro:	Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA				
	Prove geotecniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: Si04	Codice provino: \
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16
Profondità (m): 21,00-21,40	Aperto il: 22/12/16
Tipo di terreno (AGI): SABBIA CON GHIAIA E LIMO	
Data esecuzione prova: 05/01/17	
	Macchina per taglio diretto con pesi asolati <input type="checkbox"/>
	Anelli dinamometrici <input type="checkbox"/>
	Comparatori analogici 0,01 mm <input type="checkbox"/>
	Set di pietre porose <input type="checkbox"/>
	Bilancia con 0,01 g di accuratezza <input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ):	31,8 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2218/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI04** Codice provino: \

Campione: \ Ricevuto il: **15/12/16**

Profondità (m): **26,90-27,20** Aperto il: **22/12/16**

Tipo di terreno (AGI): \

Data esecuzione prova: **22/12/16**

Calibro

HCl diluito al 4 %

Penetrometro tascabile

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica e sabbia medio grossolana, sciolta; di colore grigio brunastro.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2181/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: S104	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 26,90-27,20	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA SABBIOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 02/01/17		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:	Peso secco terreno analizzato (g):	1474,0	PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:		
Apertura maglie	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%): 0,0
(mm)					Ghiaia (%): 75,3
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Sabbia (%): 19,8
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%): 4,5
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla 0,3
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00	
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00	
25,0	264,5	17,94	17,94	82,06	
19,0	156,9	10,64	28,59	71,41	
12,5	197,3	13,39	41,97	58,03	
9,50	106,5	7,23	49,20	50,80	
4,75	210,5	14,28	63,48	36,52	
2,00	174,6	11,85	75,33	24,67	
0,425	200,9	13,63	88,96	11,04	
0,180	40,6	2,75	91,71	8,29	
0,063	51,0	3,46	95,17	4,83	
fondo	71,2	4,83	100,00	-	

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g):** **50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³):** **2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0330	33,500	28,500	8,141	0,0570	90,53	4,37
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	3,91
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	3,30
4	16,0	1,0220	22,500	17,500	10,781	0,0232	55,59	2,69
8	16,0	1,0180	18,500	13,500	11,741	0,0171	42,88	2,07
15	16,0	1,0150	15,500	10,500	12,461	0,0129	33,35	1,61
30	16,5	1,0130	13,500	8,625	12,941	0,0092	27,40	1,32
60	17,0	1,0110	11,500	6,750	13,421	0,0066	21,44	1,04
120	17,3	1,0090	9,500	4,825	13,901	0,0047	15,33	0,74
240	17,5	1,0070	7,500	2,875	14,381	0,0034	9,13	0,44
480	17,8	1,0060	6,500	1,950	14,621	0,0024	6,19	0,30
1440	16,0	1,0055	6,000	1,000	14,741	0,0014	3,18	0,15

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

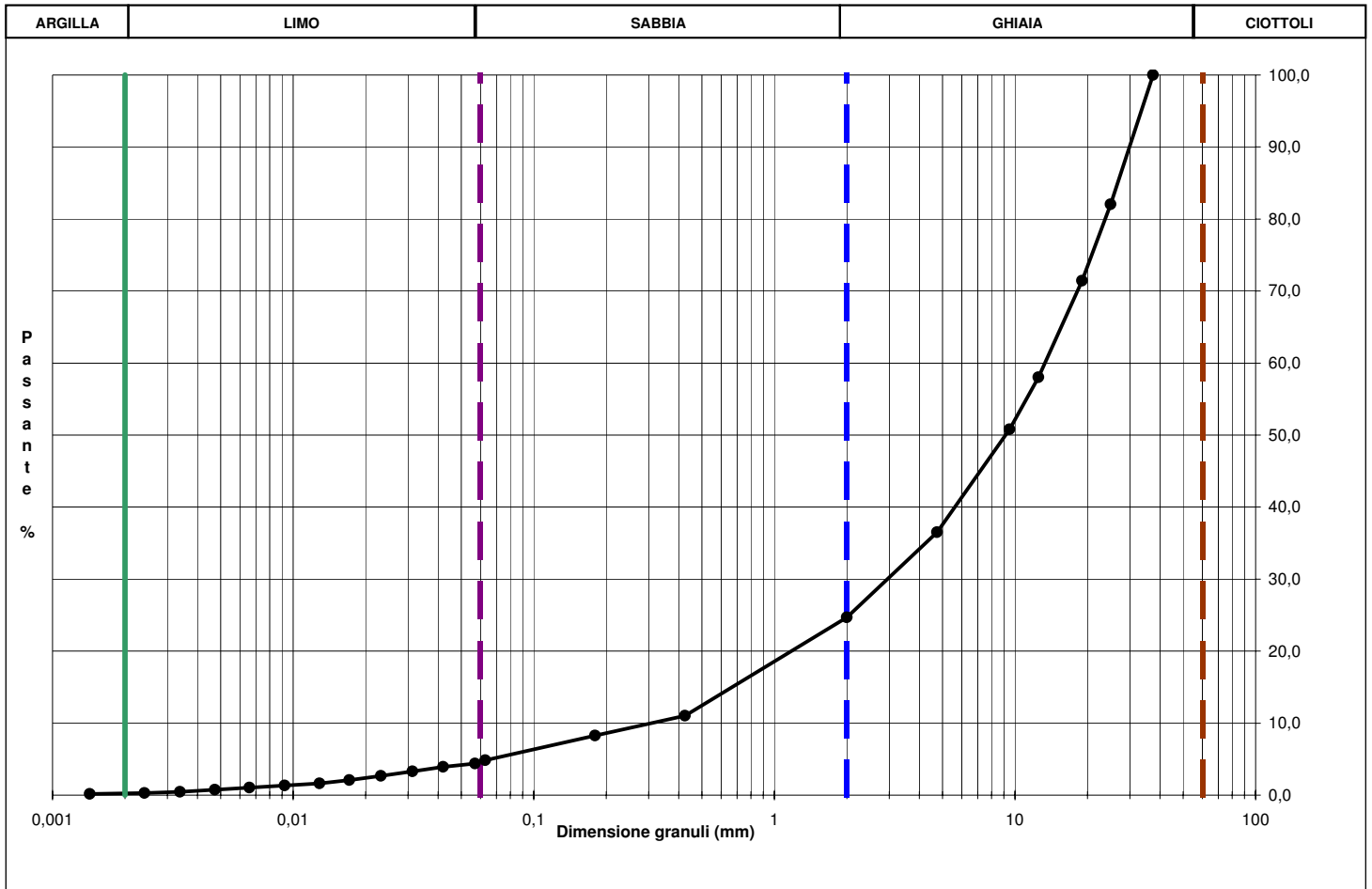
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2181/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI04	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	26,90-27,20	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA SABBIOSA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:			02/01/17	Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2182/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI04** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **26,90-27,20** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA SABBIOSA**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

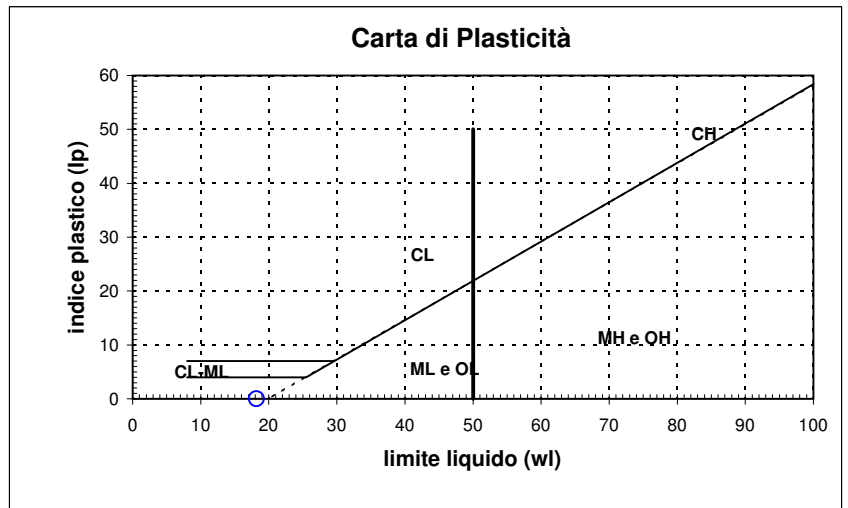
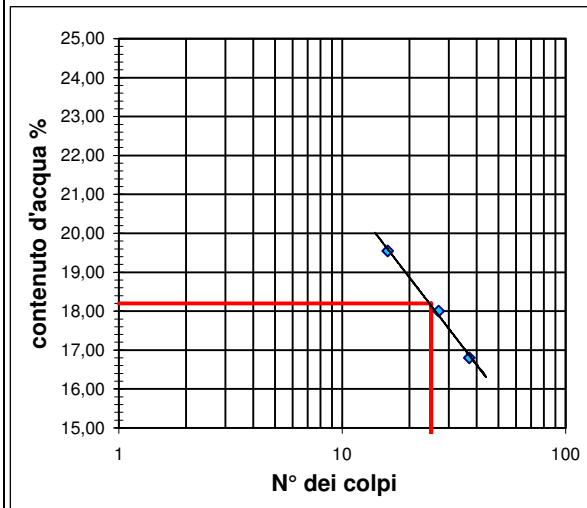
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	16	27	37
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	10,40	9,75	9,74
peso lordo secco (g)	9,11	8,65	8,69
peso acqua (g)	1,29	1,10	1,05
tara contenitore (g)	2,51	2,54	2,44
peso netto secco (g)	6,60	6,11	6,25
contenuto acqua (%)	19,55	18,00	16,80

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 18,20
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2219/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: S105	Codice provino: \	Calibro	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	HCl diluito al 4 %	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 5,80-6,20	Aperto il: 22/12/16	Penetrometro tascabile	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): \			
Data esecuzione prova: 22/12/16			

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in matrice limosa sabbiosa, addensata, satura; di colore grigio.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2183/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: S105	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 5,80-6,20	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 22/12/16		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI:		Peso secco terreno analizzato (g): 589,0			PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:	
Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)	Ciottoli (%)	0,0
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Ghiaia (%)	55,7
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Sabbia (%)	28,0
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Limo (%)	14,8
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00	Argilla	1,5
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00		
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00		
25,0	37,8	6,42	6,42	93,58		
19,0	68,4	11,61	18,03	81,97		
12,5	42,5	7,22	25,25	74,75		
9,50	35,6	6,04	31,29	68,71		
4,75	79,7	13,53	44,82	55,18		
2,00	63,8	10,83	55,65	44,35		
0,425	89,2	15,14	70,80	29,20		
0,180	22,6	3,84	74,63	25,37		
0,063	53,2	9,03	83,67	16,33		
fondo	96,2	16,33	100,00	-		

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	16,0	1,0335	34,000	29,000	8,021	0,0566	92,12	15,05
1	16,0	1,0320	32,500	27,500	8,381	0,0409	87,35	14,27
2	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0297	81,00	13,23
4	16,0	1,0270	27,500	22,500	9,581	0,0219	71,47	11,67
8	16,0	1,0220	22,500	17,500	10,781	0,0164	55,59	9,08
15	16,0	1,0180	18,500	13,500	11,741	0,0125	42,88	7,00
30	16,5	1,0150	15,500	10,625	12,461	0,0090	33,75	5,51
60	17,0	1,0125	13,000	8,250	13,061	0,0065	26,21	4,28
120	17,3	1,0100	10,500	5,825	13,661	0,0047	18,50	3,02
240	17,5	1,0080	8,500	3,875	14,141	0,0034	12,31	2,01
480	17,8	1,0070	7,500	2,950	14,381	0,0024	9,37	1,53
1440	16,0	1,0060	6,500	1,500	14,621	0,0014	4,76	0,78

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

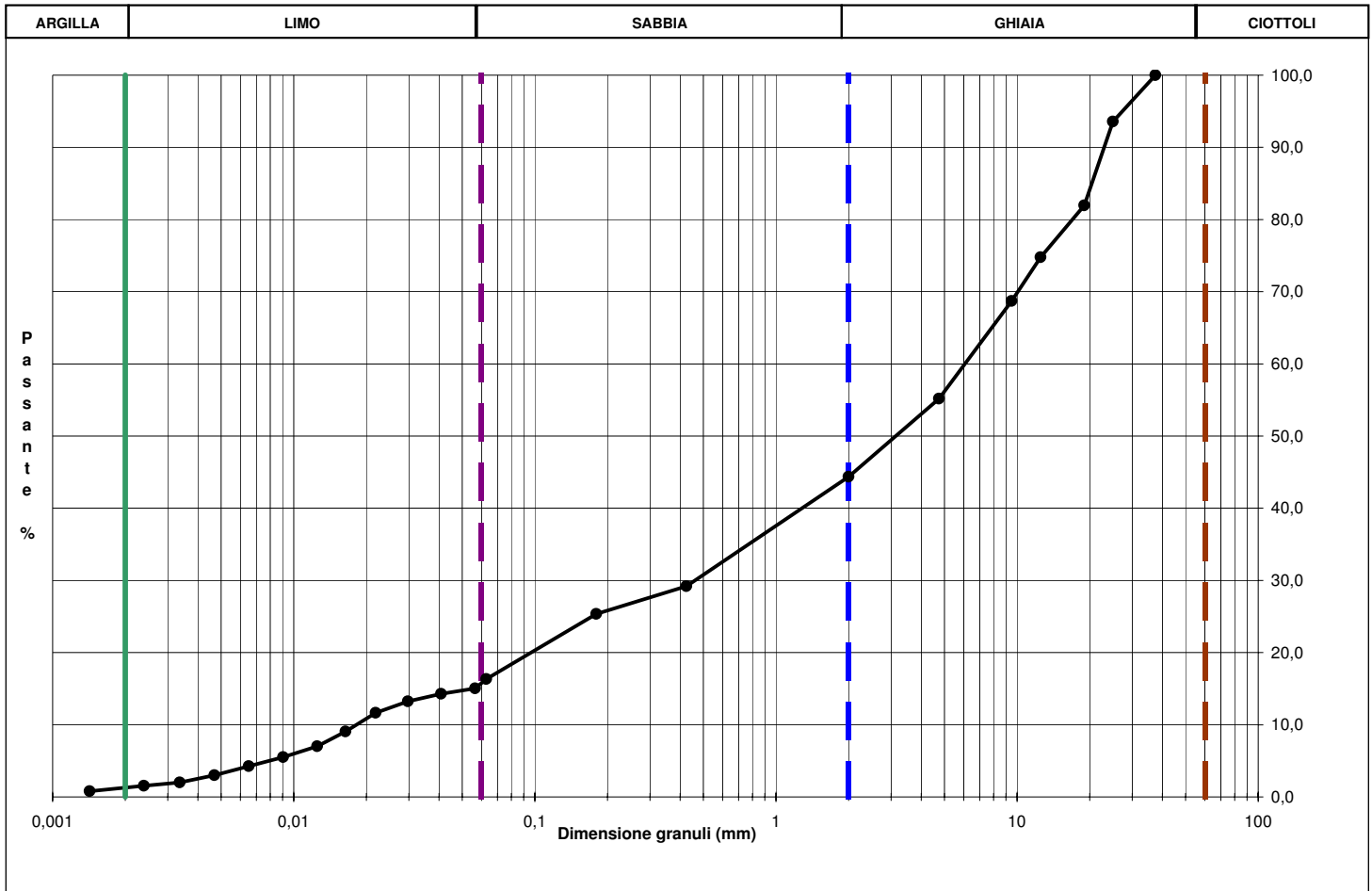
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2183/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	5,80-6,20	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	22/12/16			Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2184/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI05** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **5,80-6,20** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

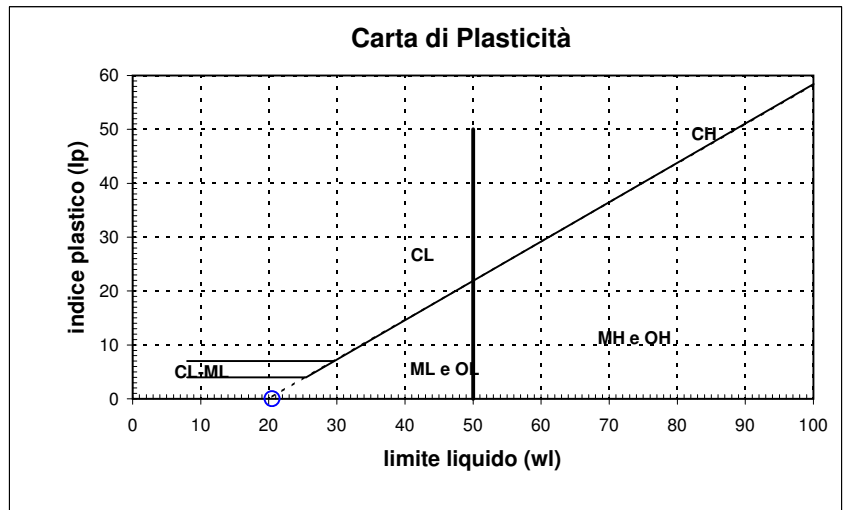
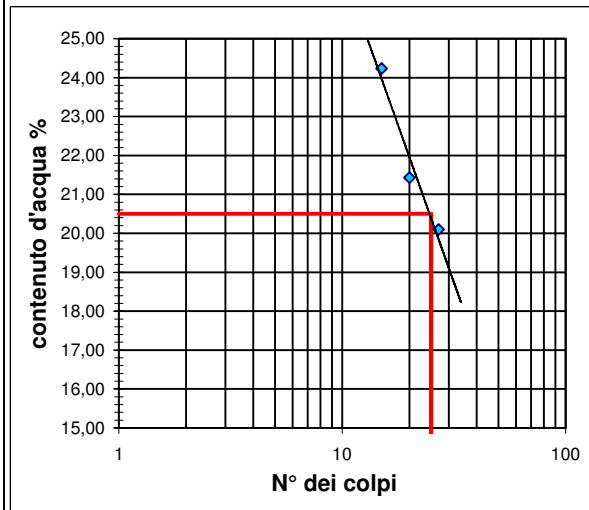
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	20	27
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	9,45	9,88	7,17
peso lordo secco (g)	8,10	8,53	6,38
peso acqua (g)	1,35	1,35	0,79
tara contenitore (g)	2,53	2,23	2,45
peso netto secco (g)	5,57	6,30	3,93
contenuto acqua (%)	24,24	21,43	20,10

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 20,50
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2185/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici
Profondità (m):	5,80-6,20	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di pietre porose
Data esecuzione prova:	22/12/16			Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE	FINALE
						wi	wf
n°							(%)
1	71,0	22,50	16,67	21,35	18,05	15,6	18,3
2	71,0	22,50	16,75	21,57	18,41	14,7	17,2
3	71,0	22,50	16,83	22,41	18,64	15,8	20,2

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t ₁₀₀	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	5,8	4,02	0,50	4,0	0,054
2	200	7,1	4,10	0,56	4,0	0,044
3	300	8,8	4,20	0,75	4,0	0,036

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	53,87	7,00
2	112,05	6,10
3	161,65	9,30

Legenda :

t100= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2185/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

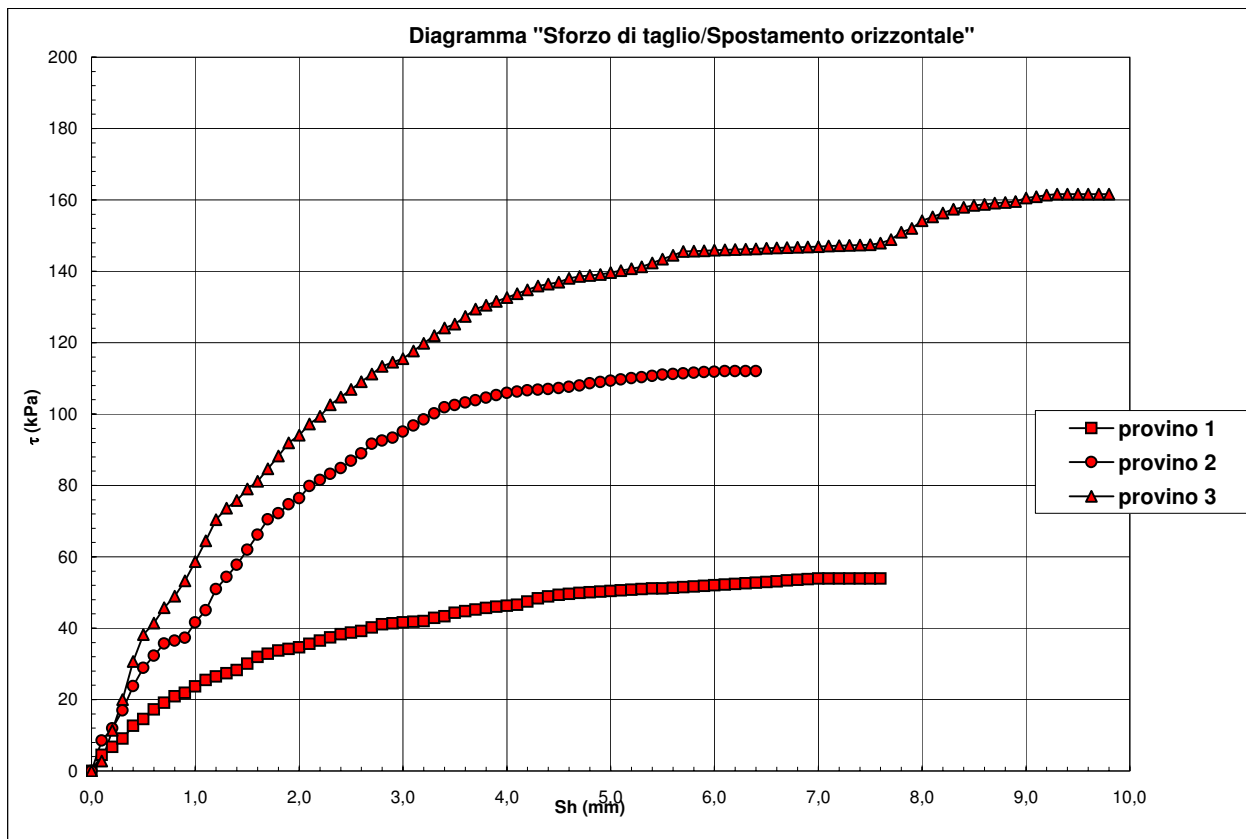
Sondaggio: **SI05** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **5,80-6,20** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
Data esecuzione prova: **22/12/16**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Macchina per taglio diretto con pesi asolati
Anelli dinamometrici
Comparatori analogici 0,01 mm
Set di pietre porose
Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

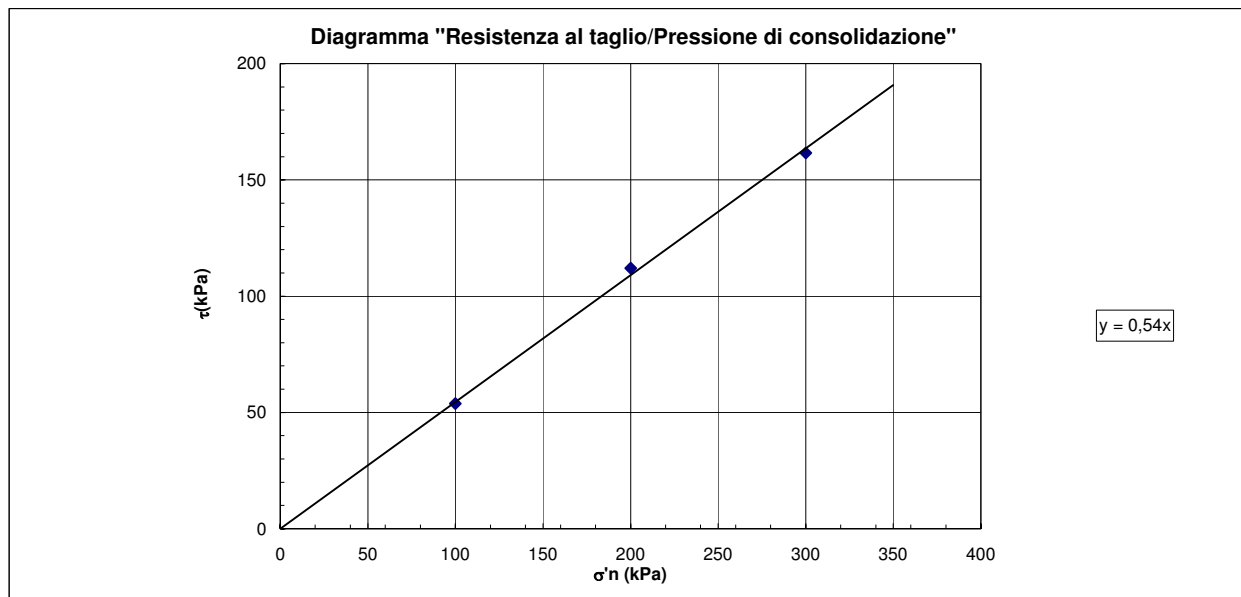
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2185/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	5,80-6,20	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		
Data esecuzione prova:	22/12/16		
		Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
		Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
		Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ):	28,4 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2220/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: SI05	Codice provino: \	Calibro	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	HCl diluito al 4 %	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 15,00-15,40	Aperto il: 22/12/16	Penetrometro tascabile	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): \			
Data esecuzione prova: 22/12/16			

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in matrice limosa sabbiosa, addensata, satura; di colore grigio.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2186/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	S105	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	15,00-15,40	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	04/01/17			Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 875,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	71,7	8,19	8,19	91,81
19,0	41,2	4,71	12,90	87,10
12,5	72,1	8,24	21,14	78,86
9,50	41,3	4,72	25,86	74,14
4,75	114,9	13,13	38,99	61,01
2,00	117,0	13,37	52,37	47,63
0,425	152,3	17,41	69,77	30,23
0,180	33,2	3,79	73,57	26,43
0,063	62,9	7,19	80,75	19,25
fondo	168,4	19,25	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
 Ghiaia (%): **52,4**
 Sabbia (%): **28,4**
 Limo (%): **17,4**
 Argilla: **1,8**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	16,0	1,0330	33,500	28,500	8,141	0,0570	90,53	17,42
1	16,0	1,0320	32,500	27,500	8,381	0,0409	87,35	16,81
2	16,0	1,0280	28,500	23,500	9,341	0,0305	74,65	14,37
4	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0221	68,29	13,14
8	16,0	1,0220	22,500	17,500	10,781	0,0164	55,59	10,70
15	16,0	1,0185	19,000	14,000	11,621	0,0124	44,47	8,56
30	16,5	1,0160	16,500	11,625	12,221	0,0090	36,93	7,11
60	17,0	1,0130	13,500	8,750	12,941	0,0065	27,79	5,35
120	17,3	1,0100	10,500	5,825	13,661	0,0047	18,50	3,56
240	17,5	1,0080	8,500	3,875	14,141	0,0034	12,31	2,37
480	17,8	1,0070	7,500	2,950	14,381	0,0024	9,37	1,80
1440	16,0	1,0055	6,000	1,000	14,741	0,0014	3,18	0,61

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

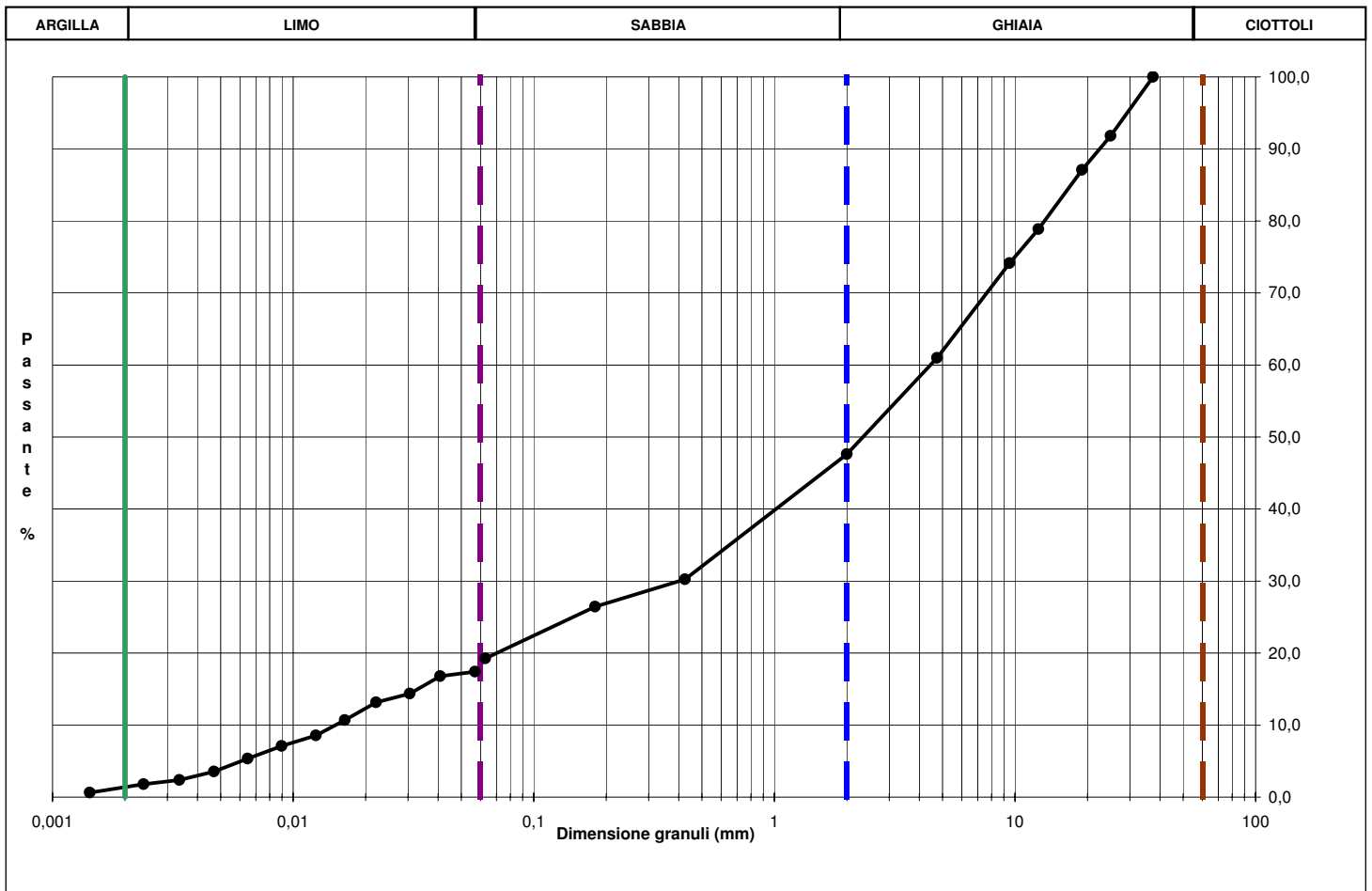
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n.:	R2186/2173	Data emissione:	30/01/17	Archivio n.:	2173
Committente:	Musinet Engineering Spa				
Lavoro:	Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA				
	Prove geotecniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	15,00-15,40	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	04/01/17			Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi:	UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994
------------------------	---

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2187/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI05** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **15,00-15,40** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

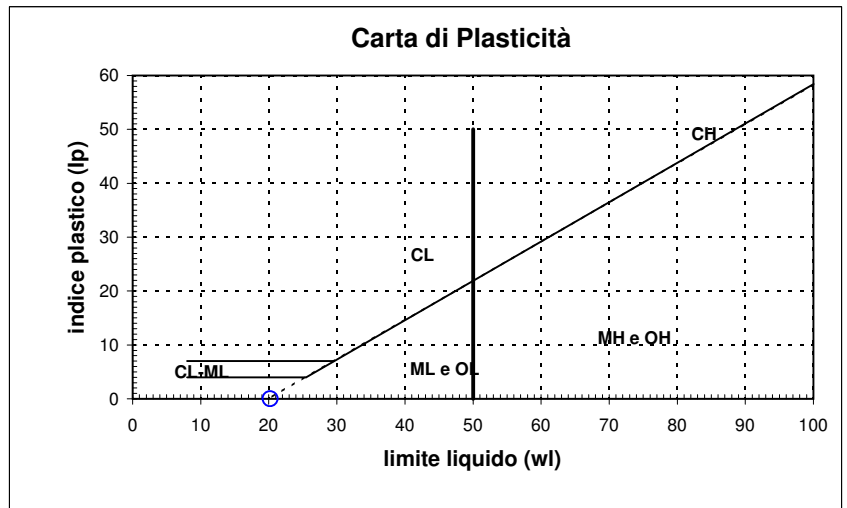
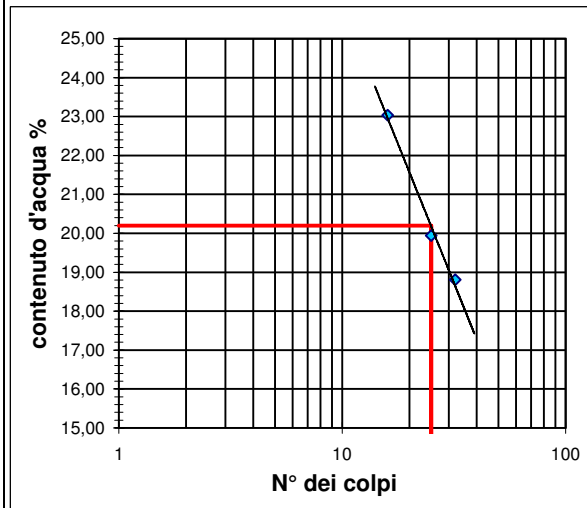
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	16	25	32
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	8,71	6,73	6,15
peso lordo secco (g)	7,54	6,05	5,55
peso acqua (g)	1,17	0,68	0,60
tara contenitore (g)	2,46	2,64	2,36
peso netto secco (g)	5,08	3,41	3,19
contenuto acqua (%)	23,03	19,94	18,81

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 20,20
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2188/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	15,00-15,40	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:			09/01/17	Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE	FINALE
						wi	wf
n°							(%)
1	71,0	22,50	17,99	20,27	17,55	10,4	15,5
2	71,0	22,50	18,12	21,48	17,84	12,0	20,4
3	71,0	22,50	18,24	23,05	18,72	12,1	23,1

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t ₁₀₀	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	6,0	0,95	0,66	4,0	0,052
2	200	7,3	1,56	0,53	4,0	0,043
3	300	9,2	2,43	0,52	4,0	0,034

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	64,66	6,10
2	111,13	7,00
3	182,78	9,00

Legenda :

t100= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

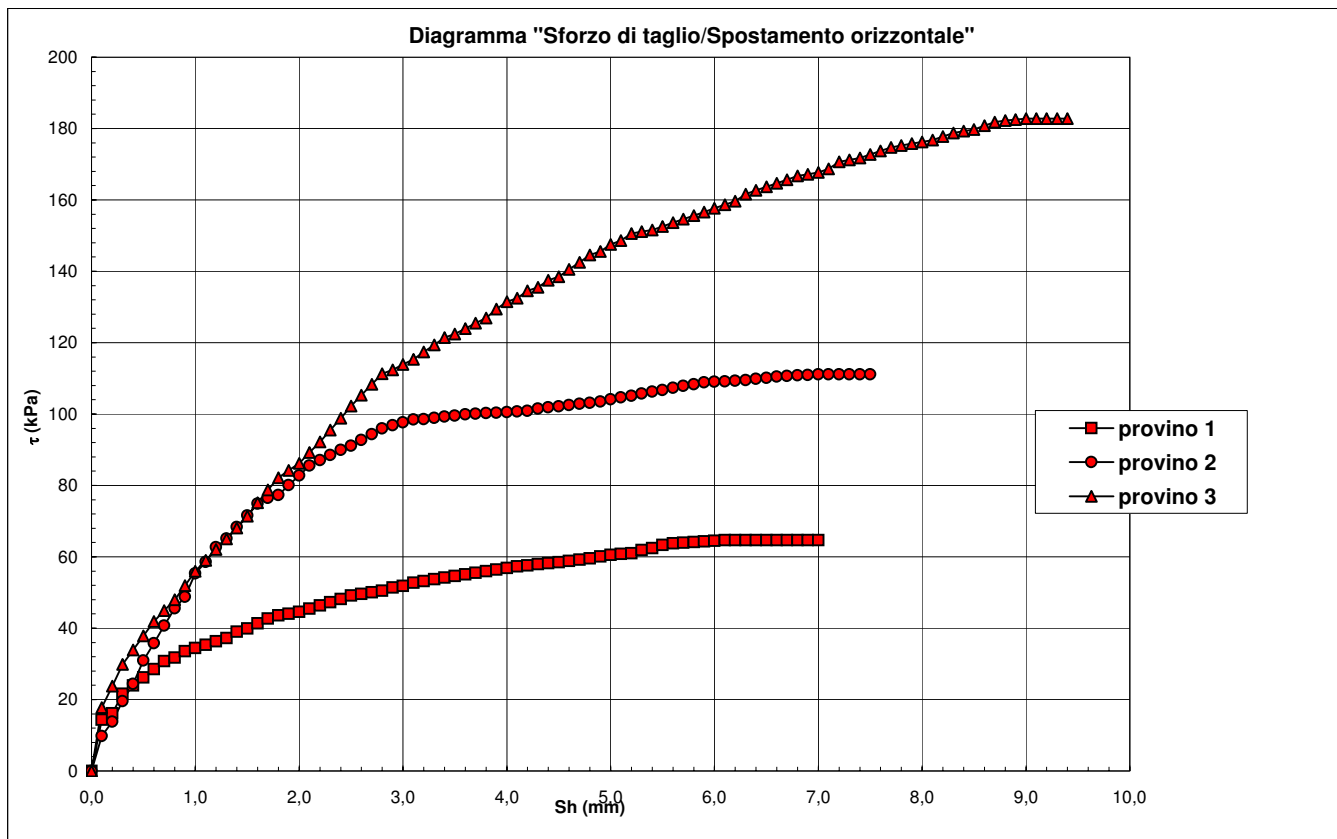
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2188/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: SI05	Codice provino: \	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 15,00-15,40	Aperto il: 22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 09/01/17		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

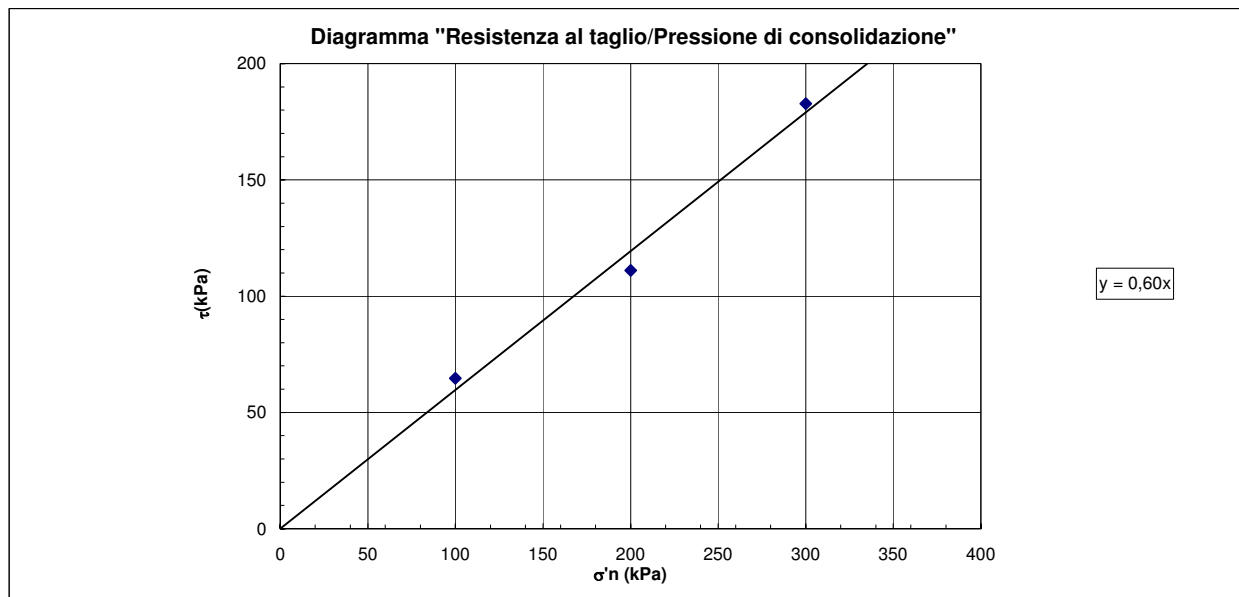
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n.:	R2188/2173	Data emissione:	30/01/17	Archivio n.:	2173
Committente:	Musinet Engineering Spa				
Lavoro:	Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA				
	Prove geotecniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: SI05 Codice provino: \	Macchina per taglio diretto con pesi asolati <input type="checkbox"/>
Campione: \ Ricevuto il: 15/12/16	Anelli dinamometrici <input type="checkbox"/>
Profondità (m): 15,00-15,40 Aperto il: 22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm <input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA	Set di pietre porose <input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 09/01/17	Bilancia con 0,01 g di accuratezza <input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ):	31,0 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2221/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: S105	Codice provino: \	Calibro	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	HCl diluito al 4 %	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 18,00-18,30	Aperto il: 22/12/16	Penetrometro tascabile	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): \			
Data esecuzione prova: 22/12/16			

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica in matrice limosa sabbiosa, addensata, presenza di screziature ocracee, umido; colore grigio.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2189/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: S105	Codice provino: \	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 18,00-18,30	Aperto il: 22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 22/12/16		Termometro digitale	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 772,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	144,8	18,76	18,76	81,24
19,0	19,9	2,58	21,33	78,67
12,5	46,3	6,00	27,33	72,67
9,50	53,7	6,96	34,29	65,71
4,75	107,0	13,86	48,15	51,85
2,00	79,5	10,30	58,45	41,55
0,425	111,0	14,38	72,82	27,18
0,180	43,6	5,65	78,47	21,53
0,063	49,9	6,46	84,94	15,06
fondo	116,3	15,06	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
Ghiaia (%): **58,4**
Sabbia (%): **26,5**
Limo (%): **13,4**
Argilla: **1,7**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	16,0	1,0335	34,000	29,000	8,021	0,0566	92,12	13,88
1	16,0	1,0300	30,500	25,500	8,861	0,0421	81,00	12,20
2	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0313	68,29	10,29
4	16,0	1,0240	24,500	19,500	10,301	0,0227	61,94	9,33
8	16,0	1,0215	22,000	17,000	10,901	0,0165	54,00	8,13
15	16,0	1,0190	19,500	14,500	11,501	0,0124	46,06	6,94
30	16,5	1,0160	16,500	11,625	12,221	0,0090	36,93	5,56
60	17,0	1,0135	14,000	9,250	12,821	0,0064	29,38	4,43
120	17,3	1,0110	11,500	6,825	13,421	0,0046	21,68	3,27
240	17,5	1,0090	9,500	4,875	13,901	0,0033	15,49	2,33
480	17,8	1,0075	8,000	3,450	14,261	0,0024	10,96	1,65
1440	16,0	1,0065	7,000	2,000	14,501	0,0014	6,35	0,96

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2189/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI05** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **18,00-18,30** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
Data esecuzione prova: **22/12/16**

Serie unificata di setacci ISO 3310

Forno elettrico

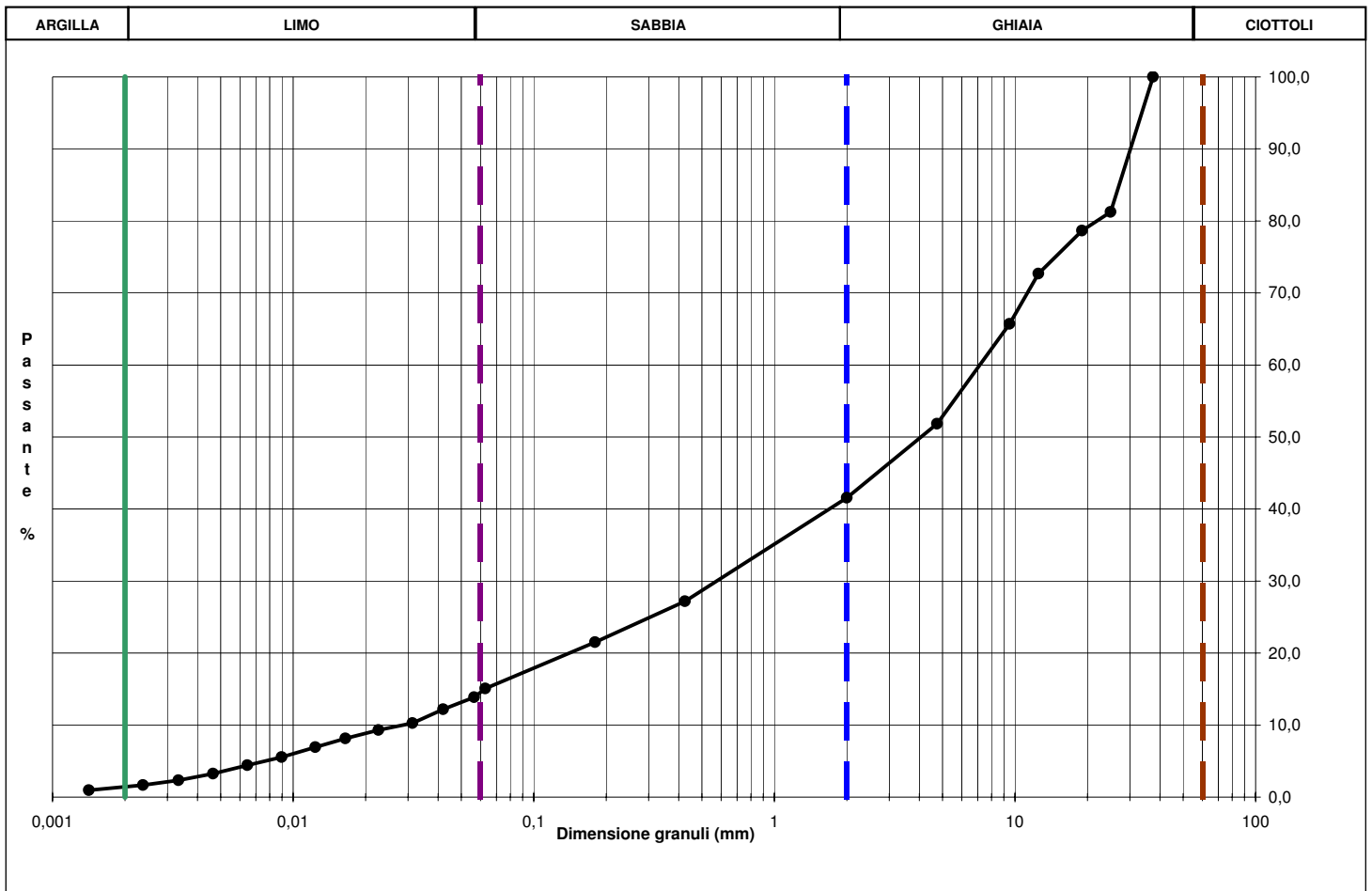
Bilancia digitale

Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro

Termometro digitale

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2190/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI05** Codice provino: ****
Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
Profondità (m): **18,00-18,30** Aperto il: **22/12/16**
Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA**
Data esecuzione prova: **10/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
Forno elettrico
Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

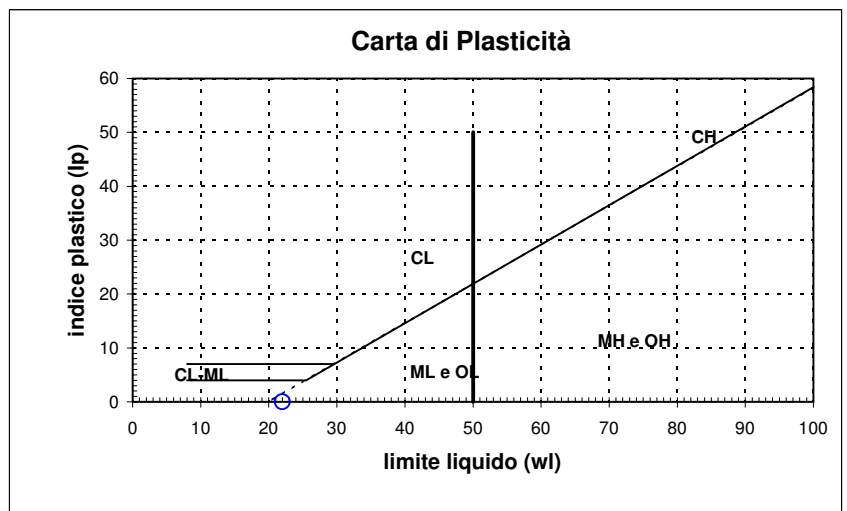
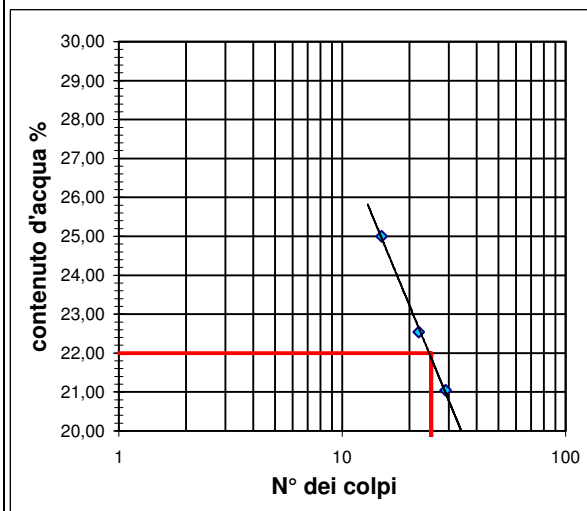
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	22	29
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	10,60	8,43	8,11
peso lordo secco (g)	8,98	7,33	7,10
peso acqua (g)	1,62	1,10	1,01
tara contenitore (g)	2,50	2,45	2,30
peso netto secco (g)	6,48	4,88	4,80
contenuto acqua (%)	25,00	22,54	21,04

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = **22,00**
limite plastico - wp (%) = **ND**
indice di plasticità - IP = **ND**



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2191/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: SI05	Codice provino: \	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): 18,00-18,30	Aperto il: 22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI): GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 20/01/17		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'	
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE	FINALE
						wi	wf
n°							(%)
1	71,0	22,50	18,40	23,88	19,31	18,8	23,7
2	71,0	22,50	18,09	24,53	19,98	16,5	22,8
3	71,0	22,50	18,18	26,76	21,91	17,3	22,2

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t ₁₀₀	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	5,4	3,55	0,90	4,0	0,058
2	200	7,2	3,70	1,32	4,0	0,044
3	300	9,0	4,85	1,73	4,0	0,035

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	59,46	7,50
2	121,91	6,80
3	188,35	8,40

Legenda :

t100= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

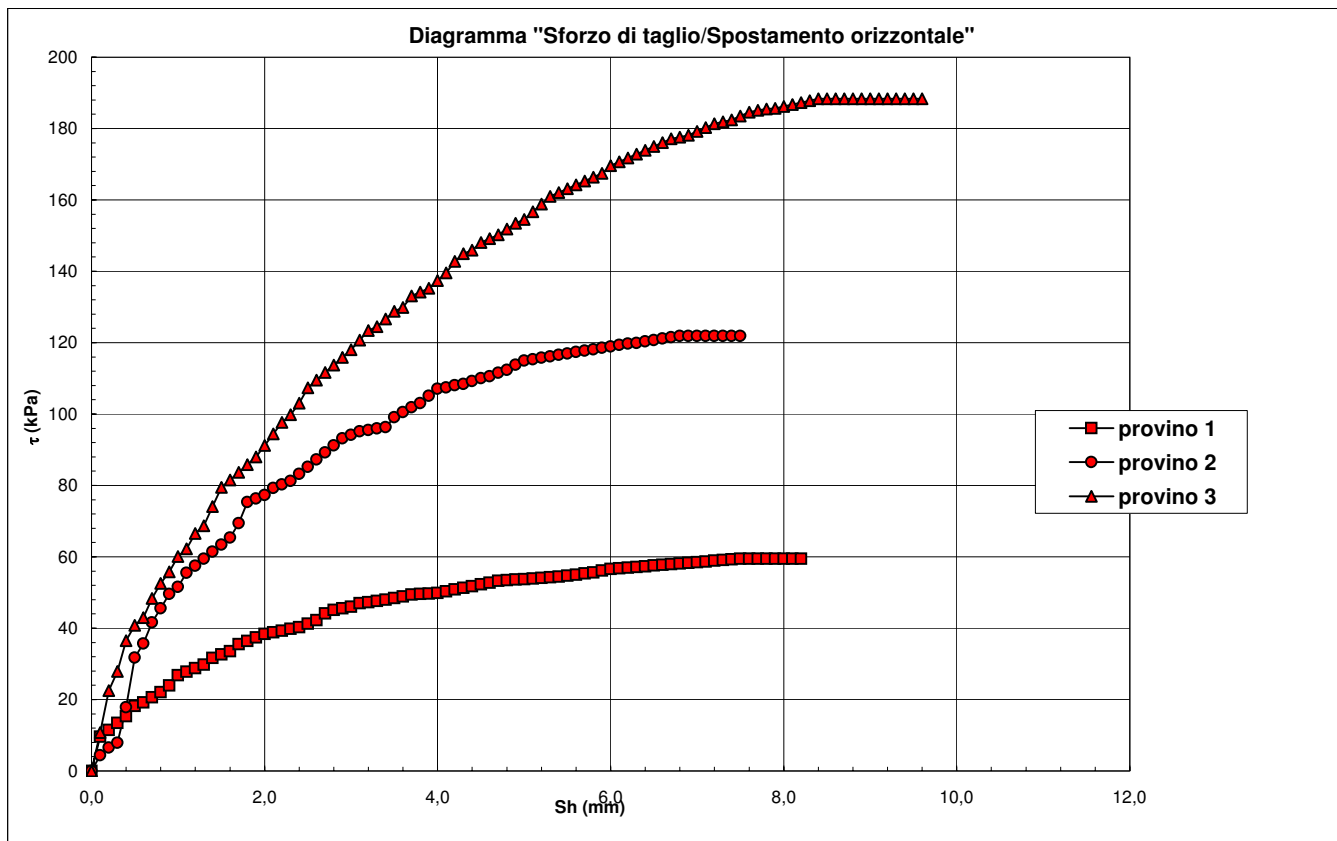
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2191/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	18,00-18,30	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA		
Data esecuzione prova:	20/01/17		
		Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
		Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
		Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

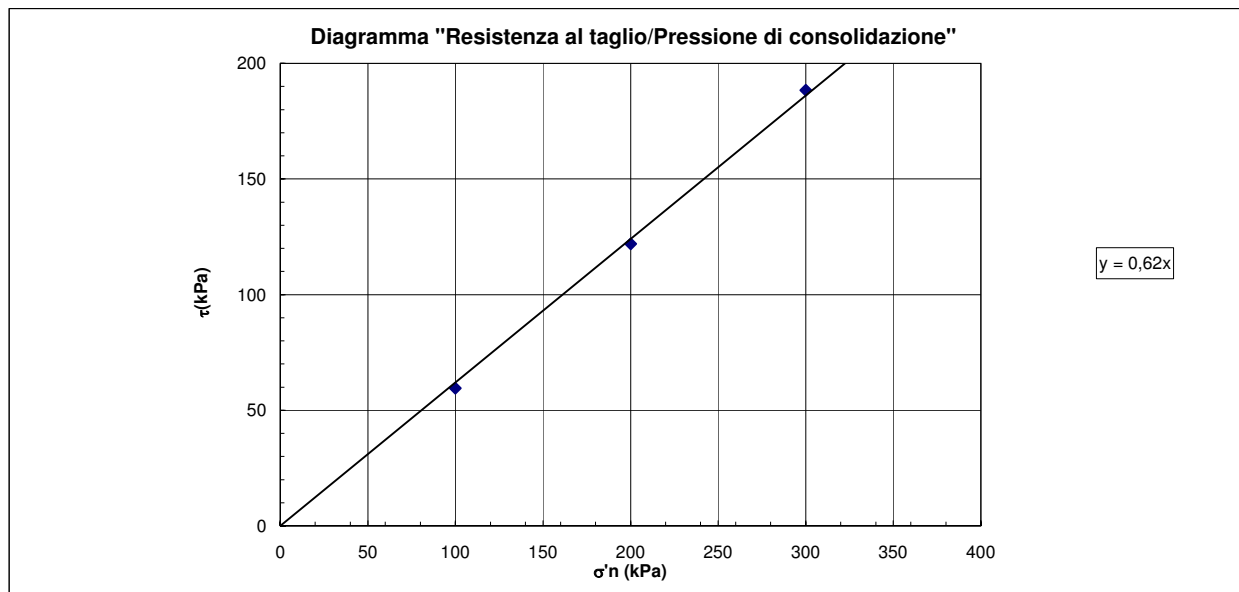
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n.:	R2191/2173	Data emissione:	30/01/17	Archivio n.:	2173
Committente:	Musinet Engineering Spa				
Lavoro:	Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA				
	Prove geotecniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	18,00-18,30	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON SABBIA LIMOSA			Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	20/01/17			Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ'):	31,8 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

DESCRIZIONE GEOTECNICA

Rapporto di prova n° : **R2222/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	S105	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	27,00-27,40	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	\		
Data esecuzione prova:	22/12/16		

Riferimenti normativi: **ASTM D2488 (1993)**

Campione rimaneggiato composto da ghiaia eterometrica con sporadici ciottoli (diam. massimo 6-7 cm) spigolosi, in abbondante matrice limosa debolmente sabbiosa argillosa, sciolta, asciutta; di colore bruno nocciola.



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n. **R2192/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	S105	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	27,00-27,40	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON LIMO E SABBIA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:				Termometro digitale	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

TABELLE DATI DI PROVA

ANALISI CON I SETACCI: **Peso secco terreno analizzato (g): 700,0** **PERCENTUALI FRAZIONI GRANULOMETRICHE:**

Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
100,0	0,0	0,00	0,00	100,00
90,0	0,0	0,00	0,00	100,00
75,0	0,0	0,00	0,00	100,00
63,0	0,0	0,00	0,00	100,00
50,0	0,0	0,00	0,00	100,00
37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
25,0	88,6	12,66	12,66	87,34
19,0	38,7	5,53	18,19	81,81
12,5	32,4	4,63	22,81	77,19
9,50	30,2	4,31	27,13	72,87
4,75	41,0	5,86	32,99	67,01
2,00	34,3	4,90	37,89	62,11
0,425	97,2	13,89	51,77	48,23
0,180	32,0	4,57	56,34	43,66
0,063	79,6	11,37	67,71	32,29
fondo	226,0	32,29	100,00	-

Ciottoli (%): **0,0**
 Ghiaia (%): **37,9**
 Sabbia (%): **29,8**
 Limo (%): **30,3**
 Argilla: **2,0**

ANALISI CON L'AEROMETRO: **Peso secco terreno analizzato (g): 50,00** **Peso specifico granuli stimato (g/cm³): 2,70**

tempo (min)	temp. °C	r	R'=R+Cm	R''=R'+Ct+Cd	Hr (cm)	D (mm)	%pass. parz.	%pass. totale
0,5	16,0	1,0335	34,000	29,000	8,021	0,0566	92,12	29,74
1	16,0	1,0310	31,500	26,500	8,621	0,0415	84,18	27,18
2	16,0	1,0290	29,500	24,500	9,101	0,0301	77,82	25,13
4	16,0	1,0260	26,500	21,500	9,821	0,0221	68,29	22,05
8	16,0	1,0230	23,500	18,500	10,541	0,0162	58,76	18,97
15	16,0	1,0180	18,500	13,500	11,741	0,0125	42,88	13,84
30	16,5	1,0150	15,500	10,625	12,461	0,0090	33,75	10,90
60	17,0	1,0115	12,000	7,250	13,301	0,0066	23,03	7,44
120	17,3	1,0100	10,500	5,825	13,661	0,0047	18,50	5,97
240	17,5	1,0080	8,500	3,875	14,141	0,0034	12,31	3,97
480	17,8	1,0060	6,500	1,950	14,621	0,0024	6,19	2,00
1440	16,0	1,0055	6,000	1,000	14,741	0,0014	3,18	1,03

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

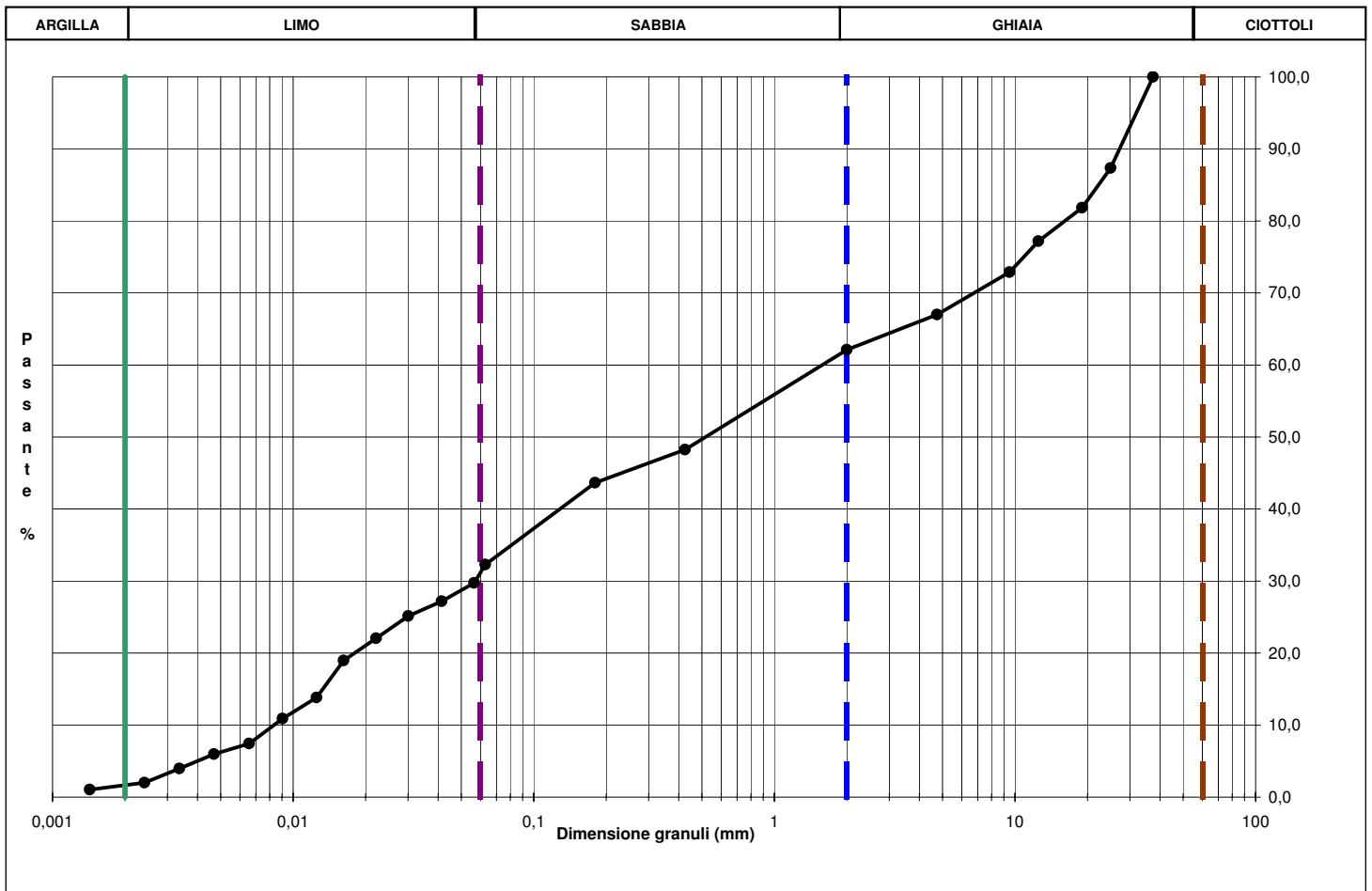
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AEROMETRIA)

Rapporto di prova n.	R2192/2173	Data emissione:	30/01/17	Archivio n.:	2173
Committente:	Musinet Engineering Spa				
Lavoro:	Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA				
	Prove geotecniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\	Serie unificata di setacci ISO 3310	
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Forno elettrico	
Profondità (m):	27,00-27,40	Aperto il:	22/12/16	Bilancia digitale	
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON LIMO E SABBIA			Set di cilindri graduati per aerometrie e densimetro	
Data esecuzione prova:	11/01/17			Termometro digitale	

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-4; RACCOMANDAZIONI AGI 1994**

CURVA GRANULOMETRICA



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Rapporto di prova n° : **R2193/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI05** Codice provino: ****
 Campione: **** Ricevuto il: **15/12/16**
 Profondità (m): **27,00-27,40** Aperto il: **22/12/16**
 Tipo di terreno (AGI): **GHIAIA CON LIMO E SABBIA**
 Data esecuzione prova: **11/01/17**

Cucchiaino di Casagrande
 Forno elettrico
 Bilancia digitale (0,01 g)

Riferimenti normativi: **ASTM D 4318-10**

TABELLE DATI DI PROVA

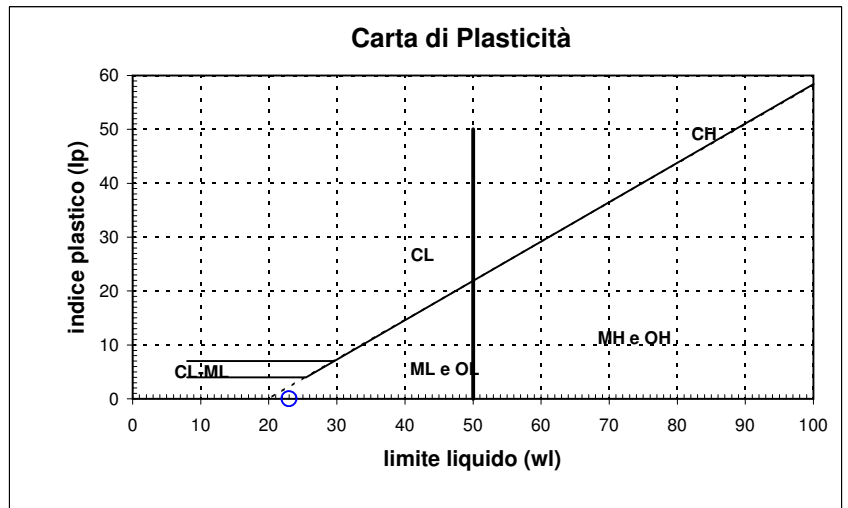
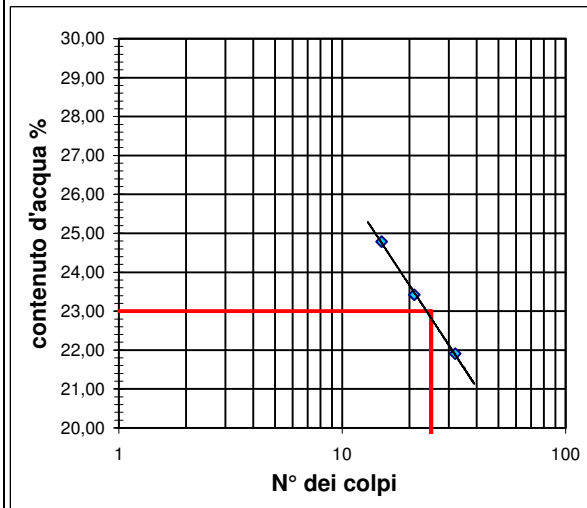
LIMITE LIQUIDO:

N° colpi	15	21	32
contenitore	A	B	C
peso lordo umido (g)	6,73	8,11	10,59
peso lordo secco (g)	5,85	7,00	9,10
peso acqua (g)	0,88	1,11	1,49
tara contenitore (g)	2,30	2,26	2,30
peso netto secco (g)	3,55	4,74	6,80
contenuto acqua (%)	24,79	23,42	21,91

LIMITE PLASTICO:

	D	E
contenitore		
peso lordo umido (g)		
peso lordo secco (g)		
peso acqua (g)		
tara contenitore (g)		
peso netto secco (g)		
contenuto acqua (%)		

limite liquido - wl (%) = 23,00
limite plastico - wp (%) = ND
indice di plasticità - IP = ND



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

N.D. = non determinabile

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2194/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\	Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16	Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	27,00-27,40	Aperto il:	22/12/16	Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON LIMO E SABBIA			Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:			10/01/17	Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO E CARATTERISTICHE DEI PROVINI

PROVINO	DIMENSIONI		DENSITA' UMIDA INIZIALE	DENSITA' UMIDA FINALE	DENSITA' SECCA FINALE	UMIDITA'		
	Diametro (mm)	Altezza (mm)	γ_i (kN/mc)	γ_f (kN/mc)	γ_{di} (kN/mc)	INIZIALE	FINALE	
						wi	wf	
n°							(%)	
1	71,0	22,50	15,62	20,14	16,38	18,3	23,0	
2	71,0	22,50	15,68	20,77	17,08	19,4	21,6	
3	71,0	22,50	15,98	21,37	18,43	18,8	15,9	

FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	CARICO VERTICALE	t ₁₀₀	Sv 24 h	Svf	Sf	VELOCITA' DI PROVA
n°	σ'_{vn} (kPa)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)
1	100	6,0	3,67	0,68	4,0	0,052
2	200	7,2	4,09	1,11	4,0	0,044
3	300	8,8	4,78	1,30	4,0	0,036

FASE DI ROTTURA

PROVINO	VALORI DI PICCO	
n°	τ (kPa)	Sh (mm)
1	45,91	7,40
2	91,40	7,00
3	137,58	6,20

Legenda :

t100= tempo necessario per raggiungere il 100% della consolidazione primaria; Sv 24 h= cedimento verticale dopo 24 h di consolidazione; Svf = cedimento verticale durante la fase di rottura; Sf = avanzamento orizzontale stimato a rottura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

I provini sono stati ricostituiti a partire da materiale sciolto passante al setaccio 2 mm

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

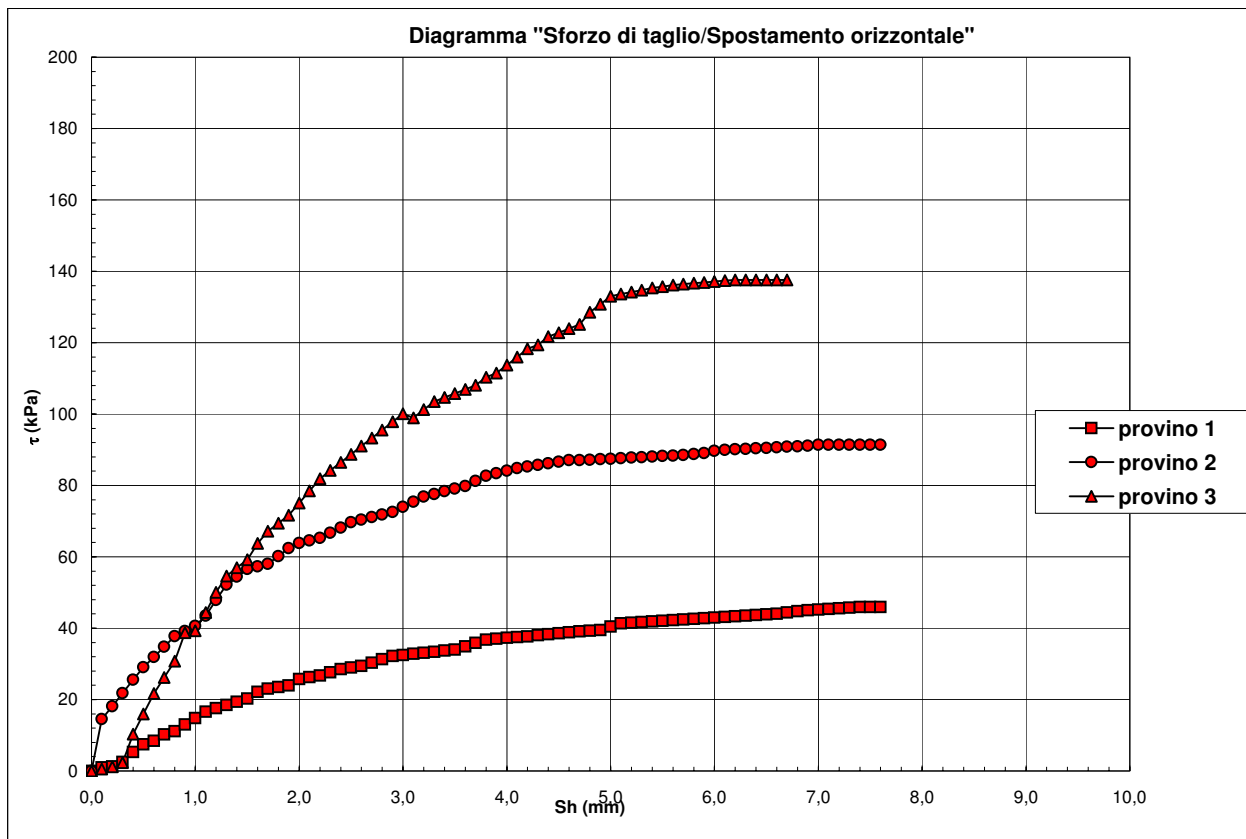
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

Rapporto di prova n. **R2194/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	27,00-27,40	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON LIMO E SABBIA		
Data esecuzione prova:	10/01/17		
		Macchina per taglio diretto con pesi asolati	<input type="checkbox"/>
		Anelli dinamometrici	<input type="checkbox"/>
		Comparatori analogici 0,01 mm	<input type="checkbox"/>
		Set di pietre porose	<input type="checkbox"/>
		Bilancia con 0,01 g di accuratezza	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI OTTENUTI



NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON APPARECCHIO DI CASAGRANDE

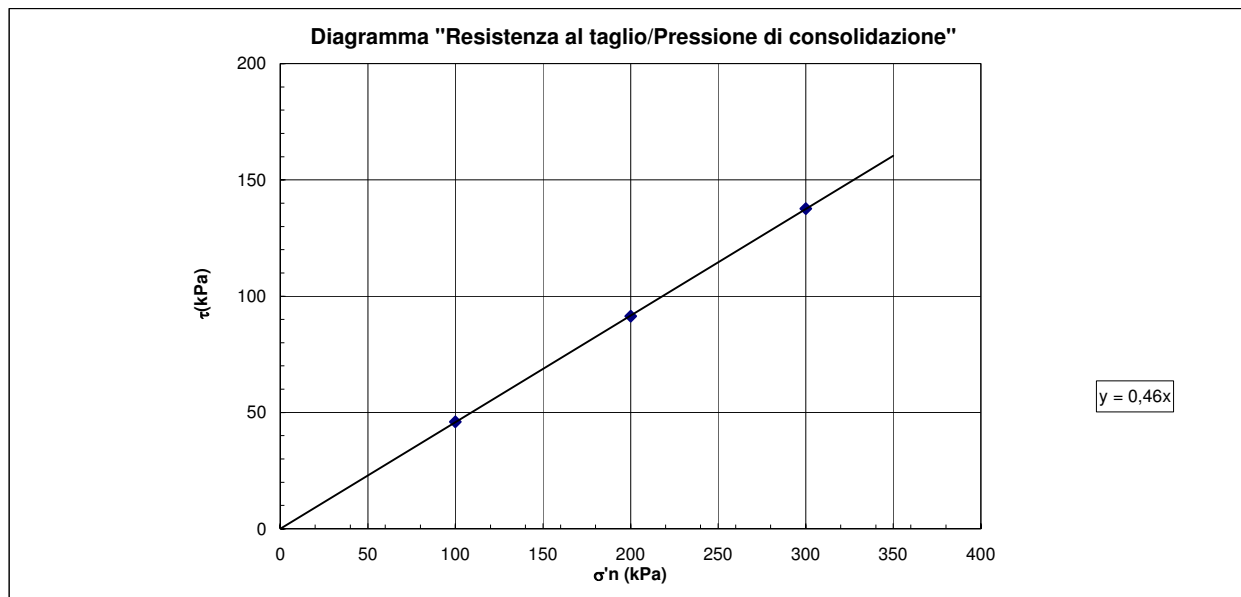
Rapporto di prova n. **R2194/2173** Data emissione: **30/01/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI05	Codice provino:	\
Campione:	\	Ricevuto il:	15/12/16
Profondità (m):	27,00-27,40	Aperto il:	22/12/16
Tipo di terreno (AGI):	GHIAIA CON LIMO E SABBIA		
Data esecuzione prova:	10/01/17		

- Macchina per taglio diretto con pesi asolati
- Anelli dinamometrici
- Comparatori analogici 0,01 mm
- Set di pietre porose
- Bilancia con 0,01 g di accuratezza

Riferimenti normativi: **UNI CEN ISO/TS 17892-10**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI



Angolo di resistenza al taglio (ϕ):	24,7 °
Coesione (c'):	0,0 kPa

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): _____ Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): _____

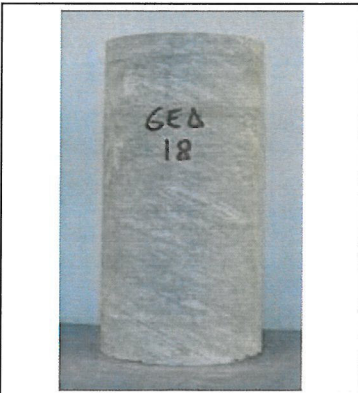
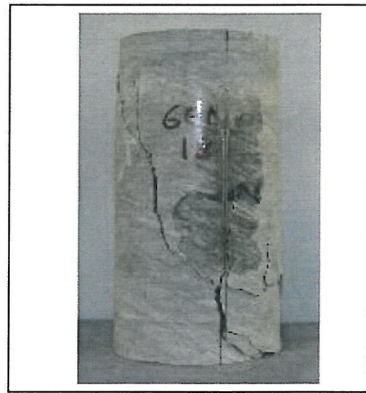
PROVA DI COMPRESIONE UNIASSIALE CON RILIEVO DELLE DEFORMAZIONI ASSIALI E DIAMETRALI

Certificato n.	01860/2173	Data emissione:	02/02/17	Archivio n.:	2173
Committente:	Musinet Engineering Spa				
Lavoro:	Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA Prove geotecniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	GED18	Pressa idraulica motorizzata	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	27/01/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	7,20-7,50	Aperto il:	27/01/16	Cella di carico	<input type="checkbox"/>
Litotipo:	scisto			Strain Gauges TML - PL-60-11	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	02/02/17			Strain Gauges TML - PFL-30-11	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi:	ISRM-1979 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986
------------------------	---

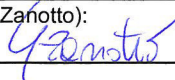
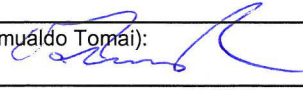
CARATTERISTICHE PROVINO					
Diametro (D) (mm):	78,20	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	160,50	Peso (g)		2135,0	
Volume (cm ³):	770,87	Peso di volume (kN/m ³)		27,16	

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	Colore: grigiastro Struttura: roccia metamorica a struttura scistosa Orientazione piani di discontinuità: Scistosità inclinata di circa 50-55° rispetto alla direzione di carico Alterazione: \ Rottura: improvvisa Comportamento: fragile Fratturazione: lungo un piano principale che attraversa la scistosità ed inclinato di circa 30° rispetto alla direzione di carico Note/Eventuali anomalie: \	

Rapporto L/D:		2,05
Carico di rottura (kN):	F	456,53
Area facce provino (cm ²):	A	48,03
Resistenza a compressione uniassiale (MPa):	Co'	95,05
Resistenza a compressione uniassiale corretta (D=50mm L/D=2) (MPa):	Co	103,40
Modulo elast. longitudinale tangente (GPa):	E_t	30,64
Modulo elast. longitudinale secante (GPa):	E_s	24,82

Velocità carico (MN/min) = 0,06 Durata prova (min) = 7,6

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romaldo Tomai): 
--	--

PROVA DI COMPRESIONE UNIASSIALE CON RILIEVO DELLE DEFORMAZIONI ASSIALI E DIAMETRALI

Certificato n. **01860/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**

Committente: **Musinet Engineering Spa**

Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

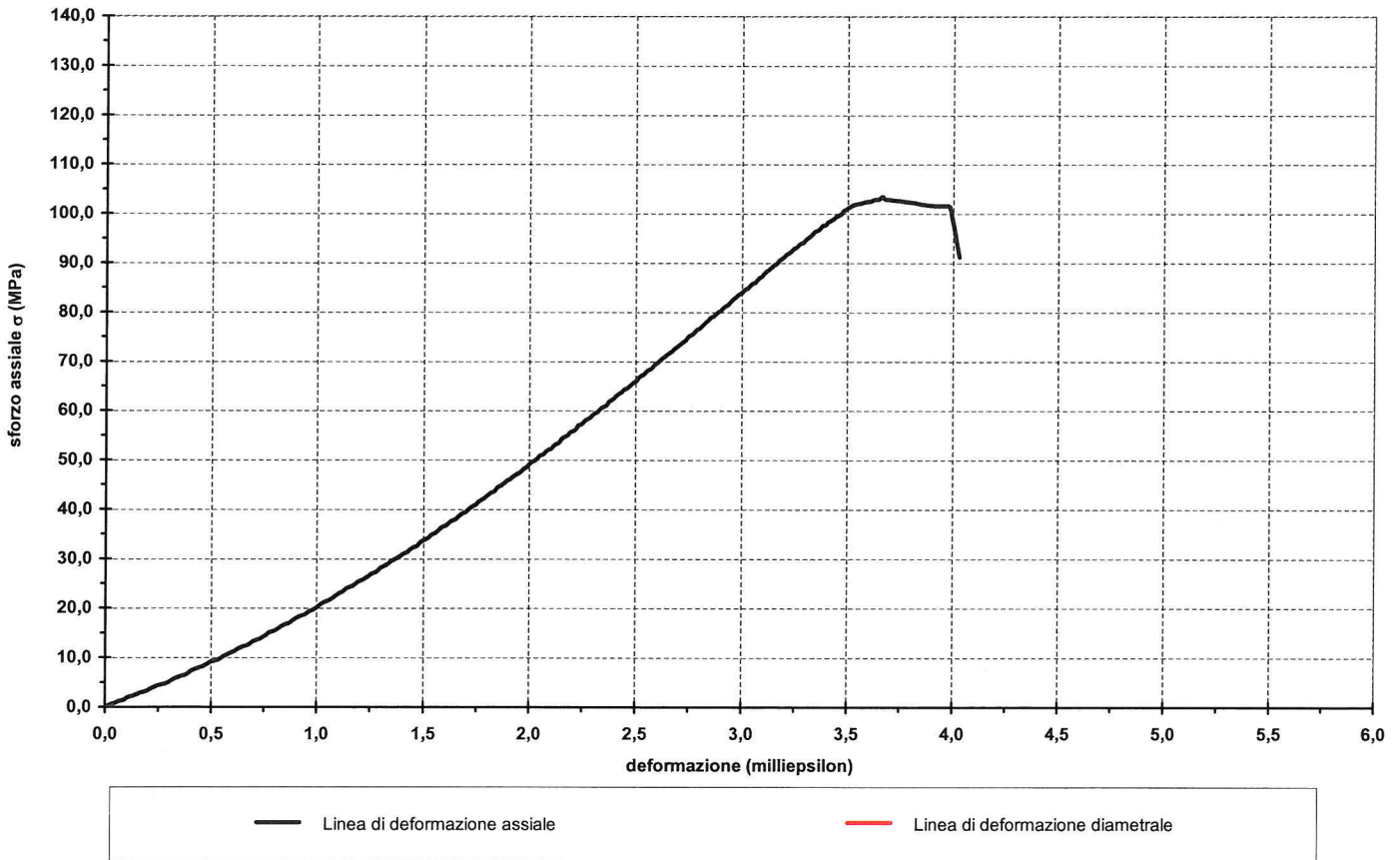
Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **SI01** Codice provino: **GED18**
Campione: **** Ricevuto il: **27/01/16**
Profondità (m): **7,20-7,50** Aperto il: **27/01/16**
Litotipo: **scisto**
Data esecuzione prova: **02/02/17**

Pressa idraulica motorizzata
Calibro meccanico
Cella di carico
Strain Gauges TML - PL-60-11
Strain Gauges TML - PFL-30-11

Riferimenti normativi: **ISRM-1979 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

LINEE DI DEFORMAZIONE



	Moduli di deformazione (GPa)				Rapporto di Poisson		Resistenza a compressione uniassiale corretta - Co (MPa)
	longitudinale				tg	sec	
	tg	sec					
A 50% del valore di Co	30,64	24,82					103,40

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomat):

PROVA DI COMPRESIONE UNIASSIALE CON RILIEVO DELLE DEFORMAZIONI ASSIALI E DIAMETRALI

Certificato n.	01861/2173	Data emissione:	02/02/17	Archivio n.:	2173
Committente:	Musinet Engineering Spa				
Lavoro:	Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA Prove geotecniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: SI01	Codice provino: GED19
Campione: \	Ricevuto il: 27/01/16
Profondità (m): 9,30-9,50	Aperto il: 27/01/16
Litotipo: scisto	
Data esecuzione prova: 02/02/17	

Riferimenti normativi:	ISRM-1979 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986
------------------------	---

CARATTERISTICHE PROVINO					
Diametro (D) (mm):	78,50	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	152,60	Peso (g)		2031,0	
Volume (cm ³):	738,56	Peso di volume (kN/m ³)		26,97	

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	<p>Colore: grigiastro biancastro</p> <p>Struttura: roccia metamorica a struttura scistosa</p> <p>Orientazione piani di discontinuità: Scistosità inclinata di circa 60-75° rispetto alla direzione di carico, presenza di piccole pieghe alla scala del campione e di vene biancastre di spessore centimetrico</p> <p>Alterazione: \</p> <p>Rottura: improvvisa</p> <p>Comportamento: fragile</p> <p>Fratturazione: lungo un piano principale di forma irregolare con inclinazione variabile tra 15°-50° rispetto alla direzione di carico</p> <p>Note/Eventuali anomalie: \</p>	

Rapporto L/D:	1,94
Carico di rottura (kN):	F 331,54
Area facce provino (cm ²):	A 48,40
Resistenza a compressione uniassiale (MPa):	Co' 68,50
Resistenza a compressione uniassiale corretta (D=50mm L/D=2) (MPa):	Co 74,04
Modulo elast. longitudinale tangente (GPa):	E _t 39,23
Modulo elast. longitudinale secante (GPa):	E _s 34,17

Velocità carico (MN/min) = 0,05 Durata prova (min) = 6,6

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

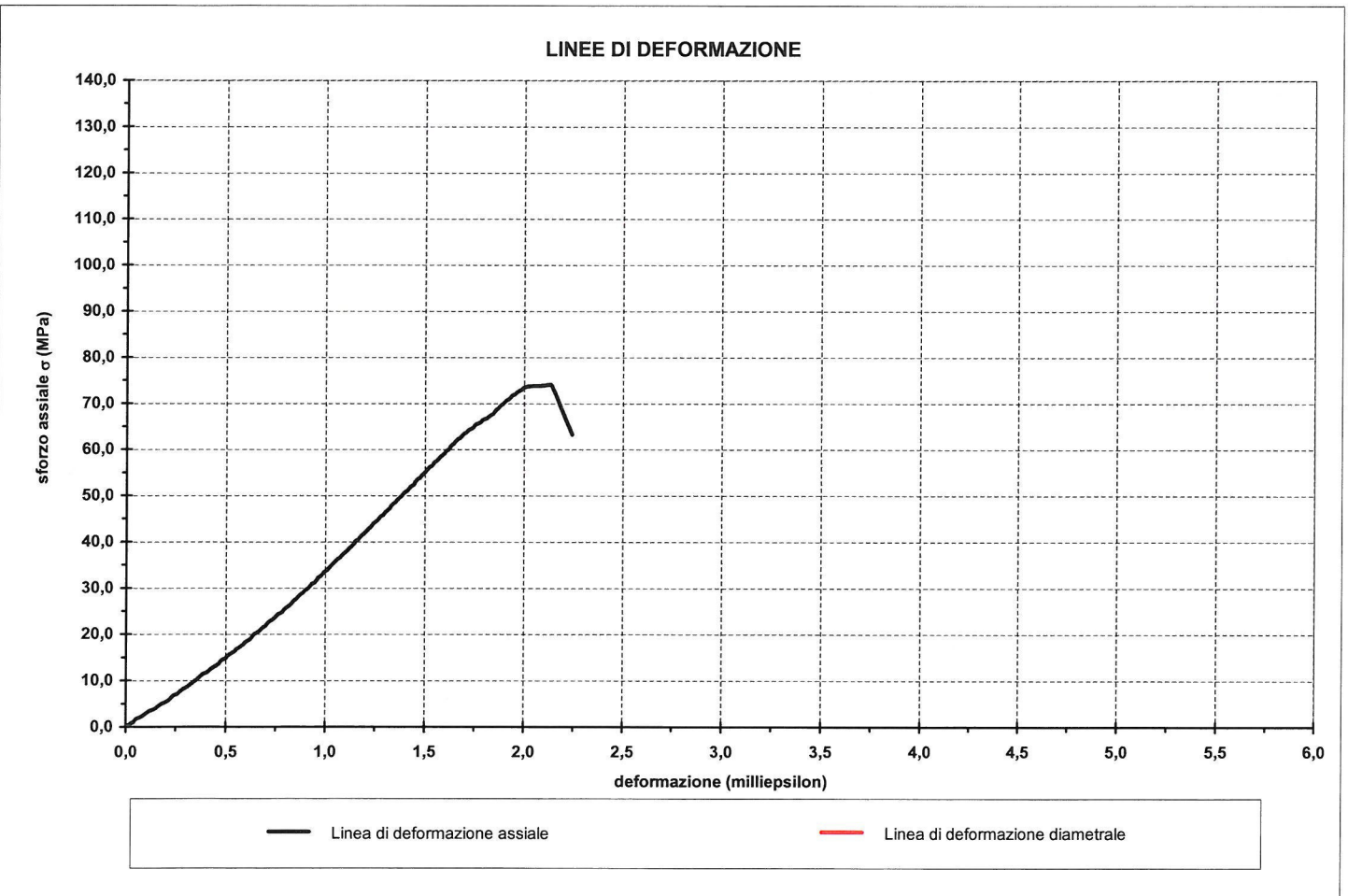
Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

PROVA DI COMPRESIONE UNIASSIALE CON RILIEVO DELLE DEFORMAZIONI ASSIALI E DIAMETRALI

Certificato n. **01861/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

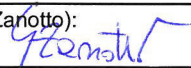
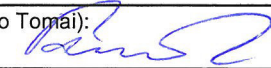
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata			
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	GED19	Pressa idraulica motorizzata	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	27/01/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	9,30-9,50	Aperto il:	27/01/16	Cella di carico	<input type="checkbox"/>
Litotipo:	scisto			Strain Gauges TML - PL-60-11	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	02/02/17			Strain Gauges TML - PFL-30-11	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **ISRM-1979 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**



	Moduli di deformazione (GPa)				Rapporto di Poisson		Resistenza a compressione uniaassiale corretta - Co (MPa)
	longitudinale				tg	sec	
	tg	sec					
A 50% del valore di Co	39,23	34,17					74,04

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

POINT LOAD TEST

Certificato n.	01862/2173	Data emissione:	02/02/17	Archivio n.:	2173
Committente:	Musinet Engineering Spa				
Lavoro:	Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA Prove geotecniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	GED20	Apparecchiatura per Point Load Test	<input type="checkbox"/>
Campione:	1	Ricevuto il:	27/01/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	26,00-26,30	Aperto il:	27/01/16		
Litotipo:	scisto				
Data esecuzione prova:	02/02/17				

Riferimenti normativi:	ISRM-1985 - ASTM D5731-2008
------------------------	------------------------------------

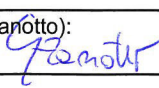

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	<p>Colore: grigiastro</p> <p>Struttura: roccia metamorfica a struttura scistosa</p> <p>Orientazione piani di anisotropia: circa perpendicolari alla direzione di carico</p> <p>Alterazione: presenza di micro fratture</p> <p>Rottura: improvvisa</p> <p>Comportamento: fragila</p> <p>Fratturazione: lungo un piano perpendicolare alla scistosità</p> <p>Note/Eventuali anomalie: 1</p>	

TABELLA DEI RISULTATI

PROVA N°	CONDIZIONI	TIPO DI PROVA	Angolo tra carico/ scistosità	Diametro/ spessore D	Larghezza W	Carico di rottura P	Diametro equivalente D _e	Resistenza non corretta I _s	Fattore di correzione dimensioni F	Resistenza corretta I _s (50)
			(°)	(mm)	(mm)	(kN)	(mm)	(MPa)		(MPa)
1	A	A	90	31,0	78,0	5,80	55,5	1,88	1,048	1,97
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
								media (90)		
								dev. Standard (90)		
								media (0)		
								dev. Standard (0)		
								Indice di anisotropia-la(50)		

CONDIZIONI: A = ambiente E = secca S = saturazione
(*) D = diametrale, A = assiale, B = blocco o roccia irregolare

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

POINT LOAD TEST

Certificato n. **01863/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: **SI01** Codice provino: **GED21**
 Campione: **1** Ricevuto il: **27/01/16**
 Profondità (m): **26,00-26,30** Aperto il: **27/01/16**
 Litotipo: **scisto**
 Data esecuzione prova: **02/02/17**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Apparecchiatura per Point Load Test
 Calibro meccanico

Riferimenti normativi: **ISRM-1985 - ASTM D5731-2008**



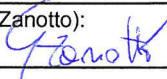

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	Colore: grigiastro Struttura: roccia metamorfica a struttura scistosa Orientazione piani di anisotropia: circa perpendicolari alla direzione di carico Alterazione: 1 Rottura: improvvisa Comportamento: fragila Fratturazione: lungo un piano perpendicolare alla scistosità Note/Eventuali anomalie: 1	

TABELLA DEI RISULTATI

PROVA N°	CONDIZIONI	TIPO DI PROVA	Angolo tra carico/ scistosità	Diametro/ spessore D	Larghezza W	Carico di rottura P	Diametro equivalente D _e	Resistenza non corretta I _s	Fattore di correzione dimensioni F	Resistenza corretta I _s (50)
			(°)	(mm)	(mm)	(kN)	(mm)	(MPa)		(MPa)
1	A	B	90	28,0	39,5	14,50	37,5	10,30	0,879	9,05
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
								media (90)		
								dev. Standard (90)		
								media (0)		
								dev. Standard (0)		
								Indice di anisotropia-la(50)		

CONDIZIONI: A = ambiente E = secca S = saturata
 (*) D = diametrale, A = assiale, B = blocco o roccia irregolare

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

POINT LOAD TEST

Certificato n. **01864/2173** Data emissione: **02/02/17** Archivio n.: **2173**
 Committente: **Musinet Engineering Spa**
 Lavoro: **Progettazione esecutiva dello Svincolo de la Maddalena A32 TORINO BARDONECCHIA**
Prove geotecniche di laboratorio

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	SI01	Codice provino:	GED22	Apparecchiatura per Point Load Test
Campione:	I	Ricevuto il:	27/01/16	Calibro meccanico
Profondità (m):	26,00-26,30	Aperto il:	27/01/16	
Litotipo:	scisto			
Data esecuzione prova:	02/02/17			

Riferimenti normativi: **ISRM-1985 - ASTM D5731-2008**

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	Colore: grigiastro Struttura: roccia metamorfica a struttura scistosa Orientazione piani di anisotropia: circa perpendicolari alla direzione di carico Alterazione: I Rottura: improvvisa Comportamento: fragila Fratturazione: lungo un piano perpendicolare alla scistosità Note/Eventuali anomalie: I	

TABELLA DEI RISULTATI

PROVA N°	CONDIZIONI	TIPO DI PROVA	Angolo tra carico/ scistosità	Diametro/ spessore D	Larghezza W	Carico di rottura P	Diametro equivalente D _e	Resistenza non corretta I _s	Fattore di correzione dimensioni F	Resistenza corretta I _s (50)
			(°)	(mm)	(mm)	(kN)	(mm)	(MPa)		(MPa)
1	A	B	90	32,0	34,0	16,50	37,2	11,91	0,876	10,43
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
								media (90)		
								dev. Standard (90)		
								media (0)		
								dev. Standard (0)		
								Indice di anisotropia-la(50)		

CONDIZIONI: A = ambiente E = secca S = saturata
 (*) D = diametrale, A = assiale, B = blocco o roccia irregolare

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomaj):