

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.

CUP: J14H20000440001

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA

NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST

GEOTECNICA

RELAZIONE GEOTECNICA GENERALE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I N 1 0 1 0 D 2 6 G E G E 0 0 0 0 0 0 1 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|----------|----------|------------|----------|--------------|----------|-----------------------|
| A | EMISSIONE ESECUTIVA | P.Cucino | Set 2021 | R. Rauseo | Set 2021 | C. Mazzocchi | Set 2021 | A. Perego Set 2021 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA | 6 |
| 2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 7 |
| 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO..... | 8 |
| 3.1 Aspetto stratigrafico | 10 |
| 3.2 Campagna di indagini per l'elaborazione del Progetto Definitivo..... | 17 |
| <i>Indagini in sito</i> | 17 |
| <i>Prove down-hole</i> | 21 |
| <i>Prove MASW</i> | 22 |
| <i>Misure piezometriche</i> | 23 |
| <i>Prove Lefranc</i> | 23 |
| <i>PROVE DI TAGLIO DIRETTO</i> | 25 |
| <i>PROVA TRIASSIALE CIU</i> | 25 |
| <i>PESO DI VOLUME e CONTENUTO D'ACQUA</i> | 25 |
| <i>ANALISI GRANULOMETRICHE</i> | 26 |
| 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA..... | 44 |
| 4.1 Definizione delle unità geotecniche | 44 |
| 4.2 Criteri di interpretazione delle indagini geotecniche e correlazioni utilizzate..... | 44 |
| 4.2.1 <i>Normalizzazione dei valori SPT</i> | 45 |
| 4.2.2 <i>Moduli di reazione orizzontale alla Matlock & Reese (1960)</i> | 49 |
| 4.3 UNITA' fg^{R2} - fg^{R3} | 50 |
| 5. SISMICITA' | 60 |
| 5.1 Classificazione sismica del sito..... | 60 |
| 5.2 Aree Sismogenetiche Di Interesse..... | 62 |
| 5.3 Definizione Dell'azione Sismica Di Progetto..... | 65 |
| 5.4 Analisi Di Pericolosità Rispetto Al Fenomeno Della Liquefazione | 70 |
| 6. CARATTERIZZAZIONE PER PROGRESSIVA | 72 |

INDICE TABELLE

| | |
|---|----|
| Tabella 3-1-Elenco sondaggi considerati nell'analisi..... | 17 |
| Tabella 3-2-Prove e prelievi eseguiti..... | 21 |
| Tabella 3-3-Risultati prove down-hole..... | 21 |
| Tabella 3-4- Risultati MASW | 22 |
| Tabella 3-5-Livello della falda lungo il tracciato | 23 |
| Tabella 3-6-Prove di taglio diretto..... | 25 |
| Tabella 3-7-Prove triassiali..... | 25 |
| Tabella 3-8-Pesi di volume e contenuto d'acqua Volume weights and water content | 26 |
| Tabella 3-9-Risultati prove di composizione granulometrica | 26 |
| Tabella 4-1-Correlazioni NSPT - moduli operativi | 49 |
| Tabella 4-2- Gradiente con la profondità del modulo di reazione orizzontale | 49 |
| Tabella 5-1- Nodi del reticolo di riferimento nell'intorno del sito di progetto. Elaborazione da foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v. 1.0.3b, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2009.66 | |
| Tabella 5-2- Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per gli stati limite di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP (2009)) per VR = 112.5 anni..... | 68 |
| Tabella 5-3- Risultati prove Down-Hole e MASW | 68 |
| Tabella 5-4- Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato. (Tabella 3.2.II delle NTC2018)..... | 69 |
| Tabella 5-5- Valori di a_g (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale) e dei coefficienti di sito S ($ST=1$) e accelerazione di progetto a_{max} per gli stati limite di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP (2009)) per VR = 100 anni per il sito di progetto..... | 70 |

| | | | | | | |
|---|------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| Relazione Geotecnica Generale (Compresa Sismica) | COMMESSA IN10 | LOTTO 10 | CODIFICA D 26 GE | DOCUMENTO GE0000 001 | REV. A | FOGLIO 4 di 76 |
|---|------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|

INDICE FIGURE

| | |
|---|----|
| Figura 3-1- Stralcio della Carta Geologica d'Italia, Foglio 49 "Verona", scala 1:100000, ISPRA. In rosso è evidenziata l'area di intervento. Stralcio non in scala..... | 9 |
| Figura 3-2- Legenda della Carta Geologica d'Italia, Foglio 49 "Verona", scala 1:100000, ISPRA. | 10 |
| Figura 3-3- Profilo geologico da km 150+780 a 152+250 | 13 |
| Figura 3-4- Profilo geologico da km 152+250 a 153+900 | 13 |
| Figura 3-5- Profilo geologico da km 153+900 a 155+500 | 14 |
| Figura 3-6- Profilo geologico da km 155+500 a 156+500 | 14 |
| Figura 3-7- Profilo geologico del Brennero, Via Carnia e Via Fenillon | 15 |
| Figura 3-8-Legenda geologia..... | 16 |
| Figura 3-9-Posizione planimetrica sondaggi – Tratto pk 150+780, 152+250..... | 19 |
| Figura 3-10- Posizione planimetrica sondaggi – Tratto pk 152+250 ÷153+900..... | 19 |
| Figura 3-11- Posizione planimetrica sondaggi – Tratto pk 153+900 ÷155+500..... | 20 |
| Figura 3-12- Posizione planimetrica sondaggi – Tratto pk 155+500 ÷156+500..... | 20 |
| Figura 3-13-Andamento della permeabilità rispetto alla profondità. | 24 |
| Figura 3-14-Andamento della permeabilità rispetto alla progressiva di tracciato..... | 25 |
| Figura 3-15-Distribuzione granulometrica materiali indagati | 29 |
| Figura 3-16-Classificazione dei materiali..... | 30 |
| Figura 3-17-Curve granulometriche sondaggio S2..... | 30 |
| Figura 3-18-Curve granulometriche sondaggio DHL281O05..... | 31 |
| Figura 3-19-Curve granulometriche sondaggio S5..... | 31 |
| Figura 3-20-Curve granulometriche sondaggio S4..... | 32 |
| Figura 3-21-Curve granulometriche sondaggio S6..... | 32 |
| Figura 3-22-Curve granulometriche sondaggio S7..... | 33 |
| Figura 3-23-Curve granulometriche sondaggio S8..... | 33 |
| Figura 3-24-Curve granulometriche sondaggio S22..... | 34 |
| Figura 3-25-Curve granulometriche sondaggio PNL281R04..... | 34 |
| Figura 3-26-Curve granulometriche sondaggio SCL281R03..... | 35 |
| Figura 3-27-Curve granulometriche sondaggio S11..... | 35 |
| Figura 3-28-Curve granulometriche sondaggio S9..... | 36 |
| Figura 3-29-Curve granulometriche sondaggio S10..... | 36 |
| Figura 3-30-Curve granulometriche sondaggio PNL281R02..... | 37 |
| Figura 3-31-Curve granulometriche sondaggio S15..... | 37 |
| Figura 3-32-Curve granulometriche sondaggio S20..... | 38 |
| Figura 3-33-Curve granulometriche sondaggio DHL281R01 | 38 |
| Figura 3-34-Curve granulometriche sondaggio S23..... | 39 |
| Figura 3-35-Curve granulometriche sondaggio S19..... | 39 |
| Figura 3-36-Curve granulometriche sondaggio S02..... | 40 |
| Figura 3-37-Curve granulometriche sondaggio BH1 | 40 |
| Figura 3-38-Curve granulometriche sondaggio S12..... | 41 |
| Figura 4-1-Correlazione grafica di De Mello | 47 |
| Figura 4-2- fg^{R2} - fg^{R3} -Distribuzione statistica dei risultati SPT (MR, GP, AL, SE) | 52 |
| Figura 4-3- fg^{R2} - fg^{R3} - Valori statistici della densità relativa (MR, GP, SE)..... | 53 |
| Figura 4-4- fg^{R2} - fg^{R3} -Angolo di resistenza al taglio (MR, GP, SE) | 54 |
| Figura 4-5- fg^{R2} - fg^{R3} - Velocità delle onde di taglio misurate in situ e valori di letteratura (MR, GP, SE) ... | 55 |
| Figura 4-6- fg^{R2} - fg^{R3} – Moduli iniziali da SPT e valori di letteratura (MR, GP, SE)..... | 57 |
| Figura 4-7- fg^{R2} - fg^{R3} - Valori dei moduli di taglio (MR, GP, SE)..... | 59 |

| | |
|---|----|
| Figura 5-1-Valori di pericolosità sismica nell'intorno dell'area di progetto (pallino blu). Da elaborazioni DPC-INGV S1 (http://esse1-gis.mi.ingv.it/) | 60 |
| Figura 5-2- Punti di ricerca geofisica e geotecnica..... | 61 |
| Figura 5-3-Contesto sismo-tettonico della regione estesa nell'intorno del sito di progetto: i poligoni in nero rappresentano i confini delle sorgenti sismogenetiche del modello ZS9 (Meletti et al., 2008), i cerchi colorati rappresentano gli epicentri dei terremoti inclusi nel catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI15, Rovida et al., 2016). I rettangoli arancioni rappresentano le faglie individuali del modello DISS3 mentre quelli verdi i sistemi di faglie composite..... | 63 |
| Figura 5-4-Sorgenti sismogenetiche individuali e composite dal “Database of Individual Seismogenic Sources” (DISS 3.2) rilevanti per l'area in oggetto (indicatore blu)..... | 64 |
| Figura 5-5-Storia sismica del comune di Verona (dal catalogo DBMI 2015, Locati et al., 2016)..... | 65 |
| Figura 5-6-fusi granulometrici per terreni suscettibili alla liquefazione – $U_c < 3,5$ | 71 |
| Figura 5-7- fusi granulometrici per terreni suscettibili alla liquefazione – $U_c > 3,5$ | 71 |



LINEA AV/AC MILANO – VENEZIA
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST – VERONA
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST

Relazione Geotecnica Generale
(Compresa Sismica)

COMMESSA
IN10

LOTTO
10

CODIFICA
D 26 GE

DOCUMENTO
GE0000 001

REV.
A

FOGLIO
6 di 76

1. PREMESSA

Scopo del presente documento è la descrizione del modello geotecnico del sottosuolo che sarà adottato per il Progetto Definitivo AV/AC NODO VERONA: ENTRATA OVEST.

Il modello geotecnico e la caratterizzazione dei materiali esistenti è stato creato con tutti i dati disponibili e rilevanti. Sono stati quindi ottenuti sia i dati della campagna per il progetto definitivo, sia i rilievi e le prove effettuate in tutto il campo e in laboratorio delle precedenti campagne.

Per tutto il tracciato sono stati definiti quindi i profili ed i parametri geotecnici di progetto da adottarsi per le verifiche di sicurezza e funzionalità delle principali opere d'arte previste, e si è data una caratterizzazione per progressiva, a cui riferirsi per le opere minori. Per tutti i dettagli si trova una sintesi sinottica nei profili geotecnici di progetto.

2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La campagna di indagini e l'elaborazione dei relativi risultati sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore, ed in particolare:

- UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche ed integrazioni.
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- D.M. 17/01/2018, “Norme tecniche per le costruzioni”.
- D.M. 06/05/2008, integrazione al D.M. 14/01/2008.
- Circ. Min. II.TT. 02/02/2009, n. 617, “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14/01/2008”
- Circ. Min. II.TT. 05/08/2009, “Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 - Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248”.
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», G.U. n.42 del 20.2.2018, Supplemento Ordinario n.8.
- RFI DTC SI GE MA IFS 001 B del Dic. 2020: Manuale di progettazione delle Opere Civili - Parte II –Sezione 7 – Geologia
- Tariffa dei prezzi “IG” per le indagini geognostiche e le prove geotecniche - edizione 2021
- RFI DTC SI GE SP IFS 001 C del 31-12-2020 “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili, Parte II – Sez. 3 – Rilievi geologici e indagini geognostiche”.
- D.M. 11.03.1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle opere di fondazione”. (DPR. 5 ottobre 2010, n. 207 artt. 52-53)

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|
|  | LINEA AV/AC MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST – VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST | | | | | |
| | Relazione Geotecnica Generale (Compresa Sismica) | COMMESSA IN10 | LOTTO 10 | CODIFICA D 26 GE | DOCUMENTO GE0000 001 | REV. A |

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico generale l'area di progetto si inserisce nell'ambito dell'Alta Pianura Veronese posta tra le propaggini lessinee e la linea delle risorgive. L'intero territorio della Provincia di Verona è infatti schematizzabile in tre differenti contesti geomorfologici e geolitologici di seguito descritti:

- a) Settore collinare – montuoso. Quest'area del territorio veronese è caratterizzata dai Monti Lessini, costituiti da un tavolato roccioso prevalentemente calcareo che, proteso verso la pianura degrada progressivamente fino ad immergere sotto i depositi alluvionali dell'Alta Pianura. Formato da una successione di rocce di età compresa fra il Mesozoico ed il Cenozoico, l'altopiano lessineo appare inciso longitudinalmente da una serie di valli ad orientamento circa Nord – Sud, confluenti nell'Alta Pianura dell'Adige.
- b) b-c) Pianura alluvionale del fiume Adige. L'evoluzione geomorfologica e geologica della pianura veronese è legata principalmente all'interferenza fra il Fiume Adige, le variazioni climatiche che si sono succedute durante il Quaternario e le conseguenti variazioni di portata del corso d'acqua a carattere fluvioglaciale. L'alternanza di fasi di espansione e di ritiro del ghiacciaio che occupava il Lago di Garda e la Val d'Adige, con le conseguenti variazioni del flusso idrico e del trasporto solido, hanno determinato la costruzione dello spesso materasso alluvionale che viene denominato Antica Conoide dell'Adige, che si estende, con forma a ventaglio, dallo sbocco della Val d'Adige fino a Legnago. Fra la parte apicale del conoide, caratterizzata da granulometrie prevalentemente grossolane (Alta Pianura), e la parte più distale del conoide stesso (Media e Bassa Pianura) si determina una progressiva diminuzione granulometrica dei depositi

Sotto l'aspetto geolitologico, l'Alta Pianura Veronese deriva dall'accumulo di grandi quantitativi di materiali granulari (ghiaie, ciottoli, sabbie e limi) la cui successione stratigrafica riflette le variazioni climatiche e, con esse, la capacità di trasporto della rete idrografica. Nel Quaternario, infatti, lo scioglimento delle coltri glaciali atesine, dovuto all'incremento di temperatura post-glaciale, potenziò enormemente la capacità di trasporto della rete idrografica, permettendo così l'accumulo di ingenti quantità di sedimenti prevalentemente grossolani. Come già accennato in precedenza, l'eterogeneità granulometrica dei depositi è da mettere in relazione con le variazioni del regime idrico nel tempo: la deposizione di ciottoli e ghiaie è espressione di momenti ad alta energia, mentre quella di sabbie e limi di momenti a bassa energia. La successione di episodi erosivi e deposizionali è all'origine della formazione dei terrazzi fluviali che caratterizzano l'intorno dell'area in studio.

Le caratteristiche delle unità geologiche presenti nell'area sono intimamente legate agli elementi geomorfologici riconosciuti in superficie e, complessivamente, sono il prodotto dei processi deposizionali ed erosivi attuatisi tra le fasi finali del Pleistocene e l'Attuale, ossia negli ultimi 150.000 anni circa.

Come si evince esaminando la Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 49 - Verona, Figura 3-1 1 il sottosuolo dell'area di studio è costituito da sedimenti alluvionali fluvioglaciali e fluviali depositi dall'antico Fiume Adige al termine del percorso montano.

Più a sud dell'area di interesse, nell'ambito della media e bassa pianura, le ampie conoidi ghiaiose dell'Adige si intercalano con depositi sabbiosi, limosi e argillosi dando luogo alla "fascia delle risorgive".

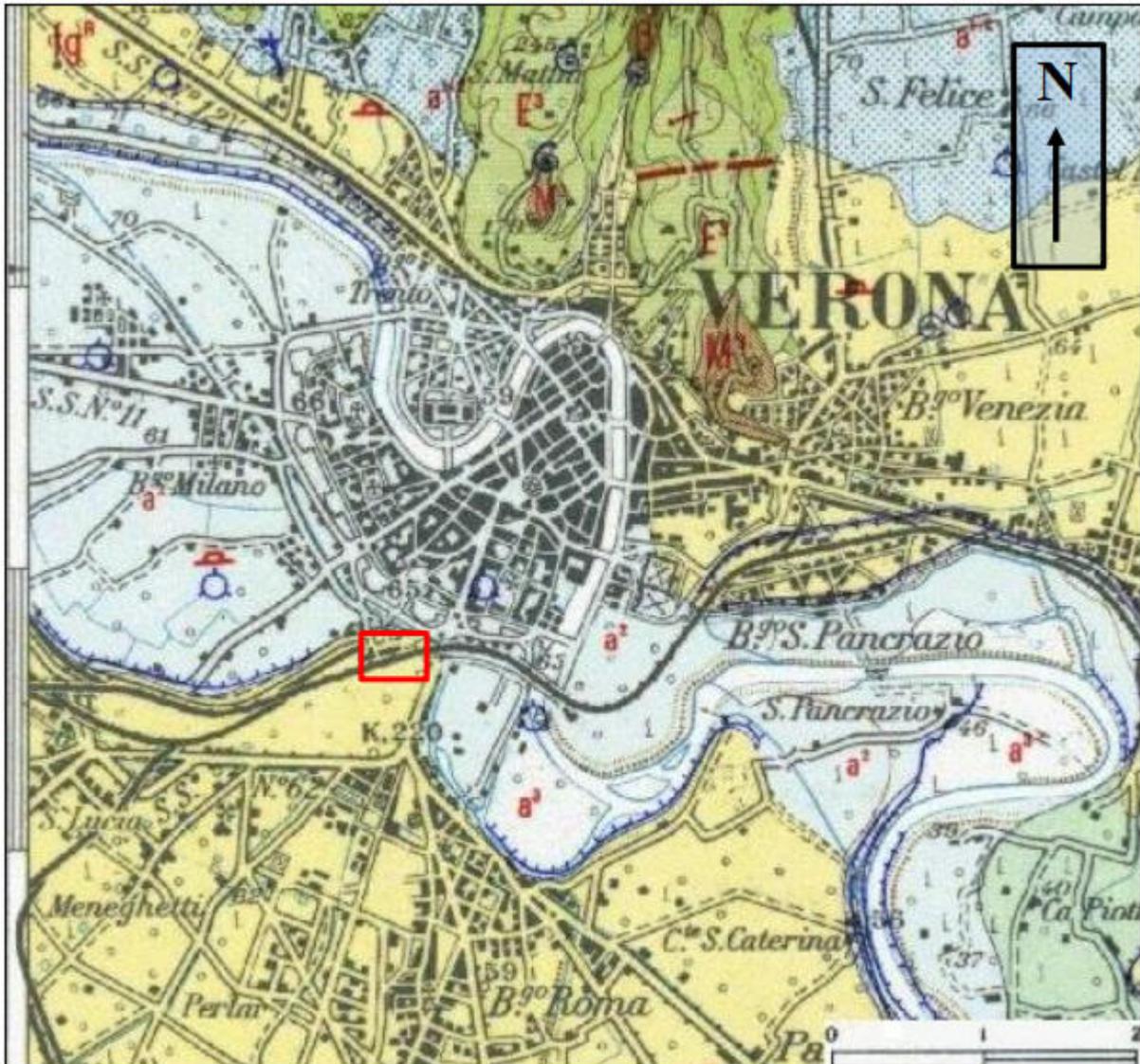


Figura 3-1- Stralcio della Carta Geologica d'Italia, Foglio 49 "Verona", scala 1:100000, ISPRA. In rosso è evidenziata l'area di intervento. Stralcio non in scala

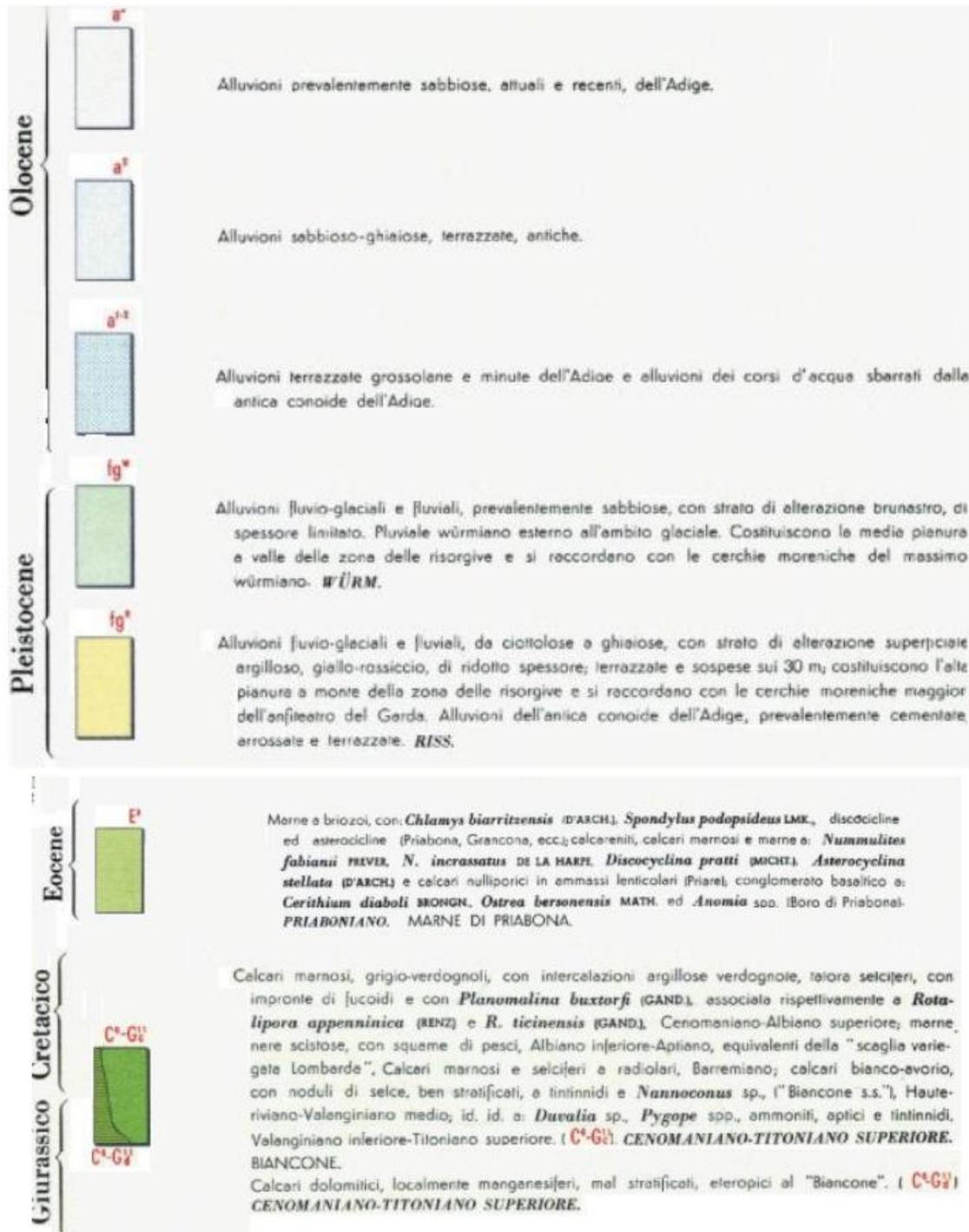


Figura 3-2- Legenda della Carta Geologica d'Italia, Foglio 49 "Verona", scala 1:100000, ISPRA.

3.1 Assetto stratigrafico

L'assetto stratigrafico di dettaglio dell'area di progetto è stato determinato, oltre che da fonti bibliografiche, a partire dai risultati forniti dalla campagna d'indagine in sito effettuata nel maggio 2019 a supporto della presente progettazione.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|
|  | LINEA AV/AC MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST – VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST | | | | | |
| | Relazione Geotecnica Generale (Compresa Sismica) | COMMESSA IN10 | LOTTO 10 | CODIFICA D 26 GE | DOCUMENTO GE0000 001 | REV. A |

In particolare, a corredo del presente studio è stata redatta una carta geologica dell'area in scala 1:2.000 ed un profilo geologico (elaborato IN0V00D69NZGE0001001A) dell'area della centralizzazione delle cabine IS di Verona Porta Nuova con predisposizione degli impianti di gestione della circolazione per la prevista penetrazione della linea AV/AC.

Dal punto di vista geologico l'opera si colloca, come già descritto nel paragrafo precedente, nell'ambito geologico del Bacino Padano.

Di seguito vengono descritte le unità cartografate nella Carta Geologica d'Italia, Foglio 49 "Verona" (Figura 3-1), in scala 1: 100.000, dai termini più antichi ai più recenti:

- C6-Gc11 - "Biancone": Questa serie, di potenza variabile compresa tra 80 e 150 metri, presenta dal basso in alto una successione abbastanza costante di facies caratteristiche, che hanno in comune la finezza della grana ed il colore generalmente chiaro, biancastro
 - a) Alla base, su uno spessore di 1-2 metri e senza limite netto col sottostante Rosso Ammonitico, si incontrano calcari compatti a gran finissima, di color bianco avorio con leccature argillose verdastre, in strati di 20-30 cm;
 - b) Calcari bianchi a gran a finissima, fittamente stratificati, con noduli di selce bruna, grigia o nera e con rare microfaune a Tintinnidi e a Nannoconus del Valanginiano – Hauteriviano.
 - c) Calcari marnosi e siliciferi grigio verdognoli, a Radiolari, con intercalazioni marnose via via più frequenti verso l'alto.
 - d) Marne scistose nerastre a squame di Pesci, con scarse microfaune dell'Aptiano-Albiano inferiore.
 - e) Calcari marnosi grigio chiari a macchie cineree, con rari noduli di selce nera e con ricche microfaune dell'Albiano e del Cenomaniano.

A rigore, il nome di "Biancone" dovrebbe spettare soltanto ai primi due termini, infracretacei, della serie ora descritta (a-b); mentre quelli più elevati, mediocretacei, sono stati da taluni Autori distinti nell'area situata ad occidente del Foglio Verona ed indicati con il nome di "Scaglia Variegata". Uquest'ultima sfuma gradualmente nella formazione sottostante e da essa non è stata separata cartograficamente.

- E3 – "Marne di Priabona": La località classica di affioramento di questa serie è Priabona situata nei Lessini orientali. Si deve far subito presente che sia nei Lessini come nei Colli Berici occidentali i termini della serie presentano spesso una grande variabilità di facies in senso orizzontale. In generale i termini che compongono la formazione sono i seguenti.

Alla base si trova conglomerato trasgressivo, con ciottoli basaltici, ricco di fossili è il cosiddetto orizzonte a "Cerithium diaboli". Lo spessore va dai 3 ai 5 metri. Sul versante orientale del colle de la Granella presso Priabona, nei Lessini orientali, sopra il conglomerato giacciono degli strati marnoso-sabbiosi della potenza complessiva di 6-7 metri con associazione macrofaunistica analoga al livello sottostante. Vi sono associati piccoli Foraminiferi tra cui Miliolidi.

Segue un complesso di calcareniti, calcari marnosi e marne giallastre e grigiastre più o meno compatte e argillose. Nei Colli Berici (Priare) verso la parte alta della serie si incontrano degli ammassi calcarei lenticolari biancastri, privi di stratificazione o in grosse bancate, costituiti essenzialmente da Melobesie associate ad alcuni Nummuliti.

La forma lenticolare delle masse calcaree e le relazioni stratigrafiche con i sedimenti calcareo-marnosi circostanti in cui si trovano immerse fanno pensare all'esistenza di condizioni paleogeografiche in cui

potevano formarsi piccoli biostromi o banchi sottomarini ad intensa attività biologica algale. La potenza totale di detto complessivo va dai 50 ai 60 metri.

La formazione termina con le marne a Briozoi. Questo livello è ben rappresentato a Priabona e soprattutto nei Colli Berici.

- fg^R – “Diluvium medio”: alluvioni fluvio-glaciali e fluviali da ciottolose a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore; terrazzate e sospese sui 30 m; costituiscono l'alta pianura a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda. Alluvioni dell'antica conoide dell'Adige, prevalentemente cementate e terrazzate. RISS.
- fg^w – “Diluvium recente e tardivo “: alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, prevalentemente sabbiose, con strato di alterazione brunastro, di spessore limitato. Pluviale wurmiano esterno all'ambito glaciale. Costituiscono la media pianura a valle della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche del massimo wurmiano. WURM.
- fgw – “Diluvium recente e tardivo “: alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, prevalentemente sabbiose, con strato di alterazione brunastro, di spessore limitato. Pluviale wurmiano esterno all'ambito glaciale. Costituiscono la media pianura a valle della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche del massimo wurmiano. WURM.
- a¹⁻² – “Alluvium antico”: alluvioni terrazzate grossolane e minute dell'Adige e alluvioni dei corsi d'acqua sbarrati dalla antica conoide dell'Adige.
- a² – “Alluvium antico e recente”: alluvioni sabbioso ghiaiose, terrazzate, antiche.
- a¹ – “Alluvium recente ed attuale”: alluvioni prevalentemente sabbiose, attuale e recenti, dell'Adige.

Alla luce di quanto finora descritto, in riferimento alla Figura 4-1, l'area oggetto di questo studio ricade interamente nell'area appartenente al Bacino Padano e le unità maggiormente rappresentate sono quelle quaternarie di “Diluvium medio”, fg^R, e di “Alluvium antico e recente”, a². L'area non è interessata direttamente da attività tettonica. I due sondaggi eseguiti a supporto della progettazione (BH01 e BH02, paragrafo 8), posizionati a circa 300 m di distanza l'uno dall'altro in direzione NE-SO, hanno evidenziato la presenza di materiale ghiaioso-sabbioso sino a 19 e 22 m da p.c., seguito da materiale più spiccatamente sabbioso con intercalazioni limoso-argillose sino alla massima profondità investigata di 30 m da p.c..

La classificazione geotecnica di dettaglio è definita nel capitolo 4, al quale si rimanda per tutti i dettagli.

In Figura 3-8 si riporta la legenda geologica, per una migliore lettura del profilo geologico.

Per i dettagli squisitamente geologici si rimanda alla relazione Geologica del Progetto Preliminare (IN0910R69RGGE0001001A).

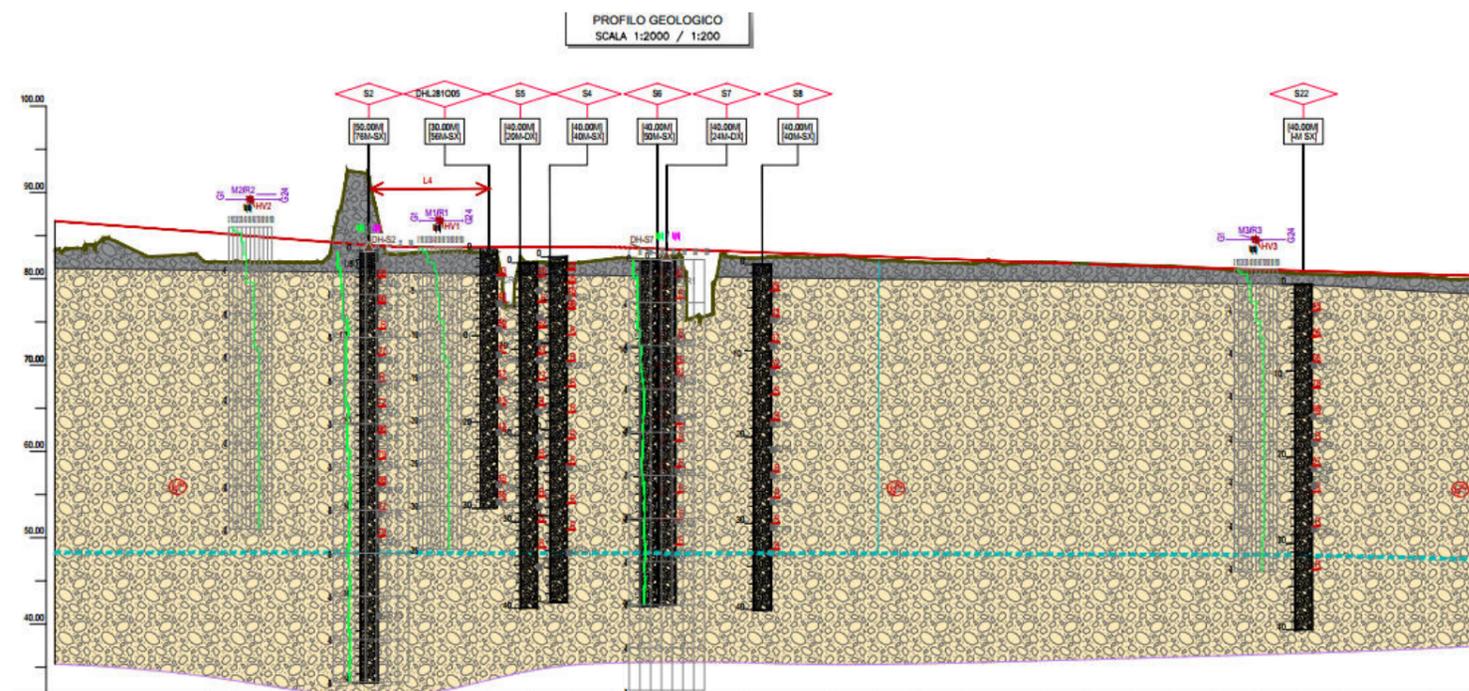


Figura 3-3- Profilo geologico da km 150+780 a 152+250

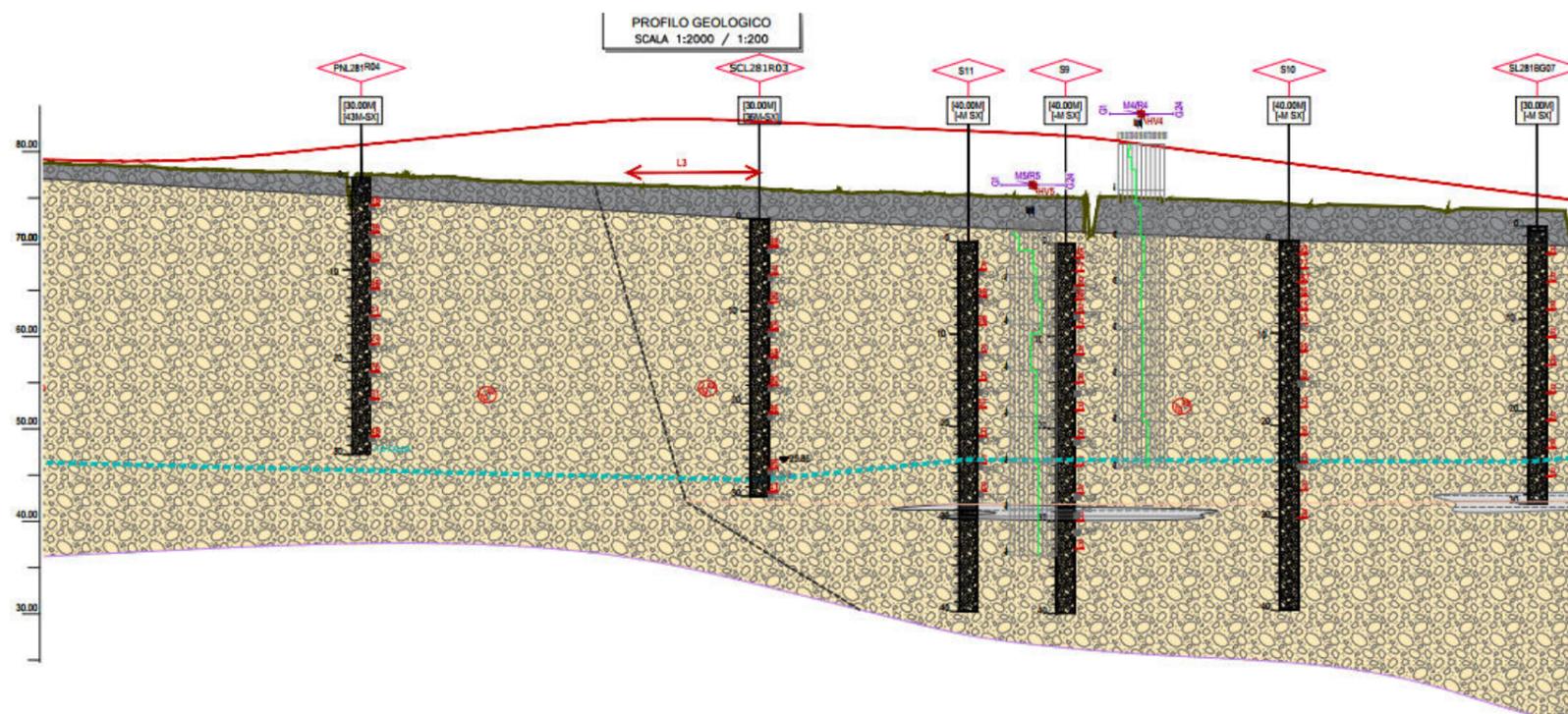


Figura 3-4- Profilo geologico da km 152+250 a 153+900

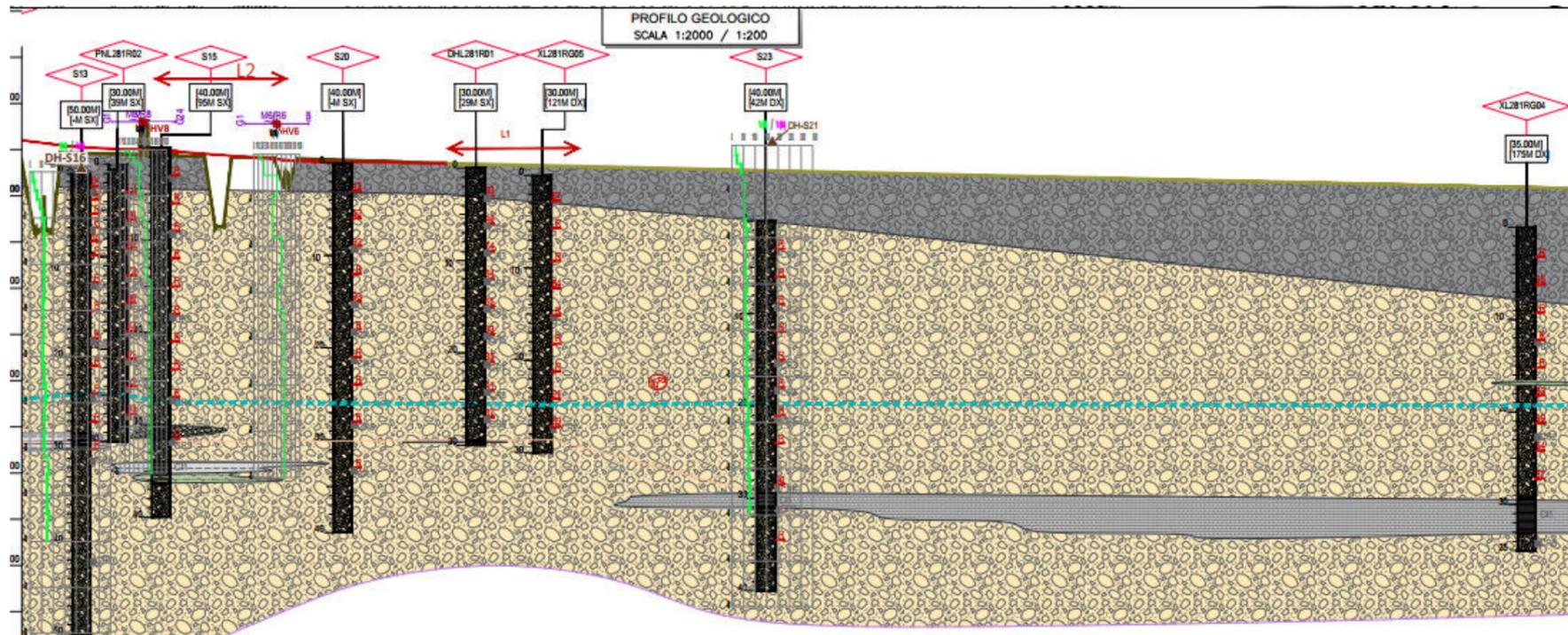


Figura 3-5- Profilo geologico da km 153+900 a 155+500

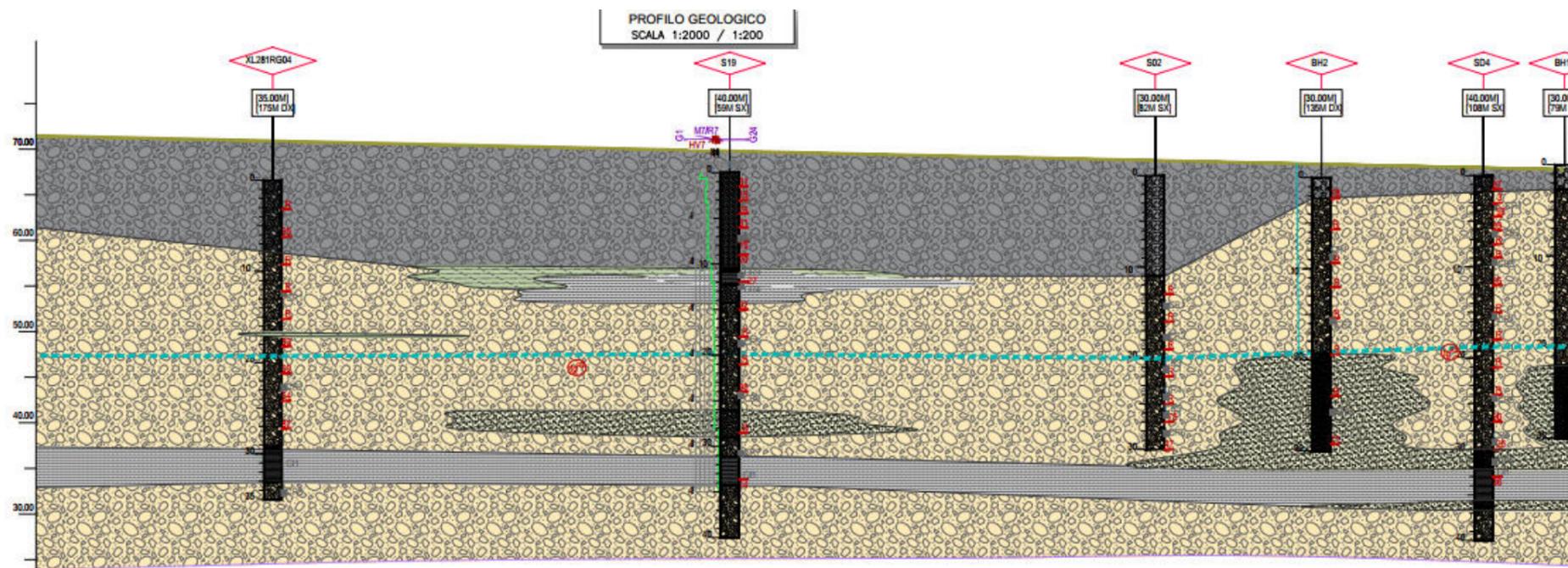


Figura 3-6- Profilo geologico da km 155+500 a 156+500

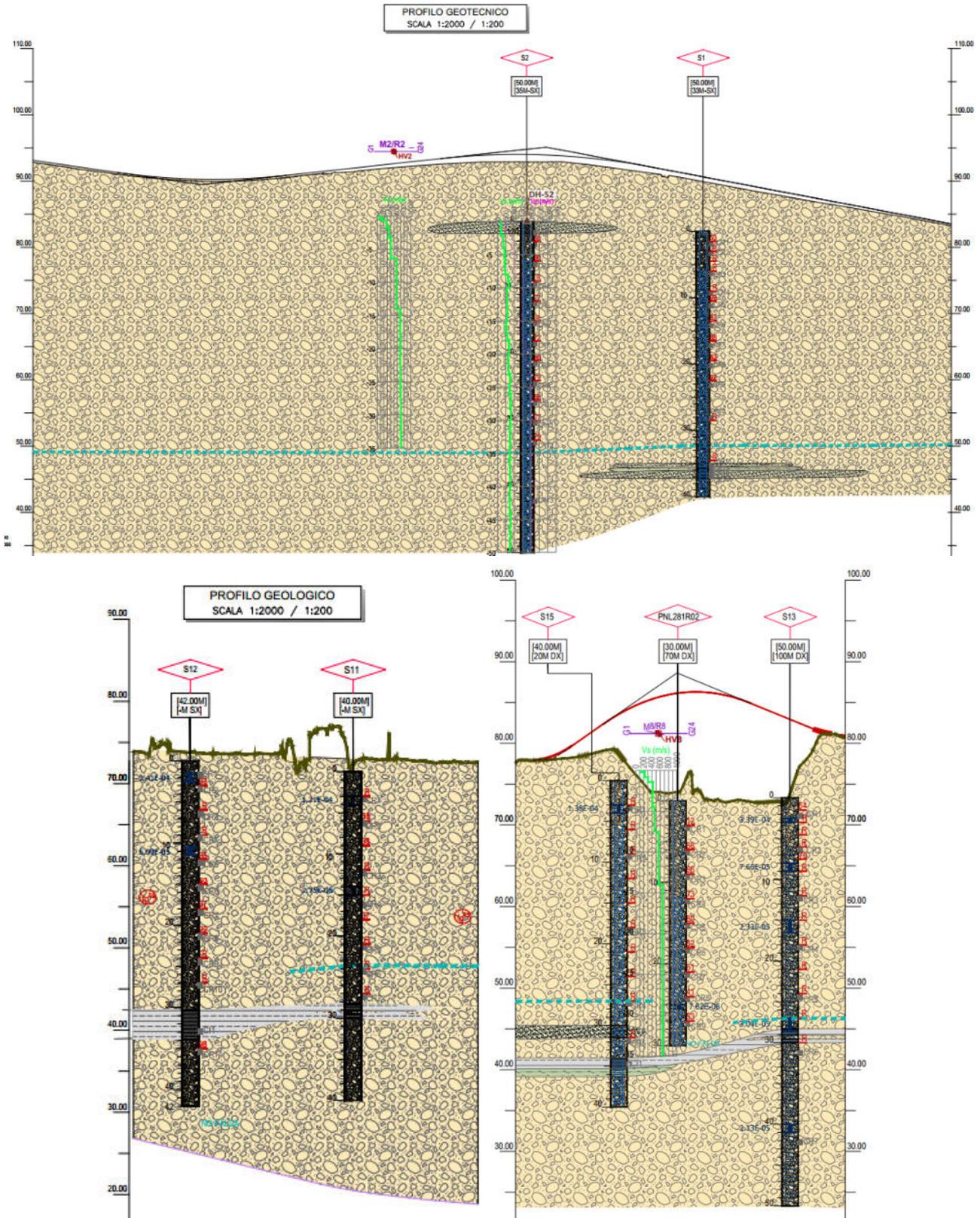


Figura 3-7- Profilo geologico del Brennero, Via Carnia e Via Fenillon

| | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| Relazione Geotecnica Generale (Compresa Sismica) | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IN10 | 10 | D 26 GE | GE0000 001 | A | 16 di 76 |

LEGENDA CARTA GEOLOGICA

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI E FLUVIALI DELL'ADIGE

-  Alluvioni antiche prevalentemente ghiaiose, terrazzate - a2g
-  Alluvioni antiche prevalentemente sabbiose, terrazzate - a2s
-  Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, ghiaiose, con terreno argilloso rossastro di alterazione superficiale. Terrazzate e sospese sui 25 metri, si raccordano con le cerchie più interne del morenico Riss - fg^{R3}. RISS RECENTE
-  Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore. Terrazzate, sospese sui 30 metri, costituiscono l'alta pianura, generalmente a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda - fg^{R2}. RISS

LEGENDA PROFILO GEOLOGICO

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI E FLUVIALI DELL'ADIGE

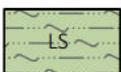
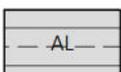
| UNITA' GEOLOGICA | DESCRIZIONE | UNITA' GEOTECNICA |
|---|--|--------------------------------------|
|  | Materiale rimaneggiato e/o di riporto antropico, costituito da ghiaia poligenica arrotondata, da fine a grossa (diam max 6 cm), sabbiosa e debolmente limosa di colore nocciola e marrone. Localmente la porzione sabbiosa aumenta e può diventare talora prevalente. Si rinvencono localmente pezzi di cotto e laterizi sparsi, pavimentazione e sottofondo stradale. | Depositi antropici |
|  | Ghiaia poligenica, eterometrica, da angolare ad arrotondata (diam max 5-6 cm), con sabbia o in matrice sabbiosa e debolmente limosa di colore avana e nocciola con ciottoli sparsi (diam max >10 cm). Localmente la porzione sabbiosa aumenta e può diventare talora prevalente | fg ^{R3} fg ^{R2} |
|  | Sabbia eterometrica, localmente con ghiaia poligenica, eterometrica, da sub-angolare a sub-arrotondata (diam max 5 cm) di colore marrone chiaro, generalmente moderatamente addensata di colore nocciola e grigio con sfumature nerastre | fg ^{R3} |
|  | Limo sabbioso di colore avana e nocciola. Localmente sono presenti livelli da centimetrici a decimetrici con ghiaia poligenica, eterometrica, da sub-arrotondata ad arrotondata (diam. max 6 cm). | fg ^{R3} |
|  | Argilla limosa e debolmente limosa, da mediamente consistente a consistente, marrone scuro e nerastra. | fg ^{R3} |

Figura 3-8-Legenda geologia

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|
|  ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA AV/AC MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST – VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST | | | | | |
| | Relazione Geotecnica Generale (Compresa Sismica) | COMMESSA IN10 | LOTTO 10 | CODIFICA D 26 GE | DOCUMENTO GE0000 001 | REV. A |

3.2 Campagna di indagini per l'elaborazione del Progetto Definitivo

Nel presente capitolo viene fornita la sintesi delle indagini in sito e di laboratorio effettuate.

In particolare, le campagne di indagine condotte sono:

- Campagna di indagine geognostica 1998 condotta tra luglio e agosto 1998 per caratterizzare l'area interessata dagli interventi urbanistici del nodo ferroviario di Verona.
- Nel 2003 è stata effettuata la campagna di indagini geognostiche per la progettazione preliminare del Nodo Ferroviario AV/AC di Verona.
- Nel periodo maggio-giugno 2014, su incarico di Italferr Spa, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche per la progettazione preliminare, sulla Linea Brescia Verona, del Nodo AV/VC di Verona: Ingresso Ovest. Il rilievo è consistito nell'esecuzione di 5 carotaggio in continuo.
- Ad agosto 2016 sono state eseguite 5 indagini geognostiche per la progettazione preliminare del Nodo di Verona - ingresso est. Nell'ambito di questa indagine sono stati eseguiti carotaggi continui, pozzi downhole, prove Lefranc e lavori di laboratorio.
- Indagini geognostiche, di cui due indagini geognostiche nell'area RFI della stazione di VERONA PORTA NUOVA, sono state eseguite nel 2019 da Italferr. Nell'ambito di questo progetto sono state eseguite prove di permeabilità SPT e Lefranc, installazione di piezometri a tubo aperto e prove MASW.
- Sono state effettuate indagini diagnostiche 2020 per la modellazione fisica del fiume Adige a Verona, nell'ambito del Nodo Verona PP - Entrata Est.

Indagini in sito

Di seguito si riportano i dettagli sulla campagna di indagini geognostiche effettuate ed inserite nella presente analisi.

La stratigrafia dell'area interessata dal progetto è stata definita sulla base dei dati ottenuti da 29 sondaggi. La sintesi dei dati di rilievo è riportata nella Tabella 3-1.

Tabella 3-1-Elenco sondaggi considerati nell'analisi

| SONDAGGIO | ANNO ESECUZIONE | TIPO | LUNGHEZZA |
|------------------|--------------------|------------|-----------|
| S2 | 2020 | CAROTAGGIO | 50 |
| DHL281O05 | 2014 | CAROTAGGIO | 30 |
| S5 | 2020 | CAROTAGGIO | 40 |
| S4 | 2020 | CAROTAGGIO | 40 |
| S6 | 2020 | CAROTAGGIO | 40 |
| S7 | 2020 | CAROTAGGIO | 40 |
| S8 | 2020 | CAROTAGGIO | 40 |
| S22 | 2020 | CAROTAGGIO | 40 |
| PNL281R04 | 2014 | CAROTAGGIO | 30 |
| SCL281R03 | 2014 | CAROTAGGIO | 30 |
| S11 | 2020 | CAROTAGGIO | 40 |
| S9 | 2020 | CAROTAGGIO | 40 |
| S10 | 2020 | CAROTAGGIO | 40 |

| SONDAGGIO | ANNO ESECUZIONE | TIPO | LUNGHEZZA |
|------------------|----------------------------|-------------|------------------|
| SL281BG07 | 1998 | CAROTAGGIO | 30 |
| S13 | 2021 | CAROTAGGIO | 50 |
| PNL281R02 | 2014 | CAROTAGGIO | 30 |
| S15 | 2021 | CAROTAGGIO | 40 |
| S20 | 2020-2021 | CAROTAGGIO | 40 |
| DHL281R01 | 2014 | CAROTAGGIO | 30 |
| XL281RG05 | 2003 | CAROTAGGIO | 30 |
| S23 | 2020-2021 | CAROTAGGIO | 40 |
| XL281RG04 | 2003 | CAROTAGGIO | 35 |
| S19 | 2021 | CAROTAGGIO | 40 |
| S02 | 2016 | CAROTAGGIO | 30 |
| BH2 | 2019 | CAROTAGGIO | 30 |
| SD4 | 2020-2021 | CAROTAGGIO | 40 |
| BH1 | 2019 | CAROTAGGIO | 30 |
| S12 | 2020-2021 | CAROTAGGIO | 42 |

Nelle Figura 3-9, Figura 3-10 Figura 3-11 e Figura 3-12 è indicata l'ubicazione planimetrica dei sondaggi.

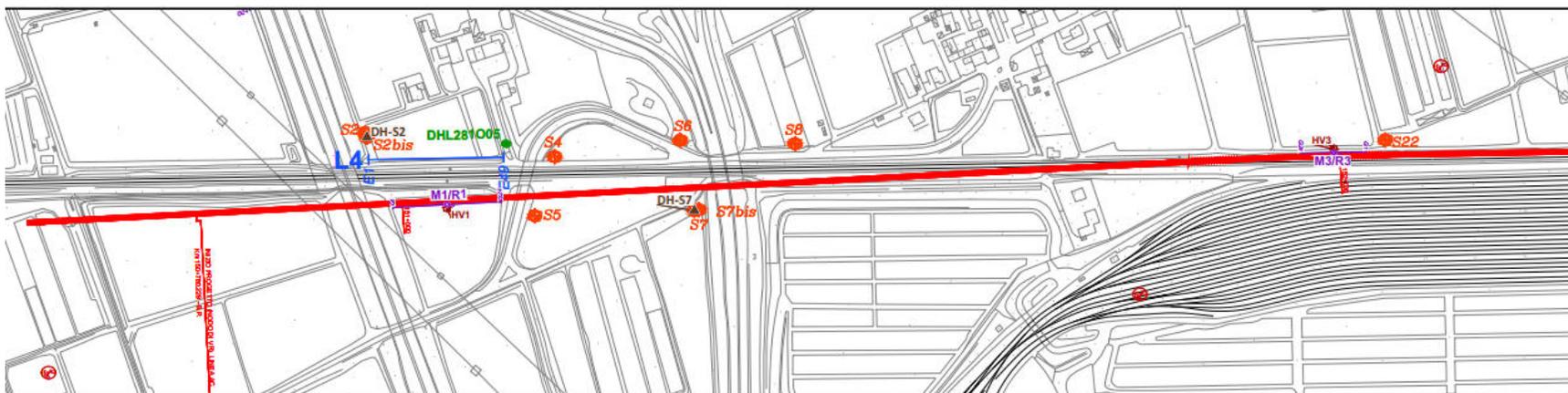


Figura 3-9-Posizione planimetrica sondaggi – Tratto pk 150+780, 152+250



Figura 3-10- Posizione planimetrica sondaggi – Tratto pk 152+250 ÷ 153+900

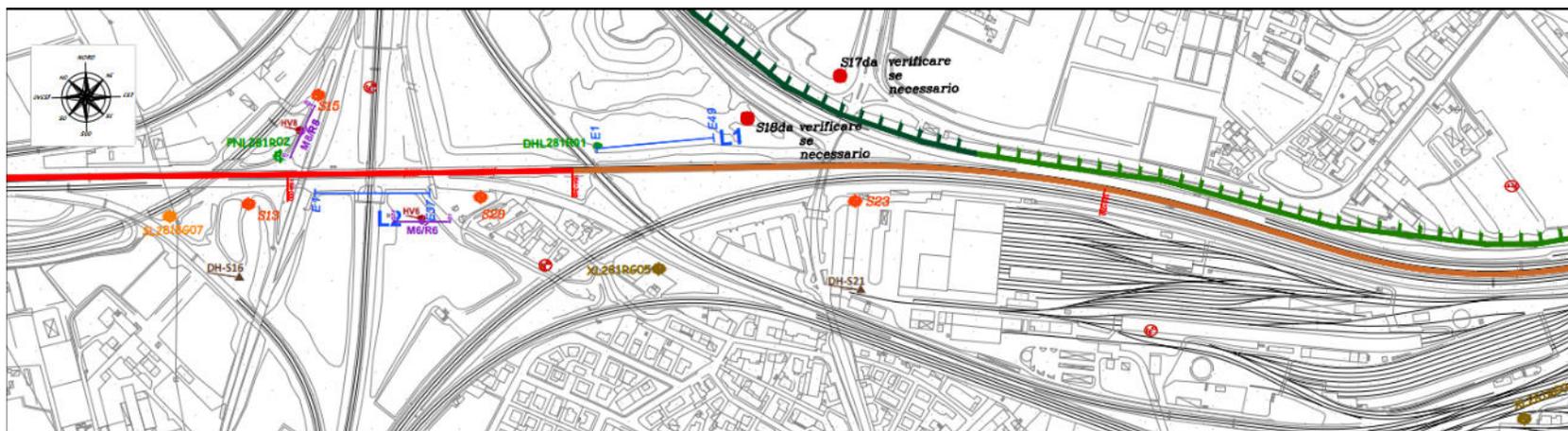


Figura 3-11- Posizione planimetrica sondaggi – Tratto pk 153+900 ÷ 155+500



Figura 3-12- Posizione planimetrica sondaggi – Tratto pk 155+500 ÷ 156+500

In Tabella 3-2 le attività eseguite nei fori di sondaggio:

Tabella 3-2-Prove e prelievi eseguiti

| SONDAGGIO | N. SPT | N. GRANULOMETRIE | N. prove Lefranc | Prove Down Hole | N. campioni ind. | N. campioni riman. |
|-----------|--------|------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| S2 | 11 | 6 | 3 | 1 | - | 13 |
| DHL281O05 | 9 | 9 | - | - | - | 9 |
| S5 | 10 | 5 | 3 | - | - | 11 |
| S4 | 10 | 3 | 4 | - | - | 4 |
| S6 | 12 | 3 | 3 | - | - | 9 |
| S7 | 11 | 2 | 3 | 1 | - | 7 |
| S8 | 10 | 4 | 4 | - | - | 10 |
| S22 | 10 | 4 | 3 | - | - | 7 |
| PNL281R04 | 9 | 9 | - | - | - | 8 |
| SCL281R03 | 9 | 9 | - | - | - | 9 |
| S11 | 9 | 4 | 2 | - | - | 7 |
| S9 | 14 | 6 | 3 | - | - | 9 |
| S10 | 13 | 3 | 4 | - | - | - |
| SL281BG07 | 9 | - | - | - | - | - |
| S13 | 13 | - | 5 | - | - | 7 |
| PNL281R02 | 9 | 9 | - | - | - | 9 |
| S15 | 10 | 1 | 1 | - | 1 | 3 |
| S20 | 10 | 4 | 3 | - | - | 7 |
| DHL281R01 | 9 | 9 | - | - | - | 9 |
| XL281RG05 | 9 | - | - | - | - | 2 |
| S23 | 10 | 3 | - | - | 1 | 7 |
| XL281RG04 | 9 | - | - | - | - | 3 |
| S19 | 13 | 5 | - | - | 1 | 7 |
| S02 | 7 | 6 | - | - | - | 6 |
| BH2 | 8 | 3 | - | - | - | 3 |
| SD4 | 14 | - | - | - | 1 | 7 |
| BH1 | 7 | 3 | - | - | - | 3 |
| S12 | 4 | 2 | - | - | 1 | 11 |

Prove down-hole

Le prove down-hole sono state eseguite nei pozzi S2, S7, S16 e S21. Di seguito i risultati e la determinazione dei moduli iniziali (Tabella 3-3).

Tabella 3-3-Risultati prove down-hole

| Prof | Prova | V _P | V _S | G ₀ | E ₀ |
|----------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| [m p.c.] | | [m/s] | [m/s] | [Mpa] | [Mpa] |
| 2,00 | DH-S2 | 463 | 205 | 73 | 200 |
| 8,00 | DH-S2 | 1093 | 447 | 3700 | 1000 |
| 10,00 | DH-S2 | 1596 | 683 | 880 | 2400 |
| 15,00 | DH-S2 | 1423 | 567 | 610 | 1700 |
| 30,00 | DH-S2 | 2098 | 781 | 1200 | 3500 |
| 2,00 | DH-S7 | 457 | 203 | 72 | 200 |
| 10,00 | DH-S7 | 1213 | 478 | 430 | 1200 |
| 15,00 | DH-S7 | 1585 | 648 | 790 | 2200 |

| Prof | Prova | V_P | V_S | G₀ | E₀ |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| [m p.c.] | | [m/s] | [m/s] | [Mpa] | [Mpa] |
| 25,00 | DH-S7 | 1593 | 586 | 670 | 1900 |
| 30,00 | DH-S7 | 1901 | 717 | 1100 | 3000 |
| 40,00 | DH-S7 | 1923 | 704 | 1000 | 2900 |
| 5,00 | DH-S16 | 1511 | 532 | 520 | 1500 |
| 31,00 | DH-S16 | 1815 | 647 | 810 | 2300 |
| 40,00 | DH-S16 | 2245 | 753 | 1200 | 3300 |
| 2,00 | DH-S21 | 471 | 209 | 76 | 210 |
| 10,00 | DH-S21 | 1564 | 648 | 790 | 2200 |
| 30,00 | DH-S21 | 1872 | 720 | 1000 | 2800 |
| 40,00 | DH-S21 | 2223 | 781 | 1200 | 3600 |

Prove MASW

I test MASW sono stati eseguiti in 8 punti. Di seguito i risultati e la determinazione dei moduli iniziali.

Tabella 3-4- Risultati MASW

| Prof | Prova | V_s | G₀ | E₀ |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| [m p.c.] | | [m/s] | [Mpa] | [Mpa] |
| 2.00 | M1/R1 | 301 | 166 | 377 |
| 5.00 | M1/R1 | 431 | 372 | 846 |
| 8.00 | M1/R1 | 475 | 463 | 1053 |
| 13.00 | M1/R1 | 450 | 410 | 933 |
| 35.00 | M1/R1 | 428 | 367 | 833 |
| 3.20 | M2/R2 | 406 | 325 | 738 |
| 6.50 | M2/R2 | 578 | 721 | 1638 |
| 14.00 | M2/R2 | 700 | 1109 | 2520 |
| 35.00 | M2/R2 | 704 | 1123 | 2553 |
| 3.70 | M3/R3 | 274 | 134 | 305 |
| 6.00 | M3/R3 | 600 | 784 | 1782 |
| 8.00 | M3/R3 | 680 | 1039 | 2361 |
| 35.00 | M3/R3 | 645 | 922 | 2097 |
| 3.00 | M4/R4 | 375 | 272 | 619 |
| 6.50 | M4/R4 | 478 | 470 | 1068 |
| 30.00 | M4/R4 | 635 | 891 | 2024 |
| 2.00 | M5/R5 | 500 | 520 | 1182 |
| 11.00 | M5/R5 | 672 | 1012 | 2299 |
| 15.00 | M5/R5 | 567 | 690 | 1569 |
| 2.20 | M6/R6 | 500 | 520 | 1182 |
| 9.00 | M6/R6 | 600 | 784 | 1782 |
| 17.00 | M6/R6 | 650 | 939 | 2133 |
| 9.50 | M7/R7 | 350 | 233 | 530 |
| 28.00 | M7/R7 | 509 | 541 | 1231 |
| 1.50 | M8/R8 | 425 | 361 | 820 |
| 7.50 | M8/R8 | 558 | 666 | 1513 |
| 14.00 | M8/R8 | 655 | 955 | 2170 |

Misure piezometriche

La posizione della falda, in tutti i sondaggi effettuati, è stata riscontrata come assente o a profondità generalmente superiori ai 19 m da p.c. La sintesi è riportata in Tabella 3-5.

Tabella 3-5-Livello della falda lungo il tracciato

| PK | Sondaggio | Falda da p.c. [m] |
|------------|-----------|----------------------|
| 150+955,00 | S2 | 35.00 |
| 151+104,00 | DHL281O05 | ASSENTE |
| 151+150,00 | S5 | 33.60 |
| 151+185,00 | S4 | 34.30 |
| 151+290,00 | S6 | 33.80 |
| 151+310,00 | S7 | 34.00 |
| 151+421,00 | S8 | 33.20 |
| 152+050,00 | S22 | 31.30 |
| 152+584,00 | PNL281R04 | ASSENTE |
| 153+014,00 | SCL281R03 | 30.00 |
| 153+240,00 | S11 | 23.50 |
| 153+345,00 | S9 | 23.40 |
| 153+587,00 | S10 | 23.80 |
| 153+855,00 | SL281BG07 | 25.20 |
| 153+950,00 | S13 | 24.00 |
| 153+991,00 | PNL281R02 | 24.90 |
| 153+039,00 | S15 | 27.50 |
| 154+236,00 | S20 | 26.00 |
| 154+378,00 | DHL281R01 | 25.50 |
| 154+452,00 | XL281RG05 | 24.70 |
| 154+695,00 | S23 | 19.70 |
| 155+520,00 | XL281RG04 | 19.20 |
| 156+022,00 | S19 | 19.80 |
| 156+490,00 | S02 | 19.90 |
| 156+672,00 | BH2 | 19.10 |
| 156+850,00 | SD4 | 18.70 |
| 156+938,00 | BH1 | 20.00 |
| VIA CARNIA | S12 | ASSENTE |

Prove Lefranc

Sono state eseguite prove Lefranc a carico costante per definire il valore più probabile della permeabilità del sito.

Nella tabella seguente è riportato il dettaglio dei valori desunti.

| Sondaggio | PK | Prof [m p.c.] | kh [m/s] | UG |
|-----------|------------|------------------|-------------|------------------|
| S2 | 150+965,00 | 2,00 | 3,09E-04 | fg ^{R2} |
| S2 | 150+965,00 | 7,00 | 5,77E-05 | fg ^{R2} |
| S2 | 150+965,00 | 15,00 | 2,08E-04 | fg ^{R2} |
| S2 | 150+965,00 | 31,00 | 1,24E-04 | fg ^{R2} |
| S5 | 151+150,00 | 2,50 | 2,74E-04 | fg ^{R2} |
| S5 | 151+150,00 | 13,00 | 3,23E-05 | fg ^{R2} |
| S5 | 151+150,00 | 31,00 | 1,43E-05 | fg ^{R2} |
| S6 | 151+290,00 | 2,50 | 9,39E-05 | fg ^{R2} |
| S6 | 151+290,00 | 10,00 | 3,27E-04 | fg ^{R2} |
| S6 | 151+290,00 | 16,00 | 3,64E-04 | fg ^{R2} |

| Sondaggio | PK | Prof [m p.c.] | kh [m/s] | UG |
|-----------|------------|------------------|-------------|------------------|
| S8 | 151+421,00 | 4,00 | 3,06E-05 | fg ^{R2} |
| S8 | 151+421,00 | 5,50 | 2,21E-04 | fg ^{R2} |
| S8 | 151+421,00 | 16,50 | 1,74E-05 | fg ^{R2} |
| S11 | 153+014,00 | 4,00 | 1,21E-04 | fg ^{R3} |
| S11 | 153+014,00 | 15,00 | 2,57E-05 | fg ^{R3} |
| S20 | 154+236,00 | 2,00 | 5,03E-04 | fg ^{R3} |
| S20 | 154+236,00 | 10,00 | 5,33E-04 | fg ^{R3} |
| S20 | 154+236,00 | 22,00 | 2,08E-05 | fg ^{R3} |
| S22 | 152+050,00 | 3,00 | 1,41E-04 | fg ^{R3} |
| S22 | 152+050,00 | 13,00 | 3,66E-05 | fg ^{R3} |

Nella Figura 3-13 è possibile vedere la variazione aggregata dei dati di permeabilità con la profondità, con permeabilità decrescenti di un ordine di grandezza con la profondità.

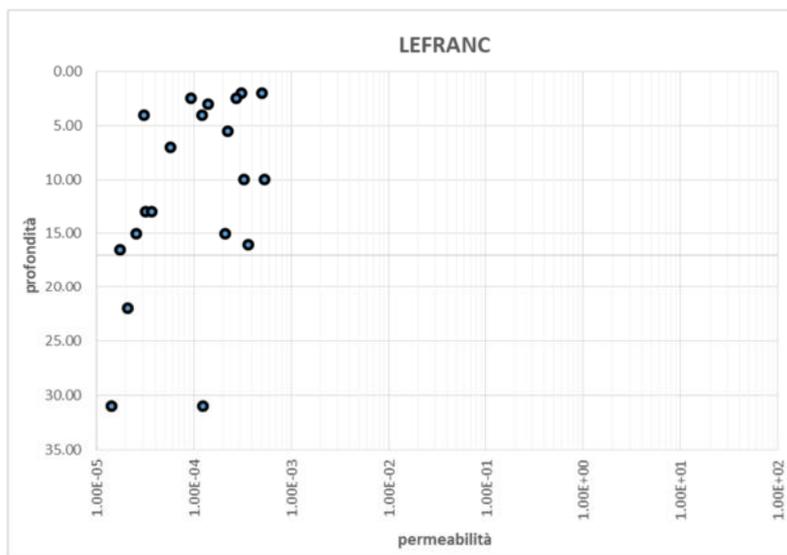


Figura 3-13-Andamento della permeabilità rispetto alla profondità.

Nella Figura 3-14 è possibile vedere l'andamento rispetto alla traccia progressiva.

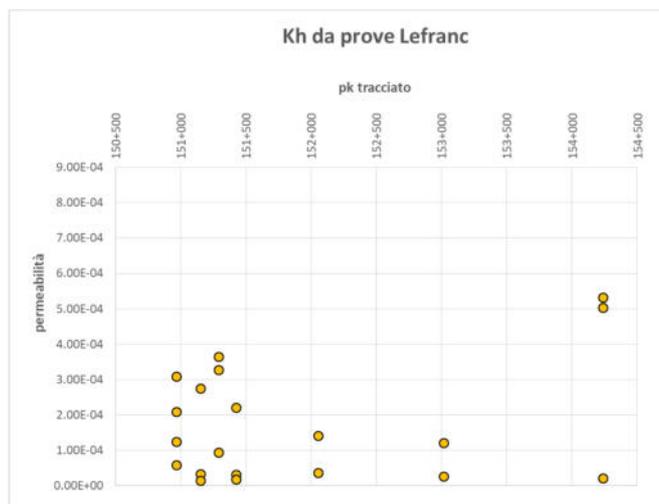


Figura 3-14-Andamento della permeabilità rispetto alla progressiva di tracciato.

Indagini di laboratorio

PROVE DI TAGLIO DIRETTO

Tabella 3-6-Prove di taglio diretto

| SONDAGGIO | Prof. | UNITA' | Camp. | c' [kPa] | ϕ' [°] |
|-----------|-------|------------------|-------|-------------|----------------|
| S11 | 28,65 | fg ^{R2} | CR8 | 12.6 | 20.8 |
| S9 | 29,20 | fg ^{R2} | CR8 | 1.2 | 27.4 |
| S20 | 3,20 | fg ^{R2} | CR1 | 12.2 | 38.6 |
| S20 | 18,20 | fg ^{R2} | CR4 | 13.2 | 38.9 |

PROVA TRIASSIALE CIU

Tabella 3-7-Prove triassiali

| SONDAGGIO | Prof. | UNITA' | Camp. | c' [kPa] | ϕ' [°] |
|-----------|-------|----------------------|-------|-------------|----------------|
| S9 | 29,2 | fg ^{R3} -AL | CI1 | 69 | |
| S23 | 30,00 | fg ^{R3} -AL | CI1 | 12 | 23.1 |
| S19 | 12,2 | fg ^{R3} -LS | CI1 | 24 | 24.3 |

PESO DI VOLUME e CONTENUTO D'ACQUA

Le analisi dirette del peso di volume sono state eseguite solo per i limi (MH,ML), che peraltro risultano poco rappresentativi dell'unità geotecnica prevalente. Si riportano qui a solo scopo informativo.

Tabella 3-8-Pesi di volume e contenuto d'acqua Volume weights and water content

| Sondaggio | γ_{dry} [kN/m ³] | γ_n [kN/m ³] | W [%] |
|------------|--|------------------------------------|----------|
| S11 | 14,5 | 18,9 | 29,96 |
| S9 | 15,1 | 19,4 | 28,41 |
| S15 | 19,4 | 15,9 | 22,16 |
| S23 | 19,7 | 15,6 | 26,32 |
| S19 | 20,0 | 16,4 | 22,10 |
| S19 | 19,9 | 15,7 | 27,26 |
| S12 | 20,2 | 15,9 | 26,74 |

ANALISI GRANULOMETRICHE

Sono state eseguite 81 analisi della dimensione delle particelle. I risultati hanno mostrato, come si evince chiaramente dalla tabella, che il materiale preso in esame rientra essenzialmente nella categoria delle sabbie ghiaioso-sabbiose e ghiaiose, con percentuali di argilla + limo non superiori al 25%, salvo casi statisticamente irrilevanti. Le uniche eccezioni sono i campioni S9, S11, S23, S19, che sono indubbiamente classificabili come limi. I risultati della distribuzione della dimensione delle particelle sono forniti nella Tabella 3-9.

Tabella 3-9-Risultati prove di composizione granulometrica

| SONDAGGIO | prof. mt. | GHIAIA % | SABBIA % | LIMO % | L+A % | ARGILLA % | SONDAGGIO | prof. mt. | GHIAIA % | SABBIA % | LIMO % | L+A % | ARGILLA % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|----------|--------------|------------|-----------|-------------|-------------|-----------|----------|--------------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----------|----|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----------|----|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-----|-------|-------|------|-------|------|------|-----|-----------|----|-------|-------|
| S2 | 1,5 | 55,1 | 42,16 | / | 2,74 | / | S15 | 34,5 | 0,04 | 19,39 | 41,22 | 80,57 | 39,35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1,9 | | | | | | | 35 | | | | | | S2 | 6,2 | 30,79 | 48,12 | 14,24 | 21,08 | 6,84 | S20 | 3,2 | 41,12 | 43,70 | 10,99 | 15,18 | 4,19 | 6,6 | 3,6 | S2 | 12,2 | 48,73 | 38,94 | 7,46 | 12,33 | 4,87 | S20 | 9,1 | 38,66 | 42,73 | 12,73 | 18,61 | 5,88 | 12,6 | 9,5 | S2 | 18,2 | 50,41 | 38,21 | 6,8 | 11,38 | 4,58 | S20 | 15,1 | 42,00 | 41,59 | 10,31 | 16,41 | 6,10 | 18,6 | 15,5 | S2 | 27,2 | 53,07 | 35,87 | 7,31 | 11,05 | 3,74 | S20 | 18,2 | 38,47 | 46,35 | 8,25 | 15,19 | 6,93 | 27,6 | 18,6 | S2 | 33,2 | 32,42 | 46,2 | 11,66 | 21,38 | 9,72 | S23 | 3,2 | 45,82 | 43,01 | 6,03 | 11,17 | 5,14 | 33,6 | 3,6 | S5 | 1,6 | 67,43 | 24,75 | / | 7,83 | / | S23 | 9,2 | 52,89 | 40,06 | / | 7,05 | / | 2 | 9,6 | S5 | 3 | 55,77 | 31,93 | 7,08 | 12,3 | 5,22 | S23 | 30 | 0,00 | 7,43 | 65,55 | 92,57 | 27,02 | 3,4 | 30,45 | S5 | 9 | 67,55 | 28,03 | / | 4,41 | / | S19 | 3,2 | 61,25 | 27,21 | 7,47 | 11,53 | 4,06 | 9,4 | 3,6 | S5 | 17 | 33,85 | 42,17 |
| S2 | 6,2 | 30,79 | 48,12 | 14,24 | 21,08 | 6,84 | S20 | 3,2 | 41,12 | 43,70 | 10,99 | 15,18 | 4,19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6,6 | | | | | | | 3,6 | | | | | | S2 | 12,2 | 48,73 | 38,94 | 7,46 | 12,33 | 4,87 | S20 | 9,1 | 38,66 | 42,73 | 12,73 | 18,61 | 5,88 | 12,6 | 9,5 | S2 | 18,2 | 50,41 | 38,21 | 6,8 | 11,38 | 4,58 | S20 | 15,1 | 42,00 | 41,59 | 10,31 | 16,41 | 6,10 | 18,6 | 15,5 | S2 | 27,2 | 53,07 | 35,87 | 7,31 | 11,05 | 3,74 | S20 | 18,2 | 38,47 | 46,35 | 8,25 | 15,19 | 6,93 | 27,6 | 18,6 | S2 | 33,2 | 32,42 | 46,2 | 11,66 | 21,38 | 9,72 | S23 | 3,2 | 45,82 | 43,01 | 6,03 | 11,17 | 5,14 | 33,6 | 3,6 | S5 | 1,6 | 67,43 | 24,75 | / | 7,83 | / | S23 | 9,2 | 52,89 | 40,06 | / | 7,05 | / | 2 | 9,6 | S5 | 3 | 55,77 | 31,93 | 7,08 | 12,3 | 5,22 | S23 | 30 | 0,00 | 7,43 | 65,55 | 92,57 | 27,02 | 3,4 | 30,45 | S5 | 9 | 67,55 | 28,03 | / | 4,41 | / | S19 | 3,2 | 61,25 | 27,21 | 7,47 | 11,53 | 4,06 | 9,4 | 3,6 | S5 | 17 | 33,85 | 42,17 | 13,47 | 23,98 | 10,51 | S19 | 7 | 47,81 | 37,46 | 8,84 | 14,73 | 5,90 | 17,4 | 7,4 | | | | |
| S2 | 12,2 | 48,73 | 38,94 | 7,46 | 12,33 | 4,87 | S20 | 9,1 | 38,66 | 42,73 | 12,73 | 18,61 | 5,88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12,6 | | | | | | | 9,5 | | | | | | S2 | 18,2 | 50,41 | 38,21 | 6,8 | 11,38 | 4,58 | S20 | 15,1 | 42,00 | 41,59 | 10,31 | 16,41 | 6,10 | 18,6 | 15,5 | S2 | 27,2 | 53,07 | 35,87 | 7,31 | 11,05 | 3,74 | S20 | 18,2 | 38,47 | 46,35 | 8,25 | 15,19 | 6,93 | 27,6 | 18,6 | S2 | 33,2 | 32,42 | 46,2 | 11,66 | 21,38 | 9,72 | S23 | 3,2 | 45,82 | 43,01 | 6,03 | 11,17 | 5,14 | 33,6 | 3,6 | S5 | 1,6 | 67,43 | 24,75 | / | 7,83 | / | S23 | 9,2 | 52,89 | 40,06 | / | 7,05 | / | 2 | 9,6 | S5 | 3 | 55,77 | 31,93 | 7,08 | 12,3 | 5,22 | S23 | 30 | 0,00 | 7,43 | 65,55 | 92,57 | 27,02 | 3,4 | 30,45 | S5 | 9 | 67,55 | 28,03 | / | 4,41 | / | S19 | 3,2 | 61,25 | 27,21 | 7,47 | 11,53 | 4,06 | 9,4 | 3,6 | S5 | 17 | 33,85 | 42,17 | 13,47 | 23,98 | 10,51 | S19 | 7 | 47,81 | 37,46 | 8,84 | 14,73 | 5,90 | 17,4 | 7,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S2 | 18,2 | 50,41 | 38,21 | 6,8 | 11,38 | 4,58 | S20 | 15,1 | 42,00 | 41,59 | 10,31 | 16,41 | 6,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 18,6 | | | | | | | 15,5 | | | | | | S2 | 27,2 | 53,07 | 35,87 | 7,31 | 11,05 | 3,74 | S20 | 18,2 | 38,47 | 46,35 | 8,25 | 15,19 | 6,93 | 27,6 | 18,6 | S2 | 33,2 | 32,42 | 46,2 | 11,66 | 21,38 | 9,72 | S23 | 3,2 | 45,82 | 43,01 | 6,03 | 11,17 | 5,14 | 33,6 | 3,6 | S5 | 1,6 | 67,43 | 24,75 | / | 7,83 | / | S23 | 9,2 | 52,89 | 40,06 | / | 7,05 | / | 2 | 9,6 | S5 | 3 | 55,77 | 31,93 | 7,08 | 12,3 | 5,22 | S23 | 30 | 0,00 | 7,43 | 65,55 | 92,57 | 27,02 | 3,4 | 30,45 | S5 | 9 | 67,55 | 28,03 | / | 4,41 | / | S19 | 3,2 | 61,25 | 27,21 | 7,47 | 11,53 | 4,06 | 9,4 | 3,6 | S5 | 17 | 33,85 | 42,17 | 13,47 | 23,98 | 10,51 | S19 | 7 | 47,81 | 37,46 | 8,84 | 14,73 | 5,90 | 17,4 | 7,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S2 | 27,2 | 53,07 | 35,87 | 7,31 | 11,05 | 3,74 | S20 | 18,2 | 38,47 | 46,35 | 8,25 | 15,19 | 6,93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27,6 | | | | | | | 18,6 | | | | | | S2 | 33,2 | 32,42 | 46,2 | 11,66 | 21,38 | 9,72 | S23 | 3,2 | 45,82 | 43,01 | 6,03 | 11,17 | 5,14 | 33,6 | 3,6 | S5 | 1,6 | 67,43 | 24,75 | / | 7,83 | / | S23 | 9,2 | 52,89 | 40,06 | / | 7,05 | / | 2 | 9,6 | S5 | 3 | 55,77 | 31,93 | 7,08 | 12,3 | 5,22 | S23 | 30 | 0,00 | 7,43 | 65,55 | 92,57 | 27,02 | 3,4 | 30,45 | S5 | 9 | 67,55 | 28,03 | / | 4,41 | / | S19 | 3,2 | 61,25 | 27,21 | 7,47 | 11,53 | 4,06 | 9,4 | 3,6 | S5 | 17 | 33,85 | 42,17 | 13,47 | 23,98 | 10,51 | S19 | 7 | 47,81 | 37,46 | 8,84 | 14,73 | 5,90 | 17,4 | 7,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S2 | 33,2 | 32,42 | 46,2 | 11,66 | 21,38 | 9,72 | S23 | 3,2 | 45,82 | 43,01 | 6,03 | 11,17 | 5,14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 33,6 | | | | | | | 3,6 | | | | | | S5 | 1,6 | 67,43 | 24,75 | / | 7,83 | / | S23 | 9,2 | 52,89 | 40,06 | / | 7,05 | / | 2 | 9,6 | S5 | 3 | 55,77 | 31,93 | 7,08 | 12,3 | 5,22 | S23 | 30 | 0,00 | 7,43 | 65,55 | 92,57 | 27,02 | 3,4 | 30,45 | S5 | 9 | 67,55 | 28,03 | / | 4,41 | / | S19 | 3,2 | 61,25 | 27,21 | 7,47 | 11,53 | 4,06 | 9,4 | 3,6 | S5 | 17 | 33,85 | 42,17 | 13,47 | 23,98 | 10,51 | S19 | 7 | 47,81 | 37,46 | 8,84 | 14,73 | 5,90 | 17,4 | 7,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S5 | 1,6 | 67,43 | 24,75 | / | 7,83 | / | S23 | 9,2 | 52,89 | 40,06 | / | 7,05 | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | 9,6 | | | | | | S5 | 3 | 55,77 | 31,93 | 7,08 | 12,3 | 5,22 | S23 | 30 | 0,00 | 7,43 | 65,55 | 92,57 | 27,02 | 3,4 | 30,45 | S5 | 9 | 67,55 | 28,03 | / | 4,41 | / | S19 | 3,2 | 61,25 | 27,21 | 7,47 | 11,53 | 4,06 | 9,4 | 3,6 | S5 | 17 | 33,85 | 42,17 | 13,47 | 23,98 | 10,51 | S19 | 7 | 47,81 | 37,46 | 8,84 | 14,73 | 5,90 | 17,4 | 7,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S5 | 3 | 55,77 | 31,93 | 7,08 | 12,3 | 5,22 | S23 | 30 | 0,00 | 7,43 | 65,55 | 92,57 | 27,02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3,4 | | | | | | | 30,45 | | | | | | S5 | 9 | 67,55 | 28,03 | / | 4,41 | / | S19 | 3,2 | 61,25 | 27,21 | 7,47 | 11,53 | 4,06 | 9,4 | 3,6 | S5 | 17 | 33,85 | 42,17 | 13,47 | 23,98 | 10,51 | S19 | 7 | 47,81 | 37,46 | 8,84 | 14,73 | 5,90 | 17,4 | 7,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S5 | 9 | 67,55 | 28,03 | / | 4,41 | / | S19 | 3,2 | 61,25 | 27,21 | 7,47 | 11,53 | 4,06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9,4 | | | | | | | 3,6 | | | | | | S5 | 17 | 33,85 | 42,17 | 13,47 | 23,98 | 10,51 | S19 | 7 | 47,81 | 37,46 | 8,84 | 14,73 | 5,90 | 17,4 | 7,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S5 | 17 | 33,85 | 42,17 | 13,47 | 23,98 | 10,51 | S19 | 7 | 47,81 | 37,46 | 8,84 | 14,73 | 5,90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 17,4 | | | | | | | 7,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| SONDAGGIO | prof. mt. | GHIAIA % | SABBIA % | LIMO % | L+A % | ARGILLA % | SONDAGGIO | prof. mt. | GHIAIA % | SABBIA % | LIMO % | L+A % | ARGILLA % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|----------|--------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|----------|--------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|------|-------|------|-----------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|------|-------|------|-----------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|------|-------|------|-----------|----|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|------|-------|------|-----------|----|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|------|-------|------|-----------|----|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|------|-------|------|-----------|----|------|------|--|------|--|------|------|-----|------|-------|-------|------|-------|------|-----------|----|------|------|--|------|--|------|------|-----|------|-------|-------|------|-------|------|-----------|----|------|------|--|------|--|------|------|-----|-----|-------|-------|------|-------|------|-----------|----|------|------|--|------|--|-----|------|-----|-----|
| S5 | 28 | 38,21 | 42,53 | 10,75 | 19,26 | 8,51 | S19 | 11 | 8,82 | 13,97 | 56,33 | 77,21 | 20,88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 28,4 | | | | | | | 11,4 | | | | | | S4 | 4,6 | 61,42 | 30,49 | / | 8,09 | / | S19 | 12,2 | 0,28 | 34,39 | 44,1 | 65,3 | 21,27 | 5 | 12,6 | S4 | 12,1 | 37,82 | 37,07 | 15,1 | 25,11 | 10,01 | S19 | 33 | 0 | 7,82 | 37,2 | 92,2 | 54,95 | 12,5 | 33,57 | S4 | 34 | 40,4 | 47,51 | 6,52 | 12,09 | 5,57 | DHL281O05 | 3 | 58,8 | 20,4 | 6,4 | 8,3 | 1,9 | 34,4 | 3,4 | S6 | 1,7 | 67,83 | 25,11 | / | 7,05 | / | DHL281O05 | 6 | 54,4 | 32,9 | 9,9 | 12,7 | 2,8 | 2 | 6,4 | S6 | 11 | 60,12 | 30,14 | / | 9,74 | / | DHL281O05 | 9 | 69,2 | 18,4 | 8,9 | 12,4 | 3,5 | 11,4 | 9,4 | S6 | 21,2 | 60,27 | 31,56 | / | 8,16 | / | DHL281O05 | 12 | 52,6 | 33 | 11,5 | 14,4 | 2,9 | 21,6 | 12,4 | S7 | 2,1 | 69,82 | 15,85 | 10,97 | 14,34 | 3,37 | DHL281O05 | 15 | 60,6 | 28,8 | 8,4 | 10,6 | 2,2 | 2,5 | 15,4 | S7 | 9,1 | 69,04 | 22,74 | / | 8,22 | / | DHL281O05 | 18 | 59,6 | 28,1 | 9,5 | 12,3 | 2,8 | 9,5 | 18,4 | S7 | 18,1 | 42,86 | 39,64 | 10,26 | 17,49 | 7,24 | DHL281O05 | 21 | 55,3 | 32,4 | | 12,3 | | 18,5 | 21,4 | S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | 3,6 | 27,4 | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 |
| S4 | 4,6 | 61,42 | 30,49 | / | 8,09 | / | S19 | 12,2 | 0,28 | 34,39 | 44,1 | 65,3 | 21,27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | 12,6 | | | | | | S4 | 12,1 | 37,82 | 37,07 | 15,1 | 25,11 | 10,01 | S19 | 33 | 0 | 7,82 | 37,2 | 92,2 | 54,95 | 12,5 | 33,57 | S4 | 34 | 40,4 | 47,51 | 6,52 | 12,09 | 5,57 | DHL281O05 | 3 | 58,8 | 20,4 | 6,4 | 8,3 | 1,9 | 34,4 | 3,4 | S6 | 1,7 | 67,83 | 25,11 | / | 7,05 | / | DHL281O05 | 6 | 54,4 | 32,9 | 9,9 | 12,7 | 2,8 | 2 | 6,4 | S6 | 11 | 60,12 | 30,14 | / | 9,74 | / | DHL281O05 | 9 | 69,2 | 18,4 | 8,9 | 12,4 | 3,5 | 11,4 | 9,4 | S6 | 21,2 | 60,27 | 31,56 | / | 8,16 | / | DHL281O05 | 12 | 52,6 | 33 | 11,5 | 14,4 | 2,9 | 21,6 | 12,4 | S7 | 2,1 | 69,82 | 15,85 | 10,97 | 14,34 | 3,37 | DHL281O05 | 15 | 60,6 | 28,8 | 8,4 | 10,6 | 2,2 | 2,5 | 15,4 | S7 | 9,1 | 69,04 | 22,74 | / | 8,22 | / | DHL281O05 | 18 | 59,6 | 28,1 | 9,5 | 12,3 | 2,8 | 9,5 | 18,4 | S7 | 18,1 | 42,86 | 39,64 | 10,26 | 17,49 | 7,24 | DHL281O05 | 21 | 55,3 | 32,4 | | 12,3 | | 18,5 | 21,4 | S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | 3,6 | 27,4 | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | |
| S4 | 12,1 | 37,82 | 37,07 | 15,1 | 25,11 | 10,01 | S19 | 33 | 0 | 7,82 | 37,2 | 92,2 | 54,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12,5 | | | | | | | 33,57 | | | | | | S4 | 34 | 40,4 | 47,51 | 6,52 | 12,09 | 5,57 | DHL281O05 | 3 | 58,8 | 20,4 | 6,4 | 8,3 | 1,9 | 34,4 | 3,4 | S6 | 1,7 | 67,83 | 25,11 | / | 7,05 | / | DHL281O05 | 6 | 54,4 | 32,9 | 9,9 | 12,7 | 2,8 | 2 | 6,4 | S6 | 11 | 60,12 | 30,14 | / | 9,74 | / | DHL281O05 | 9 | 69,2 | 18,4 | 8,9 | 12,4 | 3,5 | 11,4 | 9,4 | S6 | 21,2 | 60,27 | 31,56 | / | 8,16 | / | DHL281O05 | 12 | 52,6 | 33 | 11,5 | 14,4 | 2,9 | 21,6 | 12,4 | S7 | 2,1 | 69,82 | 15,85 | 10,97 | 14,34 | 3,37 | DHL281O05 | 15 | 60,6 | 28,8 | 8,4 | 10,6 | 2,2 | 2,5 | 15,4 | S7 | 9,1 | 69,04 | 22,74 | / | 8,22 | / | DHL281O05 | 18 | 59,6 | 28,1 | 9,5 | 12,3 | 2,8 | 9,5 | 18,4 | S7 | 18,1 | 42,86 | 39,64 | 10,26 | 17,49 | 7,24 | DHL281O05 | 21 | 55,3 | 32,4 | | 12,3 | | 18,5 | 21,4 | S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | 3,6 | 27,4 | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S4 | 34 | 40,4 | 47,51 | 6,52 | 12,09 | 5,57 | DHL281O05 | 3 | 58,8 | 20,4 | 6,4 | 8,3 | 1,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 34,4 | | | | | | | 3,4 | | | | | | S6 | 1,7 | 67,83 | 25,11 | / | 7,05 | / | DHL281O05 | 6 | 54,4 | 32,9 | 9,9 | 12,7 | 2,8 | 2 | 6,4 | S6 | 11 | 60,12 | 30,14 | / | 9,74 | / | DHL281O05 | 9 | 69,2 | 18,4 | 8,9 | 12,4 | 3,5 | 11,4 | 9,4 | S6 | 21,2 | 60,27 | 31,56 | / | 8,16 | / | DHL281O05 | 12 | 52,6 | 33 | 11,5 | 14,4 | 2,9 | 21,6 | 12,4 | S7 | 2,1 | 69,82 | 15,85 | 10,97 | 14,34 | 3,37 | DHL281O05 | 15 | 60,6 | 28,8 | 8,4 | 10,6 | 2,2 | 2,5 | 15,4 | S7 | 9,1 | 69,04 | 22,74 | / | 8,22 | / | DHL281O05 | 18 | 59,6 | 28,1 | 9,5 | 12,3 | 2,8 | 9,5 | 18,4 | S7 | 18,1 | 42,86 | 39,64 | 10,26 | 17,49 | 7,24 | DHL281O05 | 21 | 55,3 | 32,4 | | 12,3 | | 18,5 | 21,4 | S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | 3,6 | 27,4 | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S6 | 1,7 | 67,83 | 25,11 | / | 7,05 | / | DHL281O05 | 6 | 54,4 | 32,9 | 9,9 | 12,7 | 2,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | 6,4 | | | | | | S6 | 11 | 60,12 | 30,14 | / | 9,74 | / | DHL281O05 | 9 | 69,2 | 18,4 | 8,9 | 12,4 | 3,5 | 11,4 | 9,4 | S6 | 21,2 | 60,27 | 31,56 | / | 8,16 | / | DHL281O05 | 12 | 52,6 | 33 | 11,5 | 14,4 | 2,9 | 21,6 | 12,4 | S7 | 2,1 | 69,82 | 15,85 | 10,97 | 14,34 | 3,37 | DHL281O05 | 15 | 60,6 | 28,8 | 8,4 | 10,6 | 2,2 | 2,5 | 15,4 | S7 | 9,1 | 69,04 | 22,74 | / | 8,22 | / | DHL281O05 | 18 | 59,6 | 28,1 | 9,5 | 12,3 | 2,8 | 9,5 | 18,4 | S7 | 18,1 | 42,86 | 39,64 | 10,26 | 17,49 | 7,24 | DHL281O05 | 21 | 55,3 | 32,4 | | 12,3 | | 18,5 | 21,4 | S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | 3,6 | 27,4 | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S6 | 11 | 60,12 | 30,14 | / | 9,74 | / | DHL281O05 | 9 | 69,2 | 18,4 | 8,9 | 12,4 | 3,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11,4 | | | | | | | 9,4 | | | | | | S6 | 21,2 | 60,27 | 31,56 | / | 8,16 | / | DHL281O05 | 12 | 52,6 | 33 | 11,5 | 14,4 | 2,9 | 21,6 | 12,4 | S7 | 2,1 | 69,82 | 15,85 | 10,97 | 14,34 | 3,37 | DHL281O05 | 15 | 60,6 | 28,8 | 8,4 | 10,6 | 2,2 | 2,5 | 15,4 | S7 | 9,1 | 69,04 | 22,74 | / | 8,22 | / | DHL281O05 | 18 | 59,6 | 28,1 | 9,5 | 12,3 | 2,8 | 9,5 | 18,4 | S7 | 18,1 | 42,86 | 39,64 | 10,26 | 17,49 | 7,24 | DHL281O05 | 21 | 55,3 | 32,4 | | 12,3 | | 18,5 | 21,4 | S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | 3,6 | 27,4 | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S6 | 21,2 | 60,27 | 31,56 | / | 8,16 | / | DHL281O05 | 12 | 52,6 | 33 | 11,5 | 14,4 | 2,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21,6 | | | | | | | 12,4 | | | | | | S7 | 2,1 | 69,82 | 15,85 | 10,97 | 14,34 | 3,37 | DHL281O05 | 15 | 60,6 | 28,8 | 8,4 | 10,6 | 2,2 | 2,5 | 15,4 | S7 | 9,1 | 69,04 | 22,74 | / | 8,22 | / | DHL281O05 | 18 | 59,6 | 28,1 | 9,5 | 12,3 | 2,8 | 9,5 | 18,4 | S7 | 18,1 | 42,86 | 39,64 | 10,26 | 17,49 | 7,24 | DHL281O05 | 21 | 55,3 | 32,4 | | 12,3 | | 18,5 | 21,4 | S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | 3,6 | 27,4 | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S7 | 2,1 | 69,82 | 15,85 | 10,97 | 14,34 | 3,37 | DHL281O05 | 15 | 60,6 | 28,8 | 8,4 | 10,6 | 2,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2,5 | | | | | | | 15,4 | | | | | | S7 | 9,1 | 69,04 | 22,74 | / | 8,22 | / | DHL281O05 | 18 | 59,6 | 28,1 | 9,5 | 12,3 | 2,8 | 9,5 | 18,4 | S7 | 18,1 | 42,86 | 39,64 | 10,26 | 17,49 | 7,24 | DHL281O05 | 21 | 55,3 | 32,4 | | 12,3 | | 18,5 | 21,4 | S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | 3,6 | 27,4 | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S7 | 9,1 | 69,04 | 22,74 | / | 8,22 | / | DHL281O05 | 18 | 59,6 | 28,1 | 9,5 | 12,3 | 2,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9,5 | | | | | | | 18,4 | | | | | | S7 | 18,1 | 42,86 | 39,64 | 10,26 | 17,49 | 7,24 | DHL281O05 | 21 | 55,3 | 32,4 | | 12,3 | | 18,5 | 21,4 | S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | 3,6 | 27,4 | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S7 | 18,1 | 42,86 | 39,64 | 10,26 | 17,49 | 7,24 | DHL281O05 | 21 | 55,3 | 32,4 | | 12,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 18,5 | | | | | | | 21,4 | | | | | | S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | 3,6 | 27,4 | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S8 | 3,2 | 58,95 | 33,2 | / | 7,85 | / | DHL281O05 | 27 | 65,5 | 24 | | 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3,6 | | | | | | | 27,4 | | | | | | S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | 6,6 | 29,9 | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S8 | 6,2 | 71,46 | 23,62 | / | 4,92 | / | DHL281O05 | 29,5 | 61,1 | 28,8 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6,6 | | | | | | | 29,9 | | | | | | S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | 12,6 | 3,4 | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S8 | 12,2 | 45,19 | 37,81 | 10,4 | 17 | 6,6 | PNL281R04 | 3 | 78,1 | 16,2 | 4,6 | 5,7 | 1,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12,6 | | | | | | | 3,4 | | | | | | S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | 21,6 | 6,4 | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S8 | 21,2 | 52,15 | 37,6 | 5,78 | 10,26 | 4,47 | PNL281R04 | 6 | 64,3 | 24,3 | 8,8 | 11,4 | 2,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21,6 | | | | | | | 6,4 | | | | | | S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | 3,5 | 9,4 | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S22 | 3,1 | 59,3 | 32,23 | / | 8,47 | / | PNL281R04 | 9 | 61,1 | 26,3 | 8,8 | 12,6 | 3,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3,5 | | | | | | | 9,4 | | | | | | S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | 9,5 | 12,4 | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S22 | 9,1 | 59,43 | 32,46 | / | 8,11 | / | PNL281R04 | 12 | 56,9 | 29,8 | | 10,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9,5 | | | | | | | 12,4 | | | | | | S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | 18,5 | 15,4 | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S22 | 18,1 | 64,21 | 29,71 | / | 6,08 | / | PNL281R04 | 15 | 57,1 | 33,1 | | 9,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 18,5 | | | | | | | 15,4 | | | | | | S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | 28,5 | 18,4 | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S22 | 28,1 | 48,71 | 40,94 | 6,71 | 10,35 | 3,64 | PNL281R04 | 18 | 59,3 | 31,4 | | 9,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 28,5 | | | | | | | 18,4 | | | | | | S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | 3,5 | 21,4 | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S11 | 3,1 | 61,27 | 25,75 | 6,9 | 12,98 | 6,08 | PNL281R04 | 21 | 60,4 | 28 | | 11,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3,5 | | | | | | | 21,4 | | | | | | S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S11 | 6,1 | 44,35 | 37,59 | 8,91 | 18,06 | 9,15 | PNL281R04 | 24 | 61,7 | 28,2 | | 10,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| SONDAGGIO | prof. mt. | GHIAIA % | SABBIA % | LIMO % | L+A % | ARGILLA % | SONDAGGIO | prof. mt. | GHIAIA % | SABBIA % | LIMO % | L+A % | ARGILLA % |
|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|----------|--------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|----------|--------------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| | 6,5 | | | | | | | 24,4 | | | | | |
| S11 | 16 | 60 | 29,37 | 6,52 | 10,63 | 4,12 | PNL281R04 | 27 | 32,7 | 28 | | 9,3 | |
| | 16,4 | | | | | | | 27,4 | | | | | |
| S11 | 28,65 | 0 | 4,7 | 45,28 | 95,3 | 50,02 | SCL281R03 | 3 | 63,2 | 25,5 | 7,9 | | |
| | 29 | | | | | | | 3,4 | | | | | |
| S9 | 4,6 | 66,02 | 23,42 | 5,67 | 10,56 | 4,88 | SCL281R03 | 6 | 63 | 26,8 | 7,5 | | |
| | 5 | | | | | | | 6,4 | | | | | |
| S9 | 7,6 | 62,41 | 29,35 | / | 8,25 | / | SCL281R03 | 9 | 66,7 | 23,8 | 6,9 | | |
| | 8 | | | | | | | 9,4 | | | | | |
| S9 | 12,1 | 45,08 | 43,62 | 6,17 | 11,3 | 5,13 | SCL281R03 | 12 | 71,8 | 18,2 | 7,1 | | |
| | 12,5 | | | | | | | 12,4 | | | | | |
| S9 | 21,1 | 57,1 | 32,26 | 7,32 | 10,64 | 3,32 | SCL281R03 | 15 | 56,8 | 28,3 | 12,3 | | |
| | 21,5 | | | | | | | 15,4 | | | | | |
| S9 | 29,2 | 0 | 14,1 | 42,36 | 85,91 | 43,55 | SCL281R03 | 18 | 76,5 | 17,3 | 4,5 | | |
| | 29,55 | | | | | | | 18,4 | | | | | |
| S9 | 31 | 50,76 | 37,72 | 7,24 | 11,51 | 4,27 | SCL281R03 | 21 | 75,1 | 19,4 | 5,5 | | |
| | 31,4 | | | | | | | 21,4 | | | | | |
| S10 | 3,2 | 48,88 | 36,88 | 7,95 | 14,24 | 6,29 | SCL281R03 | 27 | 82,4 | 14,8 | 2,8 | | |
| | 3,6 | | | | | | | 27,4 | | | | | |
| S10 | 9,1 | 48,56 | 38,06 | 7,74 | 13,38 | 5,64 | SCL281R03 | 29,5 | 71,8 | 24,4 | 3,8 | | |
| | 9,5 | | | | | | | 29,9 | | | | | |
| S10 | 15,2 | 52,98 | 34,8 | 7,52 | 12,22 | 4,7 | | | | | | | |
| | 15,6 | | | | | | | | | | | | |

Come si vede nella Figura 3-15, che è una semplice rappresentazione grafica della tabella 10, generalmente i campioni hanno una netta prevalenza di materiali ghiaiosi e sabbiosi.

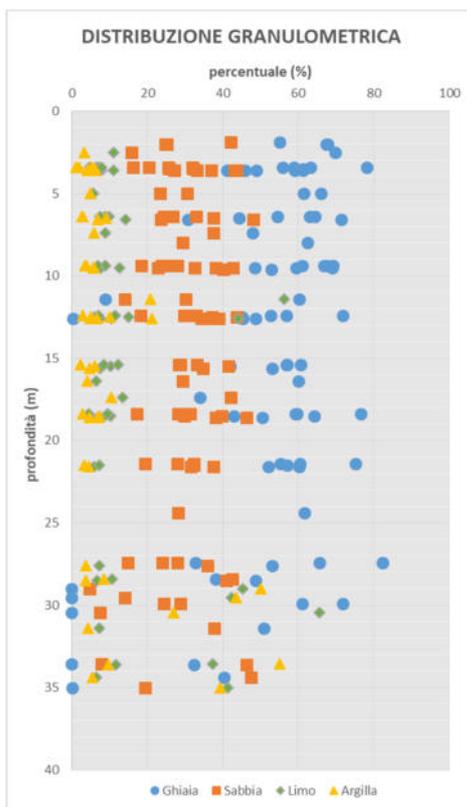
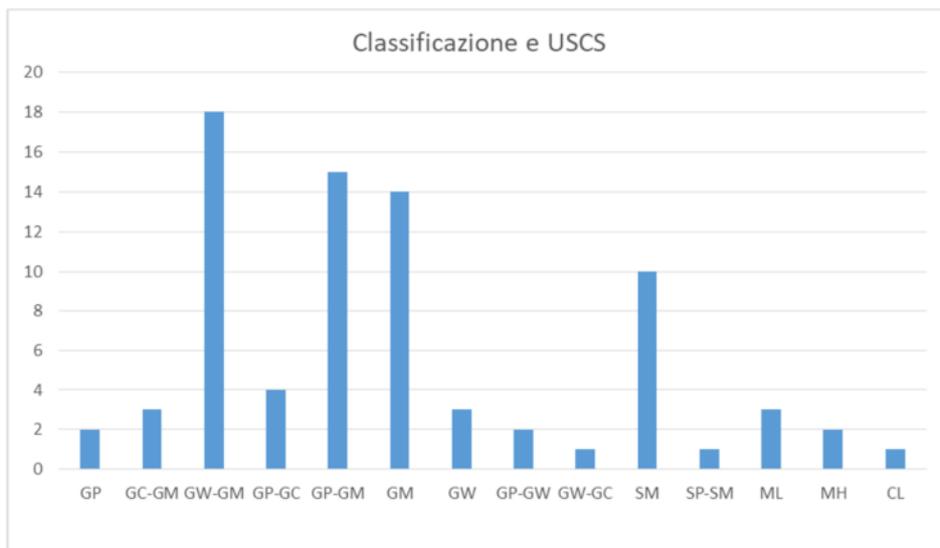


Figura 3-15-Distribuzione granulometrica materiali indagati

Il grafico di classificazione dei suoli è riportato nella Figura 3-16.



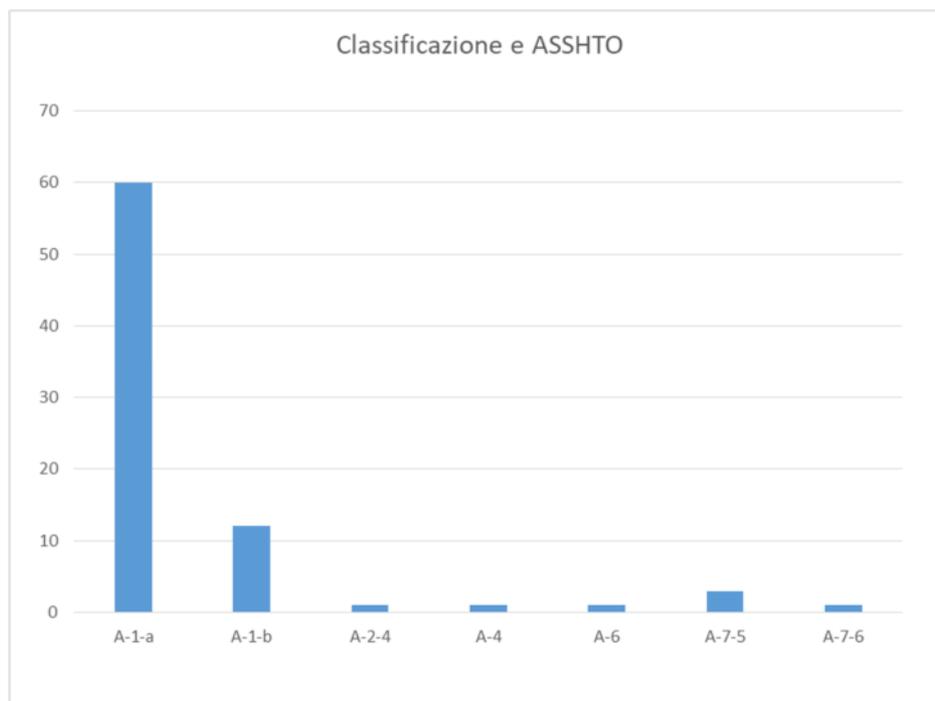


Figura 3-16-Classificazione dei materiali

Infine, nelle figure Figura 3-17÷Figura 3-38 è possibile vedere la rappresentazione grafica di tutte le granulometrie eseguite. In funzione di queste analisi verrà espresso un giudizio e fornite le indicazioni sulla iniettabilità dei terreni indagati.

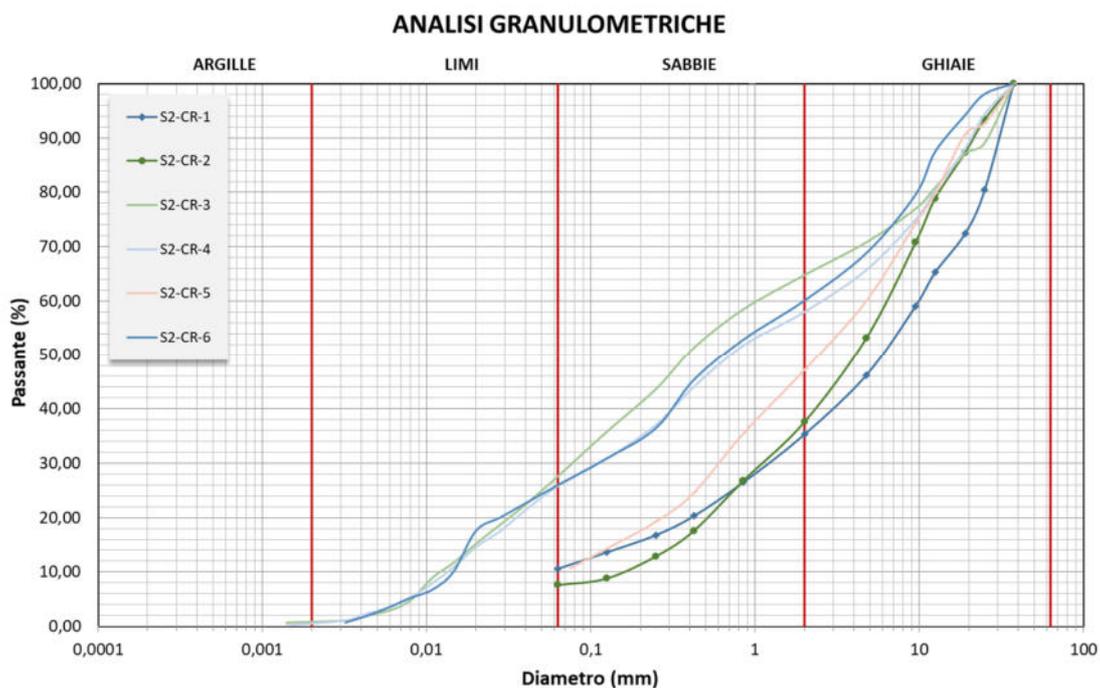


Figura 3-17-Curve granulometriche sondaggio S2

ANALISI GRANULOMETRICHE

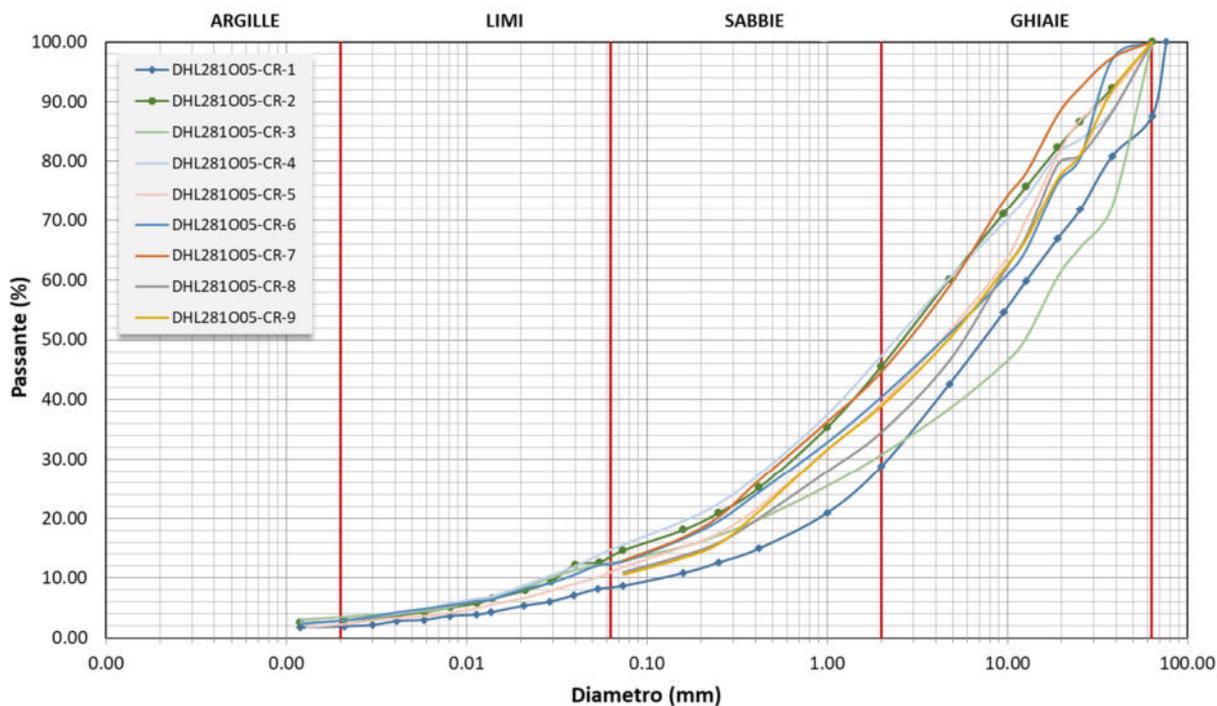


Figura 3-18-Curve granulometriche sondaggio DHL281O05

ANALISI GRANULOMETRICHE

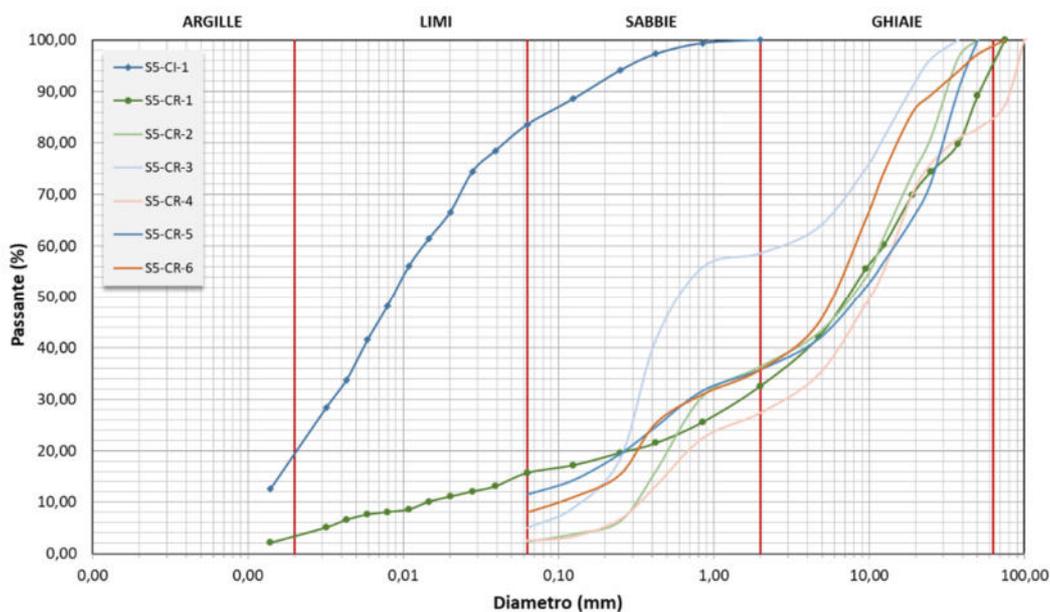


Figura 3-19-Curve granulometriche sondaggio S5

ANALISI GRANULOMETRICHE

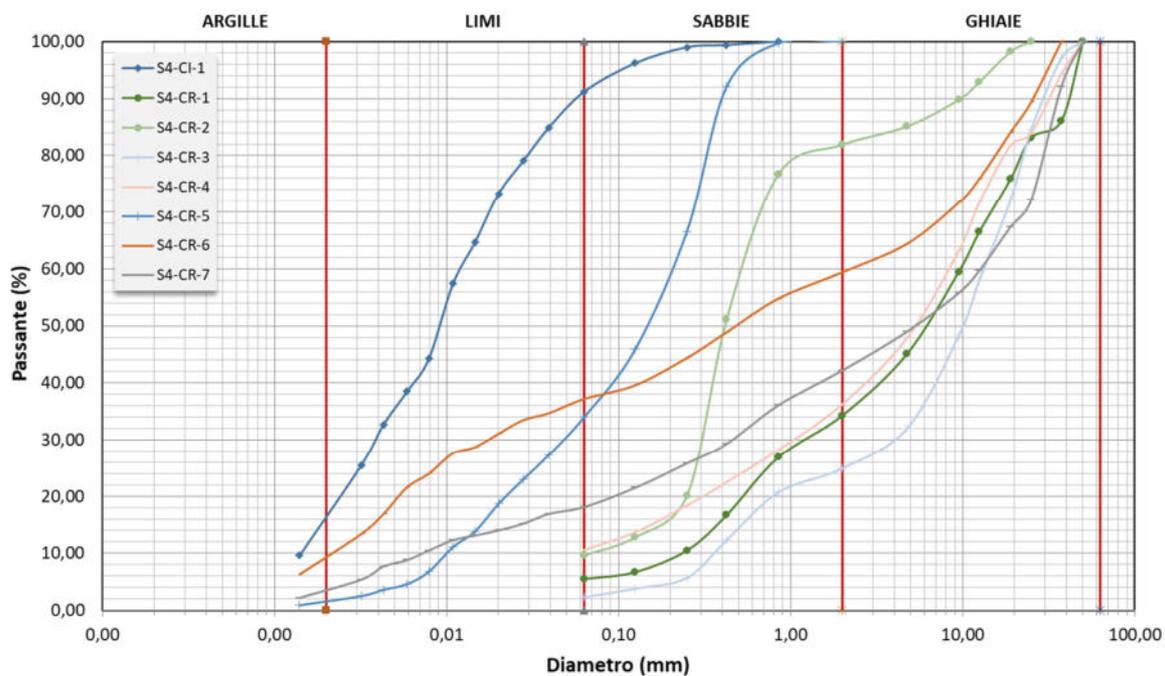


Figura 3-20-Curve granulometriche sondaggio S4

ANALISI GRANULOMETRICHE

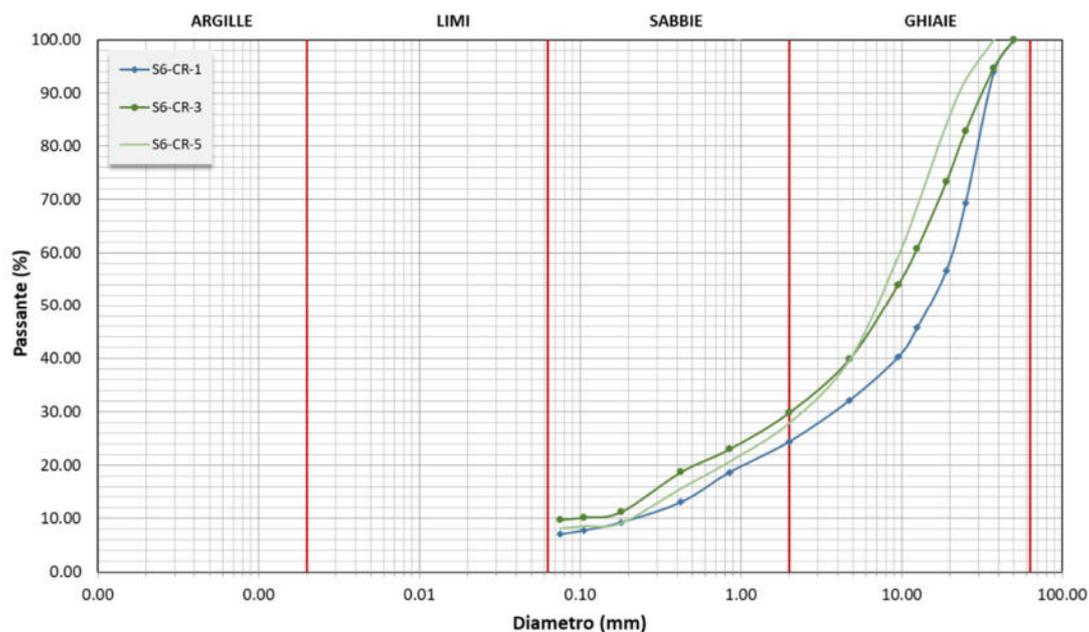


Figura 3-21-Curve granulometriche sondaggio S6

ANALISI GRANULOMETRICHE

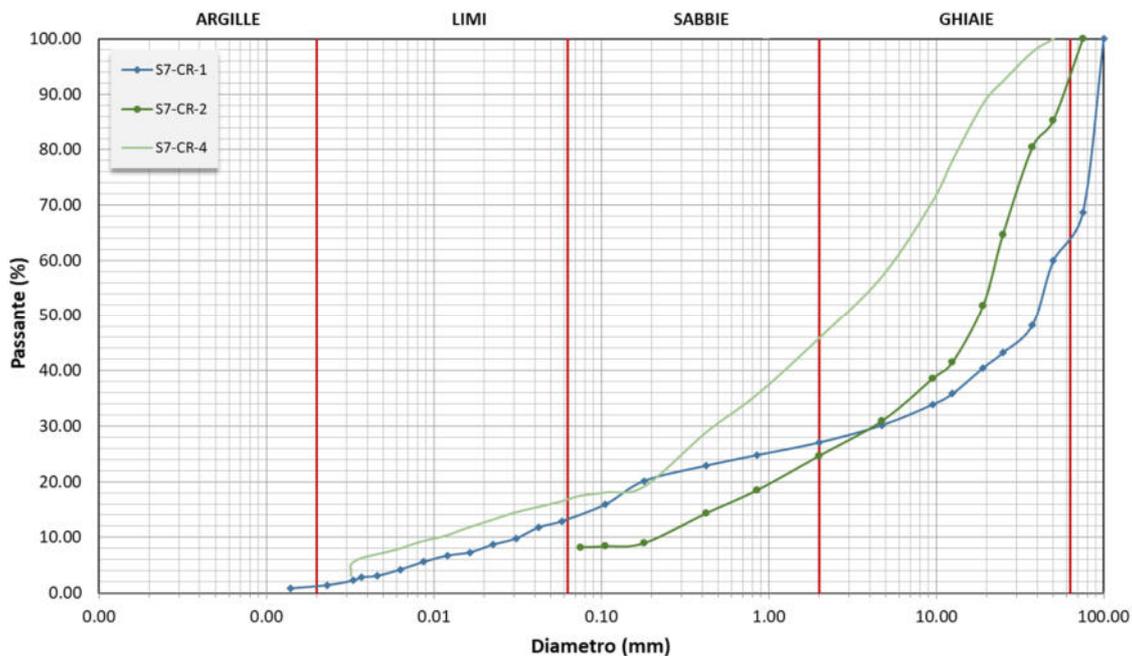


Figura 3-22-Curve granulometriche sondaggio S7

ANALISI GRANULOMETRICHE

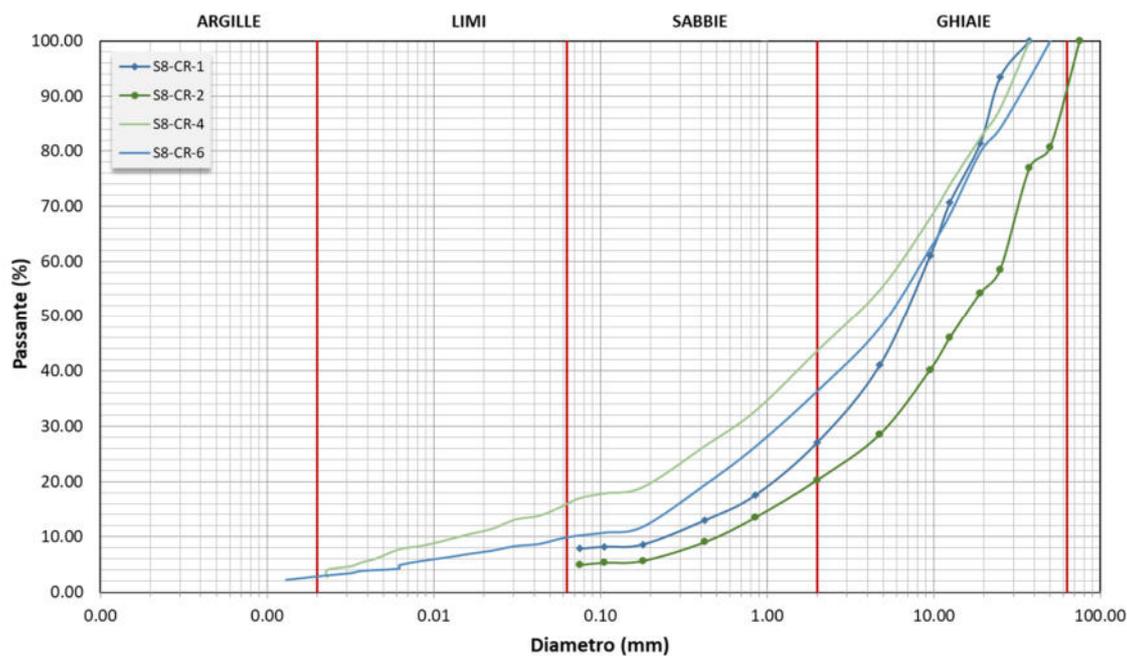


Figura 3-23-Curve granulometriche sondaggio S8

ANALISI GRANULOMETRICHE

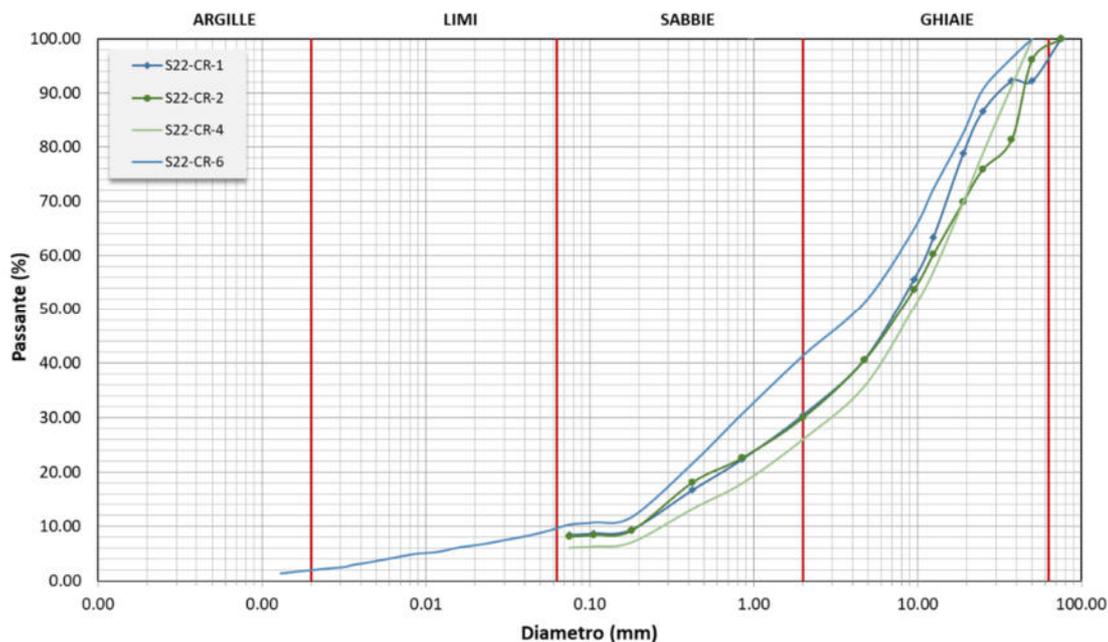


Figura 3-24-Curve granulometriche sondaggio S22

ANALISI GRANULOMETRICHE

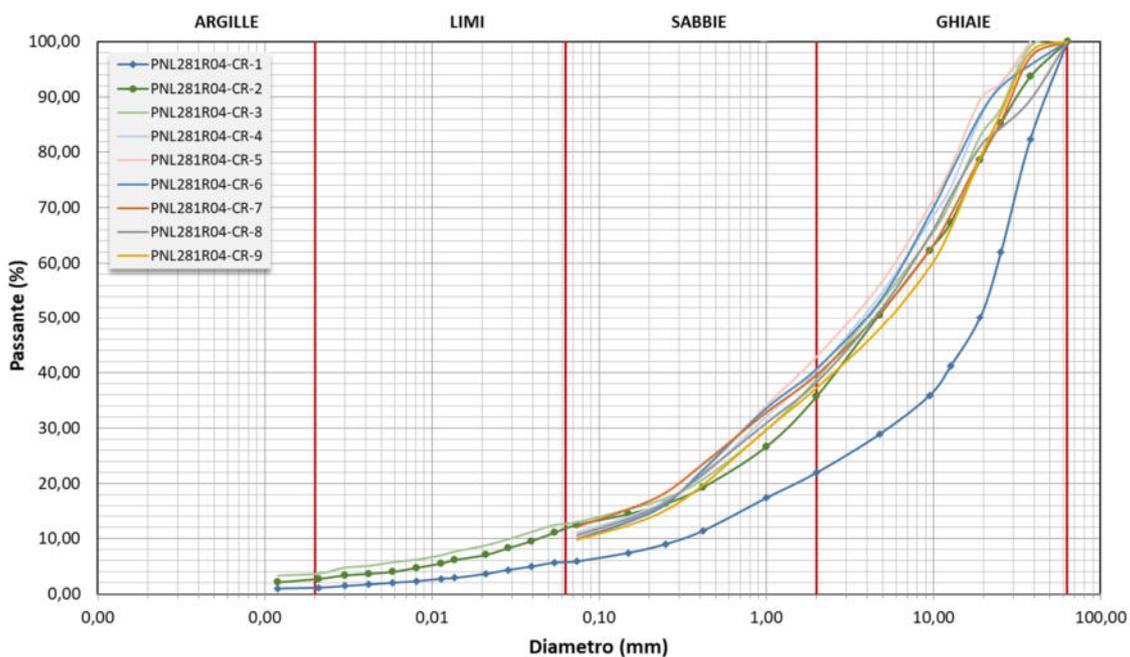


Figura 3-25-Curve granulometriche sondaggio PNL281R04

ANALISI GRANULOMETRICHE

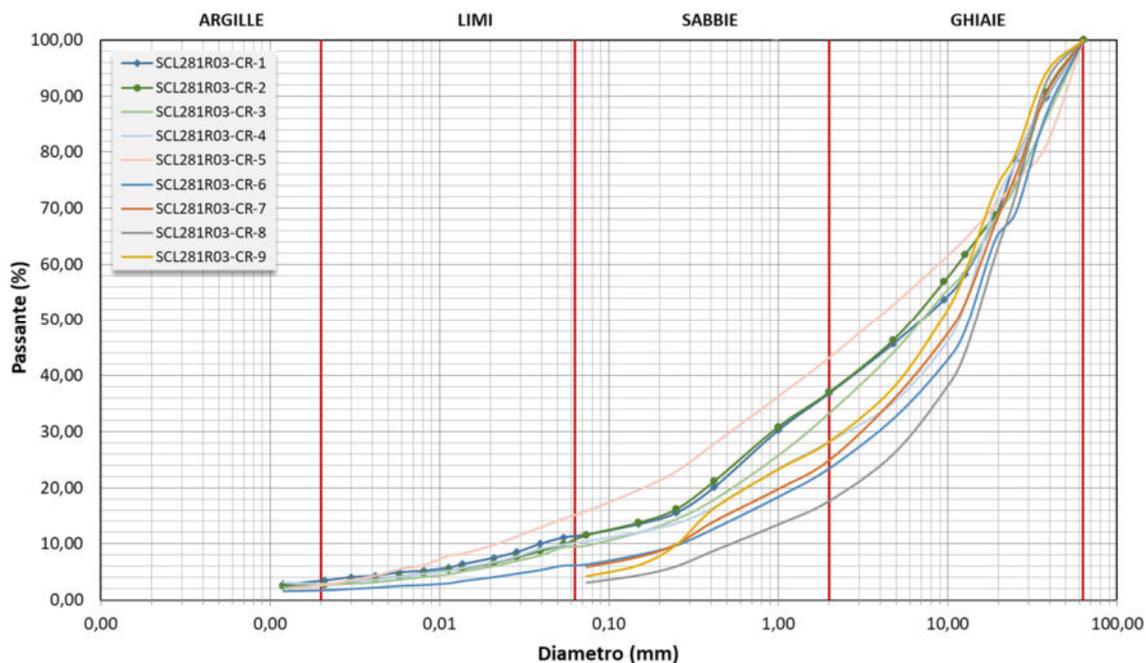


Figura 3-26-Curve granulometriche sondaggio SCL281R03

ANALISI GRANULOMETRICHE

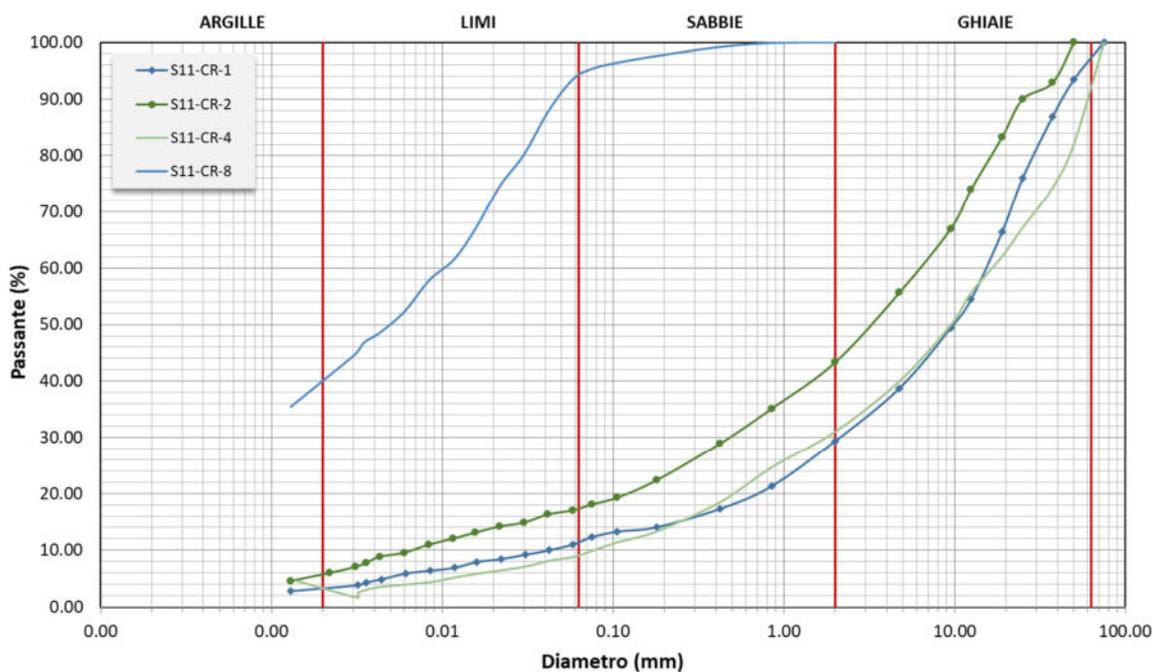


Figura 3-27-Curve granulometriche sondaggio S11

ANALISI GRANULOMETRICHE

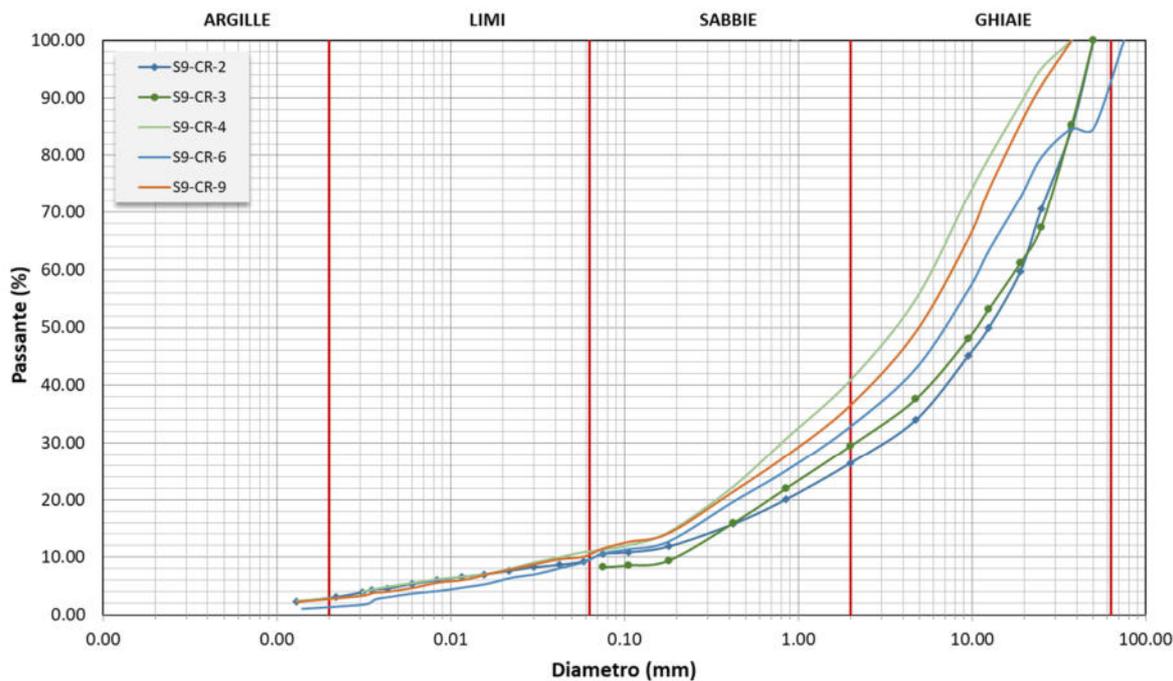


Figura 3-28-Curve granulometriche sondaggio S9

ANALISI GRANULOMETRICHE

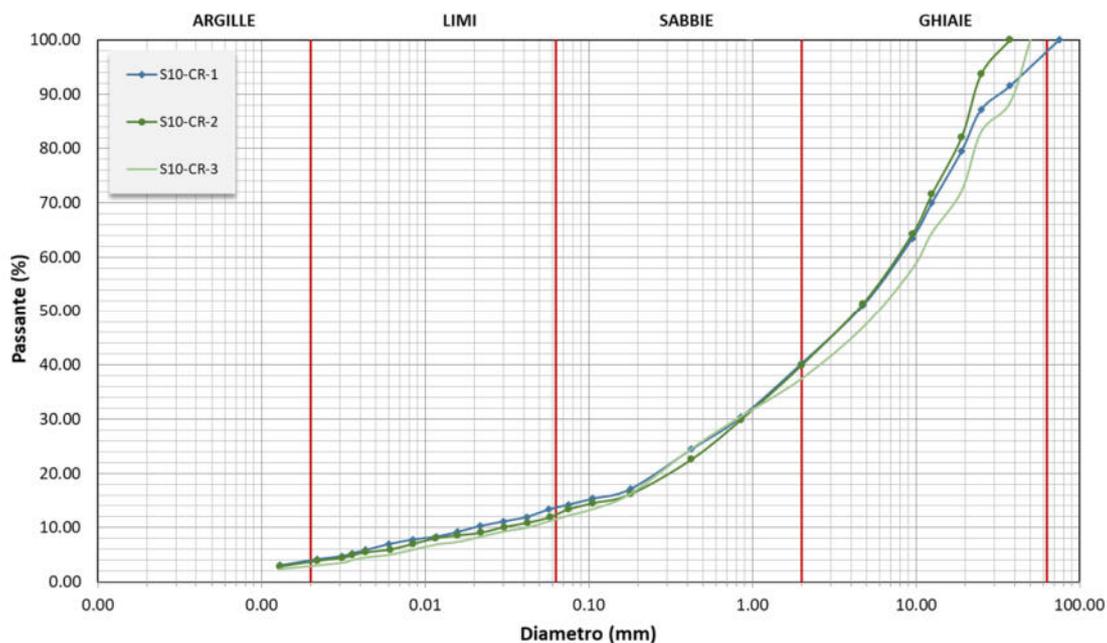


Figura 3-29-Curve granulometriche sondaggio S10

ANALISI GRANULOMETRICHE

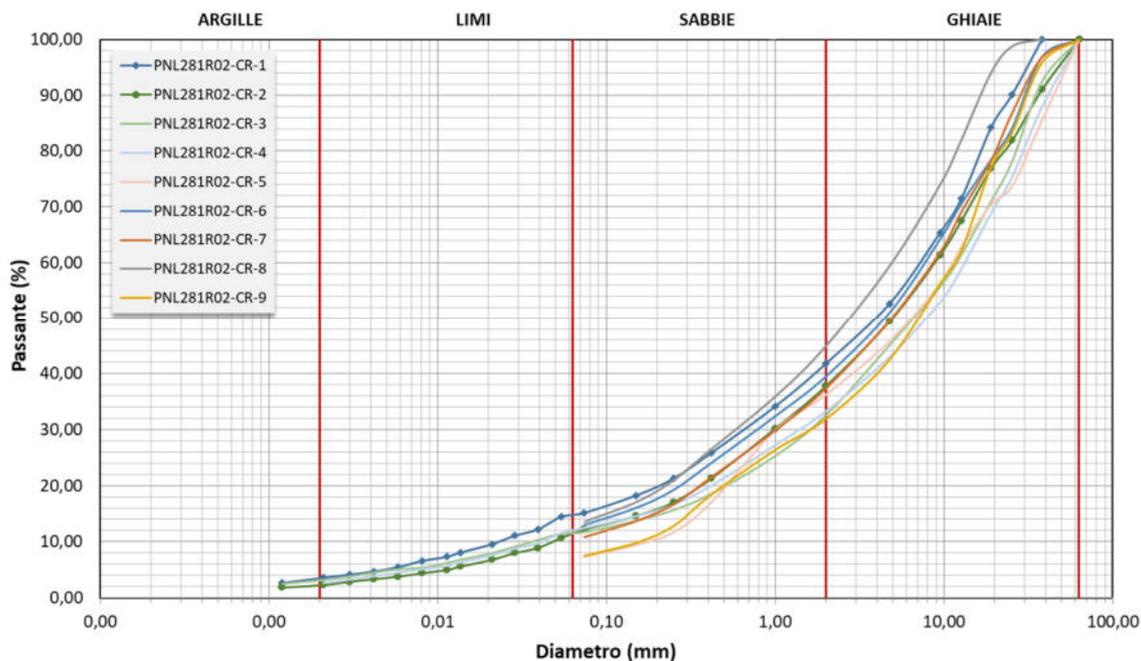


Figura 3-30-Curve granulometriche sondaggio PNL281R02

ANALISI GRANULOMETRICHE

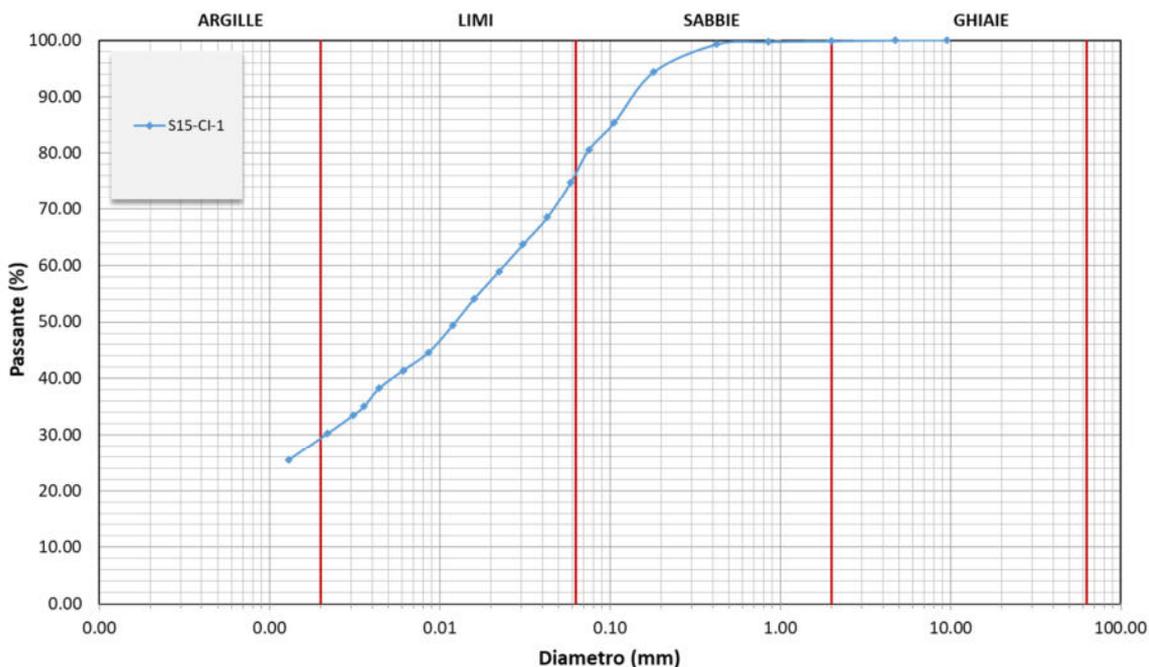


Figura 3-31-Curve granulometriche sondaggio S15

ANALISI GRANULOMETRICHE

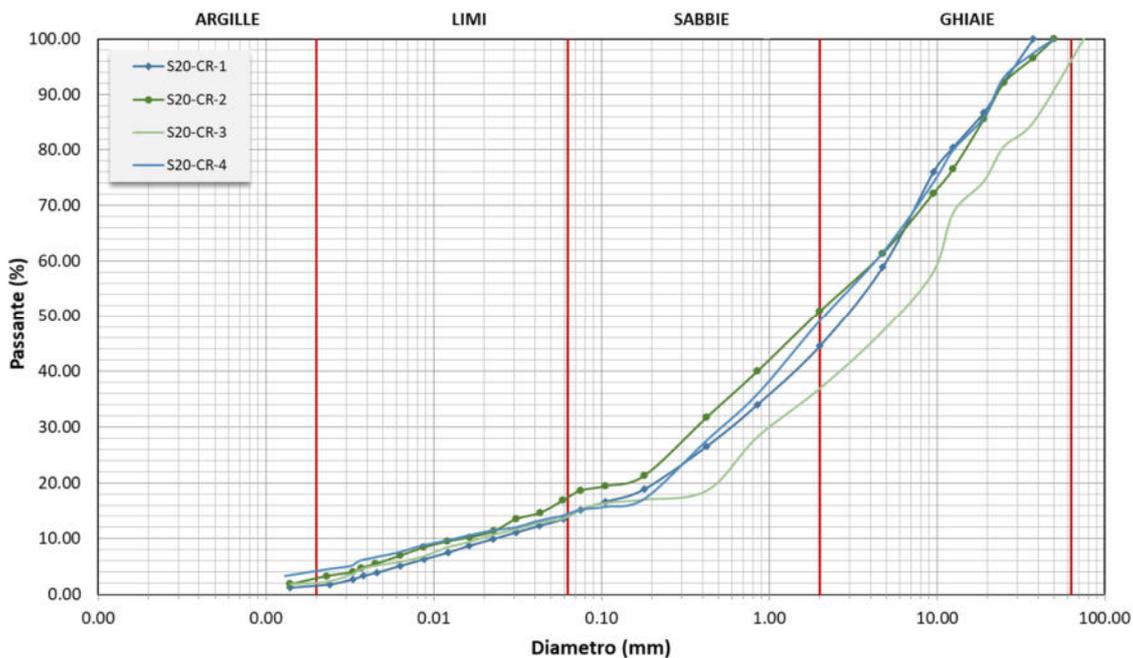


Figura 3-32-Curve granulometriche sondaggio S20

ANALISI GRANULOMETRICHE

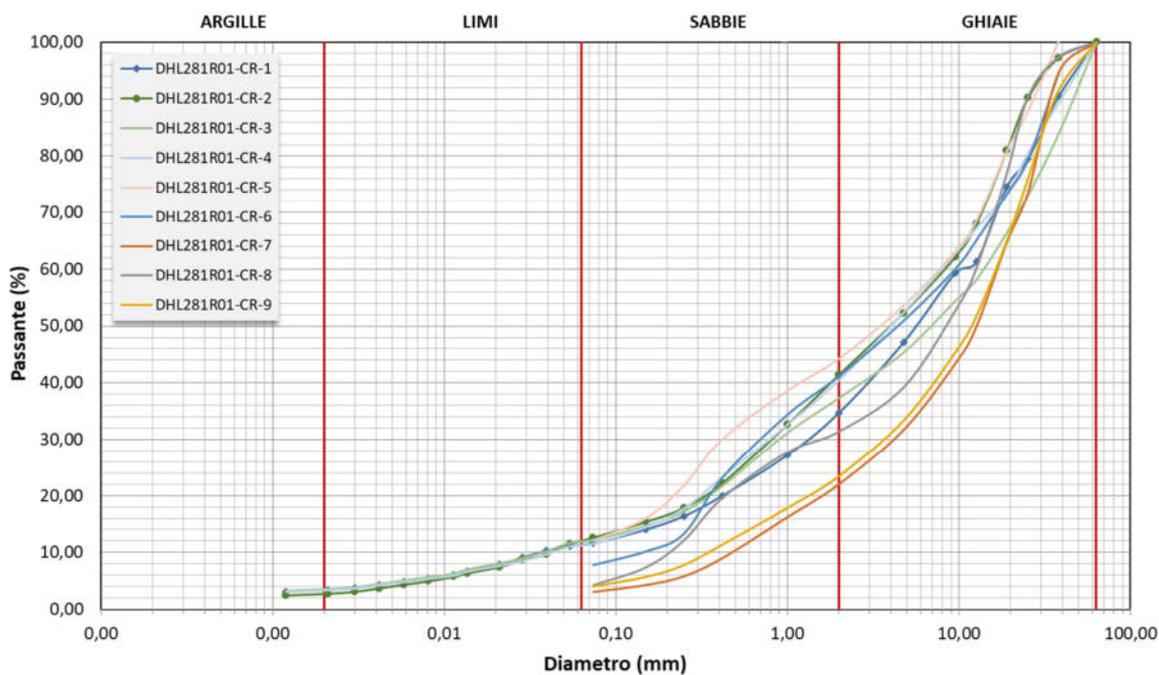


Figura 3-33-Curve granulometriche sondaggio DHL281R01

ANALISI GRANULOMETRICHE

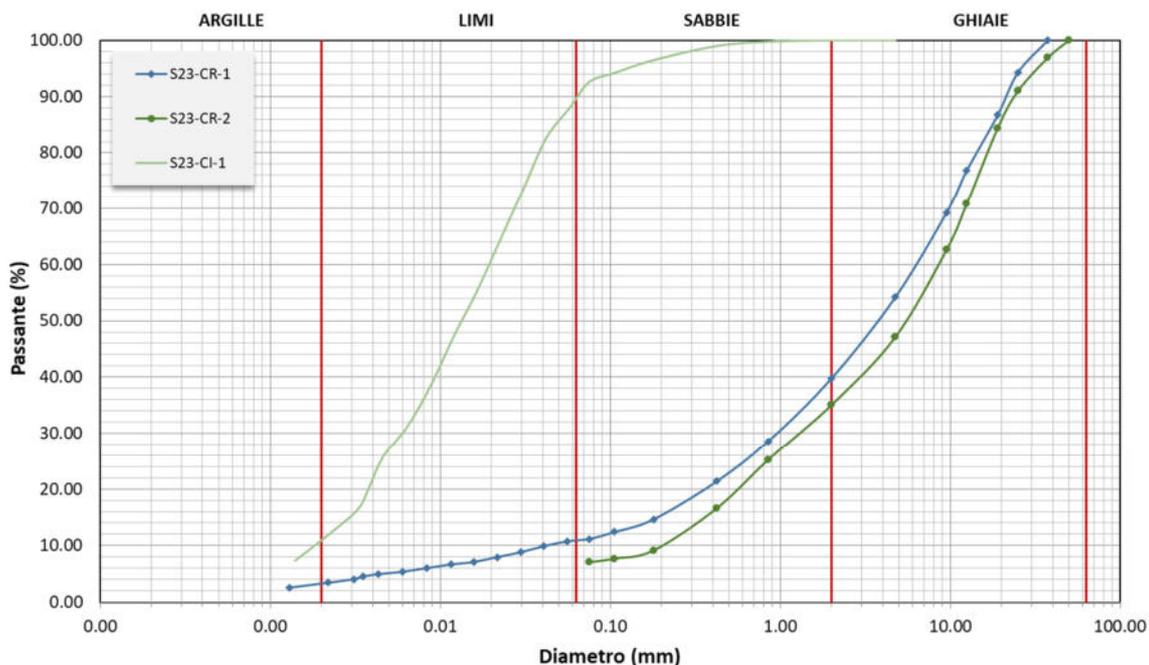


Figura 3-34-Curve granulometriche sondaggio S23

ANALISI GRANULOMETRICHE

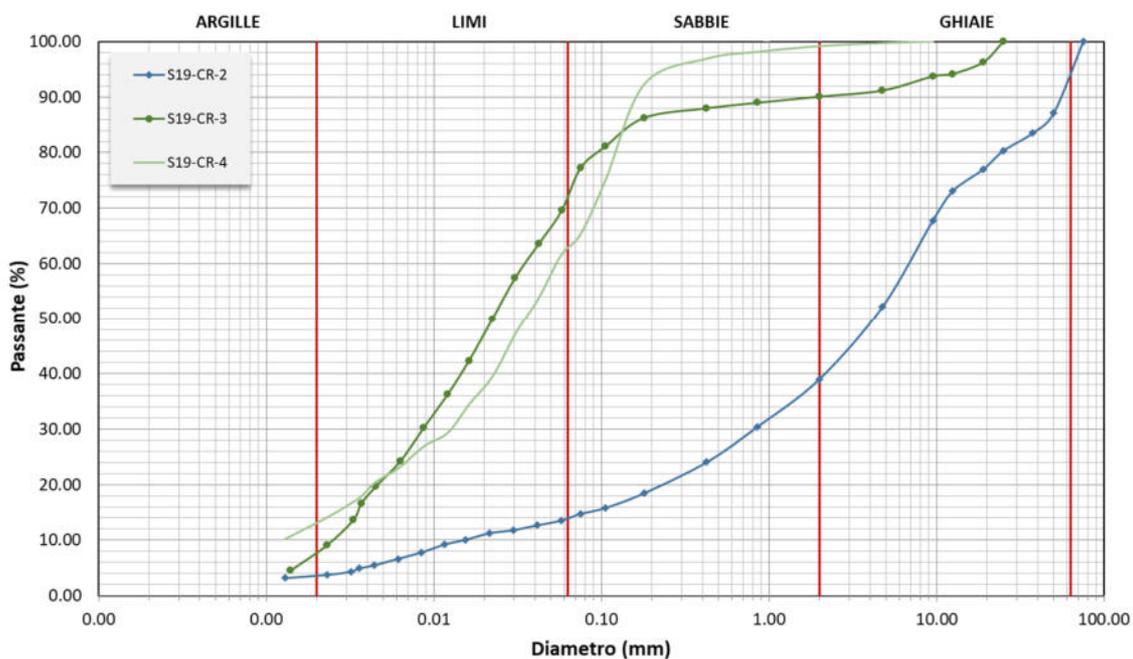


Figura 3-35-Curve granulometriche sondaggio S19

ANALISI GRANULOMETRICHE

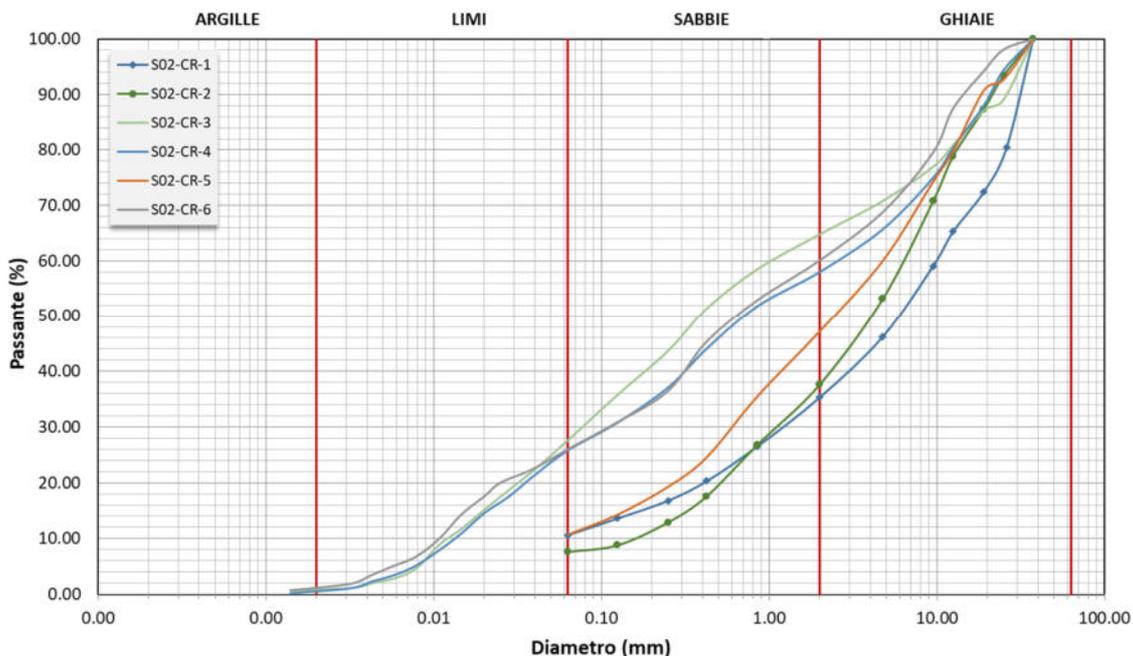


Figura 3-36-Curve granulometriche sondaggio S02

ANALISI GRANULOMETRICHE

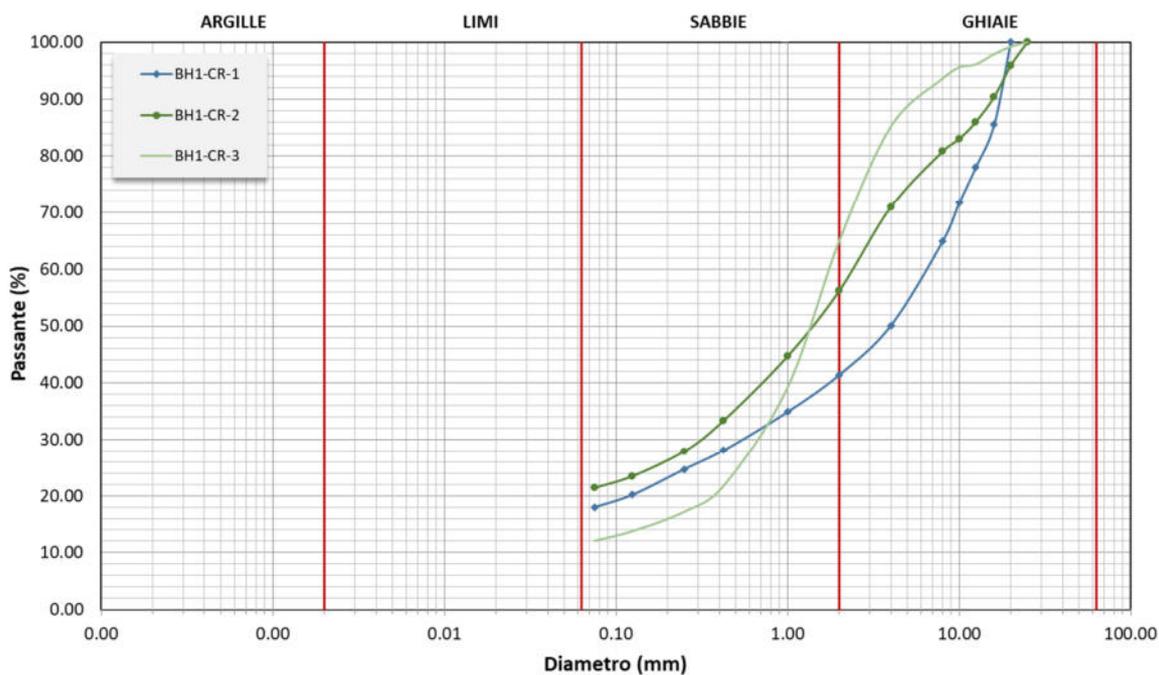


Figura 3-37-Curve granulometriche sondaggio BH1

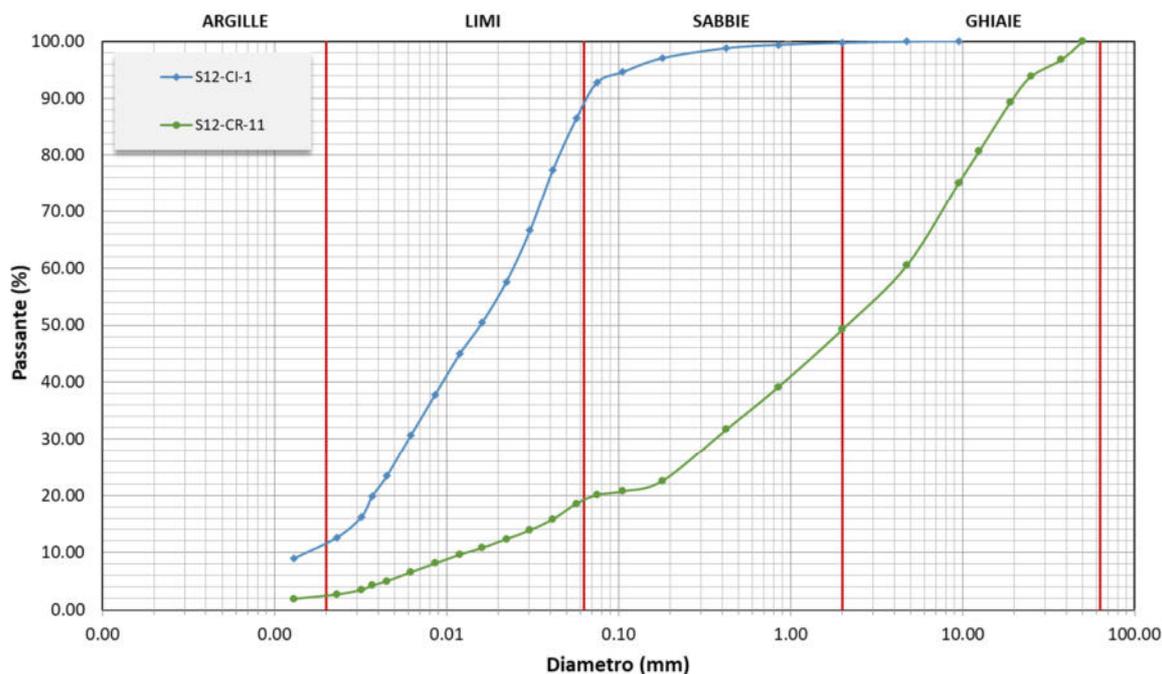
ANALISI GRANULOMETRICHE


Figura 3-38-Curve granulometriche sondaggio S12

La maggior parte delle curve granulometriche presentano coeff. di uniformità superiori a 4 e coeff. di curvatura compresi fra 1 e 3, segno che si tratta di suoli ben gradati e ben assortiti.

Per quanto riguarda la possibilità di utilizzare miscele di iniezione per consolidare porzioni di terreno, l'analisi dei campioni mostra che il terreno esaminato è suscettibile di essere trattato con iniezioni poiché la maggior parte dei campioni stessi ha un D10 maggiore di 0,02 mm (celle evidenziate in rosso).

| Campione | Prof. | D ₁₀ |
|-----------|-------------|-----------------|
| S2 | 1,50-1,90 | 0,4250 |
| S2 | 6,20-6,60 | 0,0121 |
| S2 | 12,20-12,60 | 0,0427 |
| S2 | 18,20-18,60 | 0,0587 |
| S2 | 27,20-27,60 | 0,0587 |
| S2 | 33,20-33,60 | 0,0060 |
| DHL281005 | 3,00-3,40 | 0,1590 |
| DHL281005 | 6,00-6,40 | 0,0400 |
| DHL281005 | 9,00-9,40 | 0,0387 |
| DHL281005 | 12,00-12,40 | 0,0291 |
| DHL281005 | 15,00-15,40 | 0,0554 |
| DHL281005 | 18,00-18,40 | 0,0394 |
| DHL281005 | 21,00-21,40 | 0,0740 |
| DHL281005 | 27,00-27,40 | 0,0740 |
| DHL281005 | 29,50-29,90 | 0,0740 |
| S5 | 1,60-2,00 | 0,4250 |
| S5 | 3,00-3,40 | 0,0579 |

| Campione | Prof. | D₁₀ |
|-----------------|--------------|-----------------------|
| S5 | 9,00-9,40 | 0,8500 |
| S5 | 17,00-17,40 | 0,0060 |
| S5 | 28,00-28,40 | 0,0083 |
| S4 | 4,60-5,00 | 0,1800 |
| S4 | 12,10-12,50 | 0,0061 |
| S4 | 34,00-34,40 | 0,0412 |
| S6 | 1,70-2,00 | 0,4250 |
| S6 | 11,00-11,40 | 0,1060 |
| S6 | 21,20-21,60 | 0,4250 |
| S7 | 2,10-2,50 | 0,0421 |
| S7 | 9,10-9,50 | 0,4250 |
| S7 | 18,10-18,50 | 0,0117 |
| S8 | 3,20-3,60 | 0,4250 |
| S8 | 6,20-6,60 | 0,8500 |
| S8 | 12,20-12,60 | 0,0161 |
| S8 | 21,20-21,60 | 0,0750 |
| S22 | 3,10-3,50 | 0,4250 |
| S22 | 9,10-9,50 | 0,4250 |
| S22 | 18,10-18,50 | 0,4250 |
| S22 | 28,10-28,50 | 0,0750 |
| PNL281R04 | 3,00-3,40 | 0,4200 |
| PNL281R04 | 6,00-6,40 | 0,0396 |
| PNL281R04 | 12,00-12,40 | 0,0740 |
| PNL281R04 | 15,00-15,40 | 0,0740 |
| PNL281R04 | 18,00-18,40 | 0,1490 |
| PNL281R04 | 21,00-21,40 | 0,0740 |
| PNL281R04 | 24,00-24,40 | 0,0740 |
| PNL281R04 | 27,00-27,40 | 0,1490 |
| SCL281R03 | 3,00-3,40 | 0,0740 |
| SCL281R03 | 6,00-6,40 | 0,0740 |
| SCL281R03 | 9,00-9,40 | 0,1490 |
| SCL281R03 | 12,00-12,40 | 0,0740 |
| SCL281R03 | 15,00-15,40 | 0,0290 |
| SCL281R03 | 18,00-18,40 | 0,4200 |
| SCL281R03 | 21,00-21,40 | 0,4200 |
| SCL281R03 | 27,00-27,40 | 1,0000 |
| SCL281R03 | 29,50-29,90 | 0,4200 |
| S11 | 3,10-3,50 | 0,0579 |
| S11 | 6,10-6,50 | 0,0116 |
| S11 | 16,00-16,40 | 0,1060 |
| S9 | 4,60-5,00 | 0,0750 |
| S9 | 7,60-8,00 | 0,4250 |
| S9 | 12,10-12,50 | 0,0567 |
| S9 | 21,1-21,50 | 0,0750 |
| S9 | 31,00-31,40 | 0,0583 |
| S10 | 3,20-3,60 | 0,0217 |
| S10 | 9,10-9,50 | 0,0303 |
| S10 | 15,20-15,60 | 0,0421 |
| PNL281R02 | 3,00-3,40- | 0,0295 |
| PNL281R02 | 6,00-6,40 | 0,0562 |
| PNL281R02 | 9,00-9,40 | 0,0397 |
| PNL281R02 | 12,00-12,40 | 0,0542 |
| PNL281R02 | 15,00-15,40 | 0,2500 |

| Campione | Prof. | D₁₀ |
|------------------|--------------|-----------------------|
| PNL281R02 | 18,00-18,40 | 0,0740 |
| PNL281R02 | 21,00-21,40 | 0,0740 |
| PNL281R02 | 24,00-24,40 | 0,0740 |
| PNL281R02 | 27,00-27,40 | 0,2500 |
| S20 | 3,20-3,60 | 0,0311 |
| S20 | 9,10-9,50 | 0,0164 |
| S20 | 15,10-15,50 | 0,0222 |
| S20 | 18,20-18,60 | 0,0158 |
| DHL281R01 | 3,00-3,40 | 0,0393 |
| DHL281R01 | 6,00-6,40 | 0,0551 |
| DHL281R01 | 9,00-9,40 | 0,0399 |
| DHL281R01 | 12,00-12,40 | 0,0541 |
| DHL281R01 | 15,00-15,40 | 0,0740 |
| DHL281R01 | 18,00-18,40 | 0,1490 |
| DHL281R01 | 21,00-21,4 | 1,0000 |
| DHL281R01 | 24,00-24,40 | 0,2500 |
| DHL281R01 | 27,00-27,40 | 0,4200 |
| S23 | 3,20-3,60 | 0,0561 |
| S23 | 9,20-9,60 | 0,4250 |
| S23 | 30,00-30,45 | 0,0024 |
| S19 | 7,00-7,40 | 0,0575 |
| S19 | 11,00-11,40 | 0,0033 |
| S19 | 12,20-12,60 | 0,0013 |
| S02 | 14,50-15,00 | 0,0630 |
| S02 | 17,50-18,00 | 0,2500 |
| S02 | 21,50-22,00 | 0,0146 |
| S02 | 24,00-24,50 | 0,0146 |
| S02 | 26,00-26,50 | 0,0630 |
| S02 | 28,00-28,50 | 0,0109 |
| BH1 | 22,00-22,50 | 0,0750 |
| S12 | 32,70-33,30 | 0,0023 |
| S12 | 35,20-35,60 | 0,0161 |

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

L'esperienza maturata nei numerosi lavori effettuati, applicando il metodo degli Standard Penetration Test (SPT), ha evidenziato che per ottenere parametri geotecnici attendibili è opportuno elaborare i dati degli SPT con più metodi a confronto. Ciò permette di scegliere con maggiore attendibilità il valore più appropriato per il caso in esame.

Questo capitolo si occupa della caratterizzazione geotecnica del tracciato ferroviario del Nodo Verona AV/AC Di Verona, seguendo tutte le indagini svolte in sito ed in laboratorio, già descritte nel capitolo precedente.

I dati geotecnici e la descrizione geologica permettono di definire le unità geotecniche che sono poi caratterizzate puntualmente mediante le principali correlazioni disponibili in letteratura.

Tale caratterizzazione è posta a base del profilo geotecnico-geomeccanico che sintetizzerà tutti gli elementi di base utili per il dimensionamento di tutti gli interventi lungo il tracciato.

4.1 Definizione delle unità geotecniche

Dall'esame delle informazioni aggiornate sulla geologia, dall'esame delle carote e dei campioni prelevati nelle fasi progettuali precedenti e presenti, è possibile identificare due unità geotecniche.

SEDIMENTI:

- unità geotecnica fg^{R2} , Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore. Terrazze, sospese sui 30 metri, costituiscono l'alta pianura, generalmente amonte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda.
- Unità geotecnica fg^{R3} , Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, ghiaiose, con terreno argilloso rossastro di alterazione superficiale. Terrazze e sospese sui 25 metri, si raccordano con le cerchie più interne del morenico Riss.

4.2 Criteri di interpretazione delle indagini geotecniche e correlazioni utilizzate

Ai fini della caratterizzazione dei terreni si è fatto riferimento ai risultati delle:

- prove penetrometriche dinamiche SPT eseguite nei fori di sondaggio;
- prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati;
- indagini sismiche (prove Cross-hole, Down-Hole, MASW).

4.2.1 Normalizzazione dei valori SPT

I valori delle prove SPT, somma dei valori N_2 e N_3 , sono stati normalizzati in funzione della tensione verticale efficace σ'_{v0} secondo la formulazione proposta da Liao & Whitman (1986):

$$N_{I(60)} = C_N \cdot N_{SPT}$$

$$\text{Con } C_N = (\sigma'_{v0} / \sigma'_v)^{0,5}$$

dove:

σ'_0 : pressione di riferimento – 100 kPa;

σ'_{v0} : pressione verticale efficace alla quota della prova

Nel caso di valori a rifiuto negli strati 2 e 3, si è adottato un valore $N_{SPT} = 2N_1$. I casi di rifiuto nel primo strato sono stati scartati dalle statistiche.

STIMA DELLA DENSITA' RELATIVA

$$D_R = 1,5 \cdot \left(\frac{N_{SPT}}{F} \right)^{0,222} - 0,6 \quad \text{con} \quad F = 0,65 \cdot \left(\frac{\sigma'_{v0}}{P_a} \right)^2 + 16,8 \cdot \left(\frac{\sigma'_{v0}}{P_a} \right) + 14$$

(Gibbs e Holtz, 1957)

$$\text{Bazaara (1967)} \quad \begin{cases} D_r = \left\{ N_{SPT} / \left[20 \cdot \left(1 + 4,1 \cdot \frac{\sigma'_v}{P_a} \right) \right] \right\}^{0,5} & \text{per } \frac{\sigma'_v}{P_a} \leq 0,732 \\ D_r = \left\{ N_{SPT} / \left[20 \cdot \left(3,24 + 1,024 \cdot \frac{\sigma'_v}{P_a} \right) \right] \right\}^{0,5} & \text{per } \frac{\sigma'_v}{P_a} > 0,732 \end{cases}$$

$$\text{Skempton (1986)} \quad D_r = \left[\frac{N_{SPT}}{20 \cdot \left(2 + \frac{\sigma'_v}{P_a} \right)} \right]^{0,5}$$

$$D_R = 0,25 \cdot N_{SPT}^{0,46} \cdot \left(100 \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{P_a} \right)^{-0,12} \quad \text{Tutti i terreni granulari}$$

(Yoshida e Kokusho, 1988)

STIMA DELL'ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

L'angolo di resistenza al taglio è stato stimato in modo indiretto a partire dai valori di densità relativa, utilizzando alcune delle più consolidate correlazioni. In questa sede si è optato per le seguenti:

- **Schmertmann, 1977**

| | |
|--|---|
| $\phi'(^{\circ}) = 28 + 0,14 \cdot D_R$ | Sabbia fine uniforme |
| $\phi'(^{\circ}) = 31,5 + 0,115 \cdot D_R$ | Sabbia media uniforme e sabbia fine ben gradata |
| $\phi'(^{\circ}) = 34,5 + 0,10 \cdot D_R$ | Sabbia grossa uniforme e sabbia media ben gradata |
| $\phi'(^{\circ}) = 38 + 0,08 \cdot D_R$ | Ghiaia media e fine e sabbia e ghiaia poco limosa |

Nel nostro caso si utilizzerà la formulazione relativa alle sabbie medie uniformi e sabbie fini ben gradate.

- **Bolton**

Poiché sono disponibili alcuni risultati di prove di taglio diretto, è possibile adottare la formulazione proposta da Bolton a partire dal valore di φ'_{cv} , che nel nostro caso assumeremo cautelativamente pari a 32° , coerente con quanto riportato in letteratura per sabbie ben gradate (33° - 38°), ed in ogni caso inferiore ai risultati di prove TD, che danno valori superiori a 35° .

La formulazione generale è la seguente:

$$\varphi' = \varphi'_{cv} + m * D_R * [Q - \ln(p'_f)] - 1$$

dove:

| | |
|-----------------|---|
| φ' | angolo di resistenza al taglio di picco riferito a pressioni di 272 kPa |
| φ'_{cv} | angolo di resistenza al taglio a volume costante = 32° |
| m | =3 |
| p'_f | =380 kPa |
| Q | =10 |

- **Malcev**

Per profondità inferiori a 5,00 m, si utilizzerà la correlazione diretta di Malcev (1964):

$$\varphi = 20 - 5 \log(\sigma) + 3.73 \log(N_{SPT})$$

- **Peck-Hanson & Thornburn**

Anche questo metodo è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 5 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 8 m per terreni in falda (pressione efficace inferiore a 8-10 t/mq).

$$\varphi = 27.2 + 0.28 N_{SPT}$$

- **Meyerhof**

Il metodo di Meyerhof che correla φ con N_{SPT} medio dello strato in funzione della sua granulometria, è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità inferiori a 5 m. Le relazioni utilizzate sono le seguenti:

$$\varphi = 29.47 + 0.46 N_{SPT} - 0.004 N_{SPT}^2 (< 5\% \text{ di limo}) \quad (1)$$

$$\varphi = 23.7 + 0.57 N_{SPT} - 0.006 N_{SPT}^2 (> 5\% \text{ di limo}) \quad (2)$$

- **De Mello**

Per le sabbie in genere e per qualsiasi profondità è possibile utilizzare anche la correlazione grafica di De Mello (1971). Il metodo tende a sovrastimare i valori di angolo di attrito efficace ed è ritenuto attendibile per valori di φ inferiori a 38° . Per valori superiori dunque, ci si riferirà di preferenza ad altre correlazioni. Anche per bassi valori dello sforzo verticale efficace la stima di φ risulta in molti casi sopravvalutata.

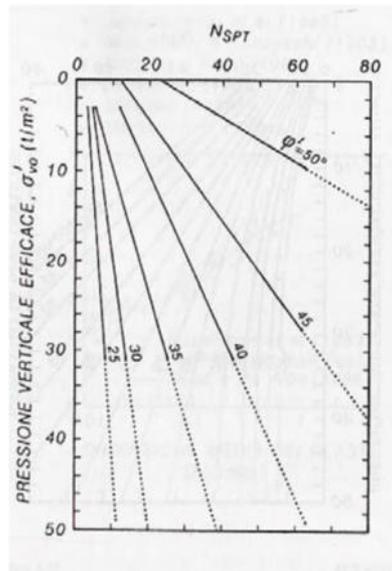


Figura 4-1-Correlazione grafica di De Mello

- **Hatanaka & Uchida**

Di particolare interesse risulta la correlazione proposta da Hatanaka & Uchida (1996), da utilizzare con attenzione per profondità inferiori ai 5 m:

$$\varphi = 20 + \sqrt{(15,4 * N_{1,60}}$$

STIMA PARAMETRI DI DEFORMABILITA'

La stima dei parametri di deformabilità a piccoli e grandi spostamenti è stata condotta utilizzando:

- I risultati delle indagini sismiche (Down-hole, tomografie e MASW)
- I dati delle prove penetrometriche dinamiche

Moduli a piccole deformazioni G_0 e E_0

Per il calcolo del modulo di taglio iniziale o a piccole deformazioni ($G_{\max} = G_0$), quando sono disponibili i valori di V_s , misurati direttamente con prove geofisiche in situ (*down-hole*; MASW, ecc.), è preferibile utilizzare la nota relazione:

$$G_{\max} = \rho \cdot V_s^2 = (\gamma/g) \cdot V_s^2$$

e tenuto conto che, secondo Keceli (2012) risulta $\gamma = 4,3 \cdot V_s^{0,25}$, si può porre:

$$G_{\max} = 0,44 \cdot V_s^{2,25}$$

Il modulo elastico normale, drenato, facendo riferimento alla teoria dell'elasticità, risulta legato al modulo di taglio G_{\max} :

$$E_{\max} = 2 \cdot G_{\max} \cdot (1 + \nu)$$

per cui, con un coefficiente di Poisson dinamico (ν) variabile tra 0,15 e 0,20, si calcola:

$$E_{\max} = 2,3 \cdot G_{\max} = 2,3 \cdot (\gamma/g) \cdot V_s^2$$

e, in base alla precedente relazione γ - V_s , si può porre:

$$E_{\max} = V_s^{2,25}$$

Le velocità delle onde di taglio V_s può essere correlata ai valori N_{SPT} secondo le correlazioni di Yoshida (1988) e Otha&Goto (1978), sebbene quest'ultima sia eccessivamente conservativa, come si vedrà dai risultati comparati con le velocità misurate nelle prove DH e MASW. Pertanto si privilegerà l'adozione della correlazione di Yoshida

Correlazione di Yoshida (1988)

$$V_s = C \cdot N_{SPT}^{0,25} \cdot \sigma'_{v0}{}^{0,14} \quad (\text{m/sec})$$

$C=56$ per le ghiaie sabbiose

σ'_{v0} =pressione efficace a livello della prova SPT

Correlazione di Otha&Goto (1978)

$$V_s = 53,3 \cdot N_{SPT}^{0,171} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot (z)^{0,199}$$

$$\alpha = 1,3$$

$$\beta = 1,15$$

Moduli operativi o a grandi deformazioni

La risposta sforzi-deformazioni è di tipo lineare per deformazioni inferiori allo 0,001%. Per deformazioni superiori, tipicamente comprese fra lo 0,1% e 1,0% per le opere geotecniche, occorre operare una riduzione dei moduli deformativi, che tenga conto del decadimento delle caratteristiche dei materiali coinvolti in funzione delle deformazioni indotte.

I valori di calcolo saranno scelti secondo i seguenti criteri:

- Rilevati: $E'_{RIL} = E_0/10$
- Opere d'arte: $E'_{OC} = E_0/5$

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|
|  ITOLFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA AV/AC MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST – VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST | | | | | |
| | Relazione Geotecnica Generale (Compresa Sismica) | COMMESSA IN10 | LOTTO 10 | CODIFICA D 26 GE | DOCUMENTO GE0000 001 | REV. A |

I moduli operativi saranno incrociati, per la verifica degli ordini di grandezza, con le seguenti correlazioni dirette con i risultati delle prove SPT:

Tabella 4-1-Correlazioni NSPT - moduli operativi

| D'Appolonia E' (MPa) | Terzaghi E' (MPa) |
|-------------------------|-------------------------|
| $E' = 0,771N + 19,1$ | $E' = 7 \sqrt{N_{SPT}}$ |
| Sabbia+ghiaia | Sabbia+ghiaia |

4.2.2 Moduli di reazione orizzontale alla Matlock & Reese (1960)

Nel progetto delle fondazioni profonde su pali i moduli di reazione orizzontale iniziali (E_{Hi}) alla Matlock & Reese (1960), utili per definire la parte iniziale delle curve p-y, verranno valutati in accordo alla seguente espressione:

$$E_{Hi} = k_{Hi} \cdot z \quad (\text{kPa})$$

essendo:

k_{Hi} = gradiente con la profondità del modulo di reazione orizzontale, riportato nella Tabella 4-2 (vedi Reese et al, 1974 e Elson, 1984) (kN/m^3)

z = profondità dal piano campagna originario.

Tabella 4-2- Gradiente con la profondità del modulo di reazione orizzontale

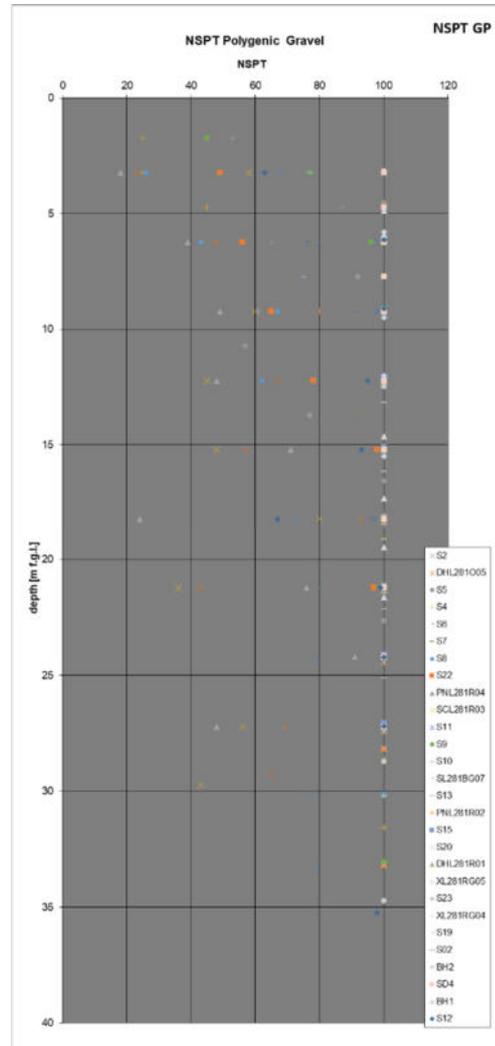
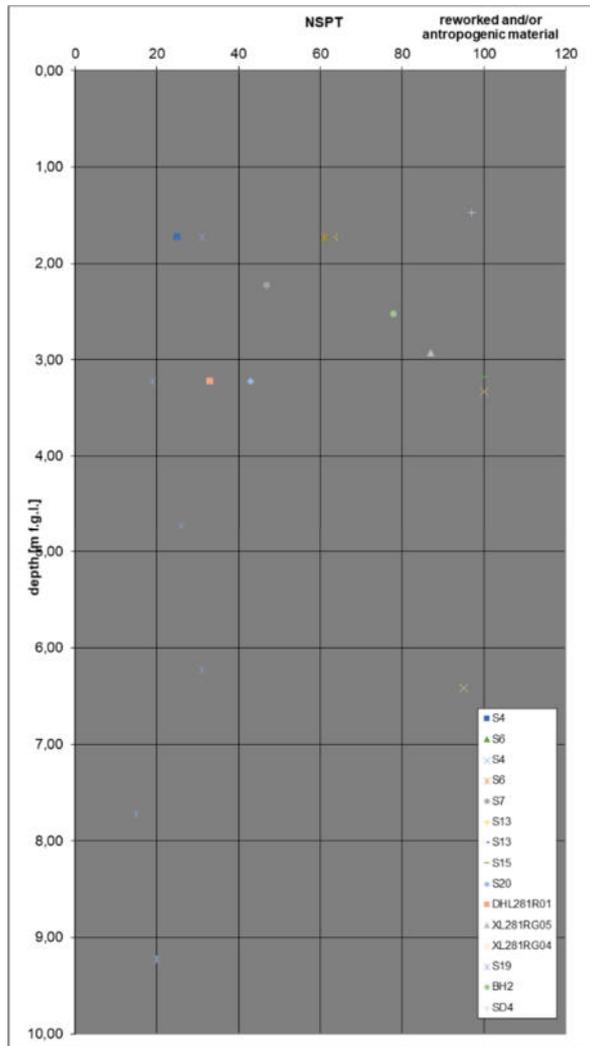
| D_r (%) | K_{hi} (kN/m³) |
|------------------------------------|--|
| 35% | 6000 ÷ 10000 |
| 50% | 12000 ÷ 17000 |
| 70% | 20000 ÷ 25000 |

4.3 UNITA' fg^{R2} - fg^{R3}

L'unità geotecnica fg^{R2} ; Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore. Terrazzate, sospese sui 30 metri, costituiscono l'alta pianura, generalmente a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda.

L'unità geotecnica fg^{R3} ; Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, ghiaiose, con terreno argilloso rossastro di alterazione superficiale. Terrazzate e sospese sui 25 metri, si raccordano con le cerchie più interne del morenico Riss.

L'unità geotecnica (fg^{R2} e fg^{R3}), costituita dai depositi pleistocenici che caratterizzano l'intera area su binario ferroviario (unità (MR), denominata "materiale antropogenico" e caratterizzata da un misto di ghiaia e sabbia; ghiaia poligenica, eterometrica (GP); sabbia eterometrica, localmente ghiaiosa poligenico, eterometrico (SE); limo sabbioso di colore avana e nocciola (LS); argille limose e leggermente limose (AL). I valori NSPT delle unità sono mostrati nella Figura 4-2.



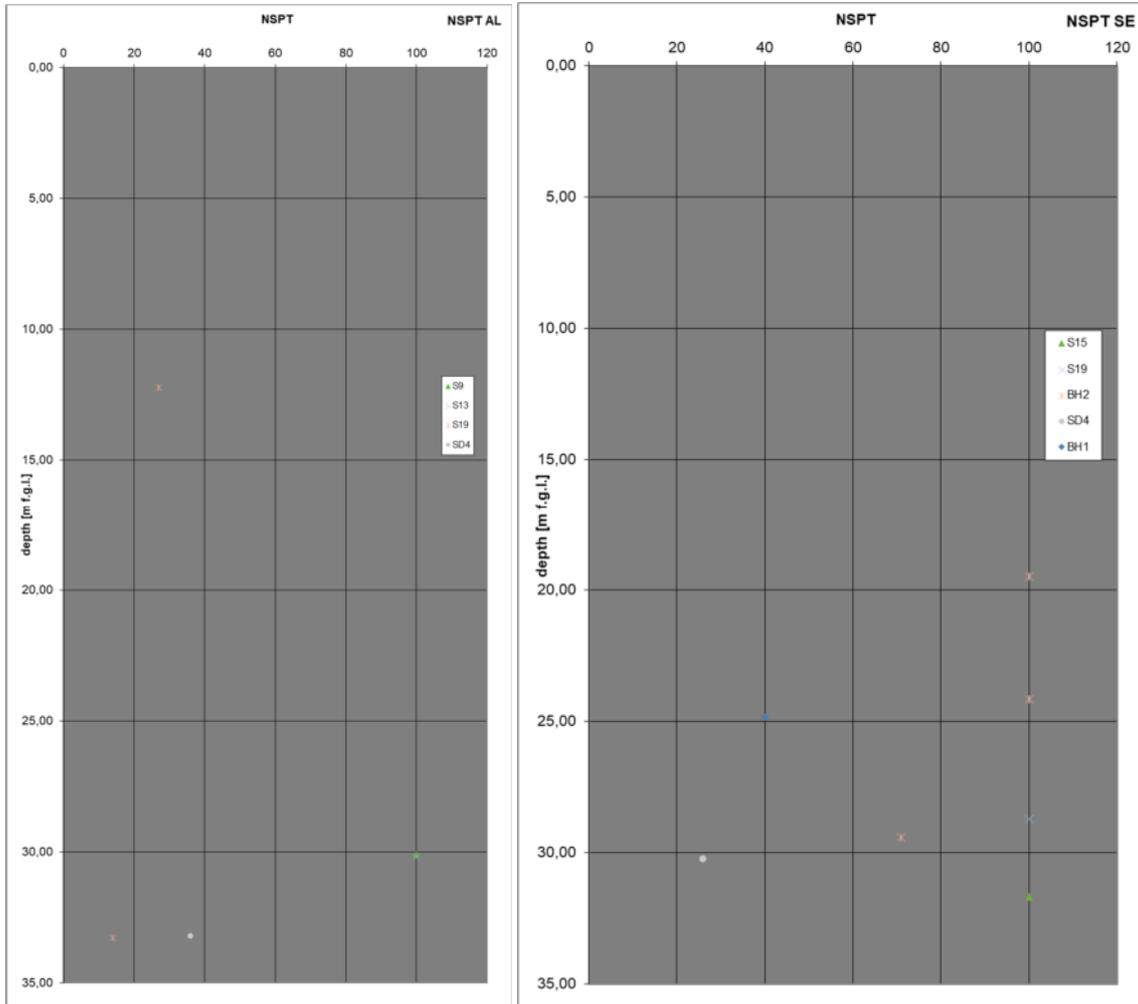


Figura 4-2- f_g^{R2} - f_g^{R3} -Distribuzione statistica dei risultati SPT (MR, GP, AL, SE)

Per quanto riguarda la densità relativa derivata dai test SPT, abbiamo valori minimi che sono per lo più compresi tra il 4% e il 100% per GP; 5% e 90% per SE (Figura 4-3).

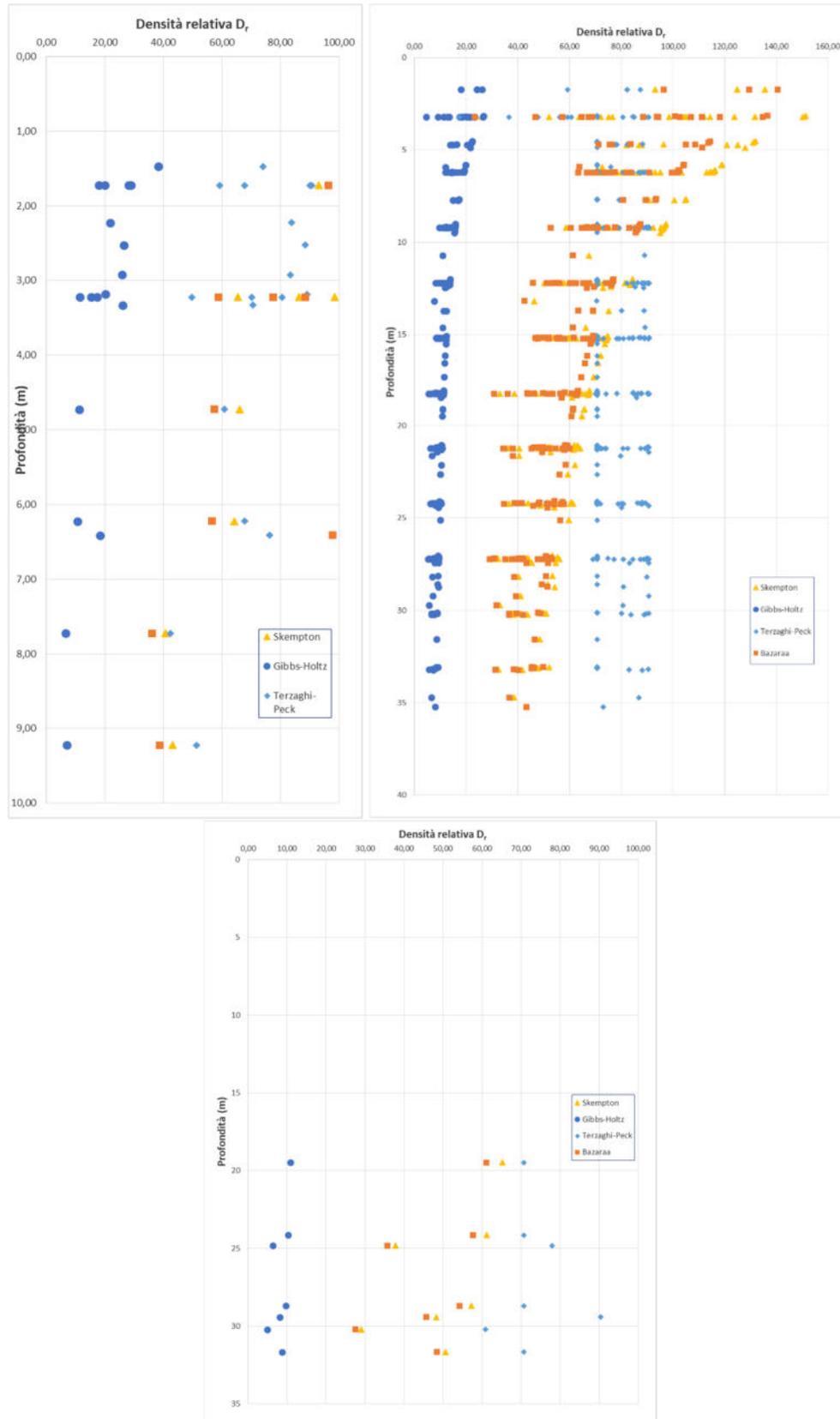


Figura 4-3- fg^{R2} - fg^{R3} - Valori statistici della densità relativa (MR, GP, SE)

A seguito dell'interpretazione dei valori di SPT e di densità relativa, si sono ottenuti i seguenti valori dell'angolo di resistenza al taglio (Figura 4-4):

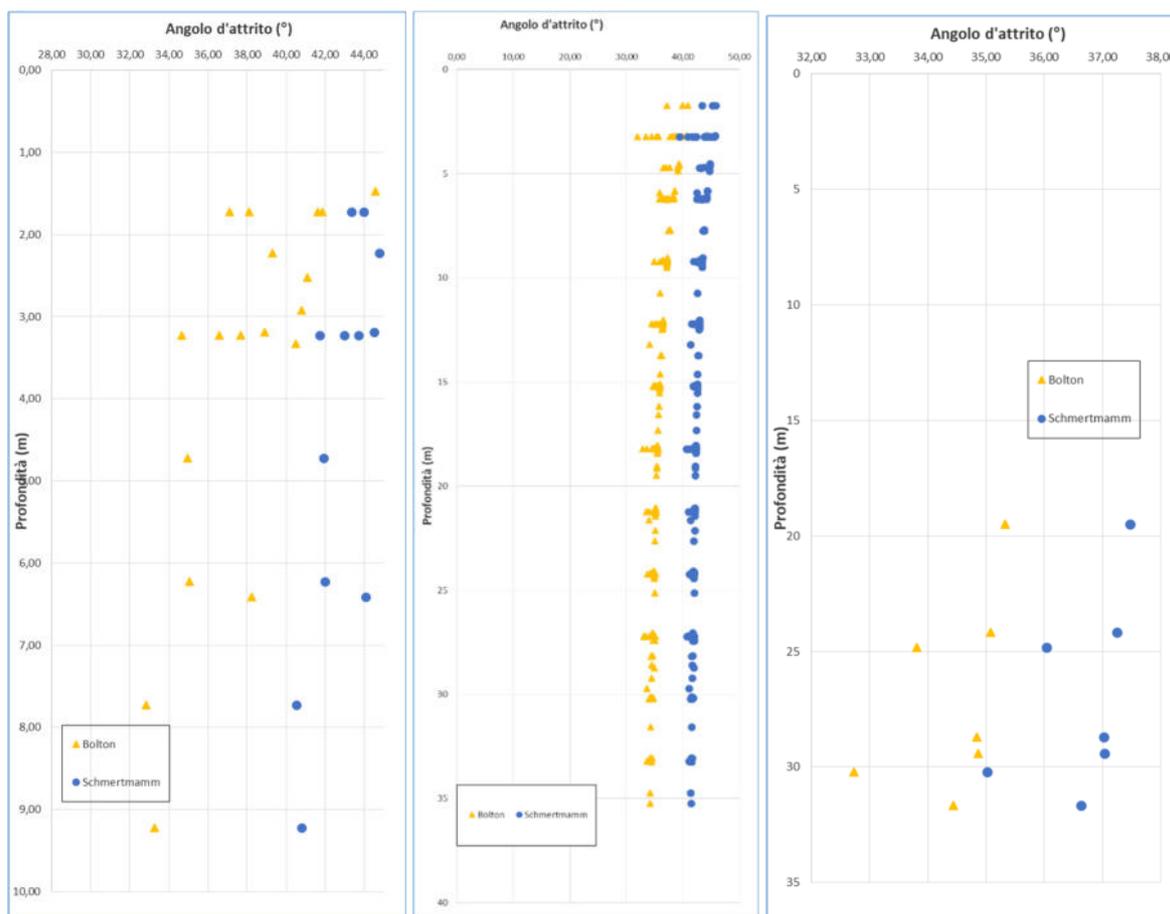


Figura 4-4- f_g^{R2} - f_g^{R3} -Angolo di resistenza al taglio (MR, GP, SE)

Infine, per quanto concerne i parametri di deformazione derivati dalle misure dirette di velocità abbiamo i seguenti valori:

- $V_s=200\div780$ m/s velocità delle onde di taglio (Figura 4-5)
- $G_0=55\div1200$ Mpa modulo di deformazione a taglio iniziale
- $E_0=150\div3500$ Mpa modulo di deformazione elastica iniziale

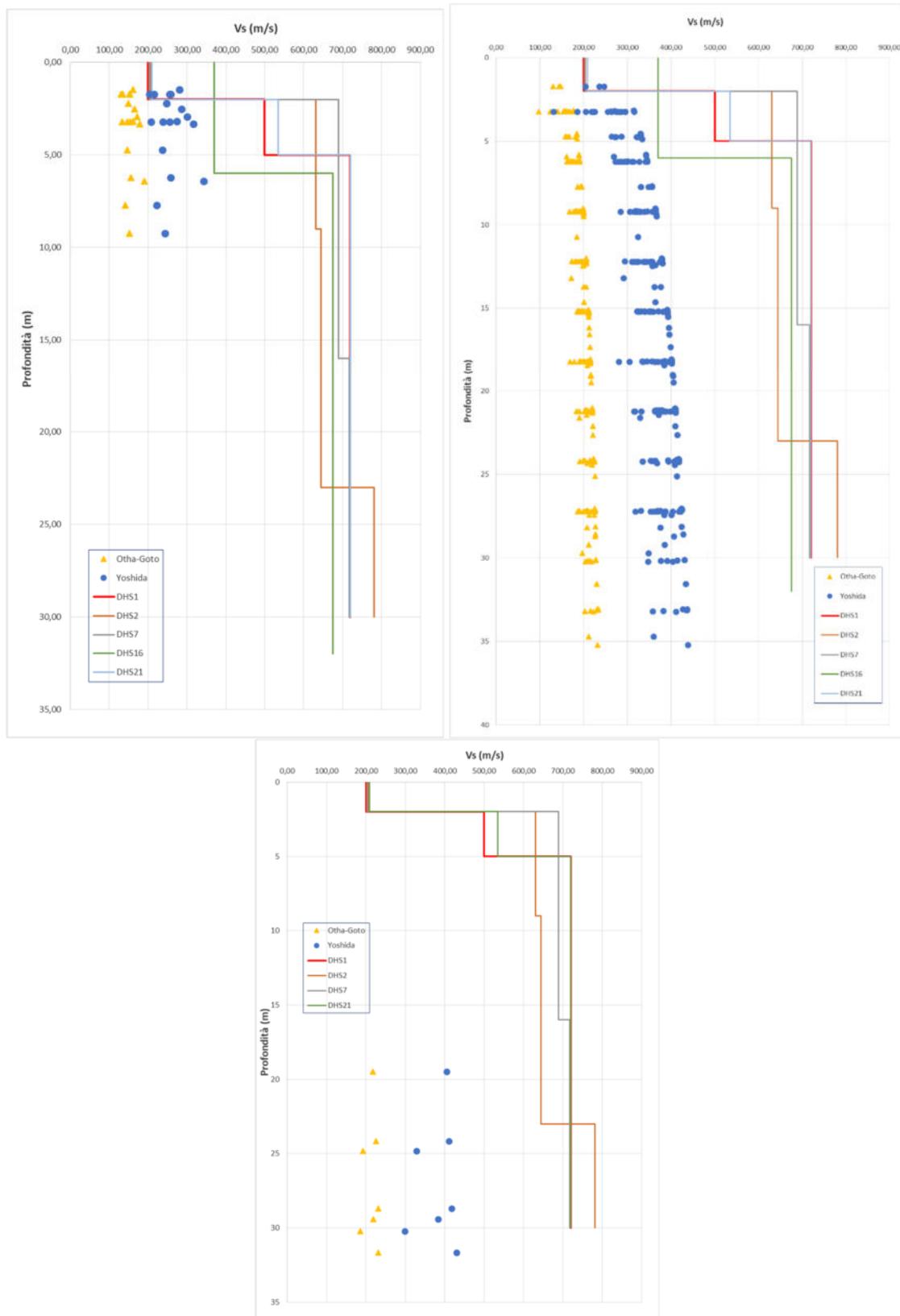


Figura 4-5- fg^{R2} - fg^{R3} - Velocità delle onde di taglio misurate in situ e valori di letteratura (MR, GP, SE)

mentre, per quanto concerne i parametri di deformazione derivati dalle misure SPT abbiamo i seguenti valori:

MR;

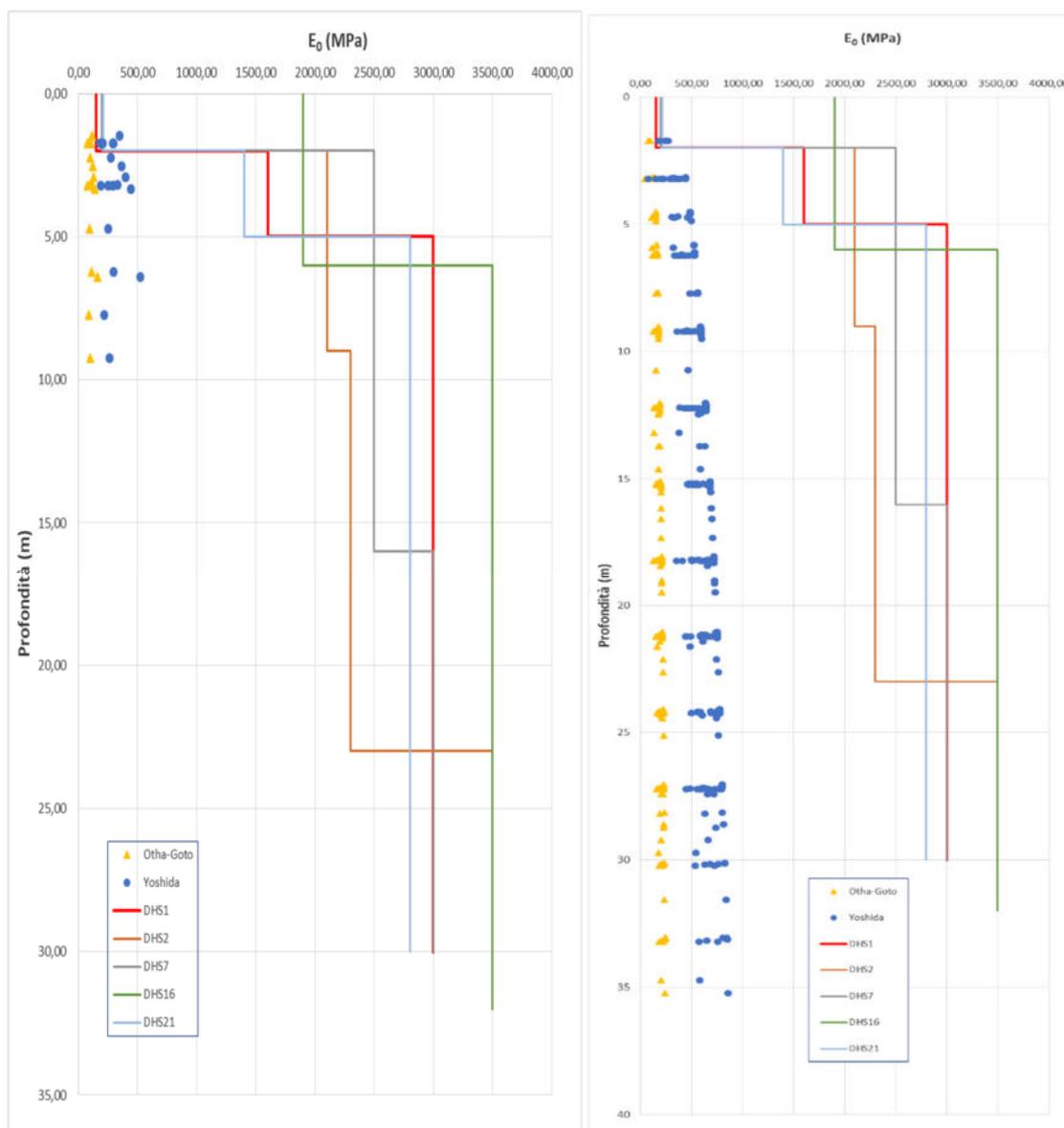
- $G_0=33\div 227$ Mpa modulo di deformazione a taglio iniziale (Figura 4-6)
- $E_0=76\div 523$ Mpa modulo di deformazione elastica iniziale (Figura 4-6)

GP;

- $G_0=18\div 372$ Mpa modulo di deformazione a taglio iniziale (Figura 4-6)
- $E_0=42\div 855$ Mpa modulo di deformazione elastica iniziale (Figura 4-6)

SE;

- $G_0=66\div 357$ Mpa modulo di deformazione a taglio iniziale (Figura 4-6)
- $E_0=153\div 823$ Mpa modulo di deformazione elastica iniziale (Figura 4-6)
-



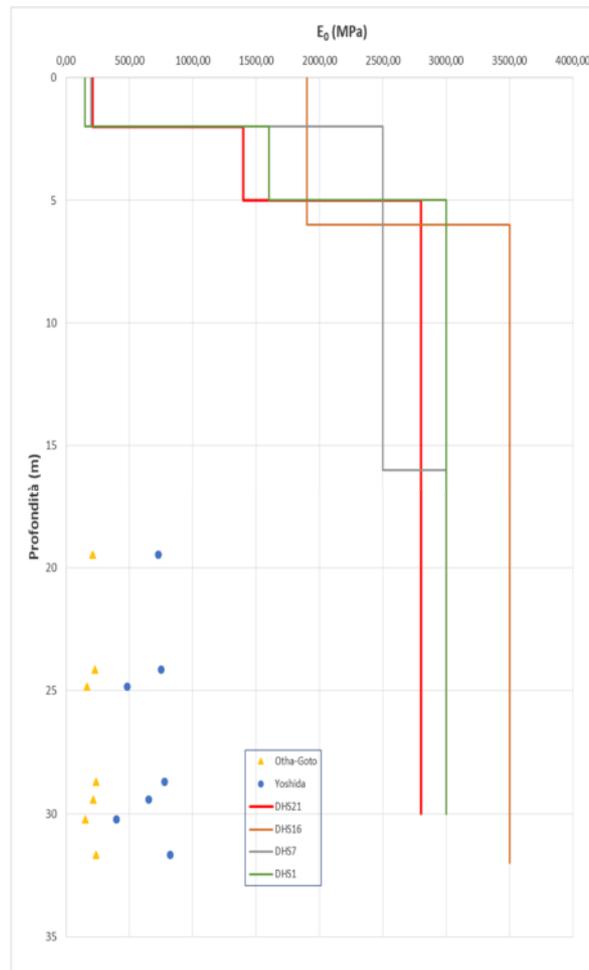
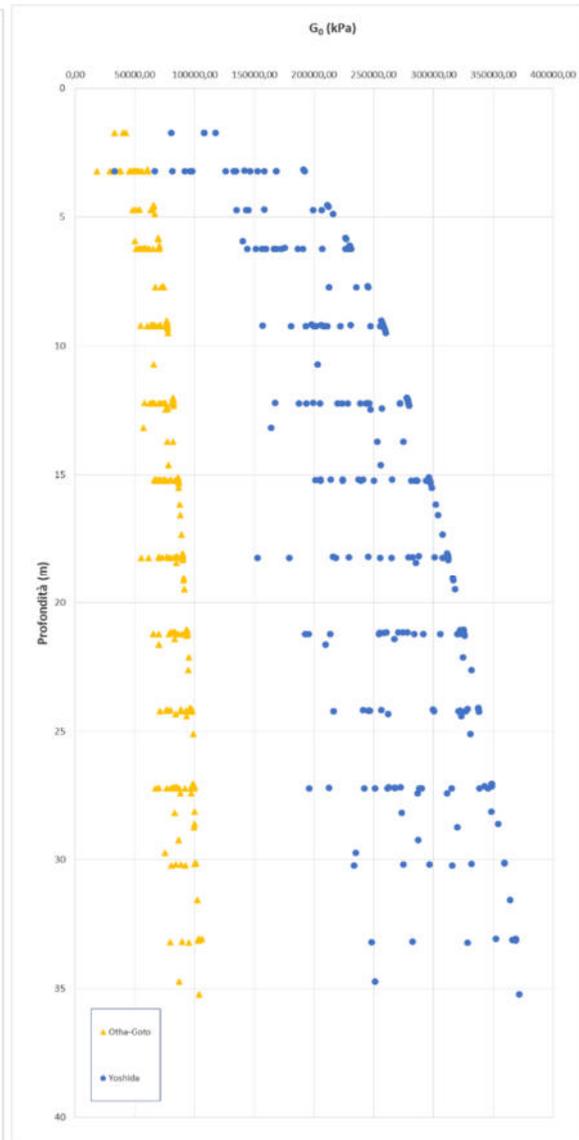
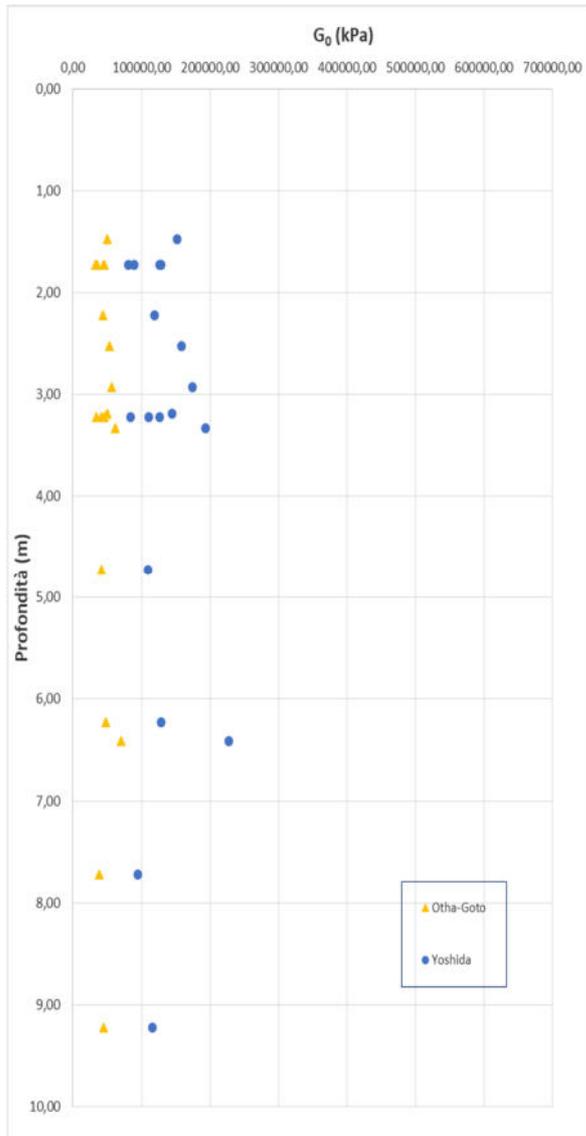


Figura 4-6- f_g^{R2} - f_g^{R3} – Moduli iniziali da SPT e valori di letteratura (MR, GP, SE)



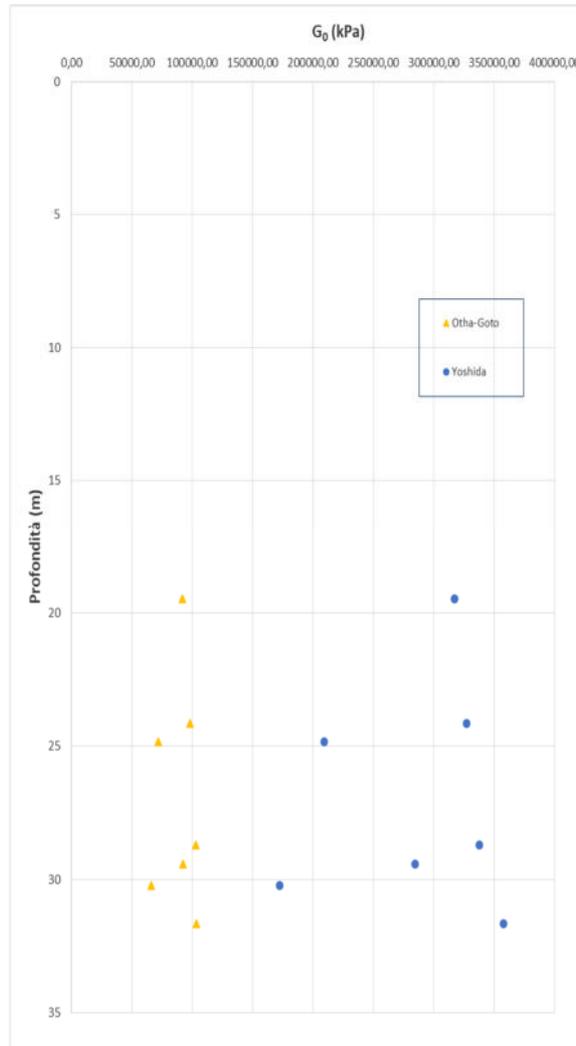


Figura 4-7- f_g^{R2} - f_g^{R3} - Valori dei moduli di taglio (MR, GP, SE)

5. SISMICITA'

5.1 Classificazione sismica del sito

Nel seguito, a partire dall'individuazione delle sorgenti sismiche di interesse e degli effetti macrosismici registrati al sito di progetto nel corso di terremoti storici, si fornisce un inquadramento dal punto di vista della sismicità locale. Successivamente, facendo diretto riferimento alle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni¹ (nel seguito NTC2018), verrà definita l'azione sismica funzione delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento basato sulla vita nominale delle opere, la loro classe d'uso, nei diversi Stati Limite considerati. Con riferimento sempre alle indicazioni normative, la definizione dell'accelerazione si baserà sulla effettiva localizzazione delle opere in progetto.

Ai sensi delle NTC2018, l'azione sismica deve essere innanzitutto determinata in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido (Categoria A) e superficie topografica orizzontale (Categoria T1); si farà riferimento alle tabelle in allegato alla edizione 2008 delle NTC, le quali elencano i valori di accelerazione massima al suolo, oltre ai parametri spettrali, in corrispondenza dei punti di una griglia di apertura 5x5 km a coprire il territorio nazionale (vedasi il dettaglio dell'area del comune di Verona in Figura 5-1).

Le indagini geofisiche e geotecniche sono riportate nella Figura 5-2.

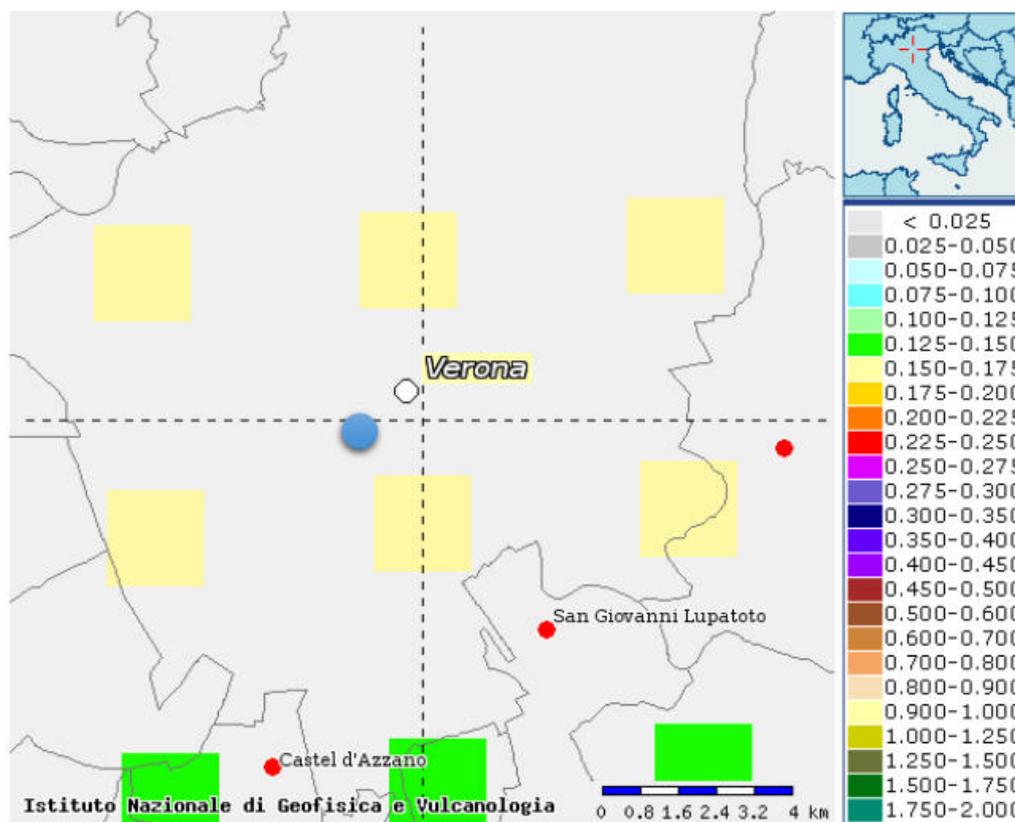


Figura 5-1-Valori di pericolosità sismica nell'intorno dell'area di progetto (pallino blu). Da elaborazioni DPC-INGV S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

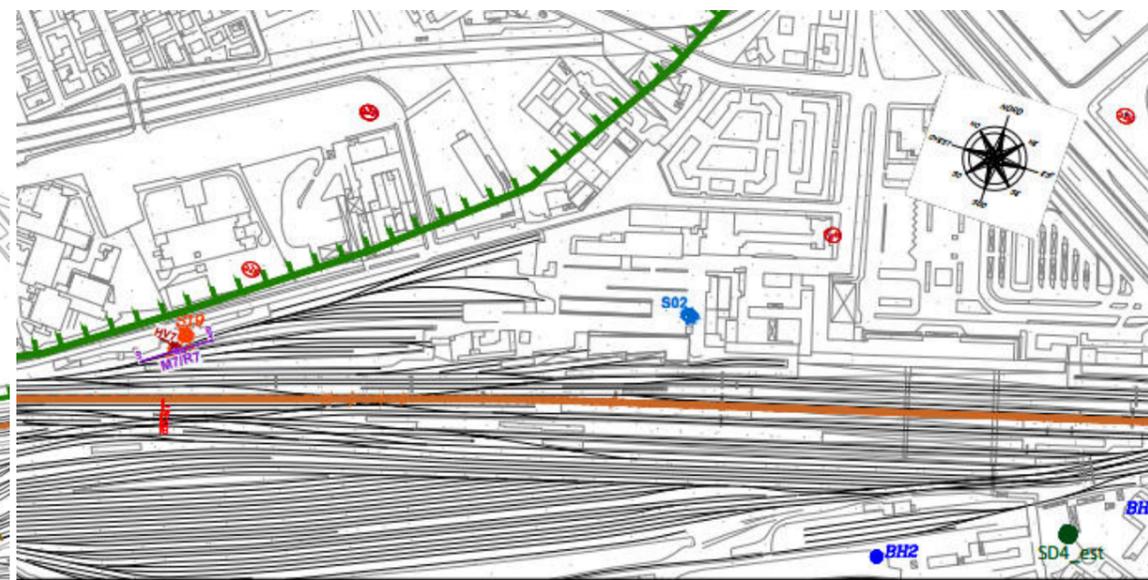
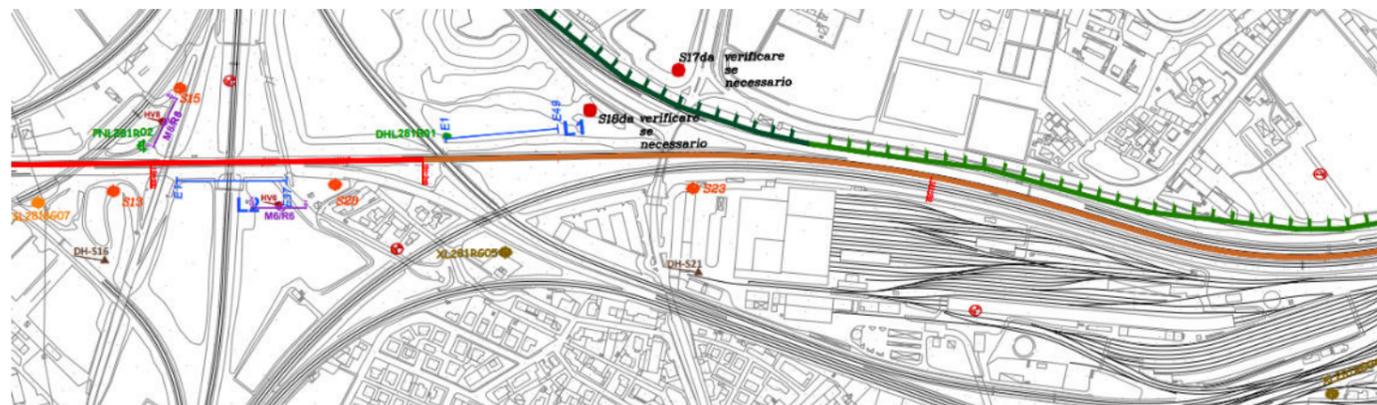
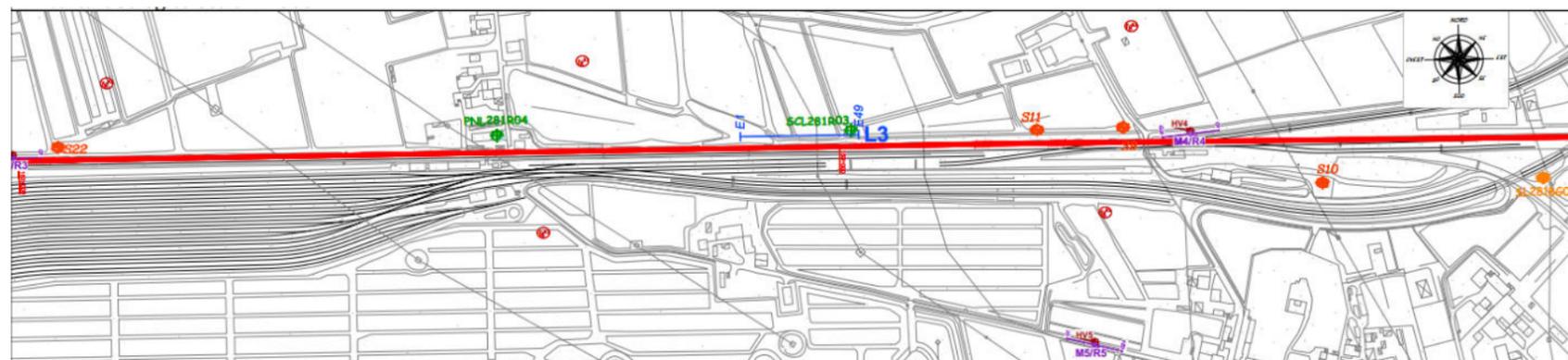
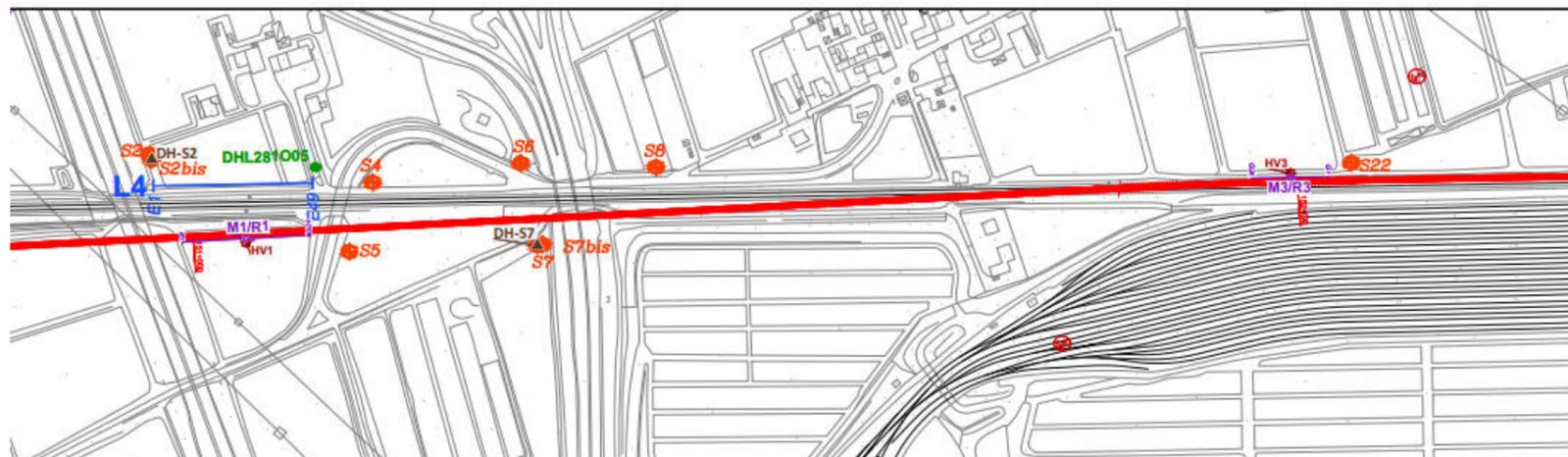


Figura 5-2- Punti di ricerca geofisica e geotecnica.

5.2 Aree Sismogenetiche Di Interesse

In termini strettamente sismologici, la Figura 5-3 illustra la distribuzione degli epicentri dei terremoti inclusi nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (Rovida et al., 2016). Gli epicentri sono sovrapposti alle sorgenti sismiche del modello di zone sismogenetiche ZS9 (Meletti et al., 2008), alla base dell'attuale mappa di pericolosità del territorio italiano di cui alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008 e NTC2018). Sono inoltre riportate le principali faglie individuali (ISS) ed i sistemi di faglie composite (CSS) tratti dal progetto DISS3 (Haller e Basili, 2011). Si osserva come la definizione delle zone sismogenetiche ZS9 corrisponda sia alla distribuzione delle faglie sul territorio nazionale, sia alla distribuzione degli epicentri dei terremoti. Il modello sismogenetico racchiude pertanto informazioni sia di natura geologica, sia dettate dalla sismicità storica.

Il sito di progetto è localizzato nella ZS906 che include terremoti di media magnitudo legati alle spinte della cintura sub-alpina dal Veneto centrale al Lago di Garda. Questa zona include terremoti originati nella Pianura Padana i cui dati sono scarsi e di affidabilità incerta, come ad esempio l'evento del Veronese del 1117 di $M_w \sim 6.5$ e del Bresciano del 1222, $M_w \sim 6.$, il quale ha interessato una porzione della provincia di Brescia in cui è presente un sistema di faglie inverse. In questa zona le zone epicentrali sono localizzate a profondità comprese tra 5 e 8 km; sono previsti, sulla base dei meccanismi focali, valori di magnitudo massima pari a $M_{max} = 6.60$.

In prossimità del sito di progetto, si incontra la ZS907, che include la parte meridionale delle province di Bergamo e Brescia ed è caratterizzata da una sismicità medio-bassa, con la sola eccezione del terremoto di Soncino del 1802 di $M_w = 5.9$.

Ad Est, troviamo la ZS905 che è caratterizzata dall'elevata sismicità delle spinte alpine più attive in Veneto e Friuli, e dalla sismicità mista (alpina e dinarica) dell'area di confine tra Italia e Slovenia. In questa zona le caratteristiche di sismicità in termini di magnitudo massime (~ 6.5) e frequenza degli eventi sono nettamente superiori rispetto alle altre come evidente dalla distribuzione degli epicentri di Figura 5-3. Fra gli eventi recenti più significativi originati in quest'area, si ricorda il terremoto dei Friuli del 1976. In letteratura, i terremoti di questa regione risultano ben vincolati e associati a specifiche sorgenti sismiche sulla base di dati geologici affidabili. Per questa zona il valore di MW massimo è di 6.66.

A Sud del sito di progetto, troviamo la zona 912, 913 e 911. La ZS912 rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale dove la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po). La zona 913 estende da Parma e ricade in una fascia di transizione con meccanismi essenzialmente compressivi. Questa fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo, con profondità ipocentrali mediamente elevate. Ad Ovest, la ZS911 delimita l'estremità settentrionale dell'arco appenninico. Si ipotizza che le strutture di questa zona abbiano una funzione di "svincolo" cinematico del sistema in migrazione (Gruppo di Lavoro, 2004). L'evento più significativo compreso nella ZS911 è il terremoto di 1828 dell'Oltrepò Pavese con $MW = 5.72$.

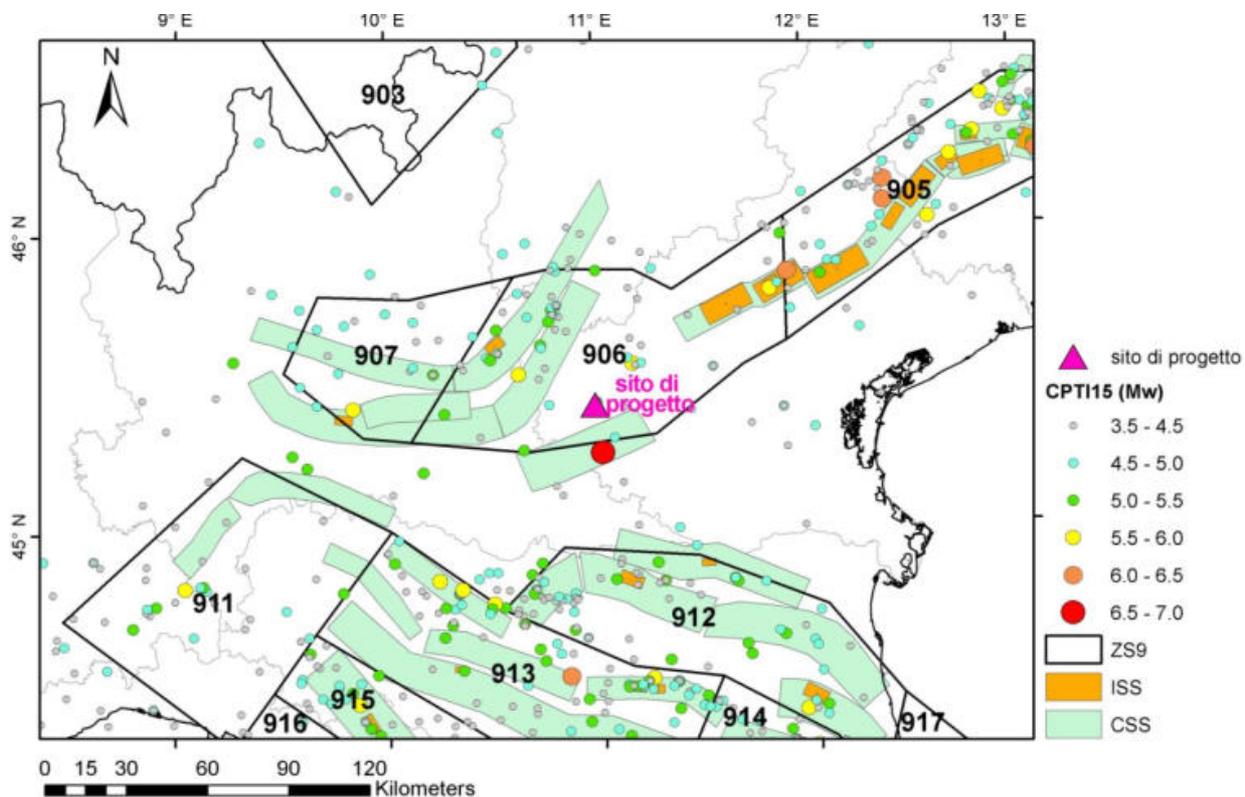


Figura 5-3-Contesto sismo-tettonico della regione estesa nell'intorno del sito di progetto: i poligoni in nero rappresentano i confini delle sorgenti sismogenetiche del modello ZS9 (Meletti et al., 2008), i cerchi colorati rappresentano gli epicentri dei terremoti inclusi nel catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI15, Rovida et al., 2016). I rettangoli arancioni rappresentano le faglie individuali del modello DISS3 mentre quelli verdi i sistemi di faglie composite.

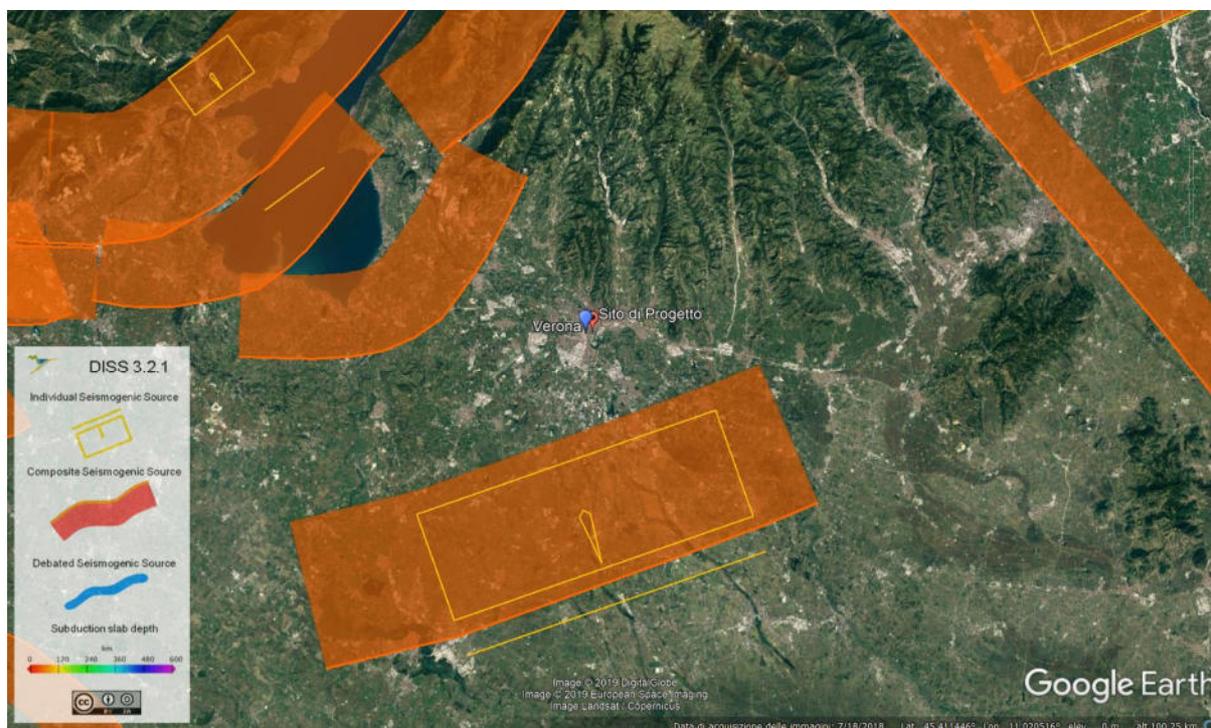


Figura 5-4-Sorgenti sismogenetiche individuali e composite dal “Database of Individual Seismogenic Sources” (DISS 3.2) rilevanti per l’area in oggetto (indicatore blu).

I lineamenti di faglia più vicini all’opera oggetto dello studio (vedi l’estratto dal database italiano delle zone sismogenetiche DISS3.2 di Figura 5-4) sono costituiti da sistemi di faglie composite (CSS), all’interno dei quali si classificano alcune sorgenti individuali (ISS). Le principali zone sismogenetiche composite sono quelle del Solferino (ITCS114) e dell’Adige Plain (ITCS076), rispettivamente con magnitudo di 6.0 e 6.7. All’interno della zona sismogenetica dell’Adige Plain si riconosce la faglia di Veronese ($M_w=6.7$) responsabile del terremoto di Gennaio 1117 di Verona, che è probabilmente l’evento più significativo avvenuto nella Pianura Padana.

Per avere un quadro completo dei livelli di sismicità dell’area di interesse, un utile riferimento è costituito dal Database Macrosismico Italiano DBMI15 (Locati et al., 2016), il quale contiene tutte le informazioni riguardanti le intensità macrosismiche osservate a seguito dei terremoti accaduti fino al 2014. In particolare, la Figura 5-5 mostra la storia sismica associata al comune di Verona in termini di intensità macrosismica. Si nota come la frequenza di eventi sismici in grado di produrre risentimenti al sito sia significativa, seppur con intensità sismiche massime avvertite non superiori a 6-7 (ad eccezione del terremoto del veronese del 1117 in grado di produrre danni fino al grado di intensità 9).

Gli eventi più importanti in termini di intensità percepita nell’area del Comune di Verona sono:

- Veronese, del 3/1/1117 (h 15:15), $M = 6.5$, $I = 9$
- Verona, dicembre 1183, $M = 4.9$, $I = 6-7$
- Grigioni, 3/9/1295, $M = 6.20$, $I = 6$
- Verona 4/12/1334, $M = 4.86$, $I = 6-7$
- Verona 1402, $M = 4.63$, $I = 6$
- Friuli-Slovenia, 26/3/1511, $M = 6.32$, $I = 6$

- Asolano, 25/2/1695, M = 6.40, I = 6
- Alpago Consiglio, 29/6/1873, M = 6.29, I = 6
- Valle dell’Illasi, 7/6/1891, M = 5.87, I = 6
- Veronese, 25/4/1907, M = 4.79, I = 6

Da quanto sopra si evince come sia associabile all’area interessata di progetto una sismicità complessivamente moderata in termini di intensità (a parte il terremoto del 1117), anche se frequente in termini di eventi.

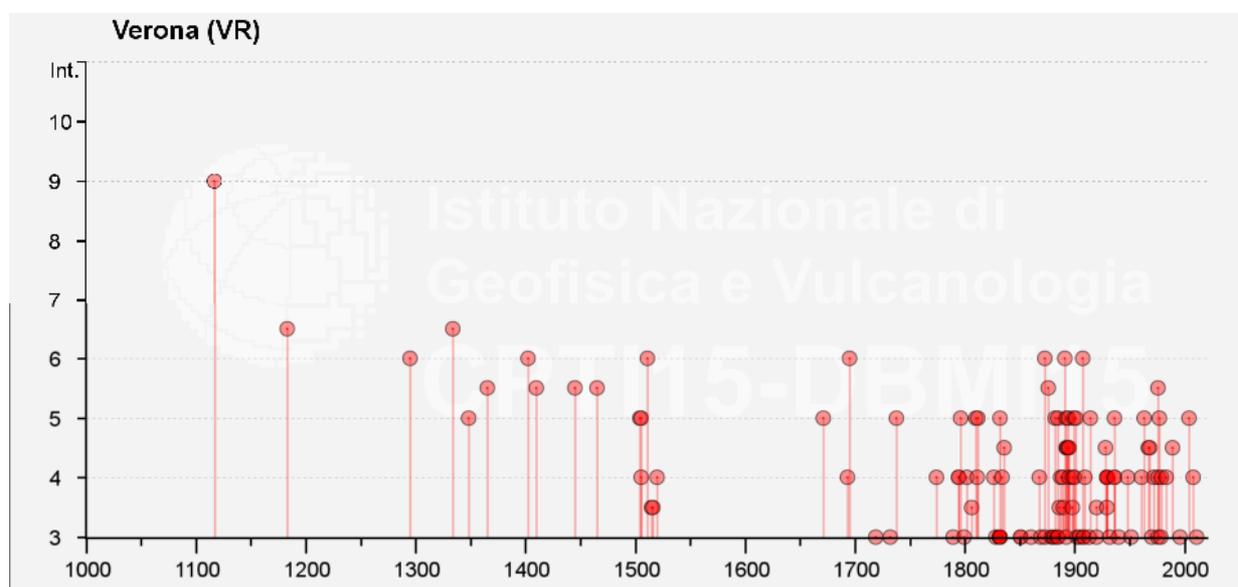


Figura 5-5-Storia sismica del comune di Verona (dal catalogo DBMI 2015, Locati et al., 2016).

5.3 Definizione Dell’azione Sismica Di Progetto

La definizione dell’azione sismica di progetto per l’opera segue quanto disposto dalle NTC2018. In particolare, l’azione sismica in base alla quale va valutato il rispetto dei diversi Stati Limite per le strutture in progetto (di esercizio – SLE e Ultimi - SLU) deve essere definita a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, a sua volta esprimibile in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale. La definizione dell’azione sismica comprende la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R per la vita utile della struttura. Data la probabilità di superamento nel periodo temporale di riferimento, funzione dello Stato Limite considerato per la verifica, la forma degli spettri di risposta di progetto è definita dai seguenti parametri:

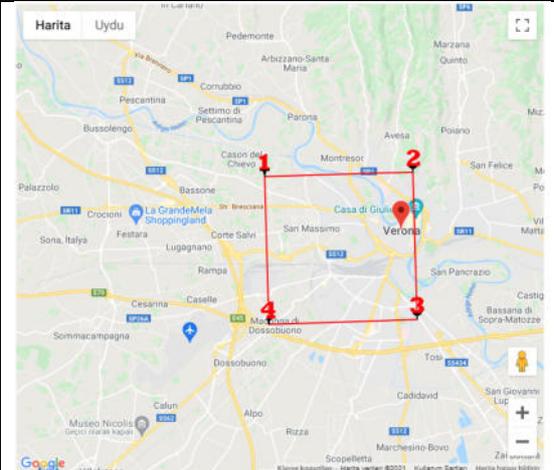
- a_g accelerazione orizzontale massima per sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato al Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, i valori dei suddetti parametri sono forniti per ognuno dei 10751 nodi del reticolo di riferimento che copre il territorio nazionale. I valori corrispondenti a punti intermedi alla griglia si ottengono per interpolazione sui quattro punti adiacenti. In Tabella 5-1, si riporta l’identificativo dei nodi del reticolo di riferimento entro cui è compreso il punto di

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|
|  | LINEA AV/AC MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST – VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST | | | | | |
| | Relazione Geotecnica Generale (Compresa Sismica) | COMMESSA IN10 | LOTTO 10 | CODIFICA D 26 GE | DOCUMENTO GE0000 001 | REV. A |

calcolo dell'azione sismica (elaborazione da foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v.1.0.3b, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2009) per il sito di progetto, in corrispondenza di un punto baricentrico rispetto alle opere.

Tabella 5-1- Nodi del reticolo di riferimento nell'intorno del sito di progetto. Elaborazione da foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v. 1.0.3b, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2009.

| ID Punto | Longitudine (WGS84) | Latitudine (WGS84) | Localizzazione punti di griglia |
|----------------------------------|---------------------|--------------------|---|
| Baricentrico rispetto alle opere | 10.991621° | 45.438384° |  |

Vita nominale, vita utile e periodi di ritorno dell'azione sismica

La Vita Nominale V_N di un'opera, intesa come il periodo temporale entro cui l'opera stessa possa essere usata per lo scopo al quale è destinata, purché soggetta a manutenzione ordinaria, è così definita dalle NTC2018:

- $V_N \leq 10$ anni, per opere provvisorie e opere provvisionali.
- $V_N \geq 50$ anni, per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$ anni, per grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.

Nel caso in esame, ai fini della definizione dell'azione sismica, i progettisti hanno assunto:

$$V_N = 50 \text{ anni}$$

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, le opere sono suddivise dalle NTC2018 in classi d'uso, la cui appartenenza è stabilita in base all'importanza dell'opera rispetto alle esigenze di operatività a valle di un evento sismico. Nel caso in esame, i progettisti hanno assunto le opere come appartenenti alla Classe d'Uso IV, ossia:

“Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente.”

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|
|  | LINEA AV/AC MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST – VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST | | | | | |
| | Relazione Geotecnica Generale (Compresa Sismica) | COMMESSA IN10 | LOTTO 10 | CODIFICA D 26 GE | DOCUMENTO GE0000 001 | REV. A |

Pertanto, sulla base delle indicazioni NTC2018, alla Classe d’Uso III corrisponde un coefficiente d’uso C_U pari a:

$$C_U = 2.0$$

Il periodo di riferimento V_R si ottiene moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d’uso C_U . Nel caso in esame:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2 = 100 \text{ anni}$$

L’azione sismica di progetto va quindi determinata in funzione degli Stati Limite di verifica e delle corrispondenti probabilità PVR di realizzarsi nel periodo di riferimento V_R .

Gli Stati Limite di riferimento per verifiche in presenza di sisma, così come definiti nelle NTC2018 al par. 3.2.1 sono:

- Stati Limite Ultimi (SLU)
 - Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, SLV, definito come lo stato limite in corrispondenza del quale la struttura subisce una significativa perdita della rigidezza nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
 - Stato Limite di Prevenzione del Collasso, SLC, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.
- Stati limite di Esercizio (SLE):
 - Stato Limite di immediata Operatività SLO per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell’evento sismico.
 - Stato Limite di Danno SLD definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell’opera ed il suo immediato utilizzo.

Il tempo di ritorno T_R dell’azione sismica di verifica è legato al periodo di riferimento V_R ed alla probabilità di superamento P_{VR} dalla relazione:

$$T_R = - V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

Nel caso in esame, i valori di periodo di ritorno dell’azione sismica, per i diversi Stati Limite, sono indicati in Tabella 5-2.

I valori di a_g (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione lungo il tratto orizzontale) e T_{c^*} (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), per il sito di progetto e i periodi di interesse, sono riportati nella sopracitata Tabella 5-2.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|
|  ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA AV/AC MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST – VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST | | | | | |
| | Relazione Geotecnica Generale (Compresa Sismica) | COMMESSA IN10 | LOTTO 10 | CODIFICA D 26 GE | DOCUMENTO GE0000 001 | REV. A |

Tabella 5-2- Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per gli stati limite di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLPP (2009)) per $VR = 112.5$ anni.

| SL | TR (anni) | a_g (g) | F_0 (-) | T_c^* (s) |
|-----|-----------|-----------|-----------|-------------|
| SLO | 60 | 0.061 | 2.511 | 0.250 |
| SLD | 101 | 0.079 | 2.471 | 0.261 |
| SLV | 949 | 0.201 | 2.469 | 0.279 |
| SLC | 1950 | 0.261 | 2.404 | 0.287 |

Risposta sismica locale

Le NTC2018 definiscono il fattore di sito S come funzione sia della categoria di sottosuolo (SS), sia dell'andamento della superficie topografica (attraverso il coefficiente ST):

$$S = S_s \cdot S_T$$

La classificazione del sottosuolo si conduce in base alle condizioni stratigrafiche ed al valore equivalente di velocità di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definito dall'espressione:

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

dove:

h_i = spessore dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$ = valore di velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido,

For this study, the survey campaign included the execution of MASW and Downhole tests, as described in doc. IN1010D69IGGE0005001A. The results of the MASW tests return an equivalent value of shear wave propagation speed, V_S , eq in the range 333-561 m / s. (Tabella 5-3).

Tabella 5-3- Risultati prove Down-Hole e MASW

| Prova | $V_{s,30}$ | Cat. suolo |
|-------|------------|------------|
| M1R1 | 507 | B |
| M3R3 | 561 | B |
| M4R4 | 452 | B |
| M5R5 | 476 | B |
| M6R6 | 333 | C |
| M7R7 | 509 | B |
| M8R8 | 399 | B |
| DH-S1 | 500 | B |
| DH-S2 | 508 | B |

| Prova | V _{s,30} | Cat. suolo |
|--------|-------------------|------------|
| DH-S7 | 490 | B |
| DH-S16 | 498 | B |
| DH-S21 | 520 | B |

I coefficienti S_s per la categoria di sottosuolo B si ottengono dalla seguente espressione (vedi Tabella 3.2.IV del par. 3.2.3 delle NTC2018):

$$S_s = 1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_o \cdot a_g / g \leq 1.20$$

Per ciò che concerne l'amplificazione topografica, il sito di progetto si colloca su superficie sostanzialmente pianeggiante (cat. T1 - Superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, in accordo alla Tabella 3.2.III al par.3.2.2. delle NTC2018). Pertanto, il fattore di amplificazione topografica risulta pari a:

$$S_r = 1$$

Sulla base di quanto sopra, i valori del fattore di sito S e dell'azione sismica di progetto $a_{max} = S \cdot a_g$ per i periodi di ritorno corrispondenti ai diversi stati limite sono riportati in Tabella 5-4.

Si rimanda al testo delle NTC2018 per ogni altra indicazione, ad esempio in merito alla definizione degli spettri elastici di risposta.

Tabella 5-4- Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato. (Tabella 3.2.II delle NTC2018).

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

Tabella 5-5- Valori di a_g (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale) e dei coefficienti di sito S ($ST=1$) e accelerazione di progetto a_{max} per gli stati limite di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLPP (2009)) per $VR = 100$ anni per il sito di progetto.

| SL | TR (anni) | a_g (g) | S (-) | a_{max} (g) |
|-----|-----------|-----------|-------|---------------|
| SLO | 60 | 0.061 | 1.200 | 0.073 |
| SLD | 101 | 0.079 | 1.200 | 0.095 |
| SLV | 949 | 0.201 | 1.200 | 0.241 |
| SLC | 1950 | 0.261 | 1.149 | 0.313 |

5.4 Analisi Di Pericolosità Rispetto Al Fenomeno Della Liquefazione

Al fenomeno della liquefazione dei terreni sono associati la perdita di resistenza al taglio e l'evoluzione di deformazioni nel campo plastico, in terreni saturi prevalentemente sabbiosi. Tali fenomeni sono dovuti essenzialmente alle azioni cicliche dinamiche indotte dal sisma in condizioni non drenate. Tale eventualità va verificata poiché le condizioni di riduzione di resistenza e aumento delle deformazioni possono evolvere verso situazioni di danno permanente alle infrastrutture.

I parametri che influenzano la sensibilità di un ammasso nei confronti della liquefazione sono il numero di cicli N del sisma, l'assordimento granulometrico del terreno, ovvero la sua densità relativa caratteristica. Tanto più alto è il numero di cicli e tanto più bassa è la densità relativa, tanto maggiore è la probabilità di liquefazione del terreno.

La Normativa tecnica NTC 2018 al paragrafo 7.11.3.4.2 afferma che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di free-field minori di **0.1 g**;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{cIN} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{cIN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione verticale efficace di 100 kPa;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in tabella seguente nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$ (vedi figg. Figura 5-6 e Figura 5-7).

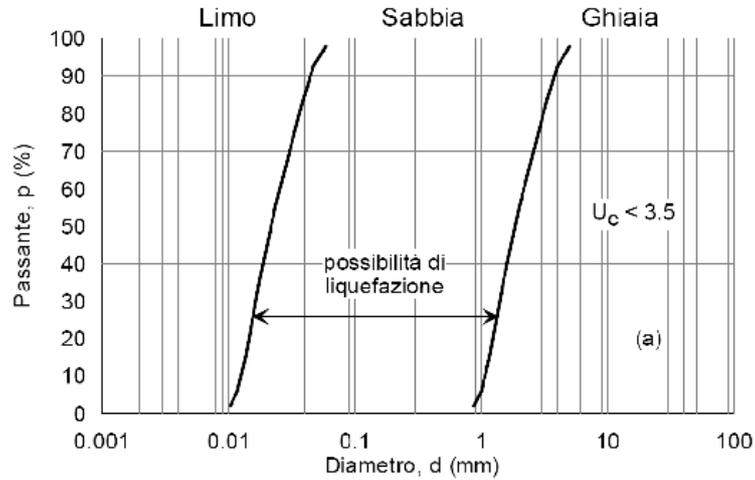


Figura 5-6-fusi granulometrici per terreni suscettibili alla liquefazione – $U_c < 3,5$

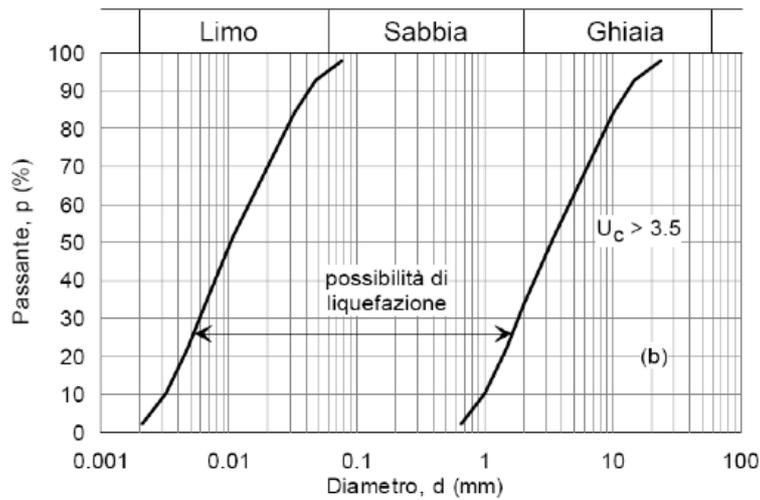


Figura 5-7- fusi granulometrici per terreni suscettibili alla liquefazione – $U_c > 3,5$

Valutazioni dettagliate sulla liquefazione sono eseguite nel rapporto RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE LIQUEFAZIONE (N1010D26GEGE0000002A).

| | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| Relazione Geotecnica Generale (Compresa Sismica) | COMMESSA IN10 | LOTTO 10 | CODIFICA D 26 GE | DOCUMENTO GE0000 001 | REV. A | FOGLIO 72 di 76 |
|---|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|

6. CARATTERIZZAZIONE PER PROGRESSIVA

Di seguito vengono presentati, in incremento chilometrico, i valori di caratterizzazione geotecnica utilizzati per le unità analizzate nel capitolo 4.

- dal km 150 + 780 al km 151 + 600 fg^{R2}
- dal km 151+600 al km 152+835 fg^{R3}
- dal km 152+835 al km 153+730 fg^{R3}
- dal km 153+730 al km 154+150 fg^{R3}
- dal km 154+150 al km 154+500 fg^{R3}
- dal km 154+500 al km 155+625 fg^{R3}
- dal km 155+625 al km 156+300 fg^{R3}
- dal km 156+300 al km 157+000 fg^{R3}
- dal km 4+950 al km 5+500 (BRENNERO) fg^{R3}
- dal km 000+000 al km 414+610 (VIA CARNIA) fg^{R3}
- dal km 000+00 al km 201+24 (VIA FENILLON) fg^{R3}

Quindi, in sintesi, i parametri tipici delle unità fg^{R2} - fg^{R3} con i chilometri di pista, saranno i seguenti:

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} - fg^{R3} tra **km 150 + 780 e km 151 + 600** saranno i seguenti:

(per opere d'arte VI01 /VI02 /SL01/NV01/IV01/NW01)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D _R [%] | φ' [°] | c' [kPa] | G ₀ [Mpa] | E ₀ [Mpa] | E' _{RIL} [Mpa] | E' _{OC} [Mpa] |
|---------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 0÷5 | 19 | 80÷100 | 39 | 0 | 90 | 205 | 21 | 41 |
| 5÷15 | 19 | 50÷100 | 38 | 0 | 144 | 330 | 67 | 66 |
| >15 | 19 | 30÷50 | 38 | 0 | 200 | 460 | 33 | 92 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} - fg^{R3} tra **km 151+600 e km 152+835** saranno i seguenti:

(per opere d'arte: /FA01)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D _R [%] | φ' [°] | c' [kPa] | G ₀ [Mpa] | E ₀ [Mpa] | E' _{RIL} [Mpa] | E' _{OC} [Mpa] |
|---------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 0÷5 | 19 | 45÷76 | 39 | 0 | 74 | 171 | 17 | 34 |
| 5÷15 | 19 | 51÷66 | 39 | 0 | 127 | 292 | 29 | 58 |
| >15 | 19 | 32÷57 | 38 | 0 | 180 | 413 | 41 | 83 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} - fg^{R3} tra **km 152+835 e km 153+730** saranno i seguenti:

(per opere d'arte: **GA01 /GA02 /NV03/SL02/TR2846**)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D _R [%] | φ' [°] | c' [kPa] | G ₀ [Mpa] | E ₀ [Mpa] | E' _{RIL} [Mpa] | E' _{OC} [Mpa] |
|-----------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 0÷5 | 19 | 71÷97 | 42 | 0 | 101 | 233 | 23 | 47 |
| 5÷15 | 19 | 50÷77 | 40 | 0 | 152 | 350 | 35 | 70 |
| >15 | 19 | 32÷57 | 38 | 0 | 173 | 398 | 40 | 80 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} - fg^{R3} tra **km 153+730 e km 154+150** saranno i seguenti:

(per opere d'arte: -)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D _R [%] | φ' [°] | c' [kPa] | G ₀ [Mpa] | E ₀ [Mpa] | E' _{RIL} [Mpa] | E' _{OC} [Mpa] |
|-----------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 0÷5 | 19 | 36÷96 | 40 | 0 | 90 | 205 | 21 | 41 |
| 5÷15 | 19 | 45÷77 | 40 | 0 | 146 | 335 | 34 | 67 |
| >15 | 19 | 39÷57 | 38 | 0 | 186 | 418 | 42 | 84 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} - fg^{R3} tra **km 154+150 e km 154+500** saranno i seguenti:

(per opere d'arte: **VI04/GA03**)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D _R [%] | φ' [°] | c' [kPa] | G ₀ [Mpa] | E ₀ [Mpa] | E' _{RIL} [Mpa] | E' _{OC} [Mpa] |
|-----------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 0÷5 | 19 | 61÷78 | 40 | 0 | 140 | 322 | 32 | 65 |
| 5÷15 | 19 | 38÷61 | 39 | 0 | 167 | 385 | 39 | 77 |
| >15 | 19 | 34÷50 | 38 | 0 | 185 | 425 | 43 | 85 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} - fg^{R3} tra **km 154+500 e km 155+625** saranno i seguenti:

(per opere d'arte: **SL03**)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D _R [%] | φ' [°] | c' [kPa] | G ₀ [Mpa] | E ₀ [Mpa] | E' _{RIL} [Mpa] | E' _{OC} [Mpa] |
|-----------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 0÷34 | 19 | 76÷95 | 41 | 0 | 177 | 407 | 41 | 81 |
| 34÷37 | 19 | 48÷57 | 39 | 12 | 2 | 5 | 0,5 | 1 |
| >37 | 19 | 42 | 24 | 0 | 169 | 389 | 40 | 78 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} - fg^{R3} tra **km 155+625 e km 156+300** saranno i seguenti:

(per opere d'arte: **FV02**)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D_R [%] | φ' [°] | c' [kPa] | G_0 [Mpa] | E_0 [Mpa] | E'_{RIL} [Mpa] | E'_{OC} [Mpa] |
|---------------|------------------------------------|--------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|---------------------|--------------------|
| 0÷10 | 19 | 32÷75 | 36 | 0 | 72 | 165 | 17 | 33 |
| 10÷20 | 19 | 53÷57 | 39 | 0 | 193 | 443 | 44 | 88 |
| >20 | 20 | 42 | 24 | 24 | 502 | 429 | 43 | 85 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} - fg^{R3} tra **km 156+300 5 e km 157+000** saranno i seguenti:

(per opere d'arte: **FV01/FV03/FV04/FV05/FV06/FA03**)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D_R [%] | φ' [°] | c' [kPa] | G_0 [Mpa] | E_0 [Mpa] | E'_{RIL} [Mpa] | E'_{OC} [Mpa] |
|---------------|------------------------------------|--------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|---------------------|--------------------|
| 0÷10 | 19 | 18÷128 | 41 | 0 | 127 | 165 | 17 | 33 |
| 10÷20 | 19 | 42÷62 | 39 | 0 | 184 | 423 | 42 | 84 |
| >20 | 20 | 40÷51 | 38 | 24 | 190 | 435 | 44 | 87 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} tra **km 0+000 e km 0+860 (BRENNERO)** saranno i seguenti:

(per opere d'arte: **BRENNERO**)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D_R [%] | φ' [°] | c' [kPa] | G_0 [Mpa] | E_0 [Mpa] | E'_{RIL} [Mpa] | E'_{OC} [Mpa] |
|---------------|------------------------------------|--------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|---------------------|--------------------|
| 0÷15 | 19 | 74 | 41 | 0 | 133 | 270 | 27 | 54 |
| 15÷25 | 19 | 50 | 38 | 0 | 175 | 401 | 40 | 80 |
| >25 | 19 | 42 | 37 | 0 | 201 | 463 | 46 | 93 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} tra **km 0+860 e km 1+375 (BRENNERO)** saranno i seguenti:

(per opere d'arte: **BRENNERO**)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D_R [%] | φ' [°] | c' [kPa] | G_0 [Mpa] | E_0 [Mpa] | E'_{RIL} [Mpa] | E'_{OC} [Mpa] |
|---------------|------------------------------------|--------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|---------------------|--------------------|
| 0÷10 | 19 | 100 | 42 | 0 | 127 | 292 | 29 | 58 |
| 10÷20 | 19 | 63 | 39 | 0 | 183 | 421 | 42 | 84 |
| >20 | 19 | 44 | 37 | 0 | 203 | 467 | 47 | 93 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R2} - fg^{R3} tra **km 000+000 e km 414+610 (VIA CARNIA)** saranno i seguenti:

(per opere d'arte: **VIA CARNIA**)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D_R [%] | ϕ' [°] | c' [kPa] | G₀ [Mpa] | E₀ [Mpa] | E'_{RIL} [Mpa] | E'_{OC} [Mpa] |
|---------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 0÷30 | 19 | 38÷85 | 40 | 0 | 165 | 379 | 38 | 76 |
| 30÷34 | 19 | - | 27 | 1.2 | 130 | 337 | 34 | 67 |
| >34 | 19 | 42 | 38 | 0 | 238 | 547 | 55 | 109 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

- I parametri tipici per l'unità fg^{R3} tra km 0+000 e km 0+400 (VIA FENILLON) saranno i seguenti:

(per opere d'arte: **VIA FENILLON**)

| SUBSTRATO | γ_n [kN/m ³] | D_R [%] | ϕ' [°] | c' [kPa] | G₀ [Mpa] | E₀ [Mpa] | E'_{RIL} [Mpa] | E'_{OC} [Mpa] |
|---------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 0÷15 | 19 | 62 | 40 | 0 | 125 | 287 | 29 | 57 |
| 15÷30 | 19 | 48 | 38 | 0 | 175 | 403 | 40 | 81 |
| >30 | 19 | 34 | 36 | 0 | 231 | 530 | 43 | 106 |

E'_{RIL} : Modulo di deformazione operativo per i rilevati (E₀/10)

E'_{OC} : Modulo di deformazione operativo per le opere civili (E₀/5)

| PK:150+780 + 151+600 PK:151+600+152+835 PK:152+835 + 153+730 PK:152+730 + 154+150 PK:154+150 + 154+500 PK: 155+625 + 156+300 PK: 156+300 + 157+000 PK:154+500 + 155+625 PK:0+000 + 0+860 (BRENNERO) PK:0+860 + 1+375 (BRENNERO) PK:0+000 + 50+000 VIA CARNIA PK:0+000 + 0+400 VIA FENILLON | PK | 150+780+151+600 | 151+600+152+835 | 152+835+153+730 | 153+730+154+150 | 154+150+154+500 | 154+500+155+625 | 155+625+156+300 | 156+300+157+000 | 0+000 + 0+860 | 0+860 + 1+375 | 0+000 + 414+610 | 0+000 + 0+400 |
|---|--|-----------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------------|---------------|
| WBS | VI01 /VI02 /SL01 /NV01 /IV01 /NW01 /FA01 | FA01 | GA01 /GA02 /NV03 /SL02 /TR2846 | | VI04 /GA03 | SL03 | FV02 | FV01 /FV03 /FV04 /FV05 /FV06 /FA03 | BRENNERO | BRENNERO | VIA CARNIA | VIA FENILLON | |
| Formazione geologica | (MR)/(GP) | (MR)/(GP) | (MR)/(GP)/(AL) | (MR)/(GP)/(AL)/(SE)/(LS) | (MR)/(GP) | (MR)/(GP)/(AL) | (MR)/(GP)/(AL)/(SE)/(LS) | (MR)/(GP)/(AL)/(SE) | (GP)/(SE) | (GP)/(SE)/(LS) | (GP)/(AL) | (GP)/(SE)/(AL)/(LS) | |
| Unita Geotecnica | fgR2 | fgR2 | fgR3 | fgR3 | fgR3 | fgR3 | fgR3 | fgR3 | fgR3 | fgR2 | fgR2 | fgR3 | fgR3 |
| Peso di volume g [kN/m3] | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| Coesione C' [kPa] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Angolo di attrito di picco φ' [°] | 39 | 39 | 42 | 40 | 40 | 41 | 36 | 41 | 41 | 41 | 42 | 40 | 40 |
| Densità relativa DR [%] | 80+100 | 45+76 | 71+97 | 36+96 | 61+78 | 76+95 | 32+75 | 18+128 | 74 | 100 | 38+85 | 62 | 62 |
| Permeabilità kh [m/s] | 1,90E-04 | 1,41E-04 | 1,82E-04 | 2,39E-04 | 5,18E-04 | - | - | 6,75E-05 | 1,92E-04 | 4,71E-05 | 1,15E-04 | 1,85E-05 | 1,85E-05 |
| Modulo di deformazione a taglio iniziale | 90 | 74 | 101 | 90 | 140 | 177 | 72 | 127 | 133 | 127 | 165 | 125 | 125 |
| Modulo di deformazione elastica iniziale | 205 | 171 | 233 | 205 | 322 | 407 | 165 | 270 | 292 | 379 | 287 | 287 | 287 |
| Modulo di deformazione operativo per i | 41 | 34 | 47 | 41 | 65 | 81 | 33 | 54 | 58 | 76 | 57 | 57 | 57 |
| Classe sottosuolo | B | B | B | B | B | B | C | C | B | B | B | B | B |
| 0÷5 | 0÷10 | 0÷34 | 0÷15 | 0÷10 | 0÷30 | 0÷15 | 0÷5 | 0÷10 | 0÷34 | 0÷15 | 0÷10 | 0÷30 | 0÷15 |
| 5÷15 | 10÷20 | 34÷37 | 15÷25 | 10÷20 | 30÷32 | 15÷30 | 5÷15 | 10÷20 | 34÷37 | 15÷25 | 10÷20 | 30÷32 | 15÷30 |
| >15 | >20 | >37 | >25 | >20 | >32 | >30 | >15 | >20 | >37 | >25 | >20 | >32 | >30 |
| 0÷5 | 0÷10 | 0÷34 | 0÷15 | 0÷10 | 0÷30 | 0÷15 | 0÷5 | 0÷10 | 0÷34 | 0÷15 | 0÷10 | 0÷30 | 0÷15 |
| 5÷15 | 10÷20 | 34÷37 | 15÷25 | 10÷20 | 30÷32 | 15÷30 | 5÷15 | 10÷20 | 34÷37 | 15÷25 | 10÷20 | 30÷32 | 15÷30 |
| >15 | >20 | >37 | >25 | >20 | >32 | >30 | >15 | >20 | >37 | >25 | >20 | >32 | >30 |
| 0÷5 | 0÷10 | 0÷34 | 0÷15 | 0÷10 | 0÷30 | 0÷15 | 0÷5 | 0÷10 | 0÷34 | 0÷15 | 0÷10 | 0÷30 | 0÷15 |
| 5÷15 | 10÷20 | 34÷37 | 15÷25 | 10÷20 | 30÷32 | 15÷30 | 5÷15 | 10÷20 | 34÷37 | 15÷25 | 10÷20 | 30÷32 | 15÷30 |
| >15 | >20 | >37 | >25 | >20 | >32 | >30 | >15 | >20 | >37 | >25 | >20 | >32 | >30 |
| 0÷5 | 0÷10 | 0÷34 | 0÷15 | 0÷10 | 0÷30 | 0÷15 | 0÷5 | 0÷10 | 0÷34 | 0÷15 | 0÷10 | 0÷30 | 0÷15 |
| 5÷15 | 10÷20 | 34÷37 | 15÷25 | 10÷20 | 30÷32 | 15÷30 | 5÷15 | 10÷20 | 34÷37 | 15÷25 | 10÷20 | 30÷32 | 15÷30 |
| >15 | >20 | >37 | >25 | >20 | >32 | >30 | >15 | >20 | >37 | >25 | >20 | >32 | >30 |
| 0÷5 | 0÷10 | 0÷34 | 0÷15 | 0÷10 | 0÷30 | 0÷15 | 0÷5 | 0÷10 | 0÷34 | 0÷15 | 0÷10 | 0÷30 | 0÷15 |
| 5÷15 | 10÷20 | 34÷37 | 15÷25 | 10÷20 | 30÷32 | 15÷30 | 5÷15 | 10÷20 | 34÷37 | 15÷25 | 10÷20 | 30÷32 | 15÷30 |
| >15 | >20 | >37 | >25 | >20 | >32 | >30 | >15 | >20 | >37 | >25 | >20 | >32 | >30 |