

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

GEOTECNICA

TRATTE ALL'APERTO

Relazione Geotecnica Generale

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 30/09/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. G. Cassani

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF3A	02	E	ZZ	RB	GE0106	001	C	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C08.00 - Emissione 180gg	M. Di Minico	08/02/2022	A. Zimbaldi	08/02/2022	M. Gatti	08/02/2022	Ing. G. Cassani
B	C08.01 - A valle del contraddittorio	V. Tuccio	08/06/2022	A. Zimbaldi	08/06/2022	M. Gatti	08/06/2022	
C	C08.03 - A valle del contraddittorio	M. Mason	30/09/2022	A. Zimbaldi	30/09/2022	M. Gatti	30/09/2022	
								30/09/2022

File: IF3A02EZZRBGE0106001C.docx

n. Elab.: -

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geotecnica Generale	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 3 di 166

7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - TRATTA ALL'APERTO PK 40+950 - 41+450.. 25

7.1	NOTE INTRODUTTIVE	25
7.2	INDAGINI DISPONIBILI	26
7.3	NOTE SUL LIVELLO DI FALDA.....	27
7.4	UNITÀ COPERTURA	28
7.4.1	PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA – UNITÀ COPERTURA.....	28
7.4.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ – UNITÀ COPERTURA.....	29
7.5	UNITÀ RPL1A	31
7.5.1	PROPRIETÀ FISICHE – UNITÀ.....	31
7.5.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA	35
7.5.3	PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ.....	36
7.5.4	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA	39
7.6	UNITÀ RPL1B	40
7.6.1	PROPRIETÀ FISICHE – UNITÀ RPL1B	40
7.6.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA – UNITÀ RPL1B	44
7.6.3	PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ – UNITÀ RPL1B.....	47
7.6.4	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA – UNITÀ RPL1B.....	53
7.7	UNITÀ FAE.....	54
7.7.1	CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO	54
7.7.2	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELLA MATRICE ROCCIOSA.....	56
7.7.3	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA - FAEAM.....	58
7.7.4	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA – FAEMA	61
7.7.5	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA – FAEC	67
7.7.6	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA – UNITÀ FAE	72
7.8	INDAGINI GEOFISICHE	73
7.9	QUADRO DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI	76

8 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - TRATTA ALL'APERTO PK 68+550 - 68+950.. 77

8.1	NOTE INTRODUTTIVE	77
8.2	NOTE SUL LIVELLO DI FALDA.....	78
8.3	INDAGINI DISPONIBILI	81
8.4	UNITÀ ALL1_A	82
8.4.1	PROPRIETÀ FISICHE.....	82
8.4.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA	85
8.4.3	PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ.....	87
8.4.4	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA	91
8.5	UNITÀ ALL2_S.....	92
8.5.1	PROPRIETÀ FISICHE – UNITÀ ALL2_S	92
8.5.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA – UNITÀ ALL2_S	96
8.5.3	PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ – UNITÀ ALL2_S.....	97

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geotecnica Generale	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 4 di 166

8.5.4	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA – UNITÀ ALL2_S	99
8.6	UNITÀ ALL3_G	100
8.6.1	PROPRIETÀ FISICHE – UNITÀ ALL3_G	100
8.6.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA – UNITÀ ALL3_G	103
8.6.3	PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ – UNITÀ ALL3_G	104
8.6.4	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA – UNITÀ ALL3_G	106
8.7	UNITÀ APC	107
8.7.1	PROPRIETÀ FISICHE.....	107
8.7.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA	113
8.7.3	PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ	118
8.7.4	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA – UNITÀ APC.....	124
8.8	INDAGINI GEOFISICHE	125
8.9	QUADRO DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI	126
9	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA – VIABILITÀ SSE	127
9.1	NOTE INTRODUTTIVE	127
9.2	NOTE SUL LIVELLO DI FALDA.....	128
9.3	INDAGINI DISPONIBILI	129
9.4	UNITÀ COLTRE	130
9.4.1	PROPRIETÀ FISICHE.....	130
9.4.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA	135
9.4.3	PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ	139
9.4.4	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA – UNITÀ COLTRE	144
9.5	UNITÀ STF2	145
9.5.1	PROPRIETÀ FISICHE.....	145
9.5.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA	150
9.5.3	PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ	155
9.5.4	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA – UNITÀ STF2	162
9.6	INDAGINI GEOFISICHE	163
9.7	QUADRO DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI	165
10	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA – COLLEGAMENTO LINEA STORICA/RACCORDO PROVVISORIO	166
10.1	NOTE INTRODUTTIVE	166
10.2	INDAGINI DISPONIBILI	166
10.3	QUADRO DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI	166

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geotecnica Generale	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 5 di 166

1 PREMESSA

Il presente Report illustra e riassume i risultati dello studio di caratterizzazione geotecnica a supporto della progettazione definitiva del raddoppio della tratta Apice Orsara (itinerario Napoli – Bari), secondo lotto.

Nella presente relazione si tratterà esclusivamente la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica delle tratte allo scoperto da pk 40+950 - 41+450, in corrispondenza del Viadotto VI01, e tra le pk 68+550 - 68+950.

Nello studio si è fatto riferimento ai risultati della campagna di indagini geognostiche in sito realizzate nel 2017 e nel corso del 2018 in fase di PD e di quanto disponibile dalle indagini integrative di PE.

Con riferimento alla definizione degli spessori di scotico si rimanda alle valutazioni condotte da altri progettisti, riportate negli elaborati di progetto IF3A02EZZWBNV0100002, IF3A02EZZWBNV0200002, IF3A02EZZWBIF0000002, IF3A02EZZWZRI0000001 e IF3A02EZZWZRI1300001.

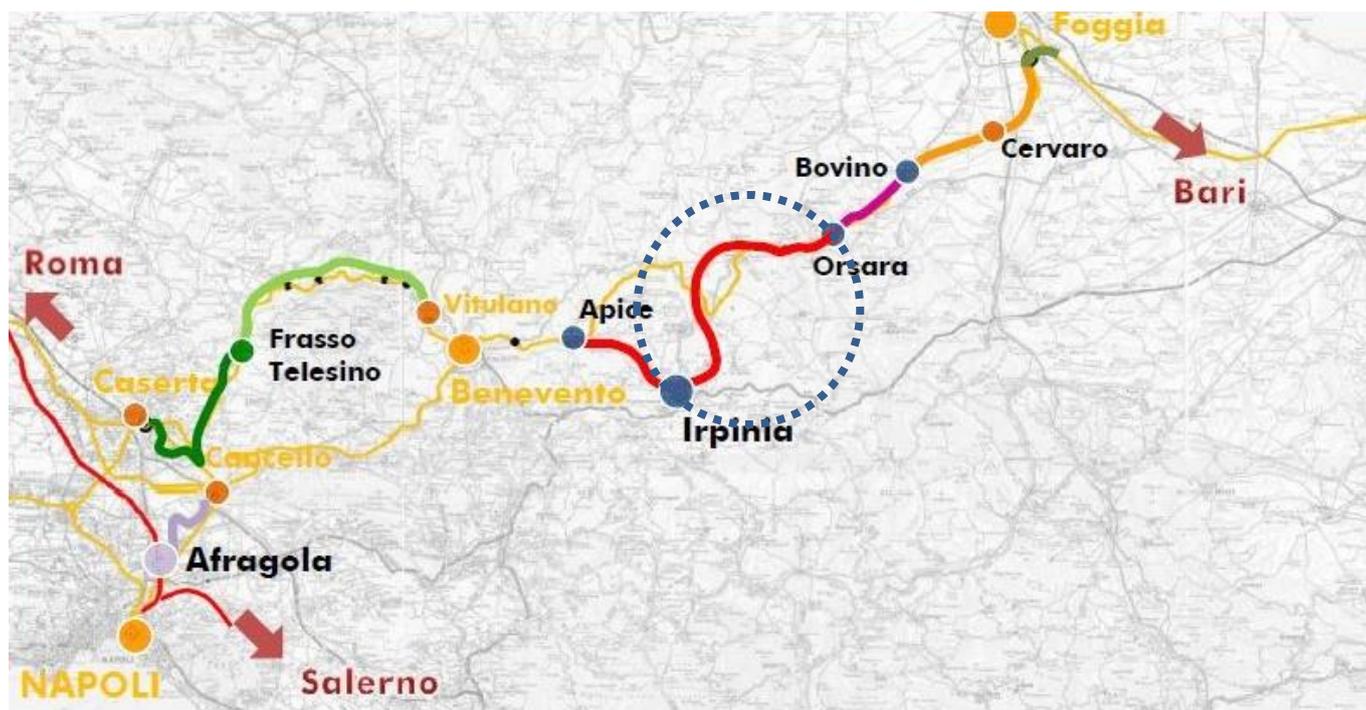


Figura 1-1. Corografia dell'intera tratta Napoli Bari, con dettaglio della tratta Hirpinia-Orsara

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI

Rif. [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018: "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (pubblicato sulla G.U. n.42 del 20 febbraio 2018);

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geotecnica Generale	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 6 di 166

Rif. [2] C.S.LL.PP., Circolare n. 7 del 21/01/2019, "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM del 17/01/2018".

2.2 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI

Rif. [3] SIG, "Linee guida per la progettazione, l'appalto e la costruzione di opere in sotterraneo", 1997;

2.3 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)

Rif. [4] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 A "Manuale di Progettazione delle opere civili" datato Dic 2016;

Rif. [5] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA.0002403 "Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali" datato Dicembre 2015.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti elaborati:

Rif. [6] ITALFERR, Progetto Definitivo Itinerario Napoli Bari, Raddoppio tratta Bovino-Orsara (2018).

Rif. [7] ITALFERR, Progetto Definitivo Itinerario Napoli Bari, Raddoppio tratta Apice-Orsara, Il Lotto Funzionale Hirpinia-Orsara (2018).

3.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nel presente documento si fa inoltre riferimento ai seguenti elaborati allegati al progetto:

Rif. [8] U. O. Geologia, documento n° IF3A.0.2.E.ZZ.RG.GE.01.0.1.001, "Relazione geologica generale";

Rif. [9] U. O. Geologia, documento n° IF3A.0.2.E.ZZ.RG.GE.01.0.3.001, "Relazione geomorfologica generale";

Rif. [10] U. O. Geologia, documento n° IF3A.0.2.E.ZZ.RG.GE.01.0.2.001, "Relazione idrogeologica";

Rif. [11] U. O. Geotecnica, documento n° IF3A.0.2.E.ZZ.RB.GE.02.0.6.001, "Relazione di caratterizzazione geotecnica / geomeccanica generale";

Rif. [12] U. O. Geologia, documento n° IF3A.0.2.E.ZZ.RH.GE.02.0.5.001, "Monitoraggio geotecnico - Documentazione tecnica"

3.3 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

I contenuti della presente relazione sono utilmente completati e arricchiti dai seguenti elaborati di progetto:

Rif. [13] U. O. Geotecnica, documento n° IF3A.0.2.E.ZZ.F6.GE.01.0.6.001, "Profilo Geotecnico - Tratta all'aperto - Lato Bari";

Rif. [14] U. O. Geotecnica, documento n° IF3A.0.2.E.ZZ.F6.GE.01.0.6.002, "Profilo Geotecnico - Tratta all'aperto - Lato Napoli";

Rif. [15] U. O. Geotecnica, documento n° IF3A.0.2.E.ZZ.F6.GE.01.0.6.003, "Profilo Geotecnico - Tratta all'aperto - Finestre".

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geotecnica Generale	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 7 di 166

4 FASE CONOSCITIVA

La fase conoscitiva prevede l'acquisizione degli elementi necessari alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica del sito interessato dalla realizzazione delle opere oggetto di progettazione.

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La galleria Hirpinia si sviluppa lungo il fronte esterno della catena sud appenninica, nel settore in cui sono presenti diverse unità tettoniche in contatto tra loro per sovrascorrimento e ricoperte da potenti successioni plioceniche. L'assetto tettonico generale è caratterizzato da tipiche strutture a pieghe (anticlinali e sinclinali), da thrust a basso angolo e da faglie trascorrenti, nel complesso legate alle fasi compressive tardo terziarie a cui si sommano le deformazioni da faglie ad alto angolo quaternarie.

Le analisi effettuate ed i rilievi di campo condotti hanno permesso di distinguere e cartografare differenti unità geologiche, relative sia a sequenze sedimentarie di substrato che a successioni clastiche di copertura.

Nei settori di stratto interesse progettuale nel presente documento, quindi, sono state riconosciute e perimetrare le unità geologiche, di seguito descritte dal basso verso l'alto stratigrafico.

Unità della Daunia

All'interno dell'unità della Daunia troviamo:

- **Argilliti policrome del Calaggio** (APC) affiorano localmente nel settore centrale dell'area di intervento, lungo i versanti che bordano il fondovalle del Torrente Cervaro e del Vallone del Confine, indicativamente tra le pk 51 e 56 circa. Si tratta di depositi marini di bacino e base scarpata costituiti da argille, argille marnose e marne di colore grigio-azzurro, verde e rossastro, in strati da molto sottili a sottili, con locali intercalazioni di torbiditi calcaree grigio chiare; a luoghi si rinvengono passaggi di calcilutiti e calcari marnosi di colore grigio, in strati da sottili a medi, ricchi di noduli di pirite e hard ground, in alternanza con marne calcaree silicizzate e selci rosa e violacee; a varie altezze stratigrafiche sono presenti orizzonti lentiformi costituiti da alternanze di calcareniti torbiditiche biancastre, calcareniti glauconitiche verdastre, calcilutiti grigiobiancastre e argille marnose grigie e rossastre; nella parte alta della successione si rinvengono intercalazioni di diatomiti di colore nerastro, fissili, con nuclei sulfurei giallognoli e clasti di gesso cristallino millimetrico. L'unità presenta uno spessore massimo di circa 170 m ed è riferibile al Tortonian medio – Messiniano superiore.
- **Flysch di Faeto** (FAE) consiste in depositi marini di bacino e base di scarpata, costituiti da calcareniti, calcilutiti e calcari marnosi di colore grigio e biancastro, in strati da sottili a medi, con frequenti intercalazioni di argille limose e argille marnose grigie e grigio-verdastre; a luoghi si rinvengono passaggi di micro-conglomerati e calciruditi bioclastiche di colore grigio, in strati da medi a spessi; localmente sono presenti orizzonti di breccie calcaree e porzioni a struttura caotica riferibili a slumps. Poggia con contatto stratigrafico graduale sulla Formazione di Monte Sidone e passa per alternanza, verso l'alto, alle marne argillose del Toppo Capuana. Lo spessore massimo stimato è di circa 700 m, l'età è compresa tra il Burdigaliano superiore e il Messiniano inferiore. L'analisi delle stratigrafie dei sondaggi ha permesso di differenziare il Flysch del Faeto in diversi membri con caratteristiche litologiche e, di conseguenza, meccaniche diverse ai fini del comportamento allo scavo della galleria: *facies argilloso-marnoso-calcareo (FAE-am)*, caratterizzata da argille grigie e sottili strati calcarenitici e marnosi; *facies marnoso-argilloso-calcareo (FAE-ma)*, costituita da marne e calcari con frequenti intervalli argillosi; *facies calcareo-argillosa (FAE-C)*, costituita prevalentemente da calcari ben stratificati a cui si intercalano sottili strati di argille. La formazione contiene anche banchi di calciruditi e conglomerati.

Unità sinorogene del Messiniano Superiore

Questa sequenza è composta da un unico gruppo, denominato Gruppo di Altavilla, rappresentato da una successione continentale alto-miocenica di geni fluvio-lacustre, denominata Formazione del Torrente Fiumarella (TFR), e da una successione marina alto-miocenica di lago-mare, Molasse di Anzano (ANZ).

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGGIO C 8 di 166

La **formazione delle Molasse di Anzano (ANZ)** è costituita da due distinti membri a composizione arenaceo-marnosa e conglomeratico-arenacea, tra loro largamente eteropici.

- Il membro arenaceo-marnoso costituito dal Membro di Vallone di Fassa (ANZ1), costituito da microconglomerati e arenarie quarzoso-feldspatiche di colore grigio e giallastro,
- Il membro Membro di Vallone di Fassa (ANZ1) costituito da argille limose, argille marnose e marne di colore grigio, in strati da molto sottili a sottili, ricche di sostanza organica e resti vegetali, con frequenti intercalazioni di sabbie e sabbie limose grigie; a luoghi si rinvengono passaggi di arenarie di colore giallo-brunastro, in strati da sottili a medi, con diffuse clay chips verdastre e frequenti impronte di fondo. Questi litotipi mostrano uno spessore massimo di circa 250 m e sono riferibili al Messiniano superiore.

Depositi continentali quaternari

Questi depositi sono rappresentati da cinque differenti sequenze sedimentarie, quella dei Depositi ubiquitari formati, delle Unità dei bacini dei torrenti minori, delle Unità del bacino del Fiume Calore, del Tavolore della Puglia e quella dei Depositi ubiquitari in formazione, ampiamente affioranti in tutta l'area di studio. I terreni in questione ricoprono in discordanza i diversi termini litologici del substrato e, in generale, risultano caratterizzati da differenti paleosuoli e superfici erosive.

- **Subsistema del fiume Ufita (SFL4):** Il subsistema affiora diffusamente nel settore sud-occidentale e centro-meridionale della tratta in esame, lungo i fondivalle del fiume Ufita e del torrente Fiumarella e nel Vallone Santa Regina, oltre che in corrispondenza di superfici terrazzate elevate di diversi metri dagli alvei attuali. Al suo interno sono stati individuati tre gruppi principali di litofacies: a) colluvioni limoso sabbiose e depositi di conoide torrentizia, generalmente pedogenizzati nei metri prossimi alla superficie topografica; b) alluvioni ghiaiose con intercalazioni di lenti sabbiose ed argillose; c) limi lacustri e palustri, a luoghi torbosi, presenti nella conca di Grottaminarda. Questi terreni mostrano uno spessore massimo di circa 120 m e sono riferibili al Pleistocene superiore – Olocene.

Per quanto concerne gli imbocchi della galleria Hirpinia, quello orientale deve tener conto della presenza di un corpo detritico che potrebbe essere legato ad un antico corpo di frana il cui stato di attività dovrà essere definito con maggiore dettaglio attraverso uno studio geologico dedicato.

Per approfondimenti sullo studio geologico si rimanda agli specifici elaborati progettuali.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 9 di 166

4.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area interessata dal tracciato della galleria "Hirpinia", da un punto di vista geomorfologico, può essere divisa in 4 tronchi principali:

- 1) Panni-Savignano
- 2) Savignano - Alta Valle del Cervaro
- 3) Alta Valle Cervaro- Villanova del Battista
- 4) Piana Grottaminarda

1. Panni Savignano: il paesaggio del primo tronco è fortemente controllato dalla presenza di un sistema a pieghe est-vergenti a basso raggio di curvatura che interessa in questa zona il fronte della catena sud appenninica e che determina la presenza di una serie di valli e dorsali montuose (dorsale di Panni e Savignano) allungate in direzione NO-SE (Di Nocera et al., 2006; Torre et al. 2011; Vitale & Ciarcia, 2013). Le dorsali, con la caratteristica forma a "cuesta/hogback", coincidono con l'affioramento delle porzioni carbonatiche della formazione del Flysch del Faeto o con i membri più resistenti delle successioni plioceniche. I processi dominanti sono rappresentati dai processi fluviali e dai processi gravitativi. La tipologia di frana più diffusa è quella dei colamenti che presentano generalmente uno stato di attività quiescente o attivo. Le dimensioni dei fenomeni sono molto variabili, ma si può in generale affermare che i piani di scorrimento solo in alcuni casi superano i 30 metri di profondità e comunque non interferiscono, in base ai dati disponibili, con il cavo della galleria.

In asse galleria le situazioni da tenere sotto attenzione sono quelle in cui la presenza di incisioni vallive (per esempio la valle del Torrente Avella tra le pk 44+300 e 45+000) determina una riduzione degli spessori della copertura; gli approfondimenti condotti, in base ai dati disponibili, indicano al momento che l'area in frana non intercetta il cavo; si suggerisce l'esecuzione di un monitoraggio inclinometrico. Situazione di criticità per la presenza di accumuli di depositi di coltri eluvio-colluviali (forse depositi di frane antica) sono da segnalare all'imbocco della galleria Hirpinia lato Foggia, al pk 41+500; sono in corso di esecuzione le indagini per la determinazione degli spessori di coltre.

2. Savignano - Alta Valle del Cervaro: questo tratto è dominato da paesaggi collinari a bassa pendenza impostati sulle successioni a prevalente componente argillosa riconducibili alla formazione del Flysch Rosso (Pescatore et al., 1996; Basso et al., 2002; Patacca & Scandone, 2007). I versanti sono caratterizzati dalla presenza diffusa di colamenti in stato sia attivo che quiescente, ma con piani di scorrimento superficiali.

In asse alla galleria vanno controllate le situazioni in sinistra idrografica del vallone del Confine (pk 52+300) e del vallone di Vena (pk 53+600). Discorso a parte merita la porzione terminale di questo tratto, coincidente con l'alta valle del T. Cervaro. Questa porzione di valle è impostata lungo una faglia diretta a direzione NO-SE che ribassa i terreni pliocenici verso SO ed è caratterizzata dalla presenza di un fondovalle pianeggiante in aggradazione, con tracciato chiaramente meandriforme. Tale situazione, generalmente caratteristica delle zone terminali dei corsi d'acqua, rappresenta una vistosa anomalia oro/idrografica, essendo localizzata nella parte alta della testata valliva ed in prossimità dello spartiacque Tirreno/Adriatico. La presenza poi di depositi recenti (CRV, Pleistocene superiore? - Olocene, da foglio Carg 433 - Ariano Irpino) nel fondovalle suggerisce una possibile attività recente lungo questa faglia con conseguente aggradazione nel blocco di letto. Tale faglia, che la galleria attraversa al pk 56+350 circa, potrebbe essere considerata come attiva e quindi con potenziale sismogenetico. La realizzazione del sondaggio S15, in programma ma non ancora realizzato, potrebbe fornire ulteriori informazioni.

3. Alta Valle Cervaro- Villanova del Battista: Il terzo segmento è caratterizzato da un paesaggio collinare impostato sulle successioni Plioceniche che, nella porzione meridionale, vengono in contatto con i terreni argillosi delle formazioni messiniane (Amore et al., 1988; Cantalamessa et al, 1988; Ciarcia & Vitale, 2013; Di Celma et al., 2016). Il reticolo idrografico è caratterizzato da un pattern angolato a controllo strutturale che identifica un set di faglie e fratture ad orientazione prevalente NO-SE e NE-SO. Anche in questo tratto i versanti sono interessati da diffusi fenomeni franosi (colamenti) in vario stato di attività.

In asse galleria si segnalano i colamenti attivi in sinistra idrografica del vallone Regina (pk 60+000), e nella parte alta del vallone Masciano (pk 62+200 e pk 63+000). Nella porzione terminale di questo tratto, la situazione più critica sembra essere rappresentata dal versante sud-occidentale della dorsale di Villanova del Battista,

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 10 di 166

caratterizzato da una zona in frana attiva in asse galleria tra il pk 65+500 e il pk 66+000. Anche in questo caso, in base ai dati disponibili, i fenomeni franosi non intercettano il cavo galleria.

4. Piana Grottaminarda: l'ultimo tratto della galleria Hirpinia interessa la Piana di Grottaminarda, ubicata alla confluenza del torrente Fiumarella nel fiume Ufita (Basso et al., 1996; Matano & Di Nocera, 1999; Giocoli et al., 2008a e 2008b). Questa zona è caratterizzata da un paesaggio prevalentemente pianeggiante e dalla presenza di vari ordini di terrazzi fluviali. In particolare, l'ultimo tratto della galleria soggiace ad una superficie terrazzata fluviale di natura erosionale, intagliata nelle successioni messiniane di substrato, ubicata intorno ai 380 m. s.l.m., e ricoperta da una sottile coltre di depositi colluviali (indicati con la sigla b2, Olocene, nel Foglio Carg 433 – Ariano Irpino) e alluvionali (indicati con la sigla SFL4 – Pleistocene Superiore – Olocene, nel Foglio Carg 433 – Ariano Irpino). Il terrazzo è bordato verso NO da una scarpata marcatamente rettilinea orientata NE-SO che limita la piana alluvionale attiva del Torrente Fiumarella. Anche in questo caso si configura quindi la possibile presenza di una faglia ad attività recente in prossimità del tracciato della galleria Hirpinia. Esistono inoltre altre evidenze morfostrutturali che consentono di considerare il bacino di Grottaminarda come una piccola conca intramontana di neoformazione (Pleist sup?), bordata da lineamenti tettonici attivi.

Per approfondimenti sullo studio geomorfologico si rimanda agli specifici elaborati progettuali.

4.3 INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO

Per la definizione del modello geotecnico dell'opera in progetto sono stati utilizzati i dati relativi alle campagne geotecniche pregresse di seguito elencate:

- Campagna indagini Italferr 2017 - Raddoppio tratta Hirpinia – Orsara - Bovino;
- Campagna indagini Italferr 2018 - Raddoppio tratta Hirpinia e tratta Orsara - Bovino.
- Campagna indagini PE 2021 - Raddoppio tratta Hirpinia - Orsara – Bovino. Al momento della stesura del presente documento erano disponibili parte dei dati di stratigrafia e prove in foro.

Per la caratterizzazione geotecnica della tratta in esame sono state analizzate le prove di pertinenza territoriale elencate nei successivi capitoli e consistenti in sondaggi, stendimenti sismici e prove di laboratorio.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGLIO C 11 di 166

5 PROCEDURA OPERATIVA PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

5.1 NOTE GENERALI

L'attività di caratterizzazione oggetto del presente documento è finalizzata alla definizione dei parametri geotecnici che competono alle differenti unità individuate nella successione stratigrafica restituita dal Profilo Geologico.

Si propone qui di seguito l'iter logico/operativo seguito nell'attività di caratterizzazione condotta:

Fase 1: Identificazione delle unità omogenee da un punto di vista composizionale/litologico: stante la ricostruzione della successione litostratigrafica emersa dal Profilo Geologico, sono state preliminarmente individuate le unità geotecniche discriminate in funzione della dimensione prevalente dei grani; si è proceduto pertanto a distinguere le unità prevalentemente ghiaiose/sabbiose dalle unità a carattere marcatamente coesivo.

Fase 2: Elaborazione risultati prove in situ/in laboratorio/geofisiche afferenti alle singole unità: l'intero campione risultati dalle prove di laboratorio e delle prove in situ è stato filtrato analizzando separatamente tutte le determinazioni provenienti dai campioni prelevati entro la medesima unità litologicamente omogenea individuata (si veda punto precedente). Si è così finalizzata la caratterizzazione fisico-meccanica delle varie unità, individuando peraltro eventuali partizioni interne nell'ambito delle medesime, evidenziate da locali variazioni dei parametri geotecnici significativi.

Fase 3: Caratterizzazione geotecnica delle unità: sulla scorta delle elaborazioni condotte sui campioni dati afferenti alle specifiche unità litologicamente omogenee, si è definito il set di parametri geotecnici ad uso progettuale (parametri fisici, meccanici – resistenza e deformabilità), ovvero:

- peso di volume naturale (γ);
- coesione efficace (c')
- angolo di attrito interno di picco (φ)
- coesione non drenata (C_u)
- parametri fisici per la definizione delle proprietà idromeccaniche dei terreni (conducibilità idrauliche, coefficienti di consolidazione primaria e secondaria, modulo e coefficienti di compressibilità edometrici)
- modulo elastico a basse deformazioni (E_0) – sulla base della disponibilità di prove per la caratterizzazione dinamica dei terreni
- moduli elastici operativi (E'), desunti dai moduli elastici a piccole deformazioni e dalle risultanze dell'interpretazione delle prove in situ e in laboratorio.

5.2 ELABORAZIONE PROVE DI LABORATORIO

5.2.1 Proprietà fisiche

Sono state studiate le seguenti proprietà fisiche a partire dai risultati delle prove di laboratorio geotecnico:

- peso specifico di volume
- limiti di Atterberg: limite liquido, plastico
- indici di plasticità e di consistenza

Le curve granulometriche sono state classificate secondo quanto riportato dalle Raccomandazioni AGI (1977).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 12 di 166

5.2.2 Proprietà meccaniche

Le seguenti proprietà meccaniche di resistenza sono state valutate dai risultati delle prove di laboratorio:

Angolo d'attrito efficace e coesione efficace

- Prova di taglio diretto consolidata drenata
- Prova triassiale consolidata non drenata
- Prova triassiale consolidata drenata

Angolo d'attrito residuo e coesione residua

- Prova di taglio residuo

Coesione non drenata

- Prova triassiale consolidata non drenata
- Prova triassiale non consolidata non drenata
- Prova di compressione non confinata

Modulo edometrico e OCR

- Prova edometrica

L'OCR è stato calcolato utilizzando il Metodo di Casagrande, calcolando la pressione di preconsolidazione dalla curva edometrica.

Modulo elastico

- Prova di colonna risonante

Nel corso della prova di RC vengono misurate la frequenza di risonanza e la rotazione del provino. Dal valore della prima grandezza è possibile risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) e quindi al modulo G iniziale a piccoli livelli deformativi, che è possibile correlare al modulo elastico E_0 tramite coefficiente di Poisson.

5.3 ELABORAZIONE PROVE IN SITU

5.3.1 Note introduttive

Sono descritte a seguire le procedure operative e le valutazioni progettuali nell'ambito dell'elaborazione delle prove geotecniche in situ:

- Prove penetrometriche dinamiche (SPT)
- Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica (CPT)
- Pocket penetrometer
- Prove pressiometriche
- Prove dilatometriche
- Prove Lefranc

5.3.2 Prove penetrometriche dinamiche (SPT)

Densità Relativa (D_r)

La determinazione del parametro D_r è effettuata sulla base del valore N_{spt} misurato nel corso delle prove penetrometriche adottando le correlazioni di natura empirica disponibili in letteratura.

Nell'ambito della presente attività di caratterizzazione, anche alla luce della riscontrata eterogeneità nella composizione granulometrica delle unità a frazione più grossolana, si è presupposta la corrispondenza fra i valori N_{SPT} derivate da prove con campionatore a punta chiusa e campionatore standard a punta aperta, attingendo

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGLIO C 13 di 166

pertanto al set di correlazioni empiriche sviluppate per quest'ultima metodologia esecutiva.

L'interpretazione dei valori N_{spt} al fine di ricostruire la distribuzione del parametro D_r con la profondità è stata condotta scegliendo le formulazioni qui di seguito esposte, in relazione all'affidabilità delle correlazioni medesime ed all'analogia fra contesto litologico di implementazione ed unità geotecnica di applicazione. Per ogni correlazione citata è fornita la relazione empirica $N_{spt} - D_r$, corredata da eventuali note di commento.

Cubrinowski e Ishihara (1999)

Litologia di applicazione preferenziale: sabbie e ghiaie limose

$$D_r = \left\{ \frac{(N_{SPT})_{78\%} \cdot \left(0.23 + \frac{0.06}{D_{50}}\right)^{1.7}}{9} \cdot \left(\frac{98}{\sigma'_{v0}}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{k_{0,NC}}{k_{0,OC}}\right)^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{2}} \cdot 100[\%]$$

essendo:

- D_r [%] = densità relativa
- $(N_{SPT})_{78\%}$ [I] = numero di colpi/30cm associabile ad un'energia trasferita alle aste pari al 78% di quella teorica
- D_{50} [mm] = diametro delle particelle corrispondente al passante 50%
- σ'_{v0} [kPa] = pressione verticale efficace geostatica
- $k_{0,NC}$ [I] = coefficiente di spinta a riposo del terreno normal-consolidato
- $k_{0,OC}$ [I] = coefficiente di spinta a riposo del terreno sovra-consolidato

Si osserva che:

- L'espressione sopra indicata è applicabile al caso di energia trasferita alle aste pari al 78%, mentre in Italia normalmente l'energia trasferita alle aste è inferiore al 78% e pari mediamente al 60%; nell'applicazione della formula, il valore N_{SPT} misurato, assunto pari a $(N_{SPT})_{60\%}$, deve pertanto essere corretto in base alla seguente relazione:
 - $(N_{SPT})_{78\%} = (N_{SPT})_{60\%} \cdot \frac{60}{78}$
 - In presenza di terreni sabbioso-ghiaiosi ($D_{50} > 1\text{mm}$) al valore $(N_{SPT})_{60\%}$ non è stata apportata alcuna correzione, per tenere conto della presenza di particelle di ghiaia (si veda ad esempio Clayton (1995), Skempton (1986), Tokimatsu & Yoshimi (1983))
 -
 - In caso di raggiungimento delle condizioni di rifiuto, l'interpretazione è stata effettuata facendo riferimento ad un valore N_{SPT} calcolato come segue:
 -

APPALTATORE: Consortio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER					PINI
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 14 di 166

- $N_{SPT} = 100$ se le condizioni di rifiuto sono raggiunte nel primo tratto di 15cm o nel secondo tratto di 15cm
-
- $N_{SPT} = N_2 + \frac{50}{a} \cdot 15 \leq 100$ se le condizioni di rifiuto sono raggiunte nel terzo tratto di 15cm

essendo a l'affondamento misurato (in cm) per un numero di colpi pari a 50 e N_2 il numero di colpi misurato per l'affondamento del secondo tratto di 15cm. l'interpretazione delle prove è stata effettuata nell'ipotesi di terreni normal-consolidati.

Skempton (1986)

Litologia di applicazione preferenziale: limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

$$D_r = \left(\frac{(N'_{SPT})_{60}}{60} \right)^{1/2} \cdot 100[\%]$$

essendo:

$$(N'_{SPT})_{60\%} = C_N \cdot (N_{SPT})_{60\%} [I]$$

numero di colpi/30cm associabile ad un'energia trasferita alle aste pari al 60% di quella teorica, modificato per tenere conto del livello tensionale verticale efficace geostatico agente

$$(N_{SPT})_{60\%} [I]$$

numero di colpi/30cm associabile ad un'energia trasferita alle aste pari al 60% di quella teorica

$$C_N = \left(\frac{100}{\sigma'_{v0}} \right)^{1/2} [I]$$

fattore da applicarsi al numero di colpi/30cm per tenere conto del livello tensionale verticale efficace geostatico agente, σ'_{v0} (Liao & Whitman, 1986)

Si rileva che:

L' interpretazione delle prove è stata effettuata nell'ipotesi di $N_{SPT} \text{ misurato} = (N_{SPT})_{60\%}$

Bazaraa (1986)

Litologia di applicazione preferenziale: tutte le tipologie

$$D_r = \left[\frac{N_{SPT}}{20 \cdot (1 + 2\sigma'_v)} \right]^{1/2} \quad \text{per } \sigma'_{v0} < 70 \text{ KPa}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 15 di 166

$$D_r = \left[\frac{N_{SPT}}{20 \cdot (3.25 + 0.5 \sigma'_{v0})} \right]^{1/2} \text{ per } \sigma'_{v0} > 70 \text{ KPa}$$

Schultze & Mezembach (1961)

Litologia di applicazione preferenziale: per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

$$\ln(D_r) = 0.478 \cdot \ln(N_{SPT}) - 0.262 \cdot \ln(\sigma'_{v0}) + 2.84$$

nelle quali:

- N_{SPT} [I] = numero di colpi/30cm misurato
- σ'_{v0} [kPa] = pressione verticale efficace geostatica

Meyerhof

Litologia di applicazione preferenziale: materiali incoerenti

$$D_R = 0.21 \cdot \sqrt{\frac{N_{spt}}{\frac{\sigma'_{v0}}{P_a} + 0.7}}$$

Yoshida & Kokusho

Litologia di applicazione preferenziale: materiali incoerenti

$$D_R = 0.22 \cdot N_{spt}^{0.57} \cdot \left(100 \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{P_a} \right)^{-0.14} \text{ per sabbia fine}$$

$$D_R = 0.18 \cdot N_{spt}^{0.57} \cdot \left(100 \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{P_a} \right)^{-0.14} \text{ per sabbia 75%, ghiaia 25%}$$

$$D_R = 0.25 \cdot N_{spt}^{0.44} \cdot \left(100 \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{P_a} \right)^{-0.13} \text{ per sabbia 50%, ghiaia 50%}$$

$$D_R = 0.25 \cdot N_{spt}^{0.46} \cdot \left(100 \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{P_a} \right)^{-0.12} \text{ per tutti i terreni granulari}$$

Angolo di attrito di picco (ϕ)

Schmertmann 1977

Litologia di applicazione preferenziale: tutte le tipologie

- $\phi = 28 + 0.14 D_r$ per sabbia fine uniforme
- $\phi = 31.5 + 0.115 D_r$ per sabbia media uniforme – Sabbia fine ben gradata
- $\phi = 34.5 + 0.10 D_r$ per sabbia grossa uniforme – Sabbia media ben gradata

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 16 di 166

- $\varphi = 38 + 0.08 D_r$ per ghiaietto uniforme – Sabbie e ghiaie poco limose

Shioi-Fukuni 1982 (Japanese National Railway)

Litologia di applicazione preferenziale: sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose

$$\varphi' = 0.3N_{SPT} + 27$$

Shioi-Fukuni 1982 (Road Bridge Specification)

Litologia di applicazione preferenziale: sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (condizioni ottimali per profondità di prova > 8 m. sopra falda e > 15 m. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq

$$\varphi' = (15 N_{SPT})^{0.5} + 15$$

Owasaki & Iwasaki (1959)

Litologia di applicazione preferenziale: sabbie - sabbie medie e grossolane, ghiaiose (condizioni ottimali per profondità > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15$ t/mq

$$\varphi' = (20 N_{SPT})^{0.5} + 15$$

nelle quali:

N_{SPT} [I] = numero di colpi/30cm misurato

Bolton (1986)

Litologia di applicazione preferenziale: sabbie (con selezione dell'angolo di attrito a volume costante φ'_{cv})

$$\varphi' - \varphi'_{cv} = mDI \quad (< 12^\circ)$$

essendo:

- $m = 3$ (condizioni assialsimmetriche) oppure $m = 5$ (condizioni di deformazione piana)
- $DI = D_r(10 - \ln p'_f) - 1$, dove p'_f è la pressione efficace media a rottura, da esprimersi in kPa

Kulhawy & Mayn (1980)

Litologia di applicazione preferenziale: materiali incoerenti

$$D_R = \sqrt{\frac{C_N \cdot N_{spt}}{60}}$$

$$C_N = \begin{cases} \frac{2}{1 + \frac{\sigma'_{v0}}{p_a}} & \text{per sabbie fini} \\ \frac{3}{2 + \frac{\sigma'_{v0}}{p_a}} & \text{per sabbie grosse} \end{cases}$$

Peck, Hamson & Thornburn (1974)

Litologia di applicazione preferenziale: materiali incoerenti

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 17 di 166

$$\phi[^\circ] = 27.1 + 0.3 \cdot C_N \cdot N_{spt} - 0.00054 \cdot (C_N \cdot N_{spt})^2$$

$$C_N = \begin{cases} \frac{2}{1 + \frac{\sigma'_{v0}}{P_a}} & \text{per sabbie fini} \\ \frac{3}{2 + \frac{\sigma'_{v0}}{P_a}} & \text{per sabbie grosse} \end{cases}$$

Coesione non drenata

Il valore di coesione non drenata è stato determinato a partire dal valore di N_{spt} misurato in foro di sondaggio mediante la correlazione di Stroud (1974):

$$C_u = f_1 \cdot N_{60}$$

Con $f_1=5$.

Velocità onde di taglio

Autore	Correlazione	applicabilità
Ohta & Goto (1978)	$v_s = 62.1 \cdot N_{SPT}^{0.22} \cdot Z^{0.23}$	per terreni argillosi
Lee (1992)	$v_s = 84.5 \cdot N_{SPT}^{0.12} \cdot (Z+1)^{0.25}$	per terreni argillosi
Ohta & Goto (1978)	$v_s = 67.8 \cdot N_{SPT}^{0.22} \cdot Z^{0.23}$ (sabbia fine) $v_s = 63.9 \cdot N_{SPT}^{0.22} \cdot Z^{0.23}$ (sabbia media) $v_s = 66.7 \cdot N_{SPT}^{0.22} \cdot Z^{0.23}$ (sabbia grossolana)	per terreni sabbiosi
Seed et al. (1986)	$v_s = 85.0 \cdot N_{SPT}^{0.17} \cdot Z^{0.20}$	per terreni sabbiosi
Ohta & Goto (1978)	$v_s = 92.3 \cdot N_{SPT}^{0.22} \cdot Z^{0.23}$	per terreni ghiaiosi
Ohta & Goto (1978)	$v_s = 61.6 \cdot N_{SPT}^{0.25} \cdot Z^{0.22}$	per tutte le tipologie di terreno

Modulo Elastico di Young (E_y)

D'Appolonia (1970)

Litologia di applicazione preferenziale: tutte le tipologie

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 18 di 166

$$E_y = 0.756 \cdot N_{SPT} + 18.75 \text{ [MPa]}$$

Schultze & Mezembach (1961)

Litologia di applicazione preferenziale: tutte le tipologie

$$E_Y = C_1 + C_2 \cdot N_{SPT} \pm S.E.$$

dove C_1 e C_2 dipendono dal tipo di terreno e S.E. è la deviazione standard:

- $C_1 = 52$, $C_2 = 3.3$, S.E. = 19.3 per sabbia fine
- $C_1 = 39$, $C_2 = 4.5$, S.E. = 36.4 per sabbia media
- $C_1 = 24$, $C_2 = 5.3$, S.E. = 21.1 per sabbia limosa
- $C_1 = 12$, $C_2 = 5.8$, S.E. = 9.0 per limo siltoso e sabbia limosa
- $C_1 = 43$, $C_2 = 11.8$, S.E. = 42.3 per sabbia ghiaiosa
- $C_1 = 38$, $C_2 = 10.5$, S.E. = 93.2 per sabbia e ghiaia

ed essendo:

$N_{SPT} [I]$ = numero di colpi/30cm misurato

Modulo Edometrico (E_d)

Begemann (1974)

Litologia di applicazione preferenziale: limo con sabbia, sabbia e ghiaia

$$E_d = 40 + 12 \cdot [(N_{SPT})_{60} - 6] \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Schmertmann (1970)

Litologia di applicazione preferenziale: tutte le tipologie

$$E_d = 15 \cdot (N_{SPT})_{60} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Wrench & Nowataki (1985)

Litologia di applicazione preferenziale: tutte le tipologie

$$E_d = 2.22 \cdot (N_{SPT})_{60} \cdot 0.888 \text{ [MPa]}$$

nelle quali:

$(N_{SPT})_{60\%} [I]$ = numero di colpi/30cm associabile ad un'energia trasferita alle aste pari al 60% di quella teorica

5.3.3 Pocket penetrometer

Le prove speditive di pocket penetrometer sulle carote di sondaggio sono state elaborate per calcolare la coesione non drenata:

- $Q_{ult} = 2 C_u$

5.3.4 Prove pressiometriche

Le prove in foro pressiometriche sono state interpretate correlando il modulo pressiometrico a piccole deformazioni con un coefficiente reologico α scelto secondo quanto proposto da Briaud (1992):

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 19 di 166

$$E_0 = \alpha \cdot E_m$$

Con:

- $\alpha = 1.0$: terreni argillosi
- $\alpha = 0.5$: terreni sabbiosi fini
- $\alpha = 0.3$: terreni sabbiosi medi
- $\alpha = 0.25$: terreni ghiaiosi.

5.3.5 Prove dilatometriche

Le prove dilatometriche in foro hanno fornito i valori di modulo elastico in carico scarico per i 3° cicli rispettivamente. Nelle elaborazioni della presente relazione è stato considerato il modulo in scarico corrispondente al 3° ciclo di carico

5.3.6 Prove Lefranc

Le prove Lefranc sono state eseguite su terreni a carico costante o a carico variabile a seconda della litologia oggetto di test.

Le prove forniscono i valori di conducibilità idraulica.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 21 di 166

5.5 DETERMINAZIONE MODULI ELASTICI OPERATIVI

La determinazione del modulo elastico utilizzabile in calcoli geotecnici è influenzata dal livello deformativo cui è soggetto il terreno a seguito del fenomeno studiato e quindi del relativo fattore di sicurezza adottato. In particolare, il livello deformativo può essere legato al parametro:

$$\frac{q}{q_{ult}} = \frac{1}{FOS}$$

Con:

q= tensione mobilitata,

qult= tensione ultima,

FOS = fattore di sicurezza

Secondo Burns & Mayne (1996) si può quindi determinare il rapporto tra il modulo operativo da utilizzare e il modulo elastico a piccole deformazioni E_0 mediante la relazione seguente:

$$\frac{E}{E_0} = 1 - \left(\frac{q}{q_{ult}} \right)^{0.3}$$

Considerando i due casi quindi:

- Rilevati, FOS=1.375,
- Fondazioni e opere di sostegno, FOS=3

È possibile calcolare il rapporto tra i moduli come segue:

$$E \approx \frac{E_0}{10} \text{ per il cedimento di rilevati;}$$

$$E \approx \frac{E_0}{5} \text{ per il cedimento di opere di sostegno e per le fondazioni.}$$

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 22 di 166

6 PROCEDURA OPERATIVA PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

Per la descrizione della procedura per la caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi si rimanda alla Relazione geotecnica/geomeccanica generale Rif. [11].

6.1 CRITERIO DI ROTTURA DI HOEK BROWN

In accordo a quanto riportato in Brown & Hoek (1988), Hoek & Brown (1988) e Hoek, Kaiser & Bawden (1995) (vedi anche Sjoberg, 1997), Hoek et al. (2002), l'ammasso roccioso verrà descritto per ogni litotipo dal seguente criterio di rottura:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_c \cdot \left(m_b \cdot \frac{\sigma_3'}{\sigma_c} + s \right)^\alpha$$

essendo:

$$m_b = m_i \cdot e^{\frac{GSI-100}{28-14D}}$$

$$s = e^{\frac{GSI-100}{9-3D}}$$

D: fattore che dipende dal grado di disturbo dell'ammasso roccioso che assume i seguenti valori in funzione delle metodologie realizzative dell'opera

- D = 0 per "undisturbed rock masses"
- D = 0.3 per "disturbed rock masses" – situazione associata alla condizione residua dell'ammasso.

$$\alpha = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \cdot \left(e^{\frac{-GSI}{15}} - e^{\frac{-20}{3}} \right)$$

In generale, per ogni litotipo il coefficiente m_i verrà valutato sulla base dei risultati di prove triassiali su provini di roccia intatta e di un criterio di rottura analogo a quello dell'ammasso roccioso, con $GSI = 100$. In mancanza di dati sperimentali si farà riferimento a quanto riportato ad una serie di valori di letteratura come riferimento, riportati nella tabella seguente:

APPALDATTORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 23 di 166

Rock type	Class	Group	Texture				
			Coarse	Medium	Fine	Very fine	
SEDIMENTARY	Clastic		Conglomerates* (21 ± 3)	Sandstones 17 ± 4	Siltstones 7 ± 2	Claystones 4 ± 2	
			Breccias (19 ± 5)		Greywackes (18 ± 3)	Shales (6 ± 2) Marls (7 ± 2)	
	Non-Clastic	Carbonates	Crystalline Limestone (12 ± 3)	Sparitic Limestones (10 ± 2)	Micritic Limestones (9 ± 2)	Dolomites (9 ± 3)	
		Evaporites		Gypsum 8 ± 2	Anhydrite 12 ± 2		
Organic					Chalk 7 ± 2		
METAMORPHIC	Non Foliated		Marble 9 ± 3	Hornfels (19 ± 4) Metasandstone (19 ± 3)	Quartzites 20 ± 3		
		Slightly foliated	Migmatite (29 ± 3)	Amphibolites 26 ± 6			
	Foliated**	Gneiss 28 ± 5	Schists 12 ± 3	Phyllites (7 ± 3)	Slates 7 ± 4		
IGNEOUS	Plutonic	Light	Granite 32 ± 3 Granodiorite (29 ± 3)	Diorite 25 ± 5			
		Dark	Gabbro 27 ± 3 Norite 20 ± 5	Dolerite (16 ± 5)			
	Hypabyssal		Porphyries (20 ± 5)		Diabase (15 ± 5)	Peridotite (25 ± 5)	
	Volcanic	Lava		Rhyolite (25 ± 5) Andesite 25 ± 5	Dacite (25 ± 3)	Basalt (25 ± 5)	Obsidian (19 ± 3)
		Pyroclastic	Agglomerate (19 ± 3)	Breccia (19 ± 5)	Tuff (13 ± 5)		

* Conglomerates and breccias may present a wide range of m_i values depending on the nature of the cementing material and the degree of cementation, so they may range from values similar to sandstone to values used for fine grained sediments.

** These values are for intact rock specimens tested normal to bedding or foliation. The value of m_i will be significantly different if failure occurs along a weakness plane.

Tabella 6-1 – Valori di riferimento della costante m_i della roccia intatta in base al tipo di roccia (Hoek, Kaiser e Bawden, 1995)

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 24 di 166

6.1.1 Relazione tra il criterio di rottura HB e Mohr Coulomb

L'involuppo di rottura in sforzi principali efficaci valido per Hoek Brown può essere linearizzato nel criterio di rottura di Mohr Coulomb al fine di ottenere dei parametri di resistenza meccanica equivalenti (c' e ϕ').

$$\phi' = \sin^{-1} \left[\frac{6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}}{2(1+a)(2+a) + 6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}} \right]$$

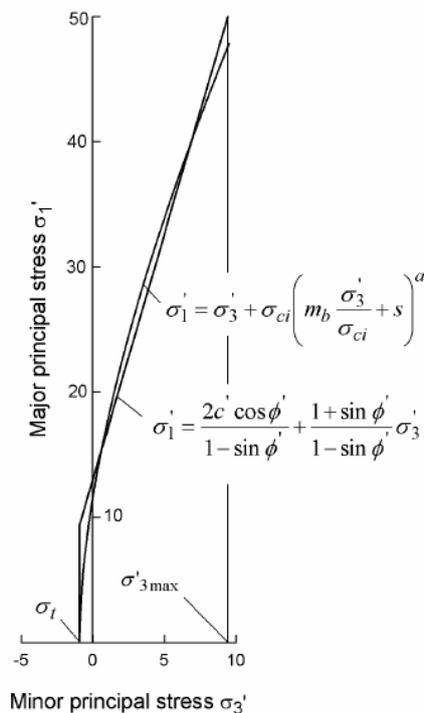
$$c' = \frac{\sigma_{ci} \left[(1+2a)s + (1-a)m_b \sigma'_{3n} \right] (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a) \sqrt{1 + \left(6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1} \right) / ((1+a)(2+a))}}$$

Il valore di $\sigma'_{3 \max}$ per tunnel profondi è funzione dello sforzo litostatico agente in profondità

$$\sigma_{3n} = \sigma'_{3 \max} / \sigma_{ci}$$

$$\frac{\sigma'_{3 \max}}{\sigma_{cm}} = 0.47 \left(\frac{\sigma_{cm}}{\gamma H} \right)^{-0.94}$$

La seguente Figura mostra la relazione tra il maggiore e il minore sforzo principale per Hoek Brown e l'equivalenza con il criterio di Mohr Coulomb.



APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 25 di 166

7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - TRATTA ALL'APERTO PK 40+950 - 41+450

7.1 NOTE INTRODUTTIVE

Nel presente Capitolo si tratterà della caratterizzazione stratigrafica e geotecnica della tratta all'aperto da pk 40+950 a pk 41+450. Nello studio si è fatto riferimento ai risultati della campagna di indagini geognostiche in sito realizzate nel 2017 e nel corso del 2018 in fase di PD. Si è inoltre tenuto conto delle prime evidenze raccolte durante la campagna di indagini integrative del PE in fase di svolgimento.

Il tracciato ricade prevalentemente in un'area di pianura alluvionale con depositi eterogenei costituiti da blocchi, ciottoli, ghiaia in matrice sabbiosa con locali intercalazioni di argille, argille-limose. Tali alluvioni ricoprono la formazione di substrato, costituita dai calcari e dalle marne argillose del Faeto.

Sui versanti prospicienti il tracciato sono presenti coltri eluvio colluviali e di frana di natura essenzialmente coesiva con inclusi eterometrici, trovanti e blocchi litoidi.

Nei primi metri è presente un terreno di copertura (terreno vegetale e/o riporto) a matrice essenzialmente limo-argillosa.

In particolare, sono state individuate le seguenti unità litostratigrafiche:

- RPL1: Subsistema dell'Incoronata. È costituito da silt argillosi, silt, sabbie siltose e lenti di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso limosa. Nella tratta all'aperto in esame si incontrano anche due facies della formazione: RPL1b, facies argillosa e argillo-limosa; RPL1a, facies ghiaiosa e ghiaioso sabbiosa;
- FAE: Flysch di Faeto nelle litofacies: argilloso-marnosa (FAEam), costituita da argille, marne e calcareniti; marnoso-argillosa (FAEma), costituita da un'alternanza di marne, argille e calcareniti; calcarea (FAEc), costituito da calcareniti, calcilutiti e calcari marnosi di colore grigio biancastro.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 26 di 166

7.2 INDAGINI DISPONIBILI

La caratterizzazione geotecnica della tratta è stata definita sulla base delle risultanze delle prove in situ e/o in laboratorio condotte nell'ambito dei sondaggi geognostici compresi nell'area di interesse ed elencati di seguito.

Sondaggi	Campagna	Coordinate Gauss-Boaga		Quota m slm	Prof. m	Strumentazione			Prove in foro				MASW
		Est	Nord			Piez Cas.	Piez TA	Incl.	SPT [n]	Permeabilità [prof.m]	Pressiom/ Dilatorm [prof.m]	Down-hole	
BO -S1	2017	2543603.0	4565734.0	353.5	50		X (21.0-50.0)		6	Lef. (7.0-8.0)			
BO-S2	2017	2543658.0	4565784.0	352.8	48				4	Lef. (8.0-9.0)			X
BO-PD-S22	2018	2.543.722,3	4.565.826,8	348,8	50		X (1.0-18.0)		5	Lef. (6.0-7.0) Lef (18.0-19.0)			
BO-PD-S5	2018	2543807.4	4565857.5	377.721	40		X (4.0-28.0)			Lugeon (5.0-6.0) Lugeon (15.0-16.0)	DRT (8.0-9.0) DRT (12.0-13.0)		
IF16V01	2018	2543595.3	4565655.2	349.95	50		X (6.0-50.0)		9	Lef. (4.5-6.0) Lef. (25.0-26.0)	DRT (8.0-9.0) DRT (22.0-23.5)		
IF16V02	2018	2543518.6	4565581.0	353.45	50		X (6.0-51.0)		11	Lef. (4.5-6.0) Lef. (26.7-27.9)	DRT (8.2-9.3) DRT (28.0-29.0)		
IF16V03	2018	2543462.8	4565542.9	352.50	50				9	Lef. (5.0-6.2) Lef. (25.1-26.3)	DRT (7.15-8.5) DRT (22.7-24.0)	X	
IF16V03bis	2018	2543490.4	4565479.7	352.0	50		X (3.0-20.0)		4	Lef. (6.5-7.5) Lugeon (17-19.75)	DRT (9.5) DRT (26.5)		

Tabella 7-1 – Indagini geognostiche di riferimento.

Le indagini geofisiche eseguite nella tratta oggetto di studio sono le seguenti:

ID	Campagna	Tipologia di indagine	Coordinate Gauss-Boaga		Lunghezza [m]
			Est	Nord	
BO-AB	2017	Geoelettrica	2.543.752	4.565.976	140
BO-MASW1	2017	Masw	2.543.583	4.565.720	48
IO-UV	2017	Geoelettrica	2.543.563	4.565.609	115
IO-WX	2017	Geoelettrica	2.543.557	4.565.597	140
BO-MASW6	2017	Masw	2.543.495	4.565.555	48
BO-PD-S22	2018	Masw	2.543.722	4.565.826	
Sis01	2021	Stendimento sismico			

Tabella 2 – Indagini geofisiche di riferimento.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 27 di 166

7.3 NOTE SUL LIVELLO DI FALDA

Nella tabella seguente si riportano le misure piezometriche disponibili; per l'andamento della falda lungo il profilo si rimanda agli elaborati di progetto Rif. [13]. La linea di falda di progetto riportata lungo i profili della tratta è stata definita considerando un franco di circa 1 metro rispetto alla linea di falda da misure piezometriche per tenere conto di possibili escursioni nel tempo.

INDAGINI 2018

max	min		18/04/2018	16/05/2018	16/06/2018	12/06/2018	04/07/2018						
-18.50	-18.50	BO-PD-S5		-18.50	-18.50								
-4.36	-4.48	IF16V01				-4.36	-4.48						
-4.71	-6.82	IF16V02				-4.71	-6.82						

INDAGINI 2017

max	min		27/06/2017	26/07/2017	31/08/2017	27/09/2017	27/10/2017	30/11/2017	29/12/2017	31/01/2018	28/02/2018	27/04/2018	29/05/2018	29/06/2018
-40.98	-41.48	BO-S3	-41.08	-40.98	-41.17	-41.28	-41.40	-41.38	-41.43	-41.48				
-5.28	-6.36	BO-S1	-5.73	-6.13	-6.35	-6.33	-6.36	-6.28	-6.13	-5.82	-5.33	-5.28	-5.54	-5.64

ID Sondaggio	Strumentazione in foro	lett. del 19/11/21 misura da testa tubo	lett. del 17/12/21 misura da testa tubo	lett. del 23/12/21 misura da pc	lett. del 05/01/22 misura da testa tubo	lett. del 17/01/22 misura da pc	lett. del 04/02/22 misura da pc	lett. del 17/02/22 misura da pc	lett. del 04/03/22 misura da pc	lett. del 17/03/22 misura da pc	lett. del 04/04/22 misura da pc	lett. del 17/04/22 misura da pc	lett. del 04/05/22 misura da pc	lett. del 20/05/22 misura da pc	lett. del 06/06/22 misura da pc	lett. del 08/07/22 misura da pc	lett. del 04/08/22 misura da pc	lett. del 05/09/22 misura da pc	lett. del 05/10/22 misura da pc				
Strumentazione campagna indagini ITALFERR																							
BO-S1	PEZ. NORTON																		5,95 m.	6,09 m.	6,51 m.	6,62 m.	
F16V01	PEZ. NORTON																			4,62 m.	4,70 m.	4,89 m.	4,93 m.
F16V02	PEZ. NORTON																			7,09 m.	7,13 m.	7,58 m.	7,62 m.

Figura 7-1. Misure piezometriche da p.c.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 29 di 166

7.4.2 Proprietà meccaniche di deformabilità – Unità copertura

7.4.2.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE IN FORO

Le proprietà di deformabilità sono state valutate sulla base delle velocità delle onde di taglio calcolate mediante correlazioni empiriche per litotipi argillosi (Oshta & Goto (78) e Lee (92)).

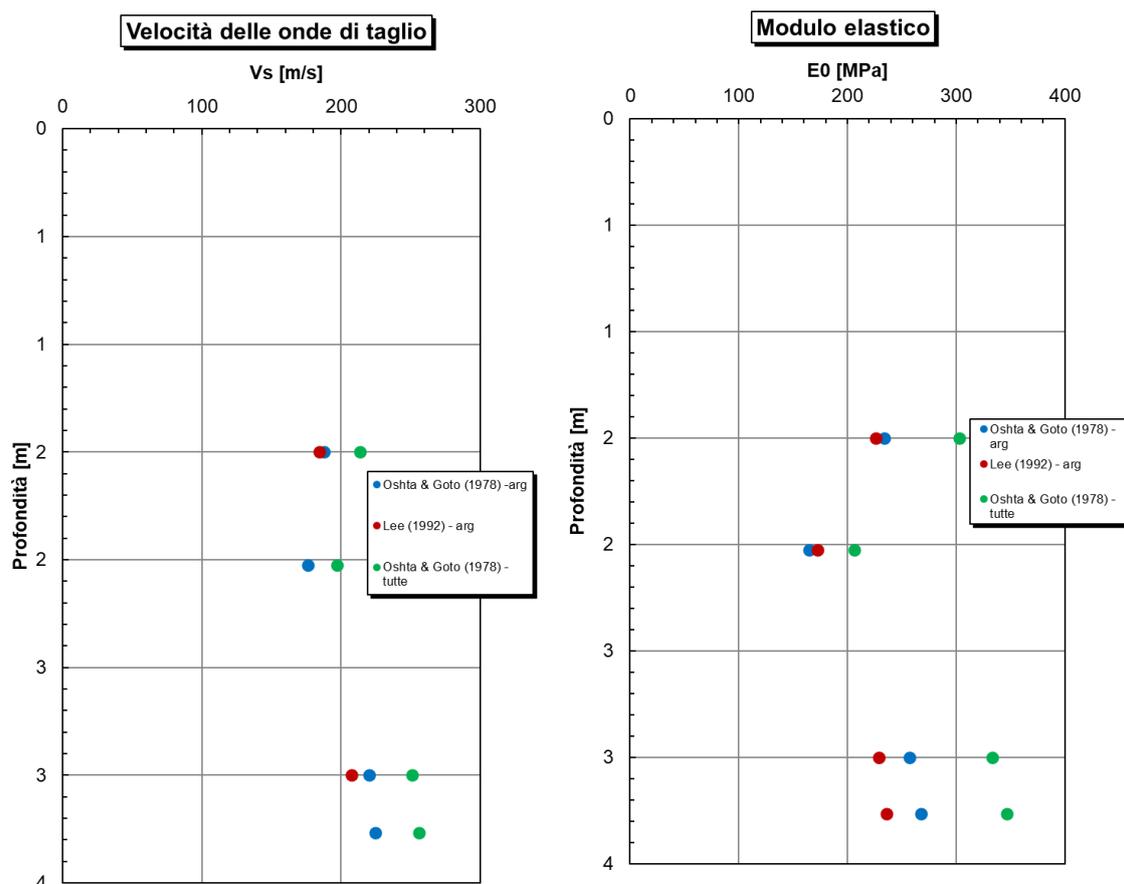


Figura 7-3. Vs e modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT –Unità copertura.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 30 di 166

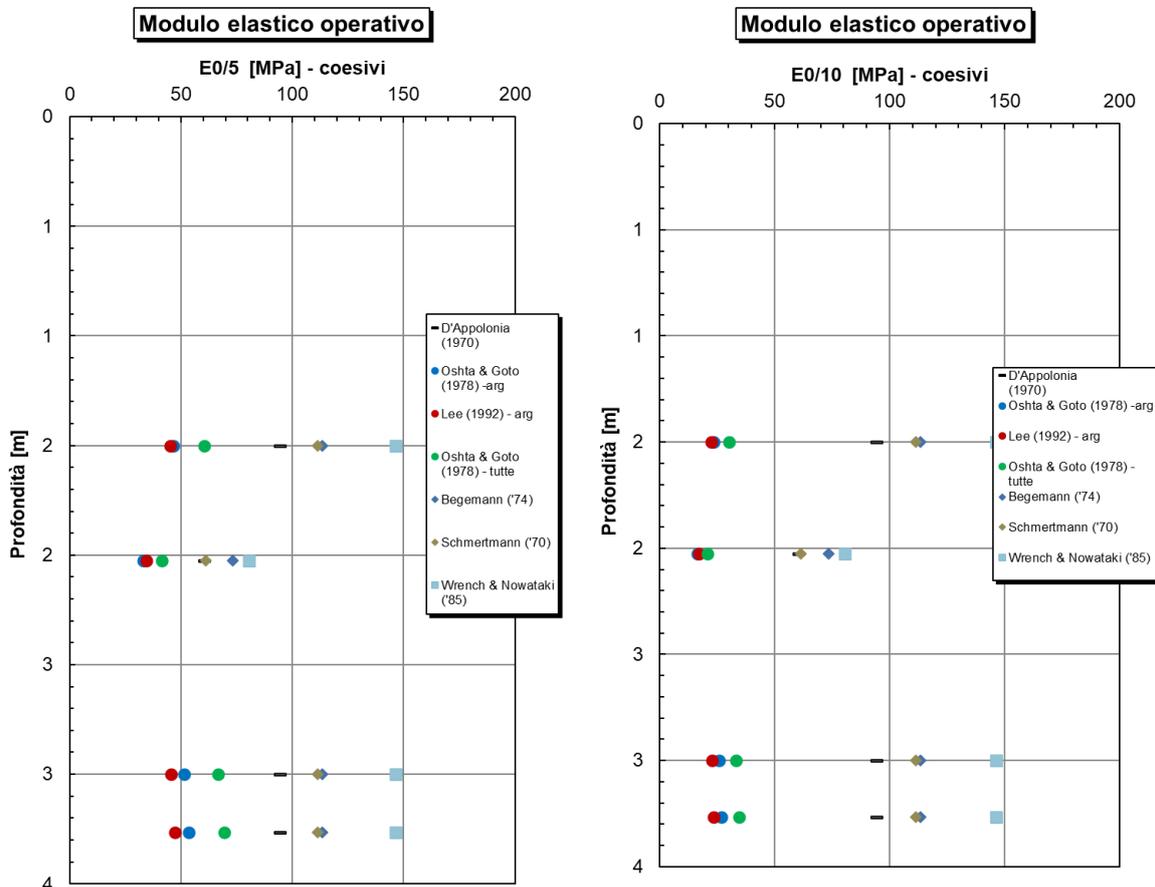


Figura 7-4. Moduli elastici operativi E0/10 e E0/5 da prove SPT –Unità copertura.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA			RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 31 di 166

7.5 UNITÀ RPL1a

Nella presente unità RPL1a viene ricompresa anche l'unità b, indicata nel profilo geologico e geotecnico a ridosso della spalla A del Viadotto Cervaro (sondaggi IF16-V03 e V03bis).

7.5.1 Proprietà fisiche – Unità

7.5.1.1 PROPRIETÀ FISICHE DA PROVE DI LABORATORIO

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati mostrano che il terreno è costituito da ghiaia e sabbia in prevalenza, con una percentuale di limo e argilla.

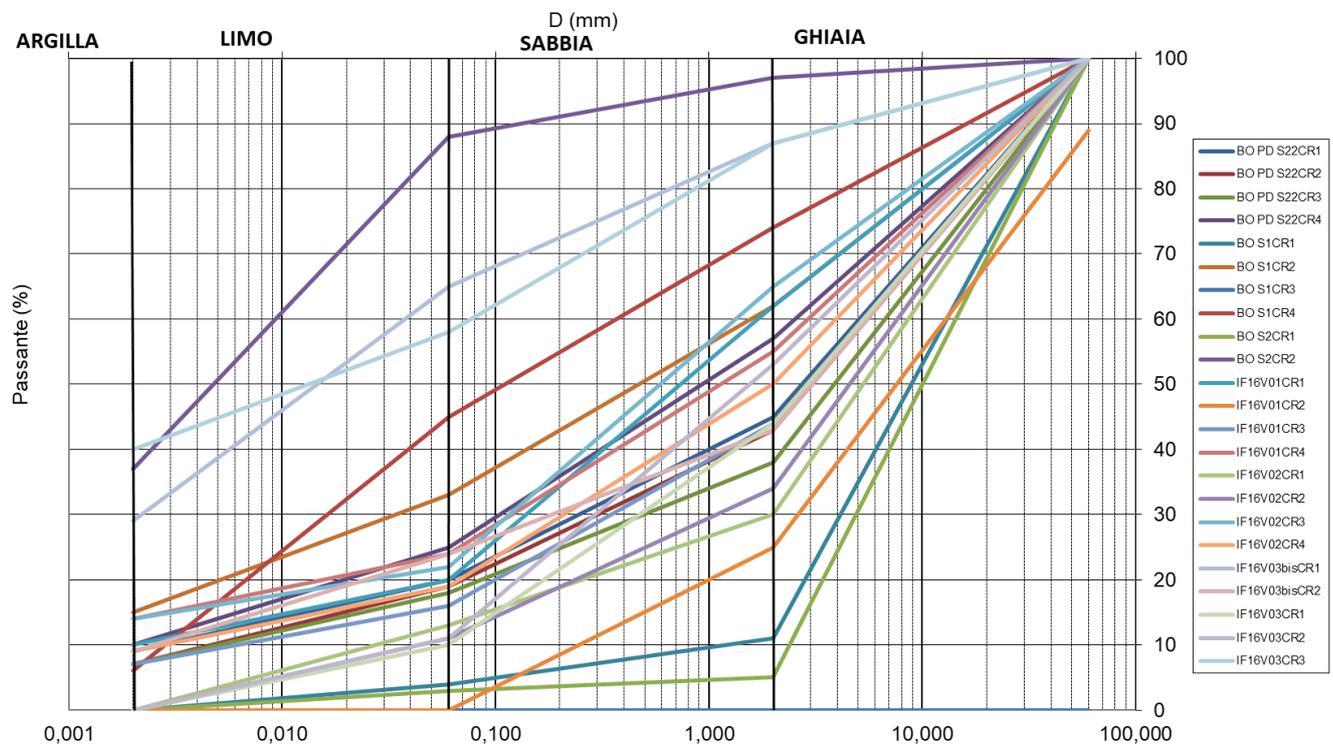


Figura 7-5. Curva granulometrica – Unità RPL1a.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 32 di 166

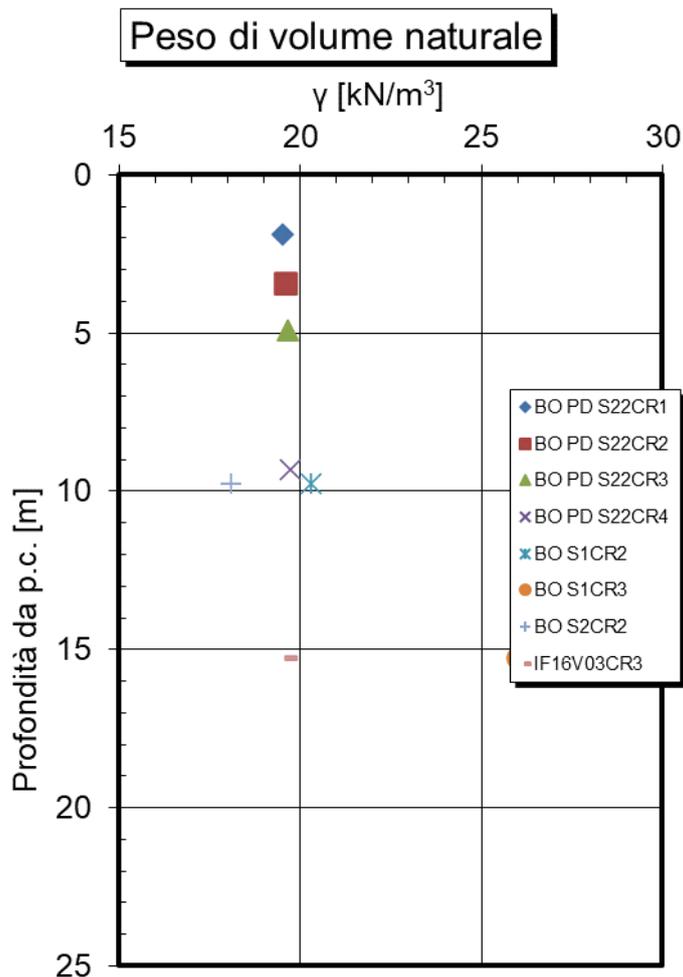


Figura 7-6. Peso specifico unità di volume –Unità RPL1a.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 33 di 166

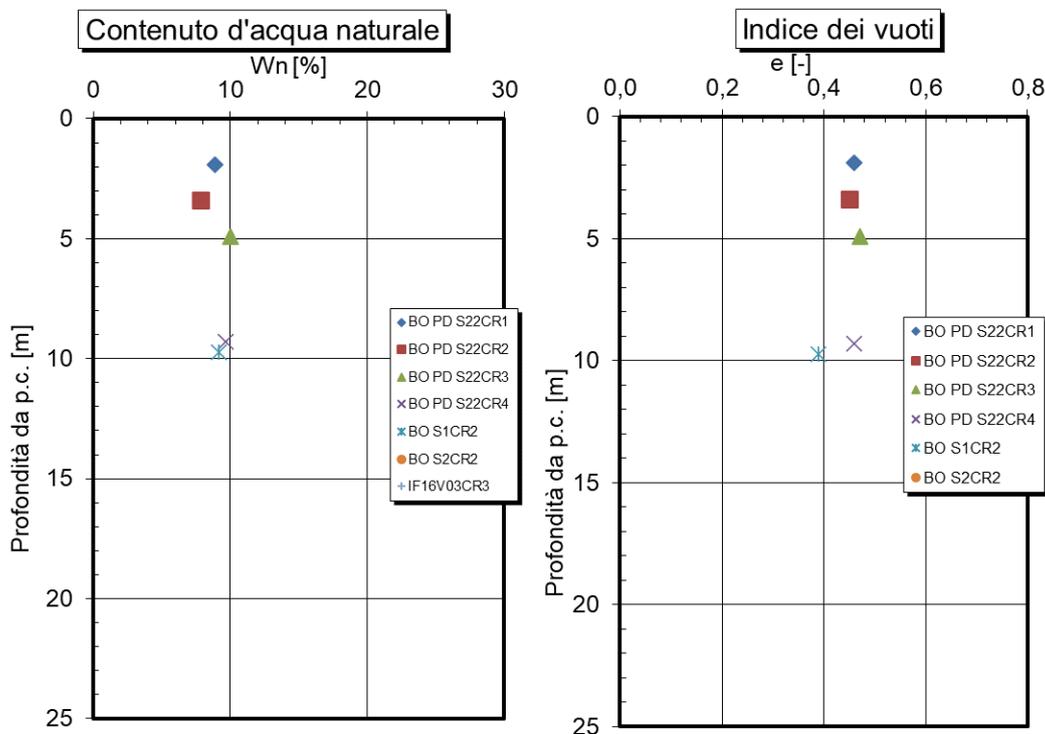


Figura 7-7. contenuto d'acqua e indice dei vuoti –Unità RPL1a.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA			RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 35 di 166

7.5.2 Proprietà meccaniche di resistenza

Le proprietà meccaniche dell'Unità RPL1a sono determinate prove in foro SPT.

7.5.2.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA DA PROVE IN FORO

L'angolo d'attrito del materiale è determinabile tramite relazioni empiriche dalle prove SPT. I seguenti grafici riportano: (sx) correlazione di Schmertmann (S) utilizzando i valori di densità relativa calcolati con Bazaaraa ('86), Cubrinowski e Ishihara (1999), Meyerhof; (centro) correlazione di Bolton (B) utilizzando i valori di densità relativa calcolati con Bazaaraa ('86), Cubrinowski e Ishihara (1999), Meyerhof, Skempton (1986); (dx) correlazione di Kulhawy & Mayne (1980), correlazione di Shioi-Fukuni 1982 (Japanese National Railway e Road Bridge Specification), correlazione di Peck, Hanson & Thornburn (1974) e correlazione di Owasaki & Iwasaki (1959).

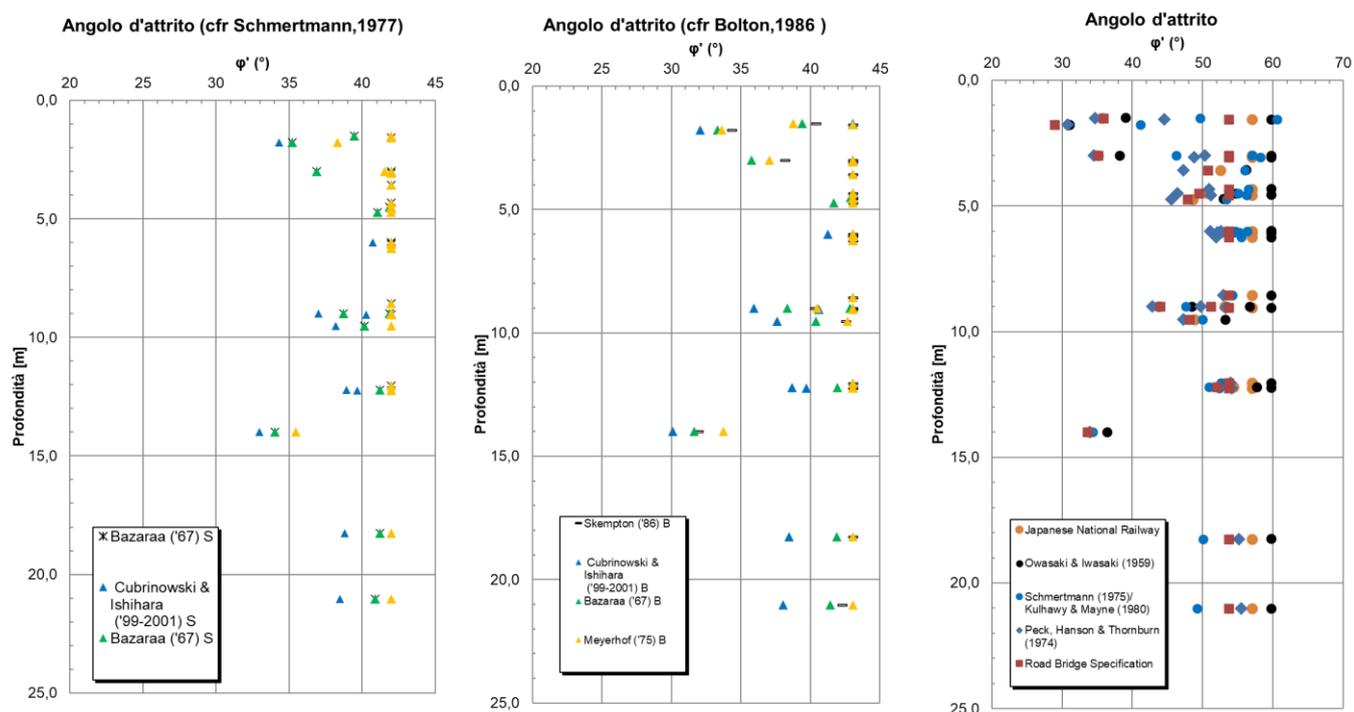


Figura 7-9. Angolo d'attrito da prove SPT –Unità RPL1a.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 36 di 166

7.5.3 Proprietà meccaniche di deformabilità

7.5.3.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE SPT

Le proprietà di deformabilità sono state valutate sulla base delle velocità delle onde di taglio calcolate mediante correlazioni empiriche per materiali incoerenti (Oshta & Goto (78) e Seed et al (86)).

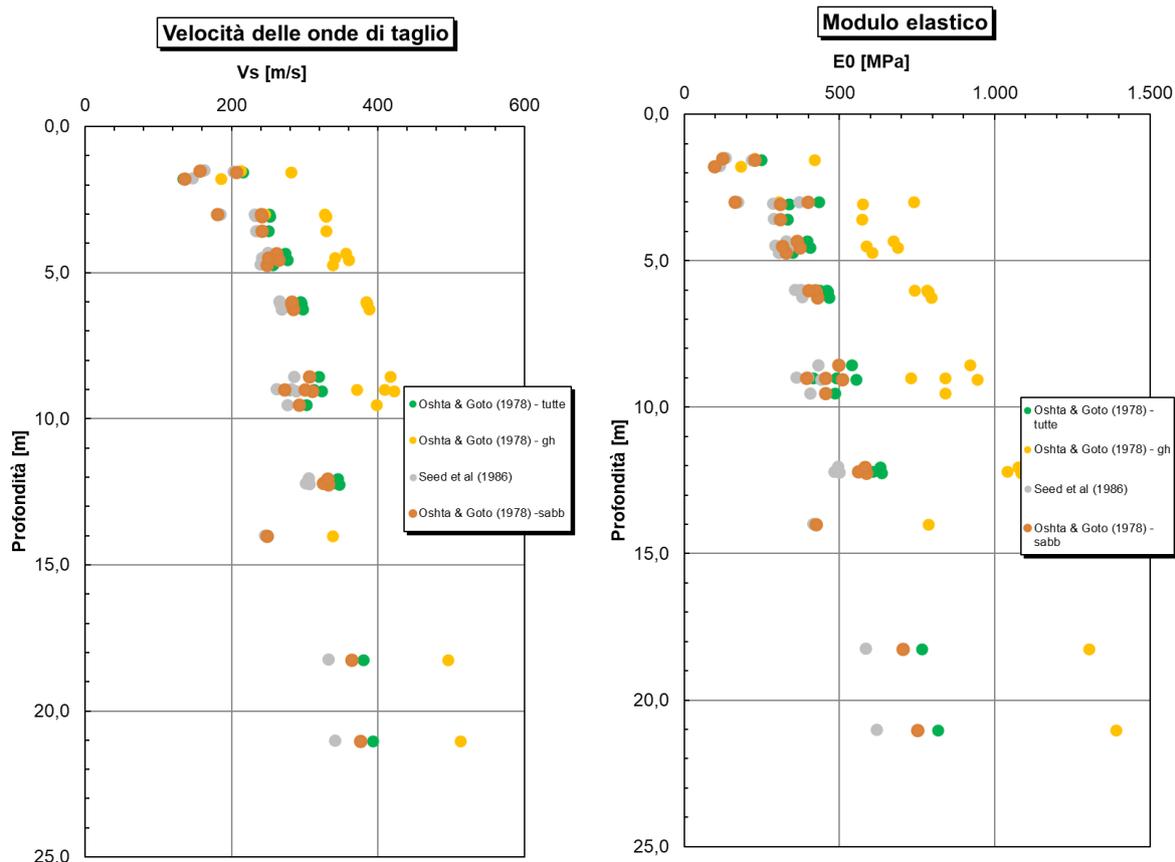


Figura 7-10. Vs e modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT –Unità RPL1a.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 37 di 166

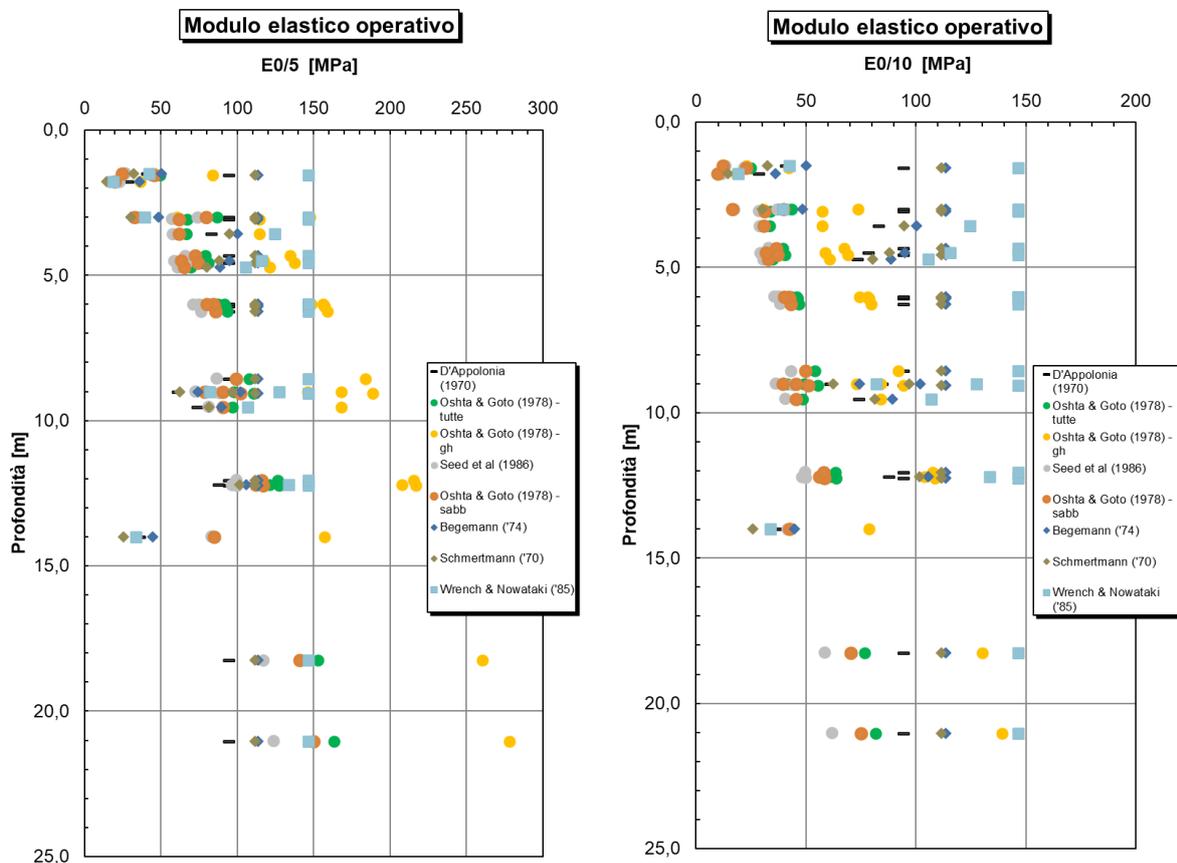


Figura 7-11. Moduli elastici operativi E0/10 e E0/5 da prove SPT –Unità RPL1a.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 38 di 166

7.5.3.2 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE IN FORO

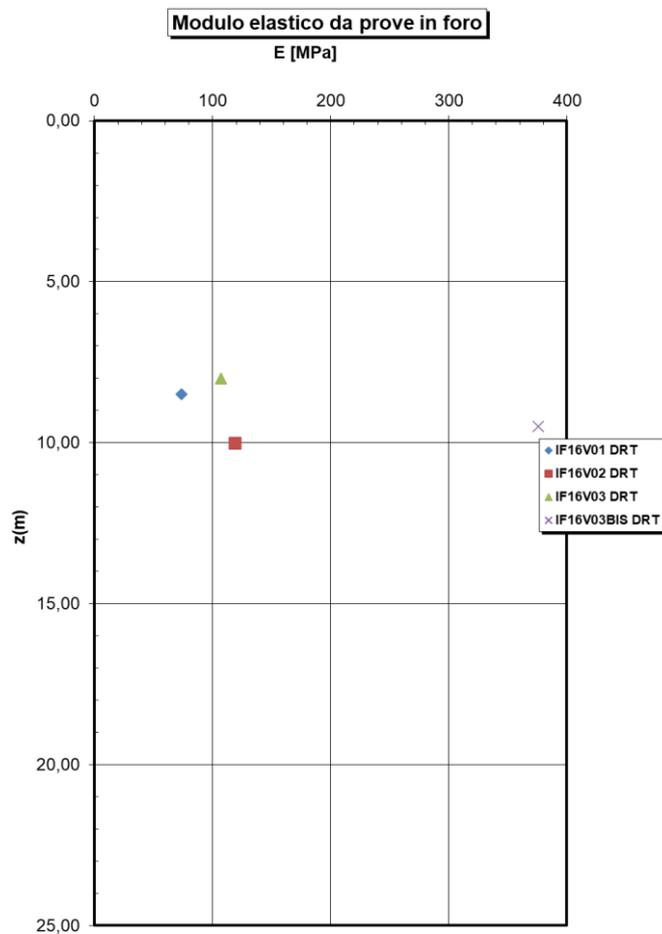


Figura 7-12. Moduli elastici da prove dilatometriche –Unità RPL1a.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 39 di 166

7.5.4 Conducibilità idraulica

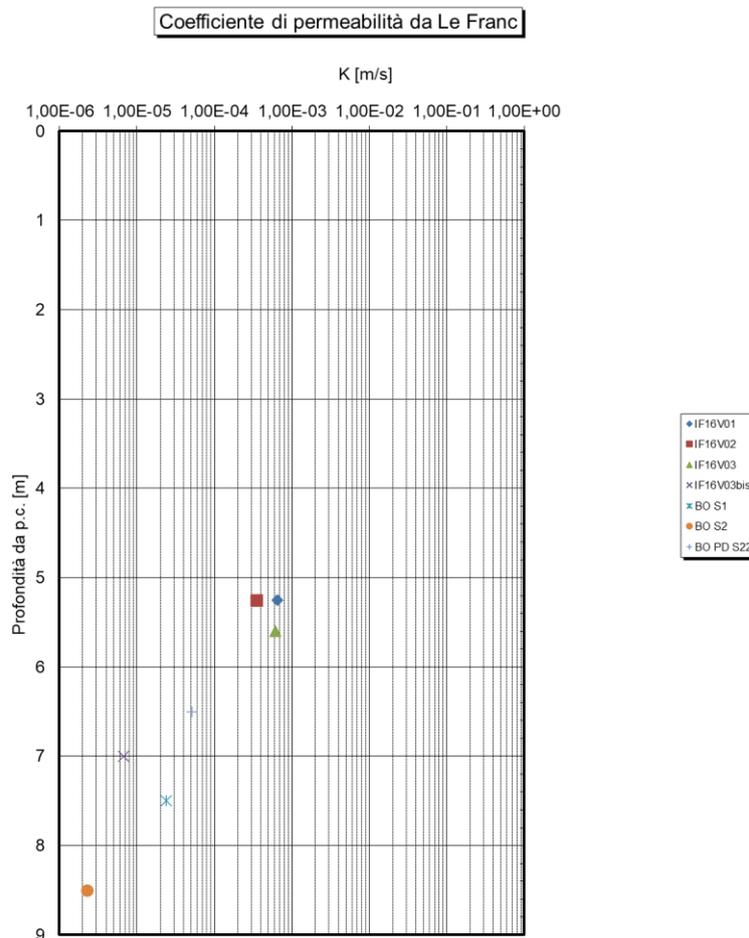


Figura 7-13. Conducibilità idraulica da prove Lefranc –Unità RPL1a.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 40 di 166

7.6 UNITÀ RPL1B

7.6.1 Proprietà fisiche – Unità RPL1b

Le analisi granulometriche eseguite sul campione prelevato mostrano una prevalente frazione fine; il terreno è costituito da argilla e limo in prevalenza.

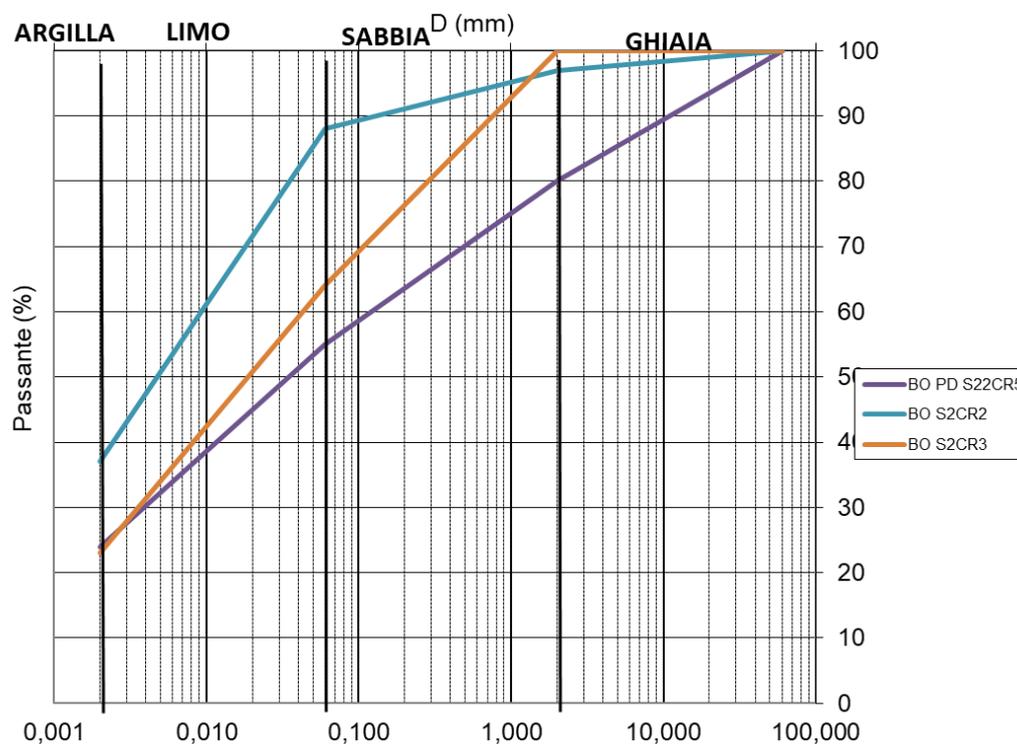


Figura 7-14. Curva granulometrica – Unità RPL1b.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 41 di 166

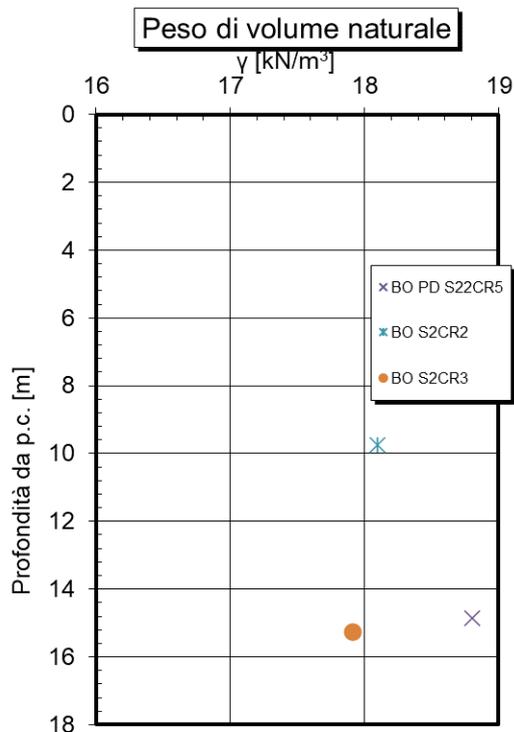


Figura 7-15. Peso per unità di volume –Unità RPL1b.

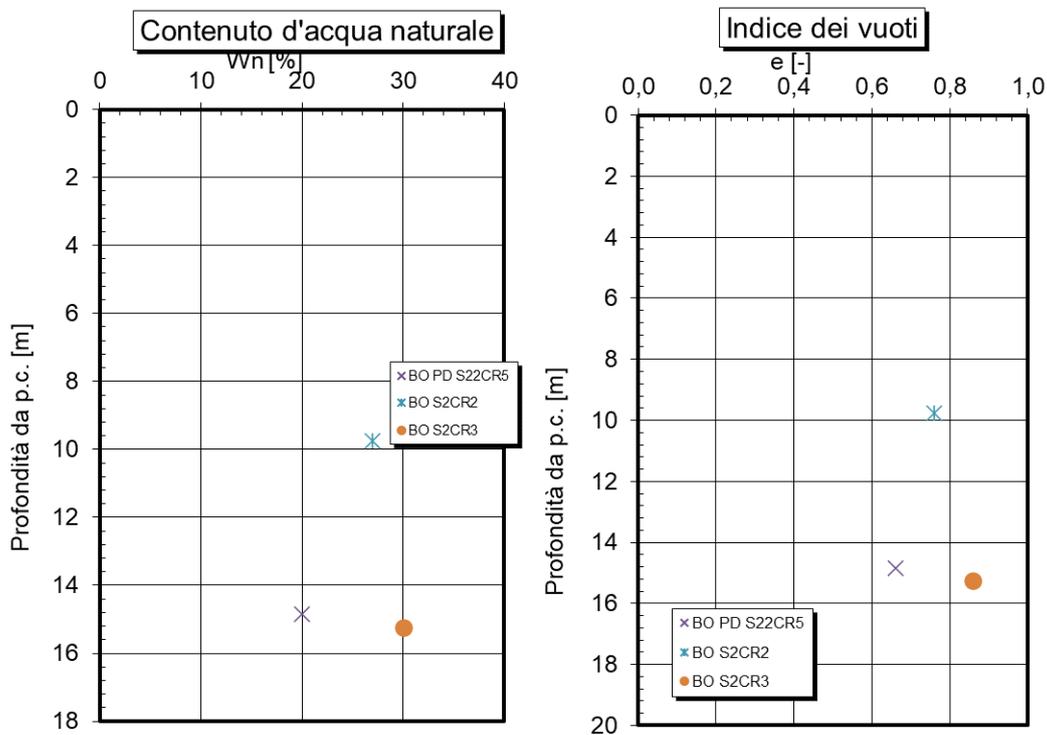


Figura 7-16. Contenuto d'acqua e indice dei vuoti –Unità RPL1b.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 42 di 166

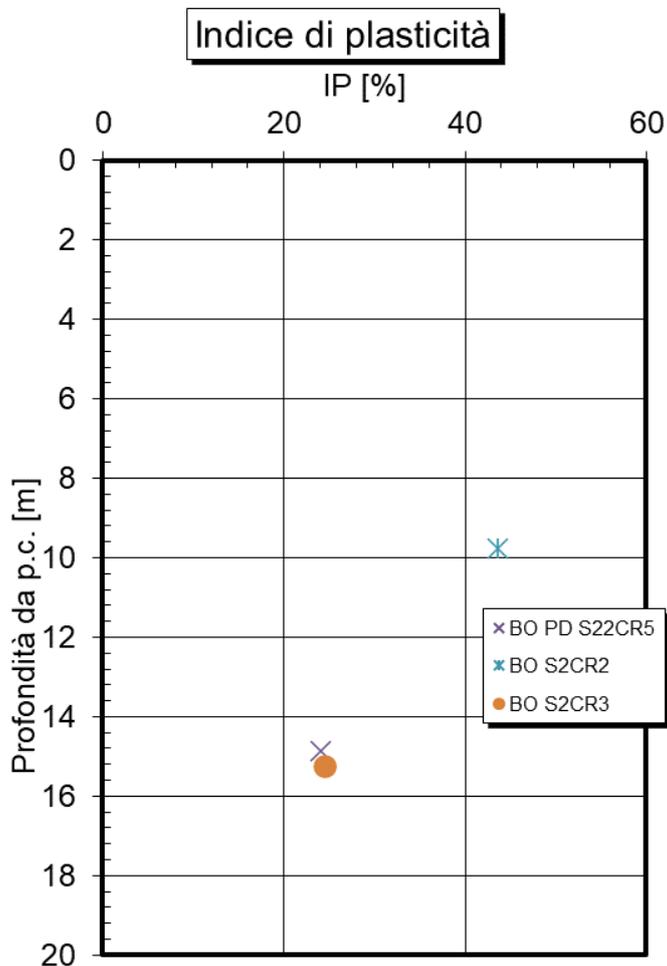


Figura 7-17. Indice plastico –Unità RPL1b.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 43 di 166

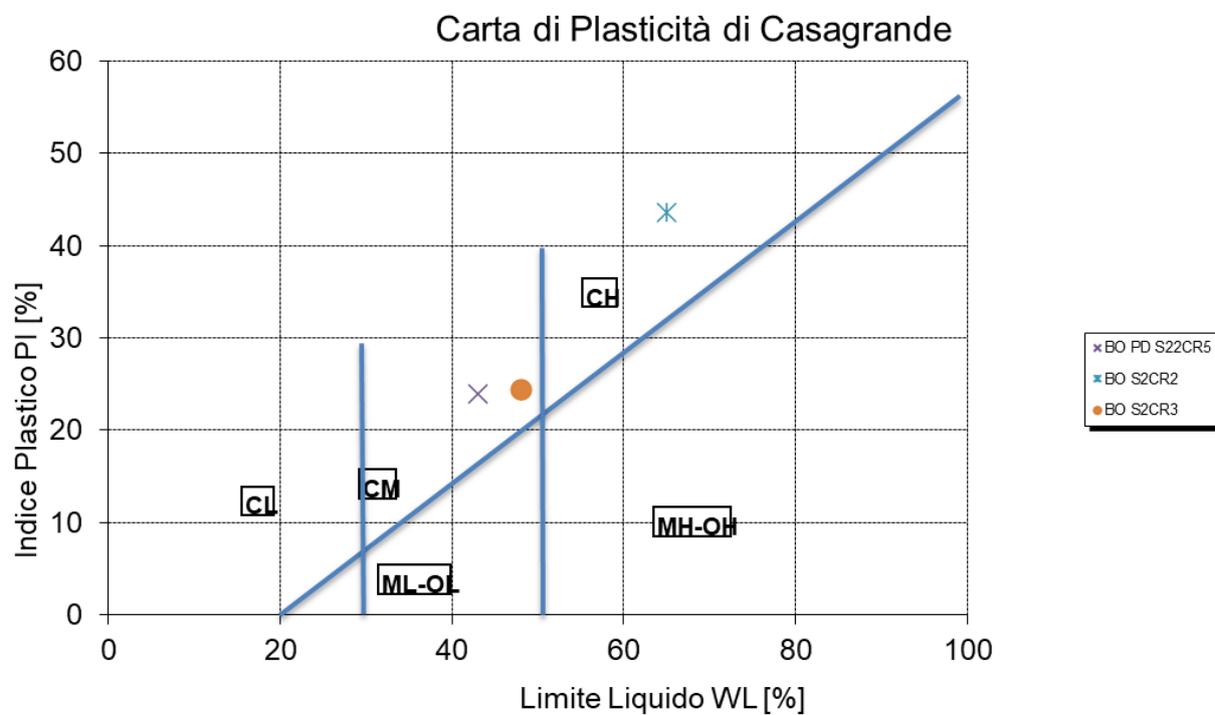


Figura 7-18. Carta di Casagrande –Unità RPL1b.

L'unità in esame può essere classificata come argilla inorganica a plasticità medio-alta.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PIZZAROTTI						
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A		Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF		
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 44 di 166

7.6.2 Proprietà meccaniche di resistenza – Unità RPL1b

Le proprietà meccaniche dell'Unità RPL1b sono determinate sulla base delle prove di laboratorio e mediante confronto qualitativo con i risultati delle prove in foro SPT. Sono stati considerati anche dei dati dai sondaggi lungo la tratta del Raccordo provvisorio alla pk 41+100 del lotto Orsara-Bovino per completezza.

7.6.2.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA DA PROVE DI LABORATORIO

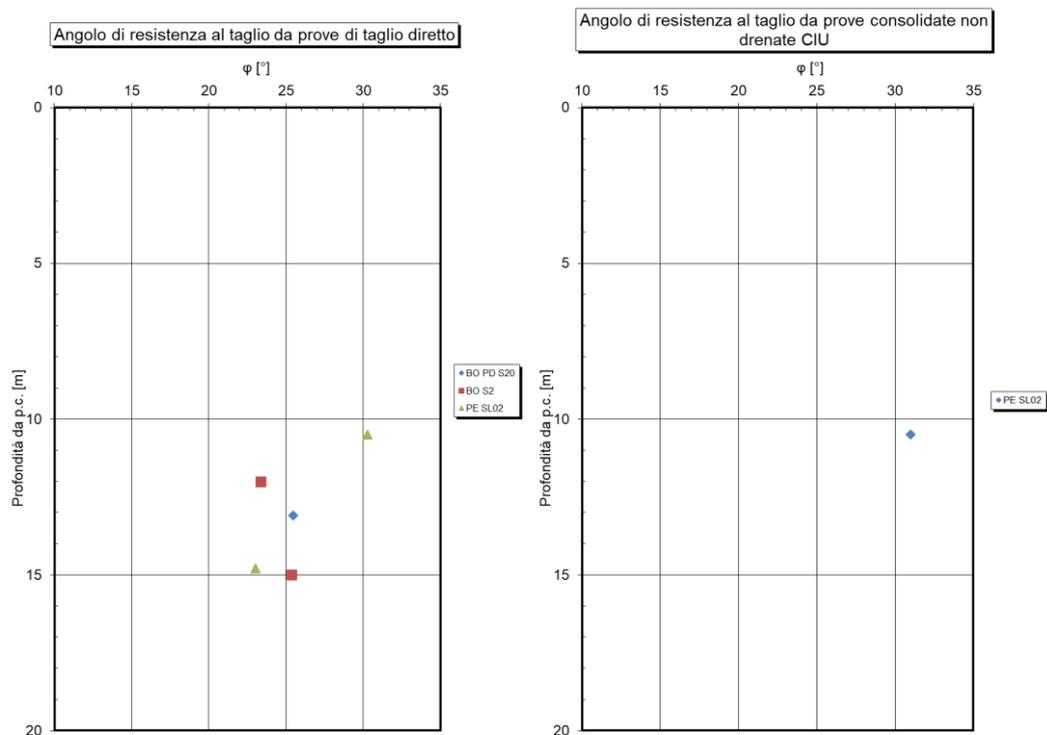


Figura 7-19. Angolo d'attrito da prove di laboratorio –Unità RPL1b.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 45 di 166

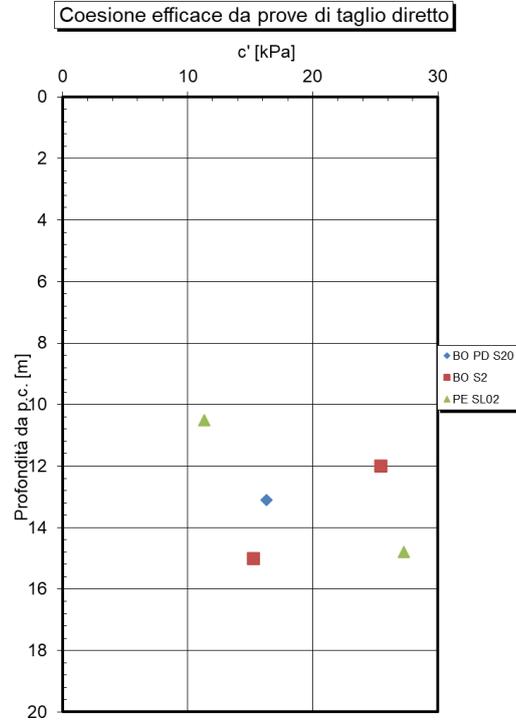


Figura 7-20. Coesione drenata da prove di laboratorio –Unità RPL1b.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGLIO C 46 di 166

7.6.2.2 PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA DA PROVE IN FORO

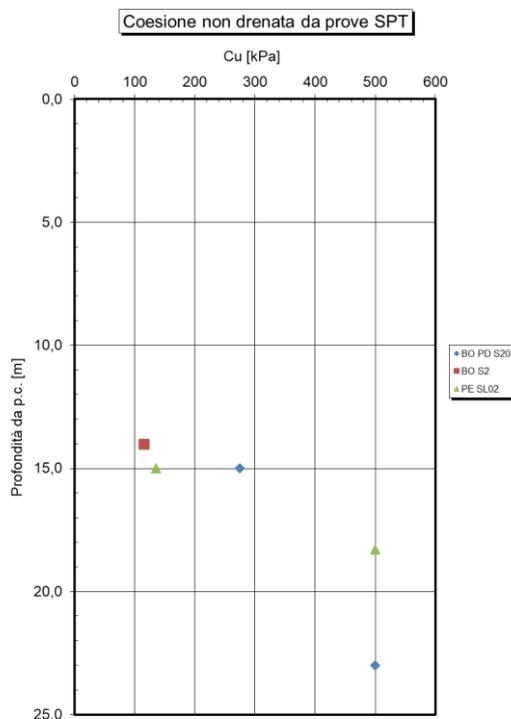


Figura 7-21. Coesione non drenata da prove SPT–Unità RPL1b.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 47 di 166

7.6.3 Proprietà meccaniche di deformabilità – Unità RPL1b

7.6.3.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE IN FORO

Le proprietà di deformabilità sono state valutate sulla base delle velocità delle onde di taglio calcolate mediante correlazioni empiriche per litotipi argillosi (Oshta & Goto (78) e Lee (92)). Sono stati considerati anche dei dati dai sondaggi lungo la tratta del Raccordo provvisorio alla pk 41+100 del lotto Orsara-Bovino per completezza.

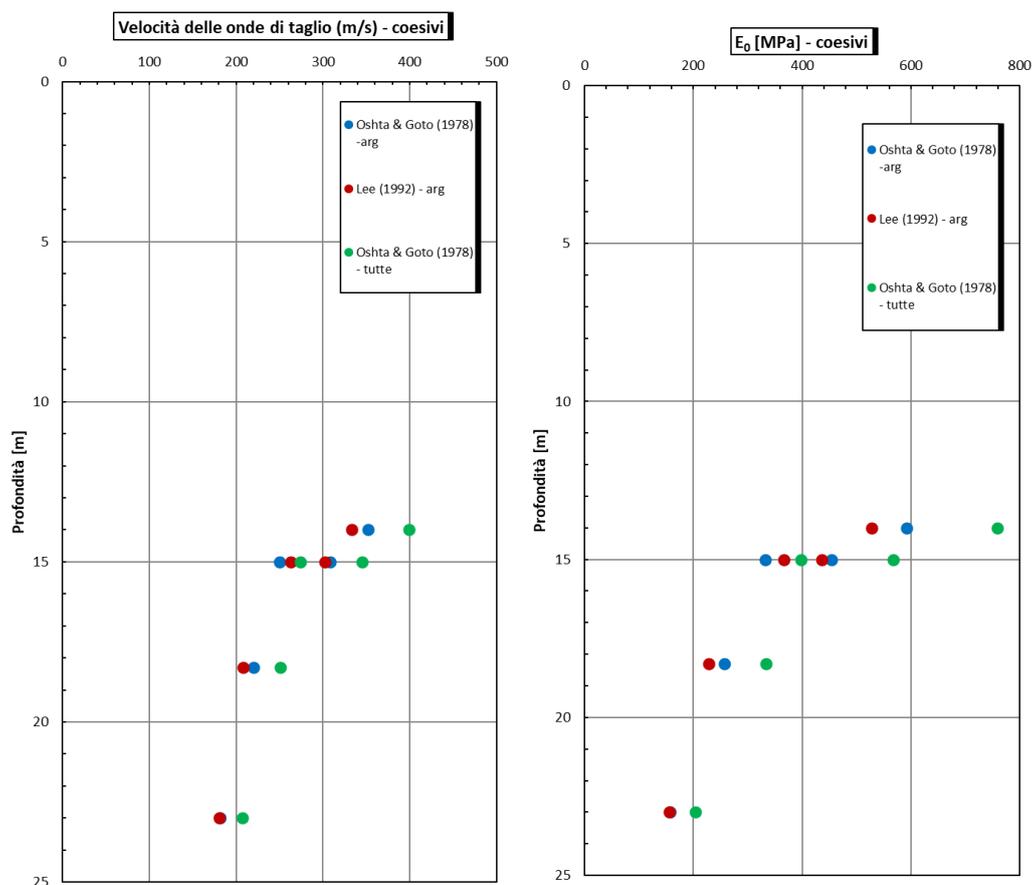


Figura 7-22. Vs e modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT –Unità RPL1b.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 48 di 166

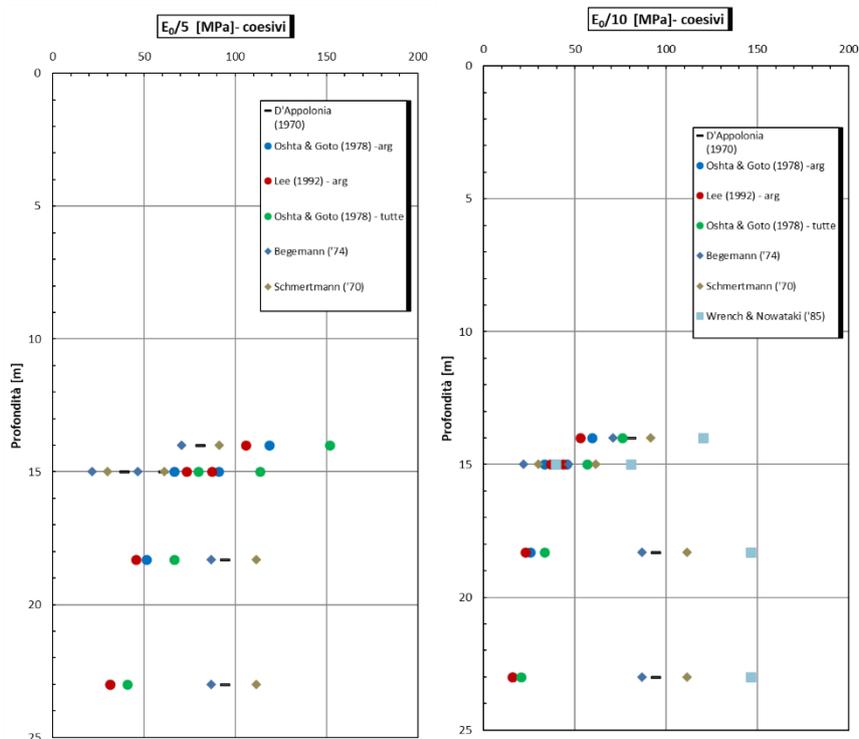


Figura 7-23. Moduli elastici operativi E₀/10 e E₀/5 da prove SPT –Unità RPL1b.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 49 di 166

7.6.3.2 INTERPRETAZIONE DELLE PROVE DI COLONNA RISONANTE

Si riporta la curva di decadimento della resistenza a taglio con la deformazione da prove di colonna risonante. Dalla curva è possibile ricavare il modulo di taglio a piccole deformazioni (γ circa uguale a zero) e, tramite coefficiente di Poisson, il modulo elastico a piccole deformazioni.

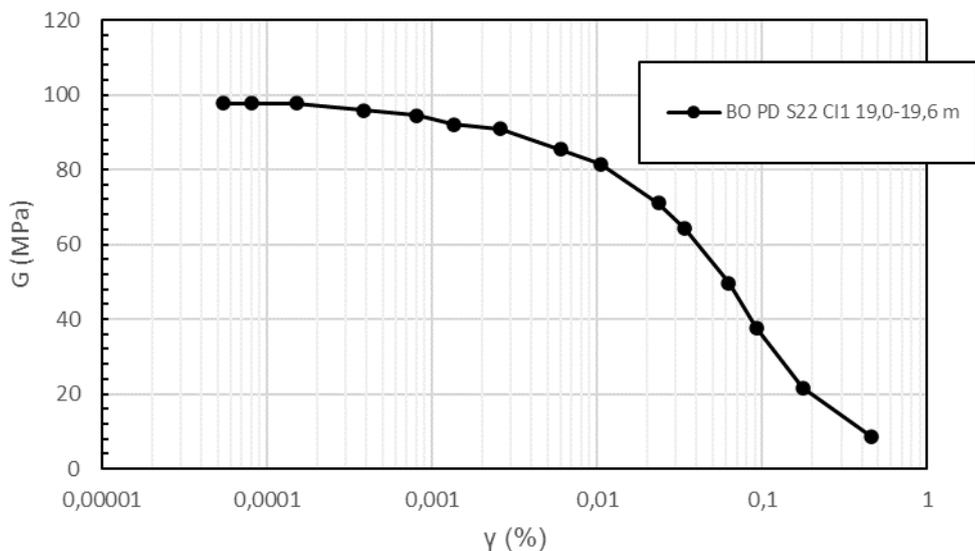


Figura 7-24. Curve di decadimento della resistenza a taglio da prove di colonna risonante –Unità RPL1b.

	G₀ [MPa]	E₀ [MPa]	E₀/5 [MPa]	E₀/10 [MPa]
BO PD S22 C11	97.7	254.02	50.80	25.40

Tabella 3. Moduli elastici da prove di colonna risonante – Unità RPL1b.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 50 di 166

7.6.3.3 INTERPRETAZIONE DELLE PROVE EDOMETRICHE

Data la mancanza di dati lungo la tratta in esame, sono state considerate le prove edometriche disponibili per questa unità lungo la tratta del Raccordo provvisorio alla pk 41+100 del Lotto Orsara-Bovino.

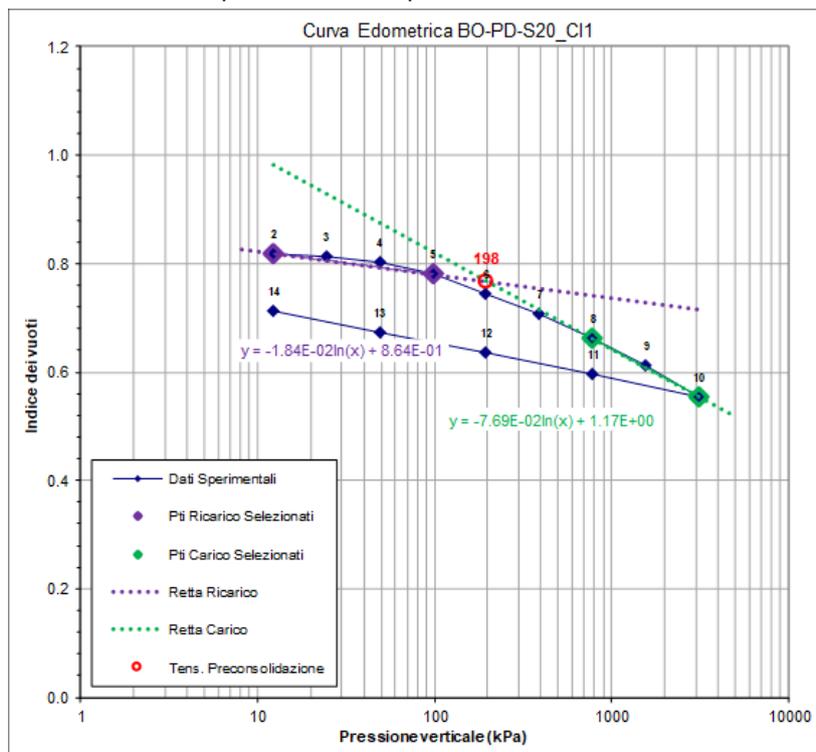


Figura 7-25. Prova edometrica, campione C11 sondaggio BO-PD-S20 –Unità RPL1b.

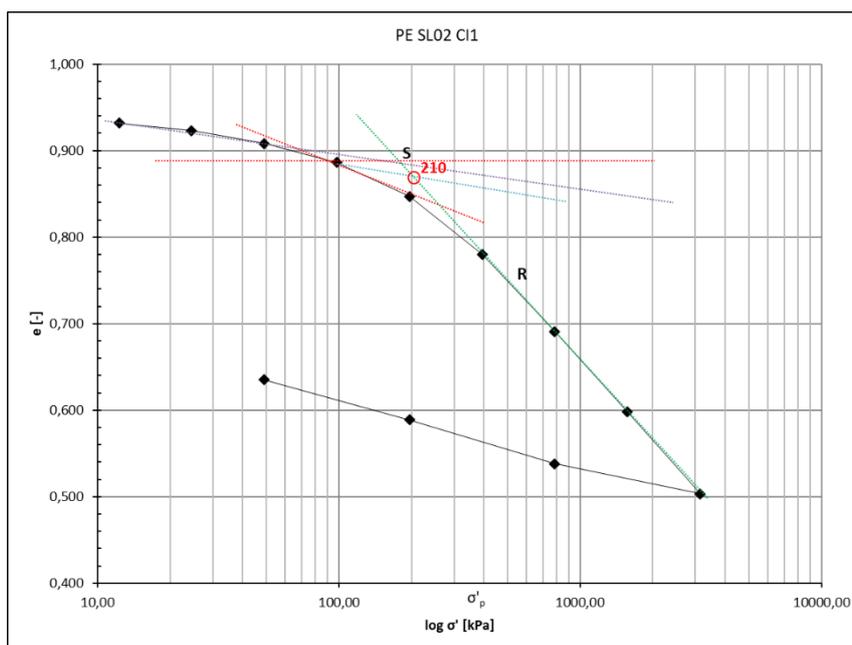


Figura 7-26. Prova edometrica, campione C11 sondaggio PE SL02 –Unità RPL1b.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA			RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 51 di 166

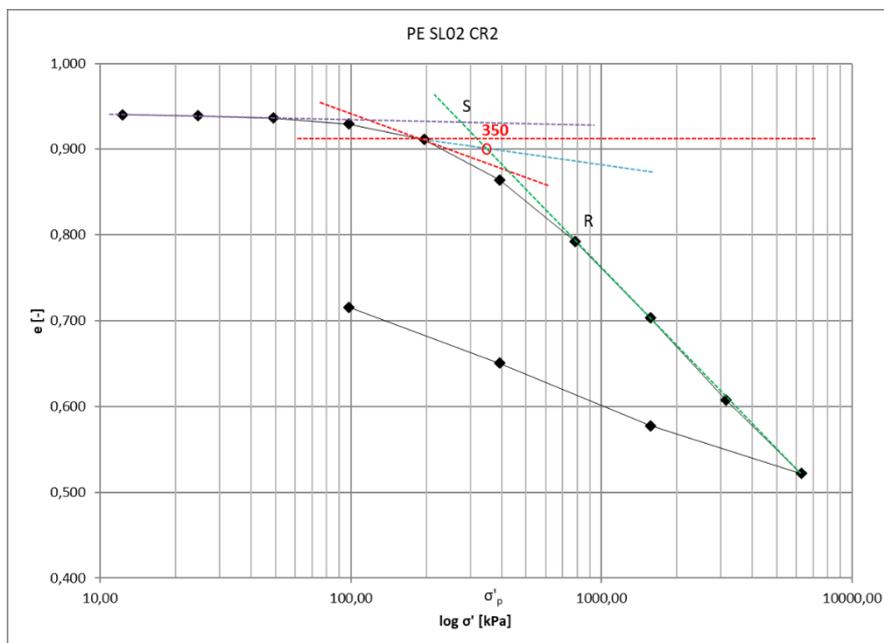


Figura 7-27. Prova edometrica, campione CR2 sondaggio PE SL02 –Unità RPL1b.

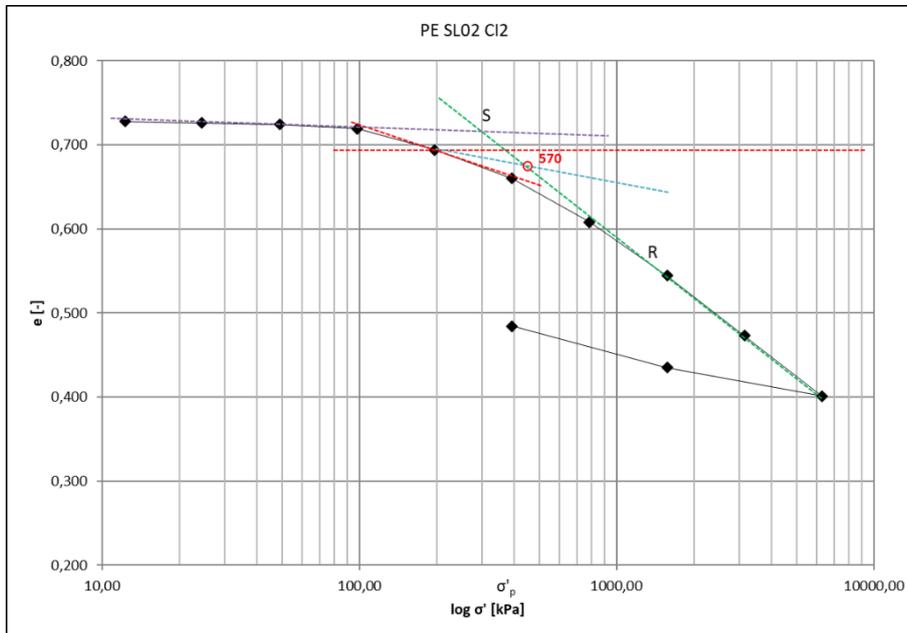


Figura 7-28. Prova edometrica, campione CI2 sondaggio PE SL02 –Unità RPL1b.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 52 di 166

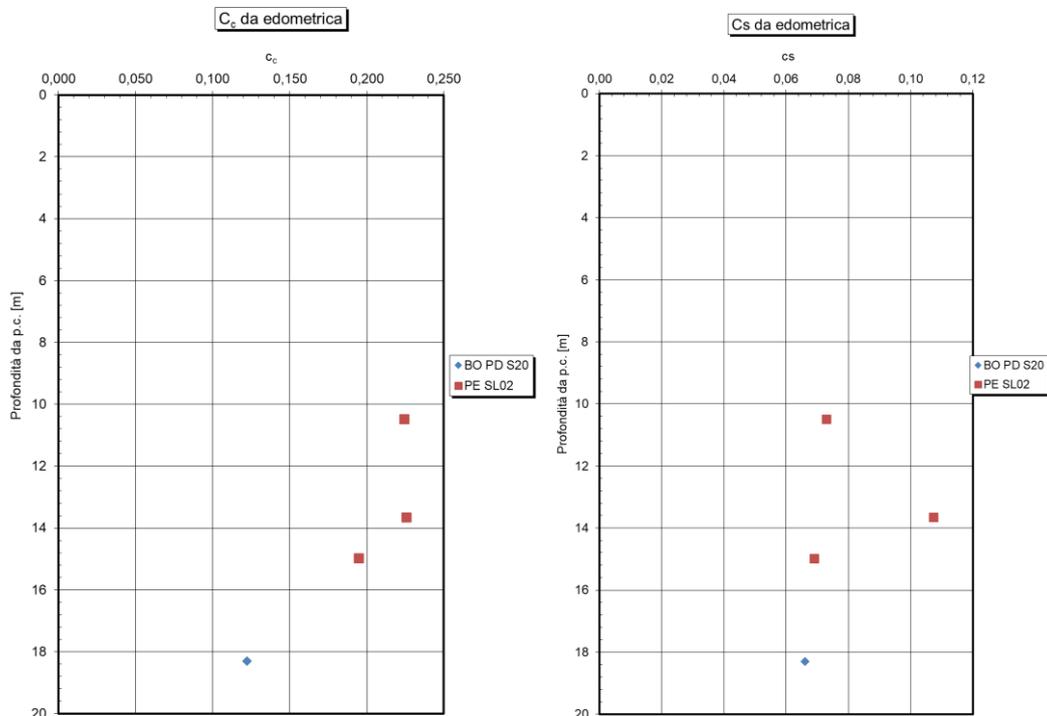


Figura 7-29. Indice di compressibilità e indice di rigonfiamento da prove edometriche –Unità RPL1b.

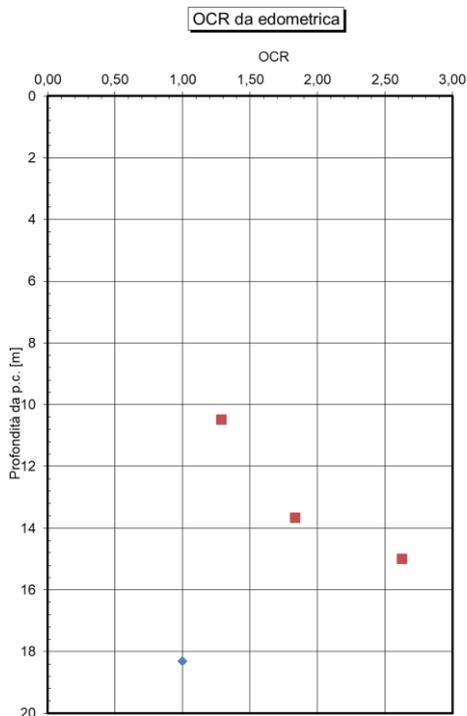


Figura 7-30. Indice di sovraconsolidazione da prove edometriche –Unità RPL1b.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 53 di 166

Sondaggio	Campione	Profondità [m]	σ'_p [kPa]	σ'_{vo} [kPa]	OCR [-]	cc [-]	cr [-]	cs [-]	k [m/s]
PE SL02	CI1	10,48	210,00	163,70	1,28	0,22	0,04	0,07	7,86E-11
PE SL02	CR2	13,65	350,00	190,92	1,83	0,23	0,01	0,11	1,12E-11
PE SL02	CI2	14,98	570,00	217,19	2,62	0,19	0,03	0,07	1,62E-11
BO PD S20	CI1	18,30	198,0	204,6	1,0	0,12	0,019	0,07	1,74E-10

Tabella 4. Riepilogo risultati da prove edometriche – Unità RPL1b.

7.6.4 Conducibilità idraulica – Unità RPL1b

Data la mancanza di dati lungo la tratta in esame, sono state considerate le prove di permeabilità disponibili per questa unità lungo la tratta del Raccordo provvisorio alla pk 41+100 del Lotto Orsara-Bovino.

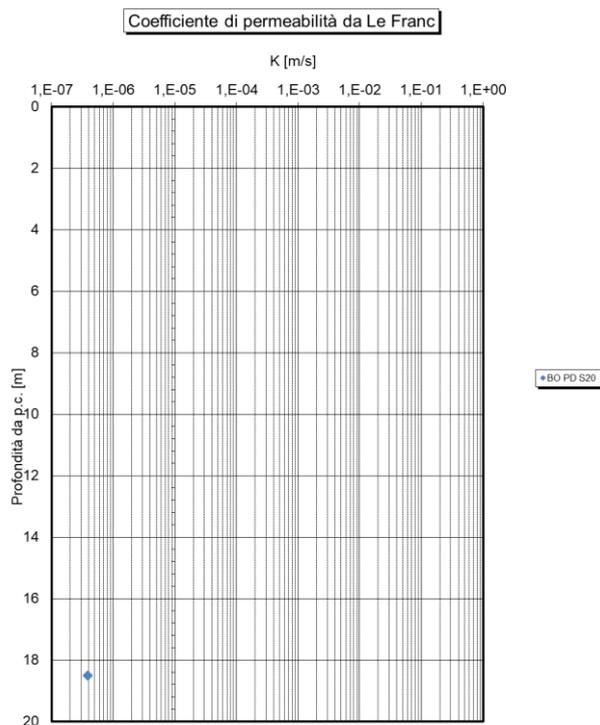


Figura 7-31. Conducibilità idraulica da prove Lefranc –Unità RPL1b.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 54 di 166

7.7 UNITÀ FAE

7.7.1 Classificazione geomeccanica dell'ammasso

Sulla base dei dati raccolti, scaturiti dai rilievi strutturali, dalle colonne stratigrafiche ricavate dai sondaggi è stato valutato l'indice di qualità GSI per l'ammasso utilizzando il parametro RMR di Bieniawski come illustrato nel Capitolo di riferimento. L'analisi delle stratigrafie integrata con la descrizione dei campioni prelevati da sondaggi ha permesso di identificare 3 unità litologiche principali all'interno della formazione FAE: calcarea, marnoso argillosa e argilloso-marnosa. Gli intervalli di GSI individuati risultano coerenti con la classificazione proposta da Hoek, Marinos and Marinos (2007) per formazioni strutturalmente complesse quali i Flysch. Si sono considerati 3 litofacies principali, individuando per ciascuna i gruppi geomeccanici:

- FAEam, componente argilloso-marnosa
- FAEma, componente marnoso-argillosa
- FAEc, componente calcarea

Ai fini della caratterizzazione geomeccanica dell'Unità FAE nella tratta in esame è stato tenuto conto anche della caratterizzazione geomeccanica svolta lungo la galleria Hirpinia, riportata nell'elaborato "Relazione geotecnica/geomeccanica generale" Rif. [11].

Di seguito si riportano i risultati della classificazione condotta per ogni verticale di indagine interessante l'Unità del FAE per la tratta in esame. I grafici riportano anche indicazione della descrizione stratigrafica e del contatto riportato sul Profilo Geologico.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 55 di 166

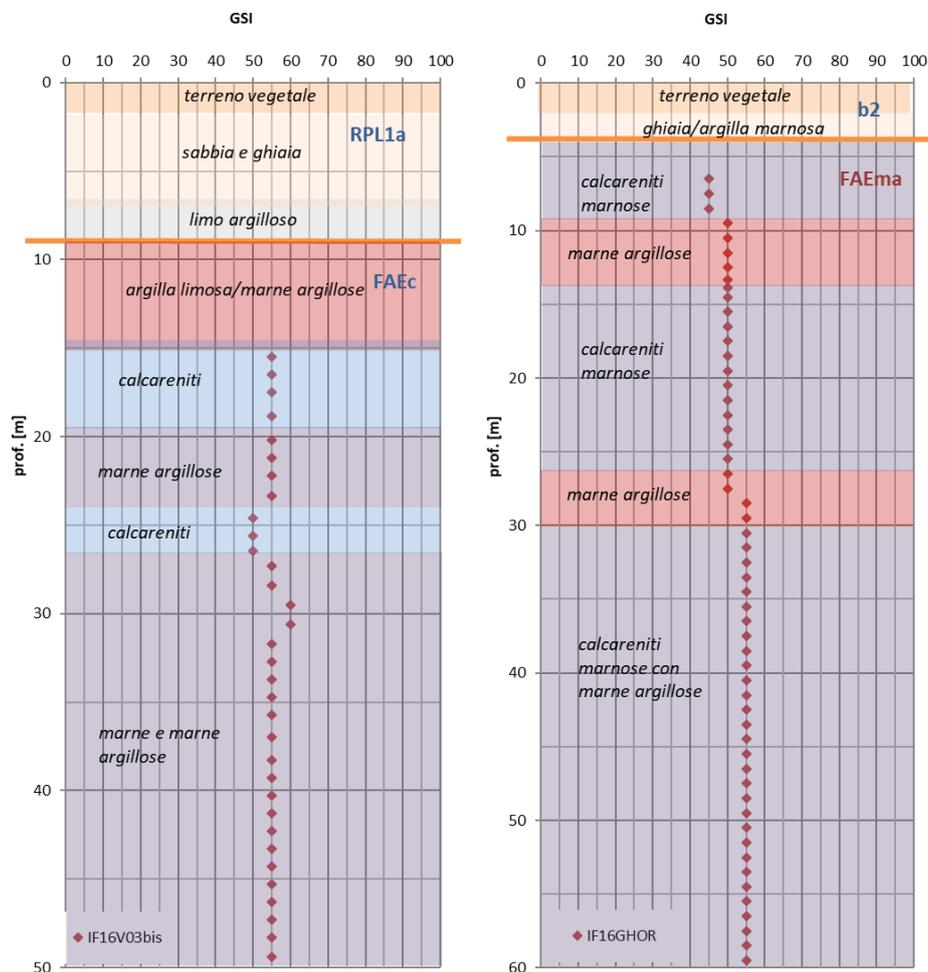


Figura 7-32 – Classificazione geomeccanica, in funzione della profondità, dei sondaggi IF16V03bis e IF16Ghor.

Litofacies	Gruppo Geomeccanico	σ_{ci}	GSI
		[MPa]	[-]
FAEc	Calcarenite	16 ÷ 75	50 ÷ 60
FAEam	Marna argillosa	5 ÷ 7	45 ÷ 60(*)
FAEma	Marna calcarea	10 ÷ 20	45 ÷ 55

Tabella 7-5 – FAE – Riepilogo gruppi geomeccanici.

(*) valori ricavato dalla caratterizzazione dell'Unità FAE lungo la galleria Hirpinia.

Per maggiori informazioni riguardo la caratterizzazione geomeccanica del Flysch di Faeto si rimanda all'elaborato di progetto "Relazione di caratterizzazione geotecnica/geomeccanica generale" Rif. [11].

Il calcolo dei parametri equivalenti dell'ammasso roccioso con il criterio di Hoek & Brown è stato eseguito utilizzando il software di Rocscience "Roclab". I parametri di angolo d'attrito e coesione drenata equivalenti sono stati valutati considerando una profondità media di 40 m e un coefficiente di spinta a riposo $k_0 = 0.8$, definito dall'analisi dei risultati di prove dilatometriche, illustrate nel grafico seguente.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 57 di 166

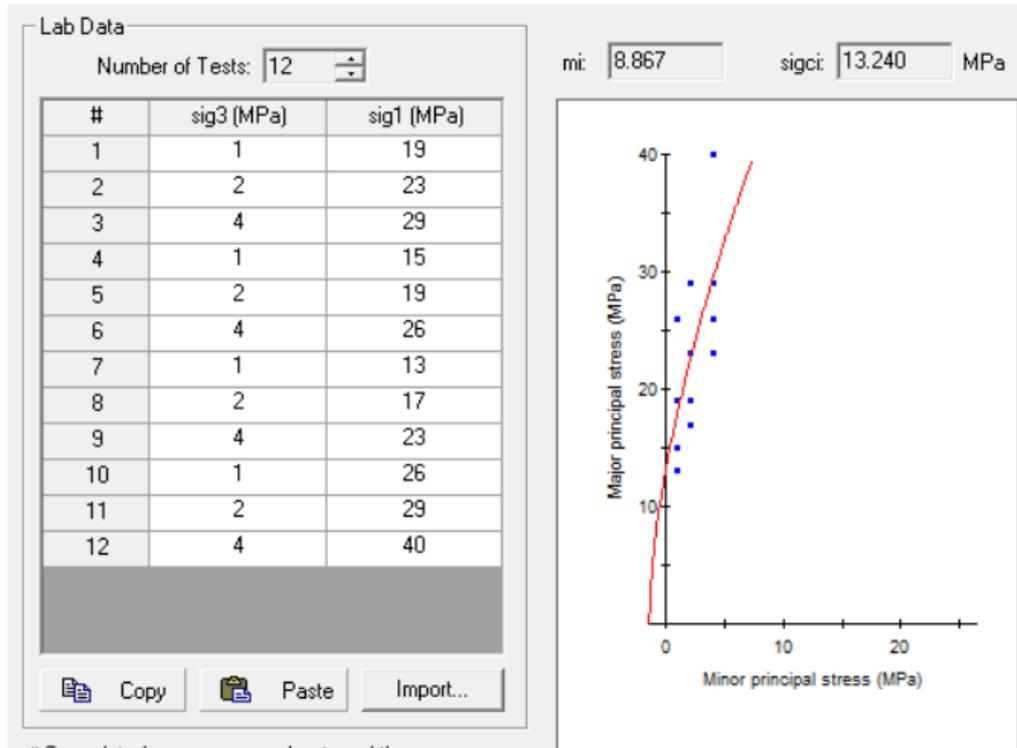


Figura 7-34 –Valori di sforzo da prove triassiali e interpolazione inviluppo di rottura in Roclab.

A partire dai valori di sforzo a rottura è stato costruito l'inviluppo risultante usando il software di Rocscience "Roclab". I parametri di resistenza ottenuti sono i seguenti:

- $\sigma_{ci}=13.24$ MPa
- $m_i= 8.867$

I dati disponibili non sono sufficienti per poter fare un calcolo dei questi parametri per ciascuna litofacies del FAE. Il valore di m_i è stato considerato univoco per l'intera formazione, mentre per le varie litofacies si è fatto riferimento ai valori di resistenza a compressione per la roccia intatta da prove di laboratorio.

APPALTATORE: Consortio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 58 di 166

7.7.3 Caratterizzazione geomeccanica - FAEam

7.7.3.1 PROPRIETÀ FISICHE

È stata condotta un'analisi dei dati disponibili relativamente alla determinazione delle proprietà fisiche della litofacies argilloso-marnosa del Flysch del Faeto.

Il peso per unità di volume risulta essere variabile tra $19 \div 26 \text{ KN/m}^3$.

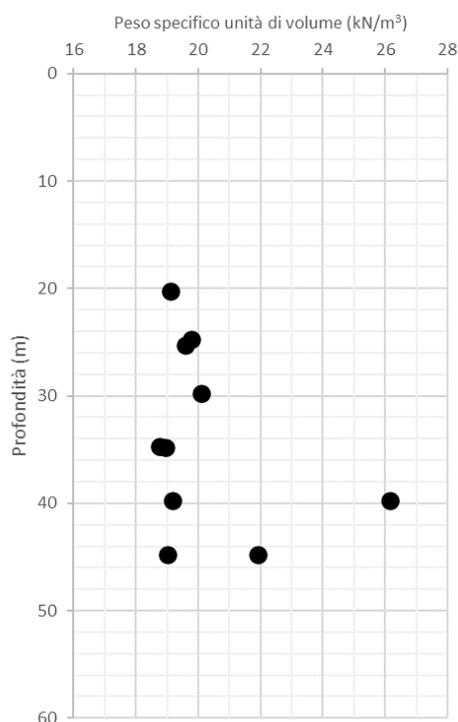


Figura 7-35 – Peso specifico per unità di volume (FAEam).

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 61 di 166

7.7.4 Caratterizzazione geomeccanica – FAEmA

7.7.4.1 PROPRIETÀ FISICHE

È stata condotta un'analisi dei dati disponibili relativamente alla determinazione delle proprietà fisiche della litofacies marnoso-argillosa del Flysch del Faeto.

Il peso per unità di volume risulta essere variabile tra $24 \div 27 \text{ KN/m}^3$, con valori più bassi in corrispondenza della componente limoso-argillosa e più alti invece per la componente calcareo-calcarenitica.

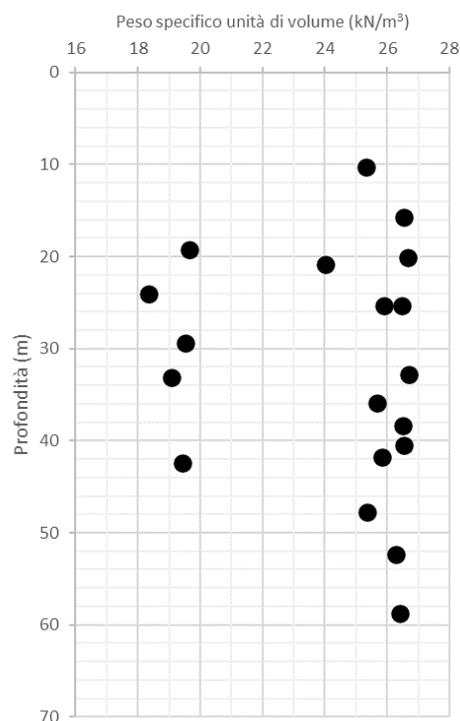


Figura 7-38 – Peso specifico per unità di volume (FAEmA).

7.7.4.2 PROPRIETÀ MECCANICHE

I valori di resistenza a compressione dell'ammasso sono ricavati da prove di compressione monoassiale e Point Load Test. I valori risultanti dai sondaggi localizzati nelle zone in cui è stata individuata l'Unità FAE mostrano una grande variabilità dovuta al coesistere di diverse litofacies all'interno del Flysch. Per la litofacies FAEmA è stato considerato il range di resistenza a compressione monoassiale del gruppo geomeccanico della marna calcarea, pari a $10 \div 20 \text{ MPa}$.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 62 di 166

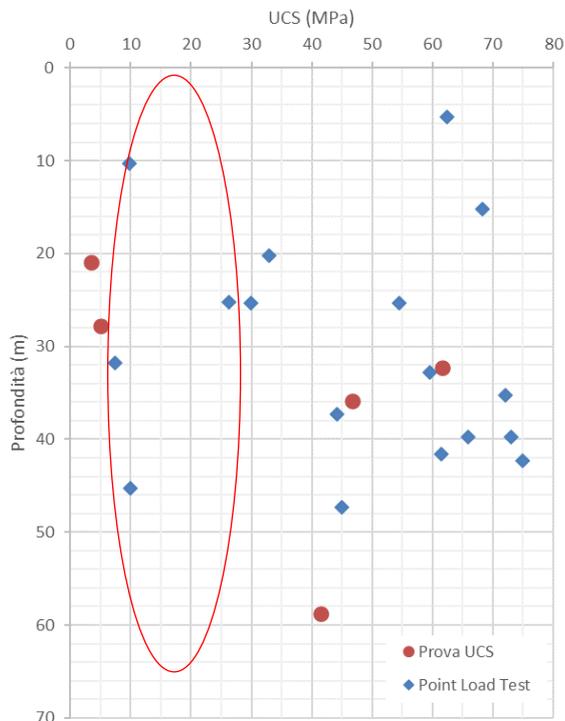


Figura 7-39 – Resistenza a compressione per la roccia intatta (FAEma).

Il modulo elastico per la roccia intatta è stato ricavato da prove di compressione monoassiale e prove ultrasoniche su provini prelevati nell'Unità FAE lungo la tratta in esame. Per la litofacies FAEma sono stati considerati i valori intermedi di modulo elastico, con range 10-20 GPa. Il materiale è stato caratterizzato considerando un valore medio di 11 GPa.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 64 di 166

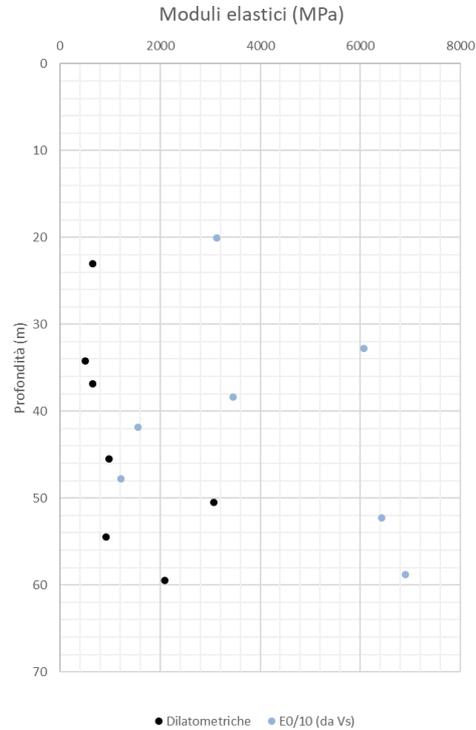


Figura 7-41 – Modulo elastico dell'ammasso roccioso (FAEma).

Di seguito si riportano i grafici della velocità delle onde di taglio, dei moduli elastici e dei moduli elastici operativi ricavati da prove sismiche a rifrazione, prove Downhole e MASW in realizzate nell'area in corrispondenza dell'unità FAE. Si riportano i risultati di prove dilatometriche e prove ultrasoniche per confronto.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 65 di 166

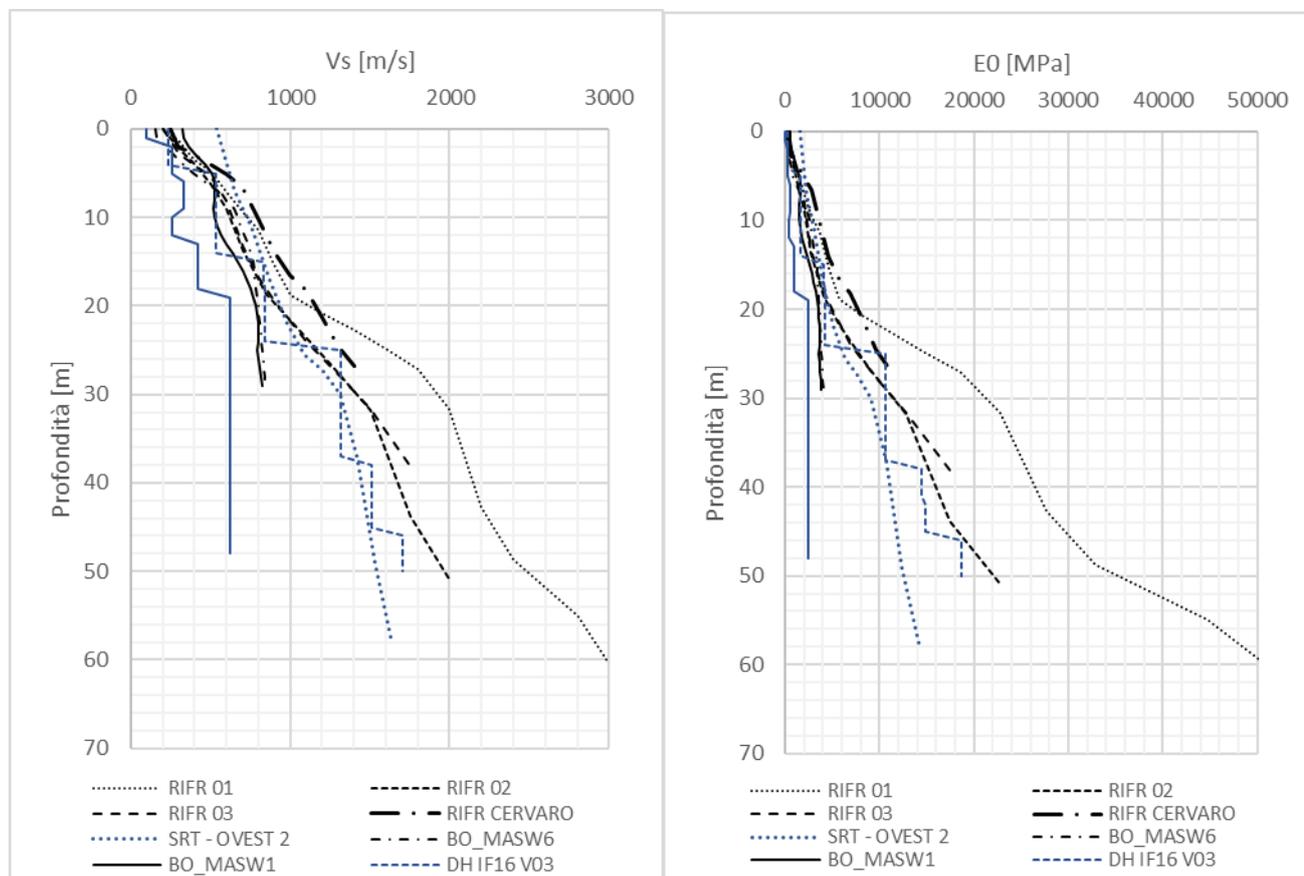


Figura 7-42. Velocità onde di taglio e moduli elastici a piccole deformazioni da prove geofisiche – FAEMA.

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 67 di 166

7.7.5 Caratterizzazione geomeccanica – FAEc

7.7.5.1 PROPRIETÀ FISICHE

È stata condotta un'analisi dei dati disponibili relativamente alla determinazione delle proprietà fisiche della litofacies calcarea-calcarenitica del Flysch del Faeto.

Il peso per unità di volume risulta essere variabile tra $24 \div 26 \text{ KN/m}^3$.

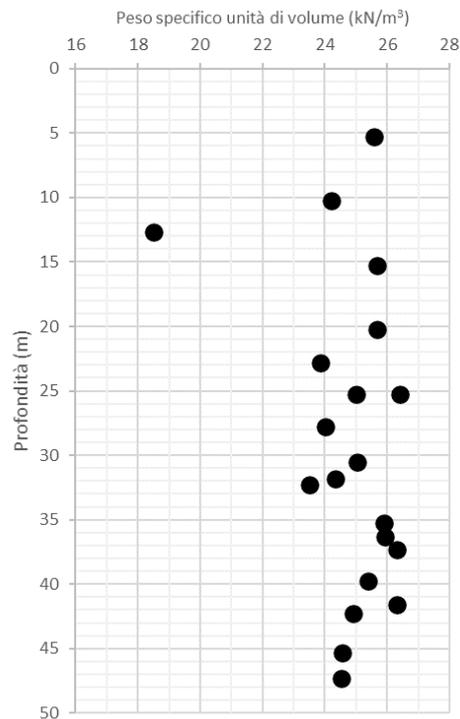


Figura 7-44 – Peso specifico per unità di volume (FAEc).

7.7.5.2 PROPRIETÀ MECCANICHE

I valori di resistenza a compressione dell'ammasso sono ricavati da prove di compressione monoassiale e Point Load Test. I valori risultanti dai sondaggi localizzati nelle zone in cui è stata individuata l'Unità FAE mostrano una grande variabilità dovuta al coesistere di diverse litofacies all'interno del Flysch. Data la natura calcareo-calcarenitica della facies in esame, sono stati considerati i valori di resistenza più alti, variabili tra 30-75 MPa.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 68 di 166

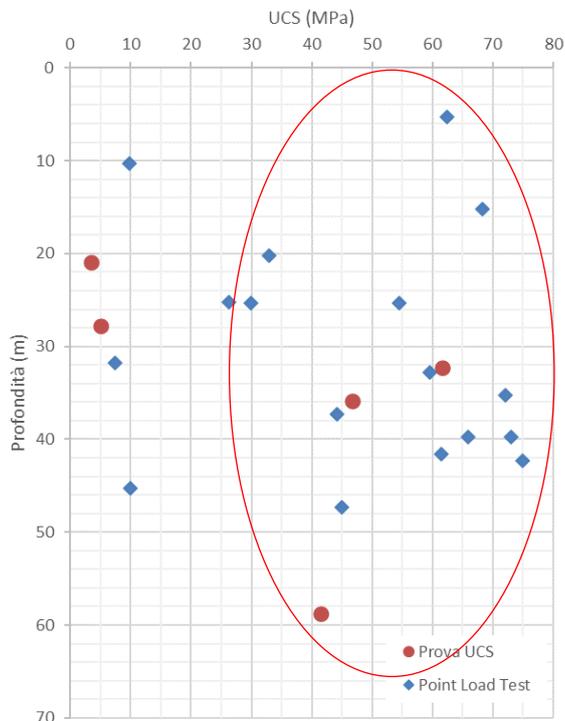


Figura 7-45 – Resistenza a compressione per la roccia intatta (FAEc).

Il modulo elastico per la roccia intatta è stato ricavato da prove di compressione monoassiale e prove ultrasoniche su provini prelevati nell'Unità FAE lungo la tratta in esame. Per la litofacies FAEc sono stati considerati i valori più elevati di modulo elastico, con range 20-70 GPa.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 69 di 166

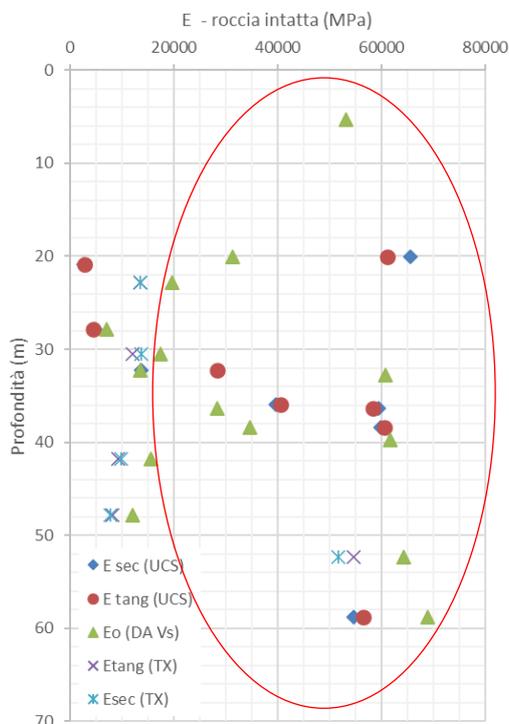


Figura 7-46 – Modulo elastico per la roccia intatta (FAEc).

Di seguito si riportano i risultati di prove dilatometriche e prove ultrasoniche che permettono di definire il modulo elastico per l'ammasso roccioso. Il modulo elastico dell'ammasso roccioso caratteristico per la litologia in esame è riportato nel Paragrafo 7.9 ed è stato valutato in base al GSI dell'ammasso. I valori ottenuti sono in accordo coi valori di modulo elastico operativo da prove ultrasoniche e i risultati da prove dilatometriche. I valori di modulo di deformabilità per l'ammasso dedotti dalle prove ultrasoniche sono stati ricavati a partire dal modulo iniziale E_0 assumendo un rapporto $E/E_0=0.1$.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 70 di 166

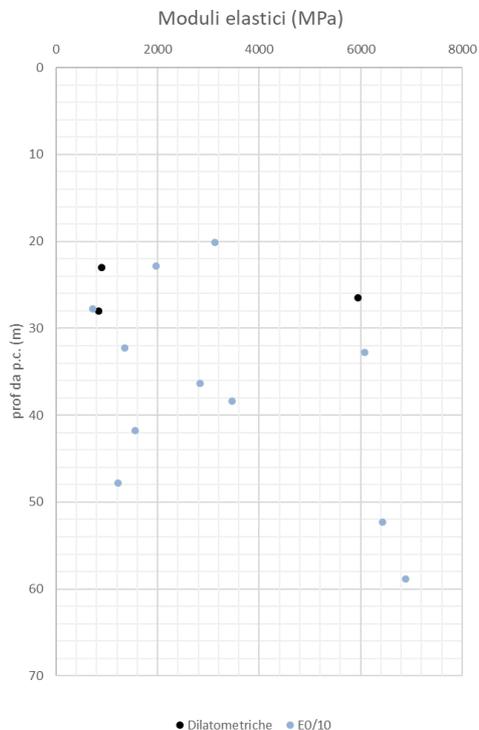


Figura 7-47 – Modulo elastico dell'ammasso roccioso (FAEc).

Di seguito si riportano i grafici della velocità delle onde di taglio, dei moduli elastici e dei moduli elastici operativi ricavati da prove sismiche a rifrazione, prove Downhole e MASW in realizzate nell'area in corrispondenza dell'unità FAE. Si riportano i risultati di prove dilatometriche e prove ultrasoniche per confronto.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 71 di 166

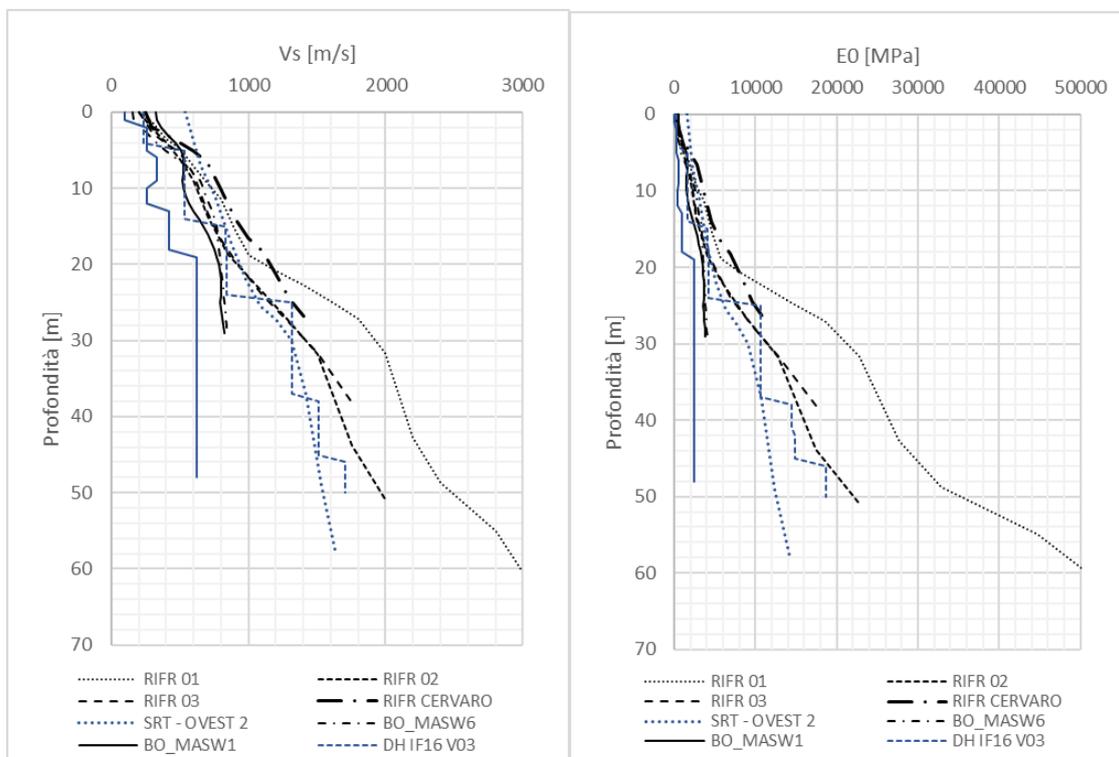


Figura 7-48. Velocità onde di taglio e moduli elastici a piccole deformazioni da prove geofisiche – FAec.

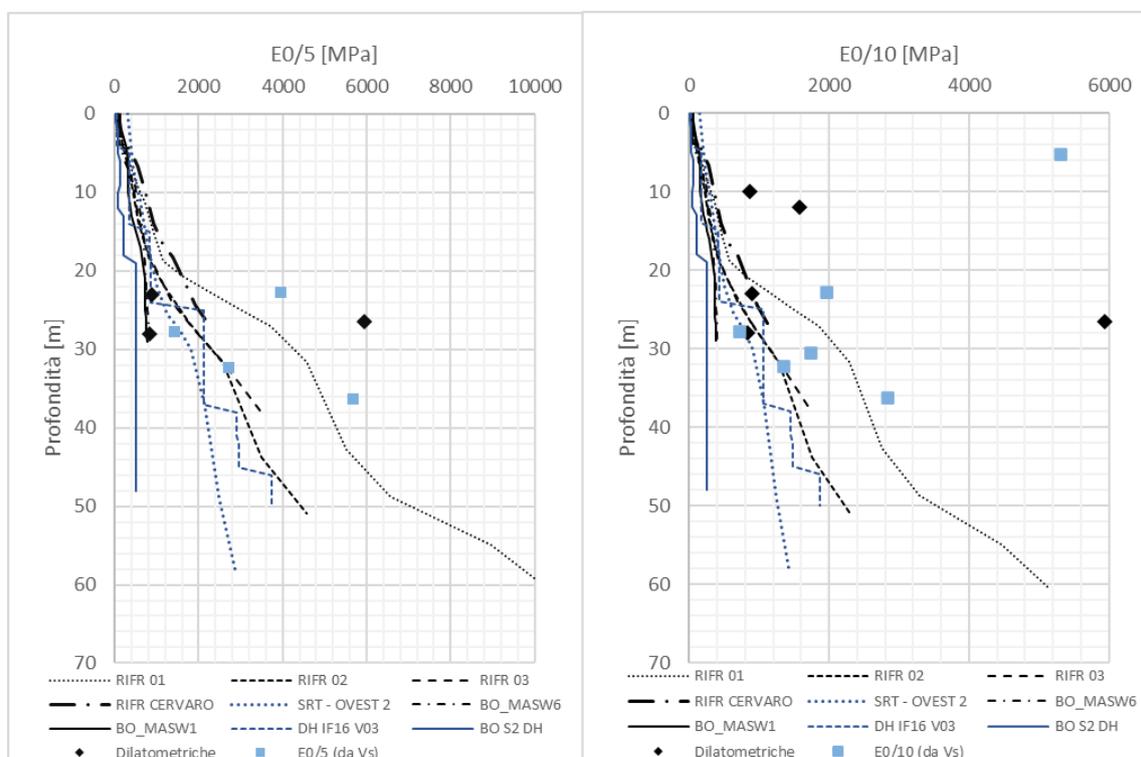


Figura 7-49. Moduli elastici operativi da prove geofisiche – FAec.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 72 di 166

7.7.6 Conducibilità idraulica – Unità FAE

Il grafico seguente illustra i valori di conducibilità idraulica misurati con prove Lefranc e Lugeon per l'Unità FAE. Il suo valore risulta variabile tra $3.2 \cdot 10^{-7}$ m/s e $7 \cdot 10^{-4}$ m/s.

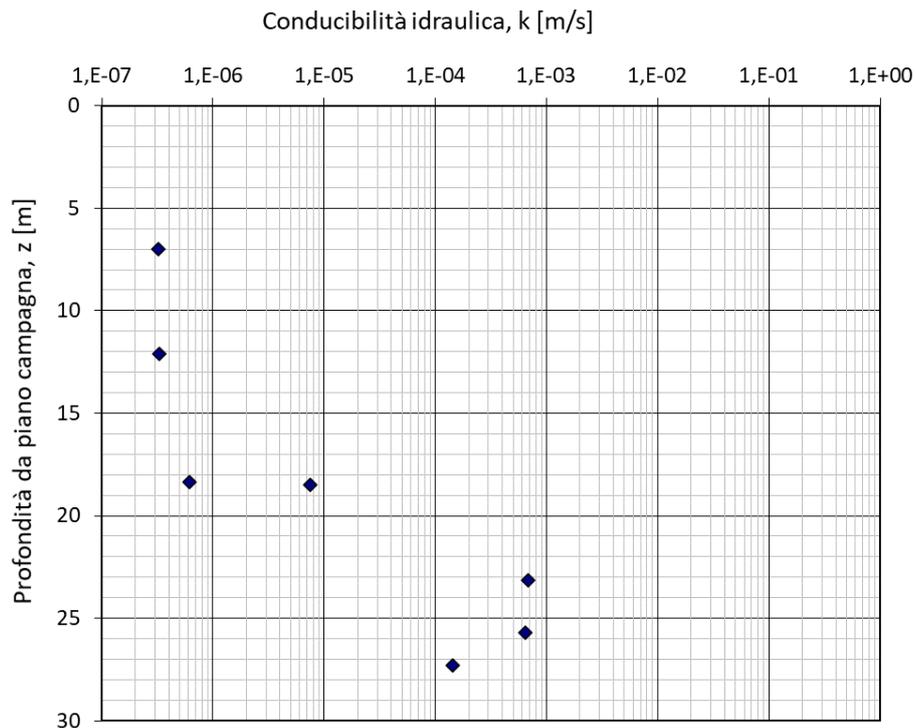


Figura 7-50 – Conducibilità idraulica (FAEc).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 73 di 166

7.8 INDAGINI GEOFISICHE

Di seguito si riporta la sezione dello stendimento sismico Sis01 realizzato lungo la tratta in esame e i grafici delle velocità delle onde di taglio e dei moduli elastici ricavati dalle indagini geofisiche eseguite lungo la tratta in esame.

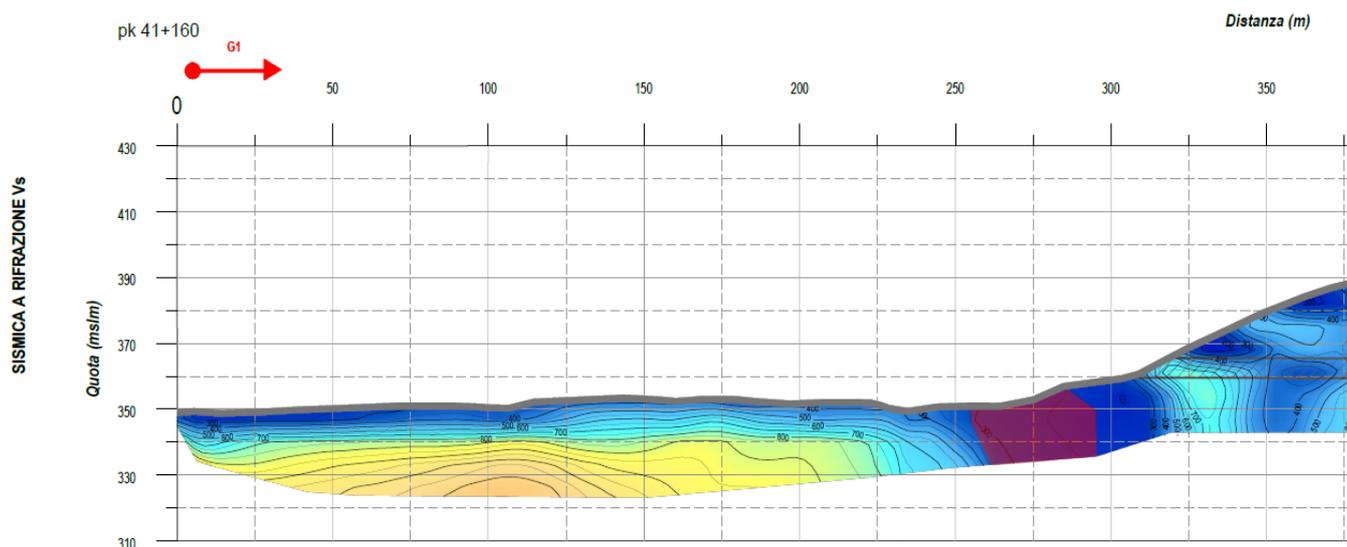


Figura 7-51. Stendimento sismico Sis01

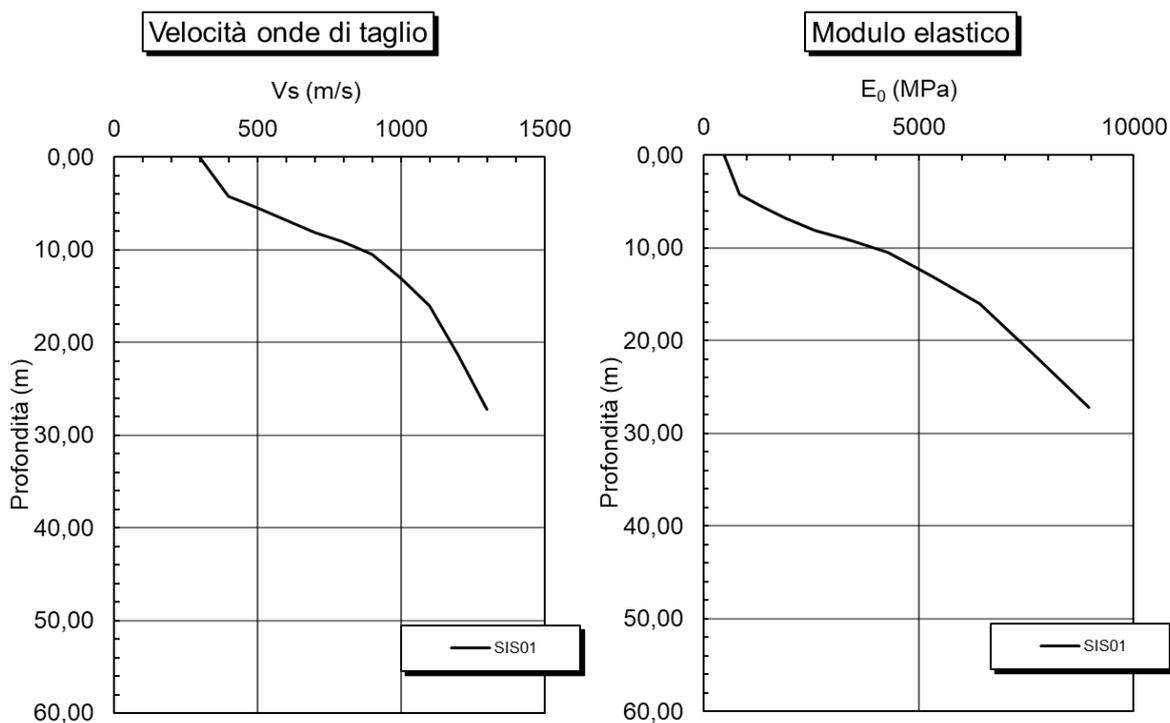


Figura 7-52. Velocità onde di taglio e moduli elastici a piccole deformazioni da Sis01.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 74 di 166

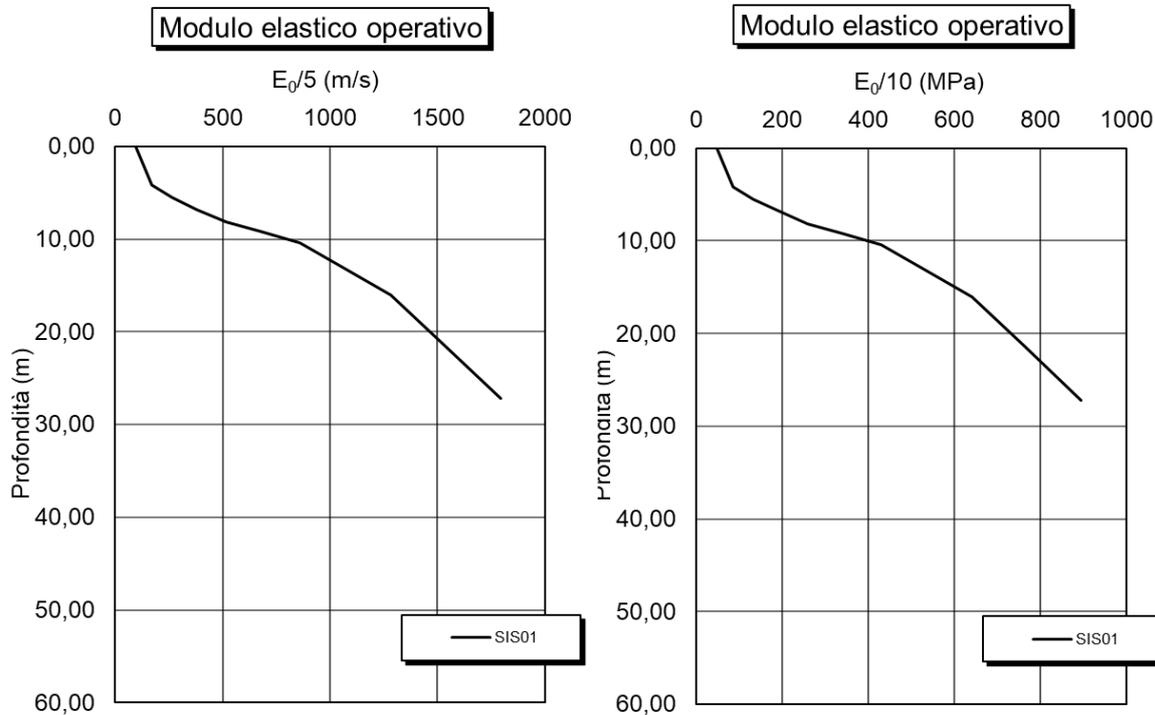


Figura 7-53. Moduli elastici operativi da Sis01.

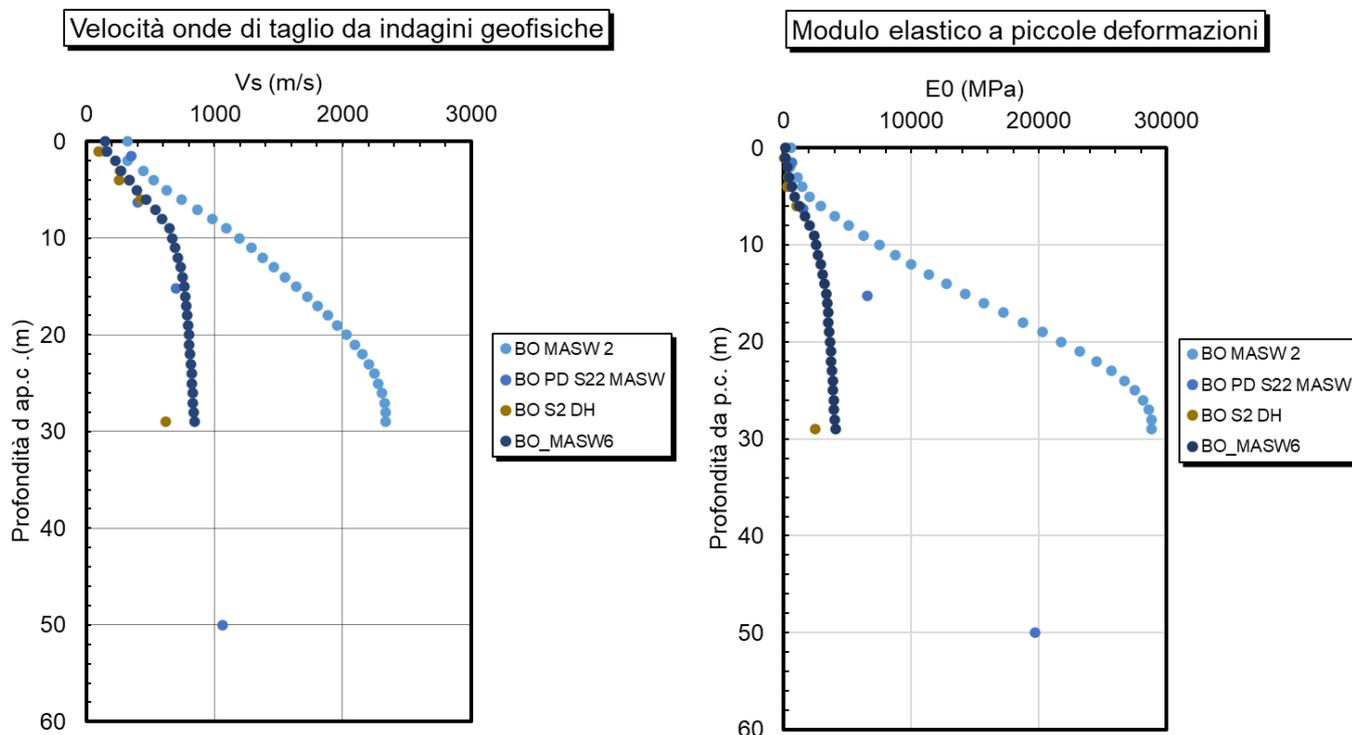


Figura 7-54. Velocità onde di taglio e moduli elastici a piccole deformazioni da prove geofisiche.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 76 di 166

7.9 QUADRO DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Unità		Copertura	RPL1a / b	RPL1b	b2
Proprietà	u.m.	range	range	range	range
γ	kN/m ³	18-19	17.5-20	18-20	20
e_0	-	-	0.4-0.75	06-0.85	-
Cc	-	-	-	0.10-0.22	-
Cs	-	-	-	0.06-0.10	-
Dr	%	-	60-95	-	65-90
Ip	%	-	-	20-40	-
c'	kPa	2	-	10-25	-
ϕ'	°	22	36-46	23-28	35-42
OCR	-	2-7	-	1.0-3.0	-
Cu	kPa	35-180	-	100-300	-
E ₀	MPa	30-110	200-1500	200-600	400-800
E _{0/5}	MPa	6-22	40-300	40-120	80-160
E _{0/10}	MPa	3-11	20-150	20-60	40-80
k	m/s	ND	2·10 ⁻⁶ - 5·10 ⁻³	10 ⁻¹¹ -10 ⁻⁶	ND

Tabella 7-6 – Sintesi parametrizzazione geotecnica terreni – PK 40+950 - 41+450.

Nota: i parametri dell'unità b2 sono stati definiti in analogia con il materiale caratterizzato lungo la tratta Raccordo provvisorio alla pk 41+100, documento n°IF2O00EZZRHGE0106001.

Unità		FAEam	FAEma	FAEc
Proprietà	u.m.	range	range	range
γ	kN/m ³	19-26	24 - 27	24-26
UCS	MPa	5-10	10-20	25-60
GSI	-	45	45	45
mi	-	8	8	8
Ei	MPa	5 000 - 10 000	10 000 - 20 000	20 000 - 70 000
k ₀	-	0.8	0.8	0.8
k	m/s	3.2·10 ⁻⁷ - 7·10 ⁻⁴		

Tabella 7-7 – Sintesi parametrizzazione geomeccanica rocce – PK 40+950 - 41+450.

(*) da analisi sulla tratta in sotterraneo (vedi Relazione geotecnica/geomeccanica Rif. [11])

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 77 di 166

8 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - TRATTA ALL'APERTO PK 68+550 - 68+950

8.1 NOTE INTRODUTTIVE

Il tracciato allo scoperto ricade in un'area di pianura alluvionale con depositi eterogenei e variabili sia orizzontalmente che verticalmente, costituiti da argille, limi, sabbie e ghiaie ad andamento lenticolare. I depositi alluvionali si presentano di spessore limitato e ricoprono la formazione delle Molasse di Anzano (ANZ2).

Nei primi metri è presente un terreno di copertura (riporto e terreno vegetale) a matrice essenzialmente limo-argillosa.

In particolare, sono state individuate le seguenti unità litostratigrafiche:

- **APC:** Argilliti policrome del Calaggio. Argille, argille marnose e marne di colore grigio-azzurro, verde e rossastro, in strati da molto sottili a sottili, con locali intercalazioni di torbiditi calcaree grigio chiare; a luoghi si rinvencono passaggi di calcilutiti e calcari marnosi di colore grigio, in strati da sottili a medi, ricchi di noduli di pirite e hard ground, in alternanza con marne calcaree silicizzate e selci rosa e violacee.

La formazione è localizzata solamente in corrispondenza dell'imbocco lato Napoli. Pertanto, per la caratterizzazione geotecnica dell'unità APC si rimanda all'elaborato di progetto "Relazione di caratterizzazione geotecnica/geomeccanica generale" Rif. [11].

- **SFL4:** Subsistema del Fiume Ufita. Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso limosa di colore grigio, marrone e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta, con frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

All'interno della formazione SFL4 sono state individuate le seguenti unità geotecniche:

- Terreno di copertura: riporto e terreno vegetale;
- ALL1_A: argilla e argilla limosa;
- ALL2_S: sabbia e sabbia limosa;
- ALL3_G: ghiaia e ghiaia sabbiosa;

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 78 di 166

8.2 NOTE SUL LIVELLO DI FALDA

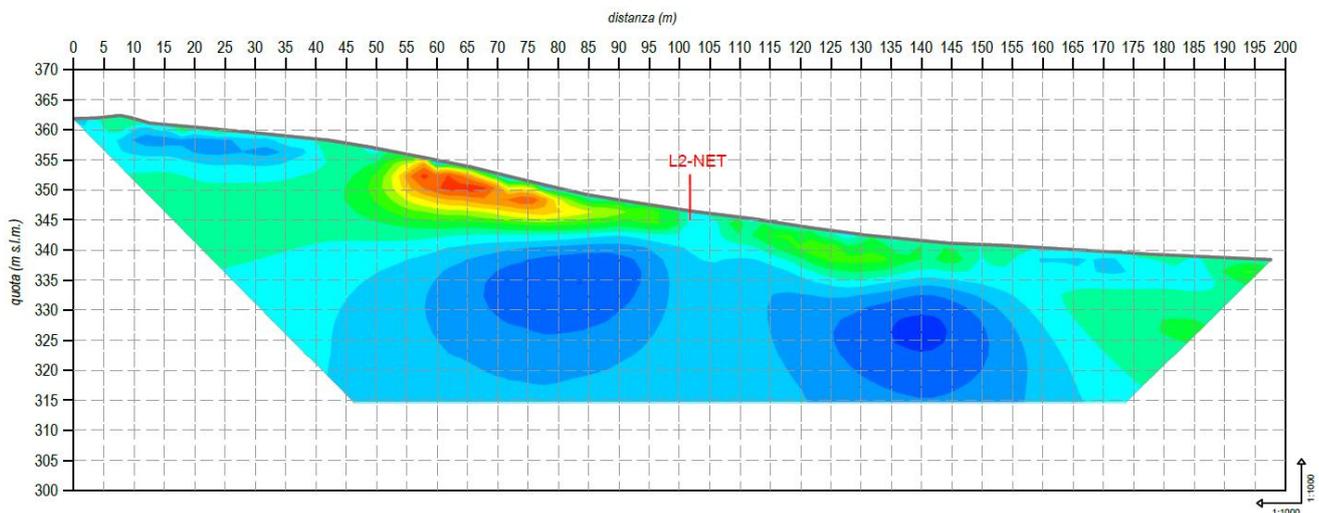
Nella tabella seguente si riportano le misure piezometriche disponibili; per l'andamento della falda lungo il profilo si rimanda agli elaborati di progetto Rif. [14]. La linea di falda di progetto riportata lungo i profili della tratta è stata definita considerando un franco di circa 1 metro rispetto alla linea di falda da misure piezometriche per tenere conto di possibili escursioni nel tempo.

PIEZOMETRO A TUBO APERTO IF16R24					
	NORD: 4548366,00 m			Lunghezza/Tratto fessurato e Tipo	
	EST: 2527507,00 m			3,00÷35,00	Norton 2.5"
	QUOTA p.c. (m s.l.m.) = 334,60				
	LUNGHEZZA PIEZOMETRO DA P.C.=35 mt				
DATA LETTURA	SOGGIACENZA			LIVELLO PIEZOMETRICO	
gg/mm/aa	S (mt)	ΔS parz. (cm)	ΔS tot. (cm)	(m s.l.m)	
12-giu-18	-1,60	0,00	0,00	333,00	
4-lug-18	-1,99	-39,00	-39,00	332,61	
24-lug-21	-2,15	-16,00	-55,00	332,45	
4-mag-22	-1,60	55,00	0,00	333,00	

ID Sondaggio	Strumentazione in foro	lett. del 19/11/21 misura da testa tubo	lett. del 17/12/21 misura da testa tubo	lett. del 23/12/21 misura da pc	lett. del 05/01/22 misura da testa tubo	lett. del 17/01/22 misura da pc	lett. del 04/02/22 misura da pc	lett. del 17/02/22 misura da pc	lett. del 04/03/22 misura da pc	lett. del 17/03/22 misura da pc	lett. del 04/04/22 misura da pc	lett. del 17/04/22 misura da pc	lett. del 04/05/22 misura da pc	lett. del 20/05/22 misura da pc	lett. del 06/06/22 misura da pc	lett. del 08/07/22 misura da pc	lett. del 04/08/22 misura da pc	lett. del 05/09/22 misura da pc	lett. del 05/10/22 misura da pc	
Strumentazione campagna indagini ITALFERR																				
IF16R24	PIEZ. NORTON																			2,46 m. 2,53 m. 2,69 m. 2,73 m.

Figura 8-1. Misure piezometriche piezometro IF16R24.

Di seguito si riporta la sezione dell'indagine geoelettrica eseguita lungo la tratta in esame.



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	PROGETTO ESECUTIVO COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ RB GE0106 001 C 79 di 166				

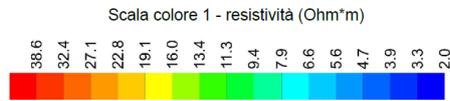


Figura 8-2. Indagine geoelettrica.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RB</td> <td style="text-align: center;">GE0106 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">80 di 166</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RB	GE0106 001	C	80 di 166
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RB	GE0106 001	C	80 di 166													
PROGETTO ESECUTIVO																		

I materiali naturali di tipo coesivo (limi ed argille), come quelli che interessano la tratta in esame, presentano valori di resistività bassi, generalmente nell'ordine di qualche decina di Ohm*m. Inoltre, la presenza di acqua nel sottosuolo diminuisce i valori di resistività propri del materiale. Come mostrato nella sezione geoelettrica riportata, in corrispondenza del piano campagna lungo la tratta all'aperto la resistività assume valori ridotti rispetto a quelli del materiale asciutto, confermando l'altezza di falda dedotta dalle letture piezometriche disponibili.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 81 di 166

8.3 INDAGINI DISPONIBILI

La caratterizzazione geotecnica della tratta è stata definita sulla base delle risultanze delle prove in situ e/o in laboratorio condotte nell'ambito dei sondaggi geognostici compresi nell'area di interesse ed elencati di seguito.

ID	Campagna	Quota	Prof.	Strumentazione			Prove in foro					MASW
		m slm	m	Piez Cas.	Piez TA	Incl.	SPT [n]	Permeabilità [prof.m]	Pressiometri o/ Dilatometriche [prof.m]	Down-hole		
C2	2017	336,4	30		X (2.0-30.0)		9	Lef. (6.0-7.0)				X
C3	2017	334,2	30				9	Lef. (6.0-7.0)				
IF16R24	2018	334.6	35		X (0.0-35)		10	Lef. (5.7÷7.5) Lef. (13.2÷15.0)				
IF16G18	2018	356.37	60				10	Lef. (10.3-13.3) Lef. (17.8-20.3) Lef. (26.8-29.45)	DRT (10.5-12.5) DRT (16.0-17.6) DRT (26.0-27.6)		X	
S22	2021	406,5	60					Lef. (33-35) Lef. (50-51.5)	MPM (11.5) MPM (35.5) MPM (46.5)			
S23	2021	400,1	35					Lef. (13.5-16) Lug. (24-27)	MPM (6.0) MPM (13.5) MPM (22.5)			

Tabella 8-1 – Indagini geognostiche di riferimento.

Le indagini geofisiche eseguite nella tratta oggetto di studio sono le seguenti:

ID	Campagna	Tipologia di indagine	Lunghezza [m]
IO-CD_1	2017	Geoelettrica	140
IO-CD_2	2017	Geoelettrica	140
IO-AB	2017	Geoelettrica	349
MASW01	2018	Masw	

Tabella 2. prove geofisiche di pertinenza della tratta.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001
				REV. C	FOGLIO 82 di 166

8.4 UNITÀ ALL1_A

8.4.1 Proprietà fisiche

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati mostrano che il terreno è costituito da sabbia e limo in prevalenza.

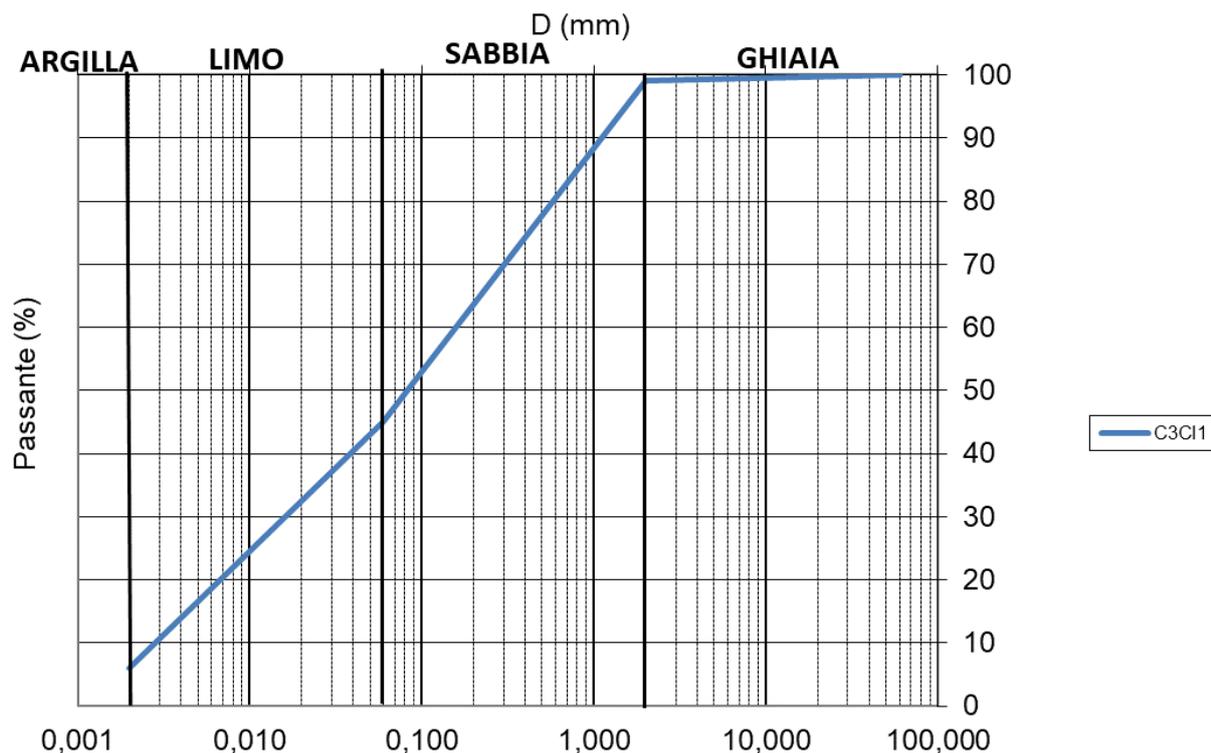


Figura 8-3. Curva granulometrica – Unità ALL1_A.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 83 di 166

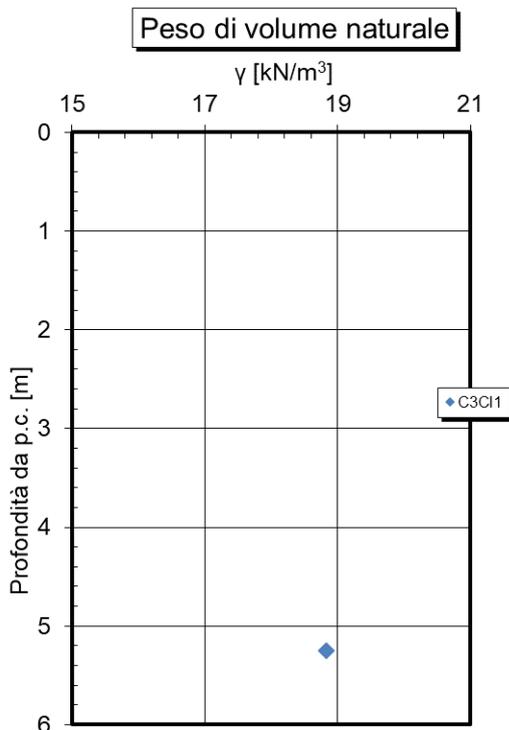


Figura 8-4. Peso specifico unità di volume – Unità ALL1_A.

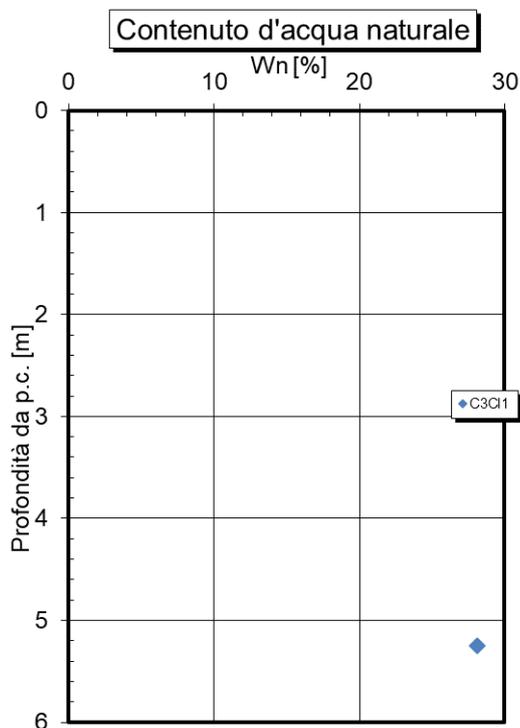


Figura 8-5. Contenuto d'acqua naturale – Unità ALL1_A.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 85 di 166

8.4.2 Proprietà meccaniche di resistenza

Di seguito si riportano i valori di angolo d'attrito da prove di taglio diretto per l'unità in esame.

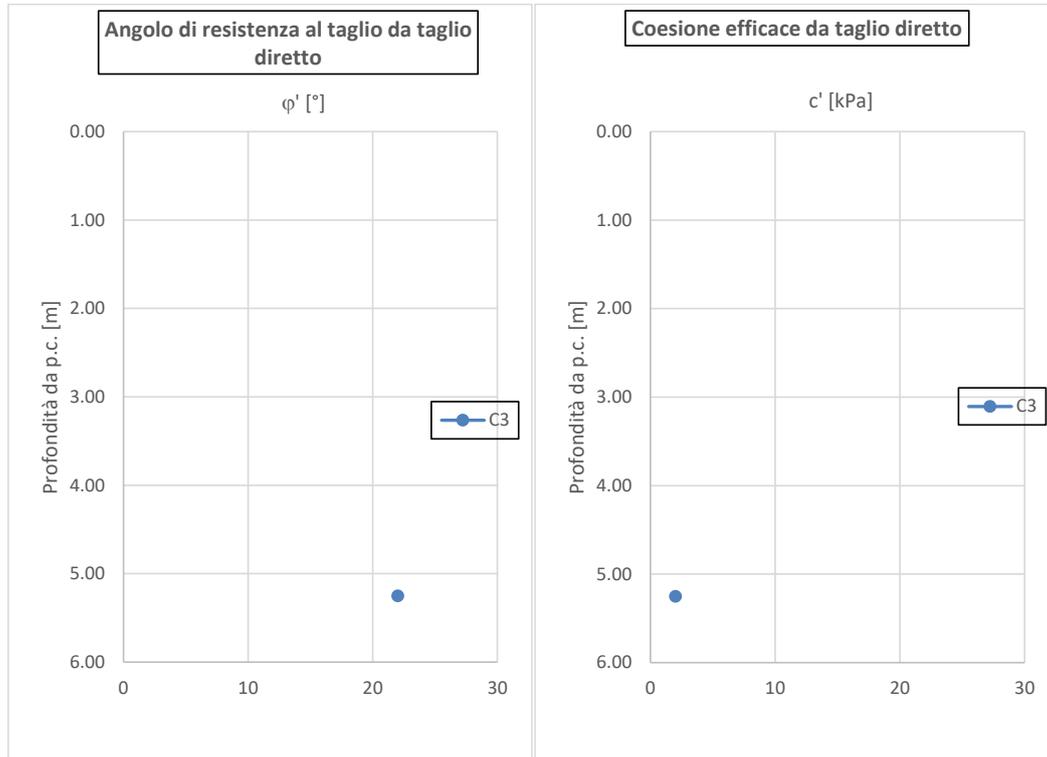


Figura 8-8. Angolo d'attrito e coesione efficace da prove di laboratorio – Unità ALL1_A.

La coesione non drenata è stata ricavata da prove in situ SPT tramite correlazioni empiriche.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 86 di 166

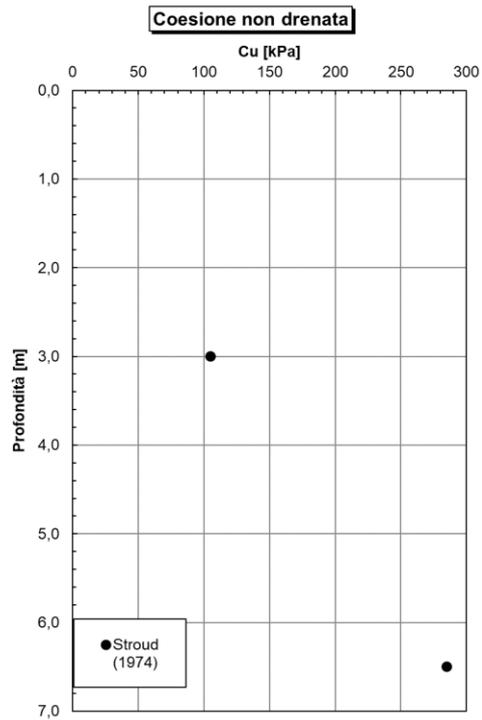


Figura 8-9. Coesione non drenata da prove SPT– Unità ALL1_A.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGLIO C 87 di 166

8.4.3 Proprietà meccaniche di deformabilità

8.4.3.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE SPT

Le proprietà di deformabilità sono state valutate sulla base delle velocità delle onde di taglio calcolate mediante correlazioni empiriche per materiali incoerenti (Oshta & Goto (78) e Seed et al (86)).

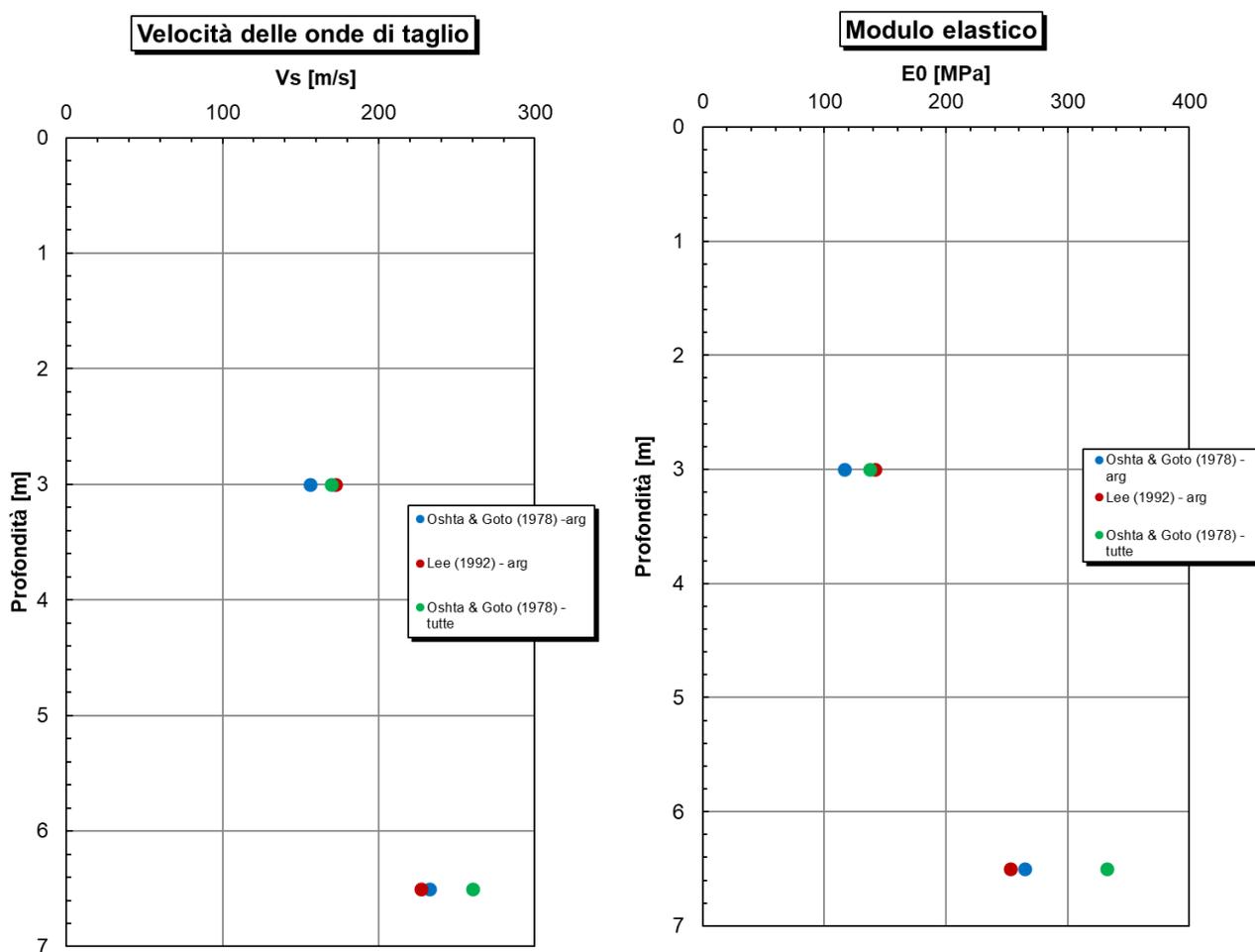


Figura 8-10. Vs e modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT –Unità ALL1_A.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 88 di 166

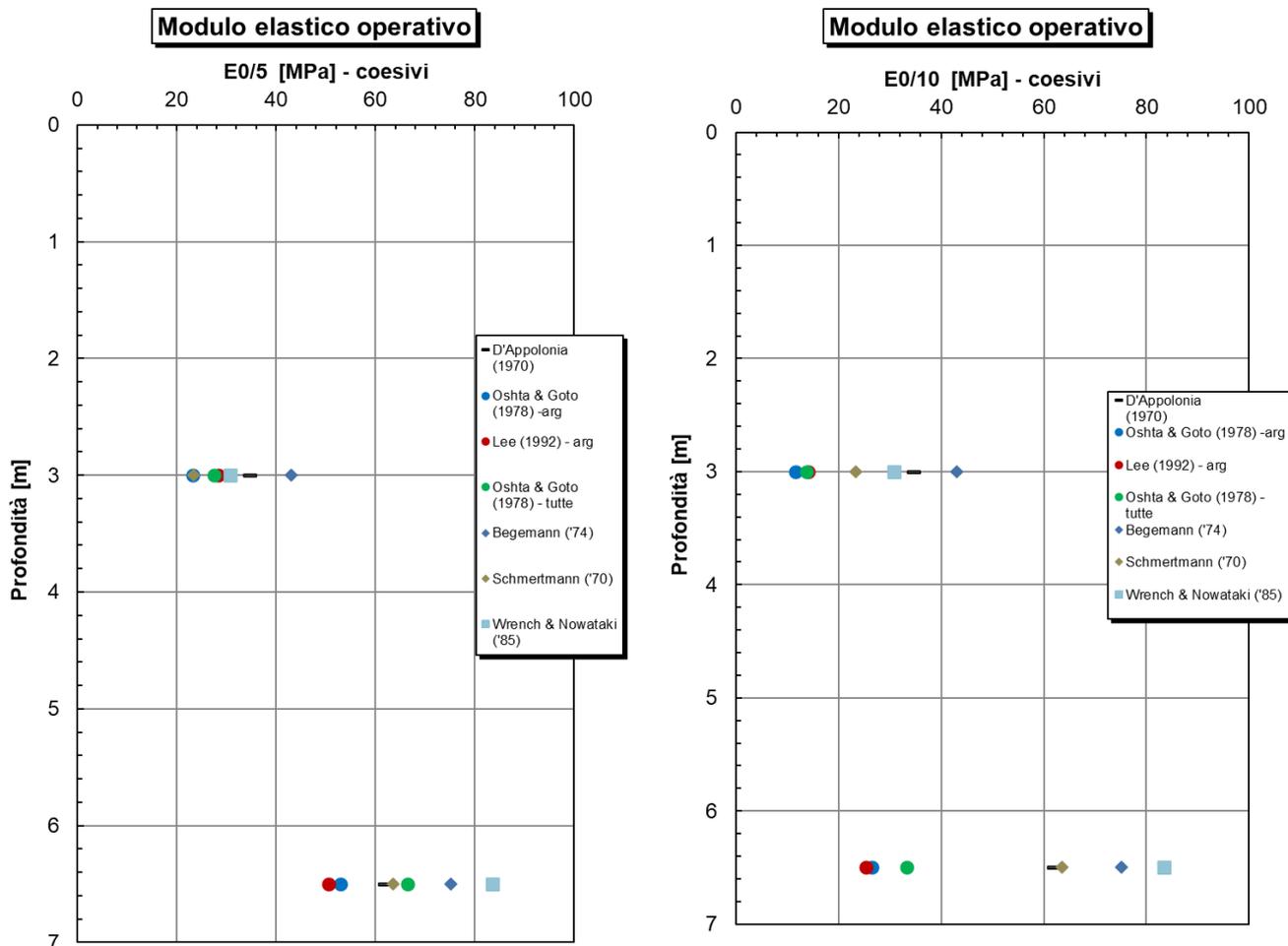


Figura 8-11. Moduli elastici operativi E0/10 e E0/5 da prove SPT –Unità ALL1_A.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 90 di 166

IF16R24 - CI1

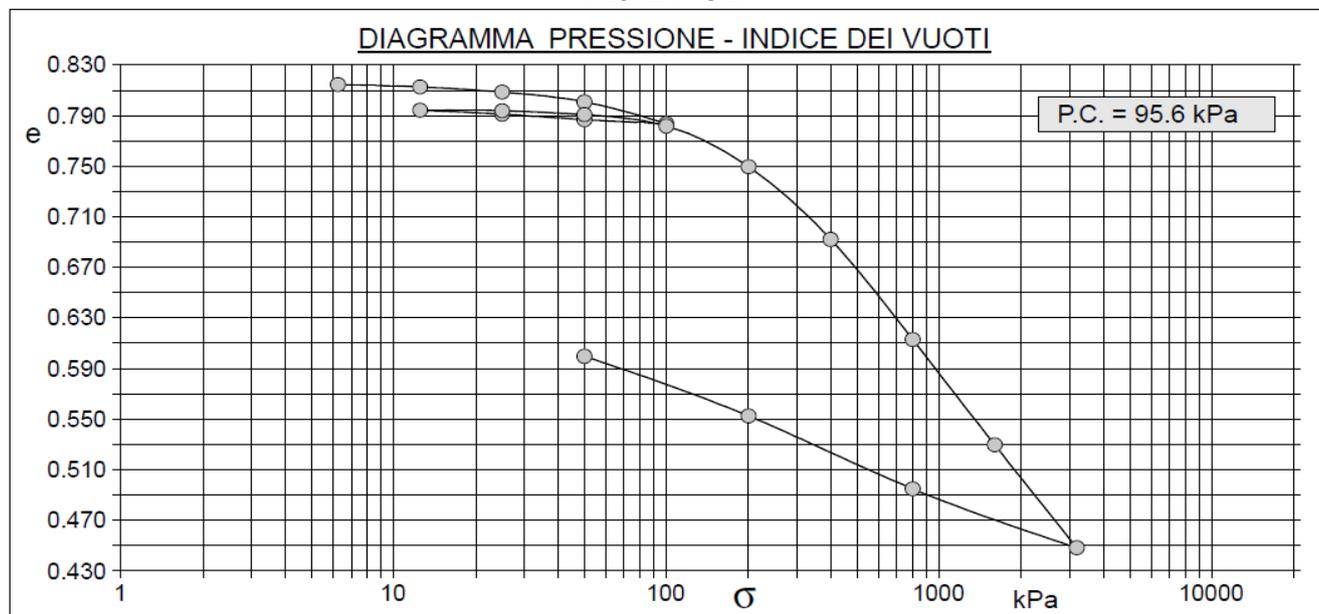


Figura 8-13. Prova edometrica campione CI1 da sondaggio IF16R24 – Unità SFL4.

IF16R24 – CI1		
σ'_c	kPa	200
Livello falda	m	1,6
Profondità provino	m	3,4
σ'_{v0}	kPa	50,3
OCR	-	4,0
Cc	-	0,27
Cs	-	0,08

Tabella 8-4 – Interpretazione prova edometrica, campione CI2 da sondaggio C3 – Unità SFL4.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGLIO C 91 di 166

8.4.4 Conducibilità idraulica

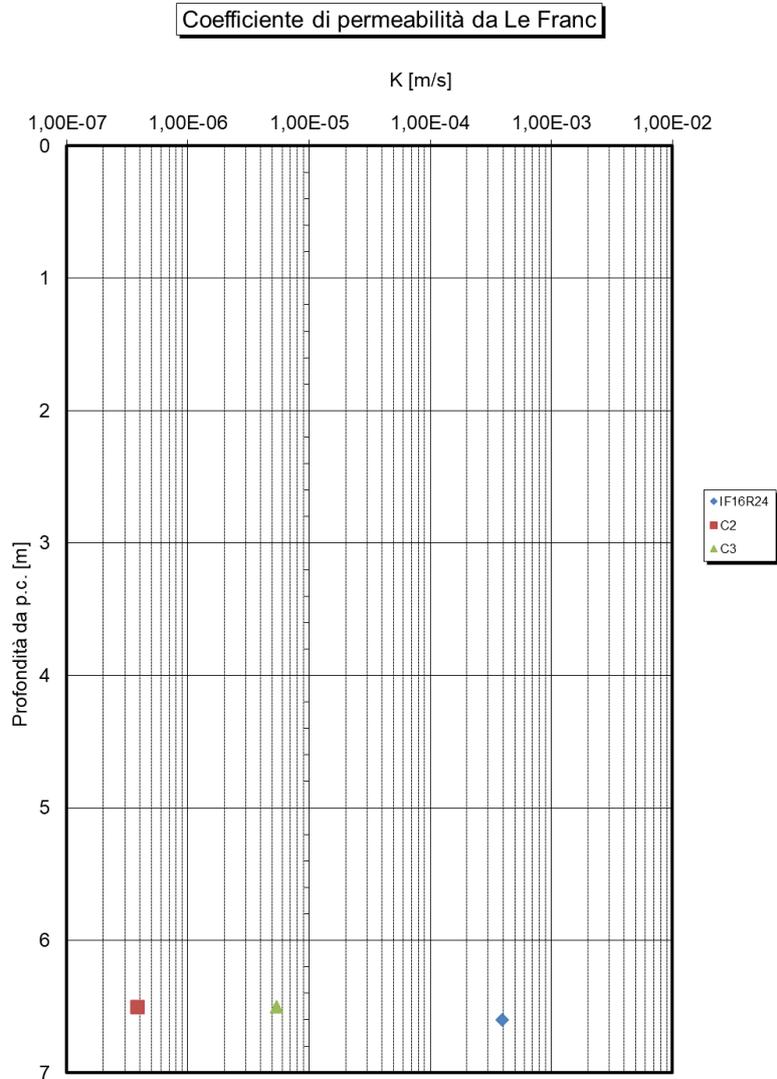


Figura 8-14 – Conducibilità idraulica – ALL1_A.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001
				REV. C	FOGLIO 92 di 166

8.5 UNITÀ ALL2_S

8.5.1 Proprietà fisiche – Unità ALL2_S

8.5.1.1 PROPRIETÀ FISICHE DA PROVE DI LABORATORIO

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati mostrano che il terreno è costituito da ghiaia e sabbia in prevalenza, con una percentuale di limo e argilla.

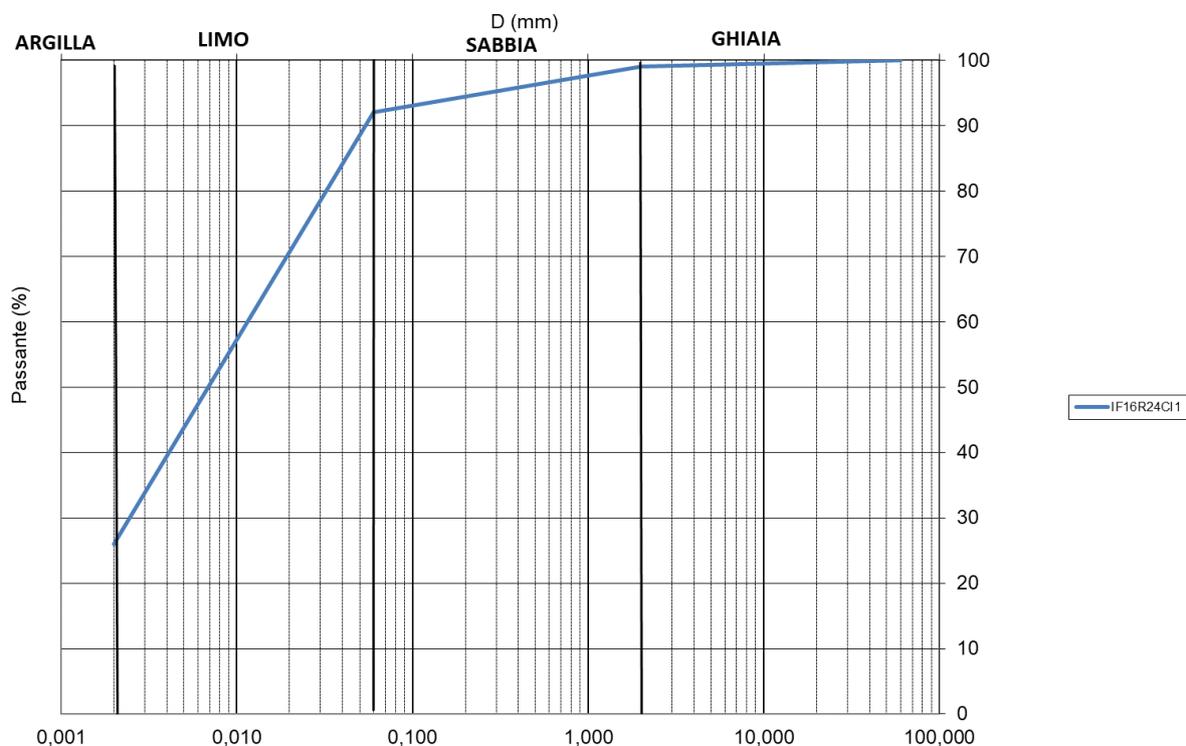


Figura 8-15. Curva granulometrica – Unità ALL2_S.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 93 di 166

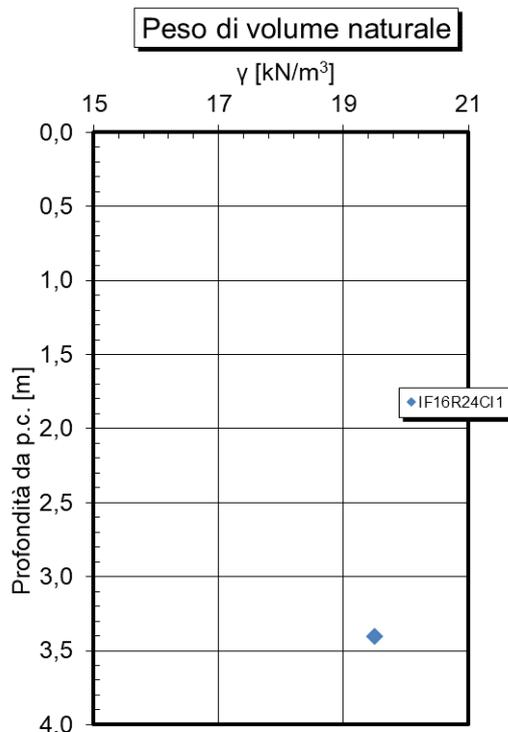


Figura 8-16. Peso specifico unità di volume e indice dei vuoti – Unità ALL2_S.

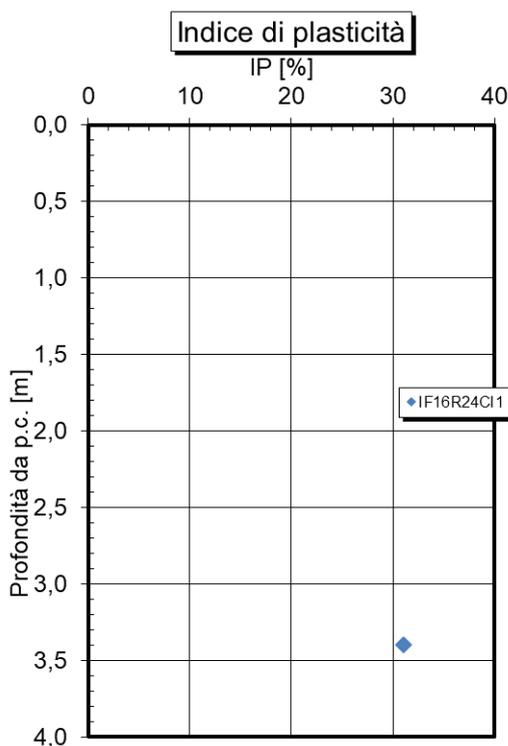


Figura 8-17. Indice di plasticità – Unità ALL2_S.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 94 di 166

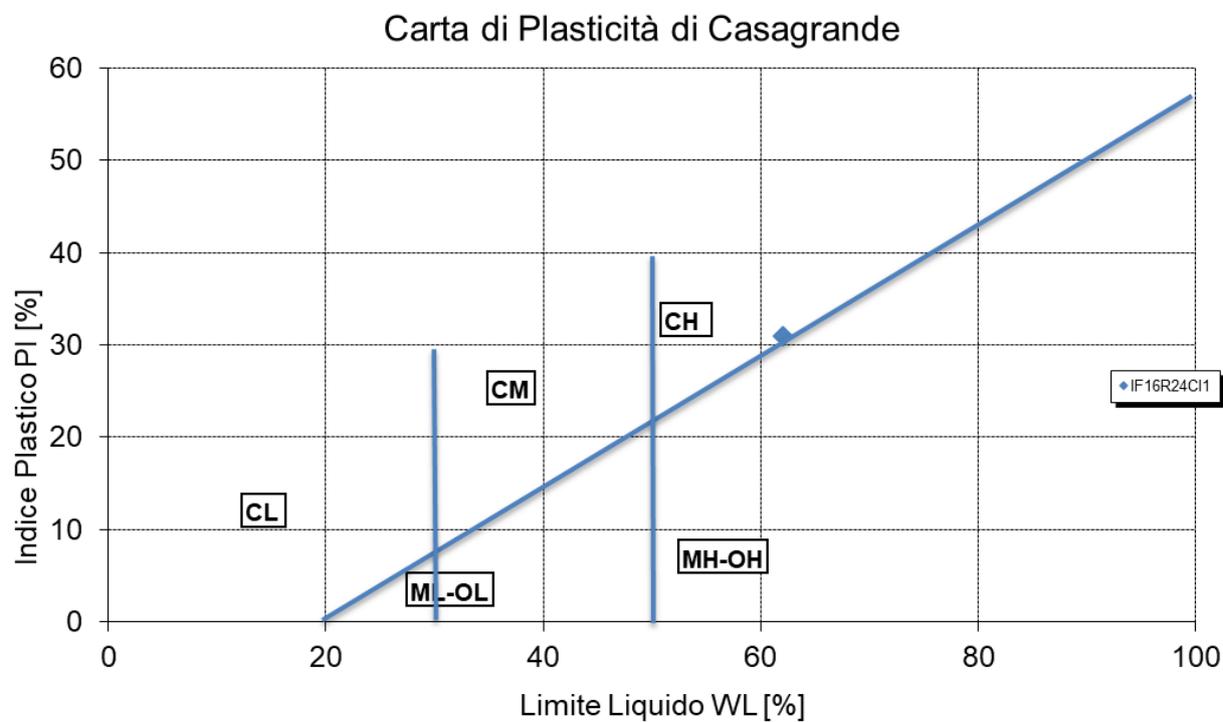


Figura 8-18. Carta di Casagrande – Unità ALL2_S.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGLIO C 95 di 166

8.5.1.2 PROPRIETÀ FISICHE DA PROVE IN FORO

La densità relativa per il materiale è stata valutata tramite correlazioni empiriche da prove SPT.

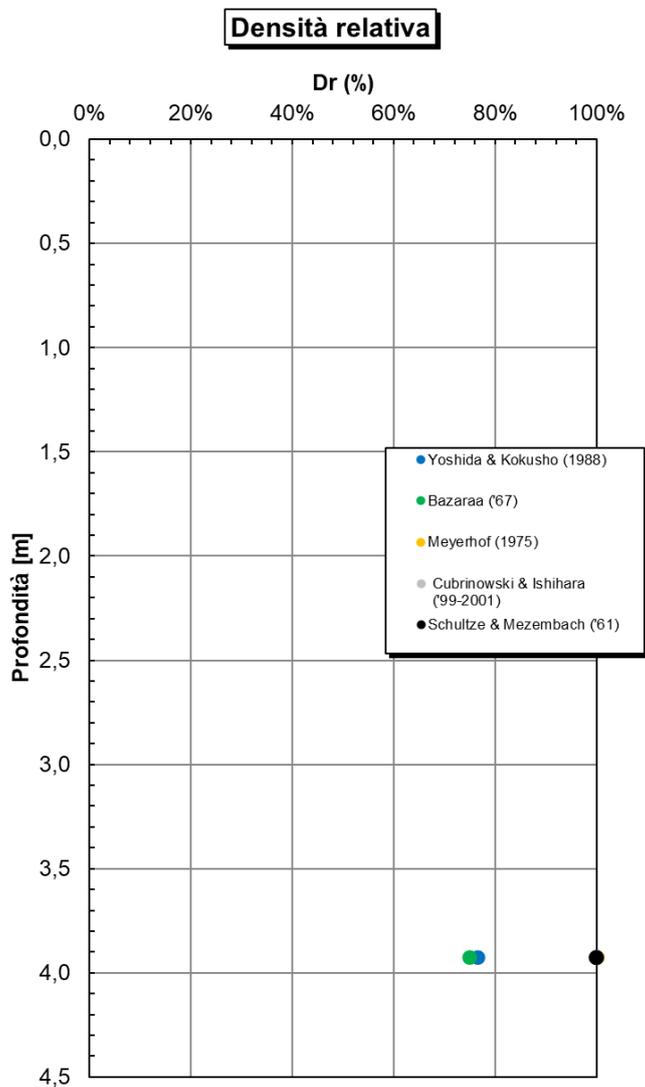


Figura 8-19. Densità relativa da prove SPT –Unità ALL2_S.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 96 di 166

8.5.2 Proprietà meccaniche di resistenza – Unità ALL2_S

Le proprietà meccaniche dell'Unità ALL2_S sono determinate prove in foro SPT.

8.5.2.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA DA PROVE IN FORO

L'angolo d'attrito del materiale è determinabile tramite relazioni empiriche dalle prove SPT. I seguenti grafici riportano: (sx) correlazione di Schmertmann (S) utilizzando i valori di densità relativa calcolati con Bazaaraa ('86), Cubrinowski e Ishihara (1999), Meyerhof; (centro) correlazione di Bolton (B) utilizzando i valori di densità relativa calcolati con Bazaaraa ('86), Cubrinowski e Ishihara (1999), Meyerhof, Skempton (1986); (dx) correlazione di Kulhawy & Mayne (1980), correlazione di Shioi-Fukuni 1982 (Japanese National Railway e Road Bridge Specification), correlazione di Peck, Hanson & Thornburn (1974) e correlazione di Owasaki & Iwasaki (1959).

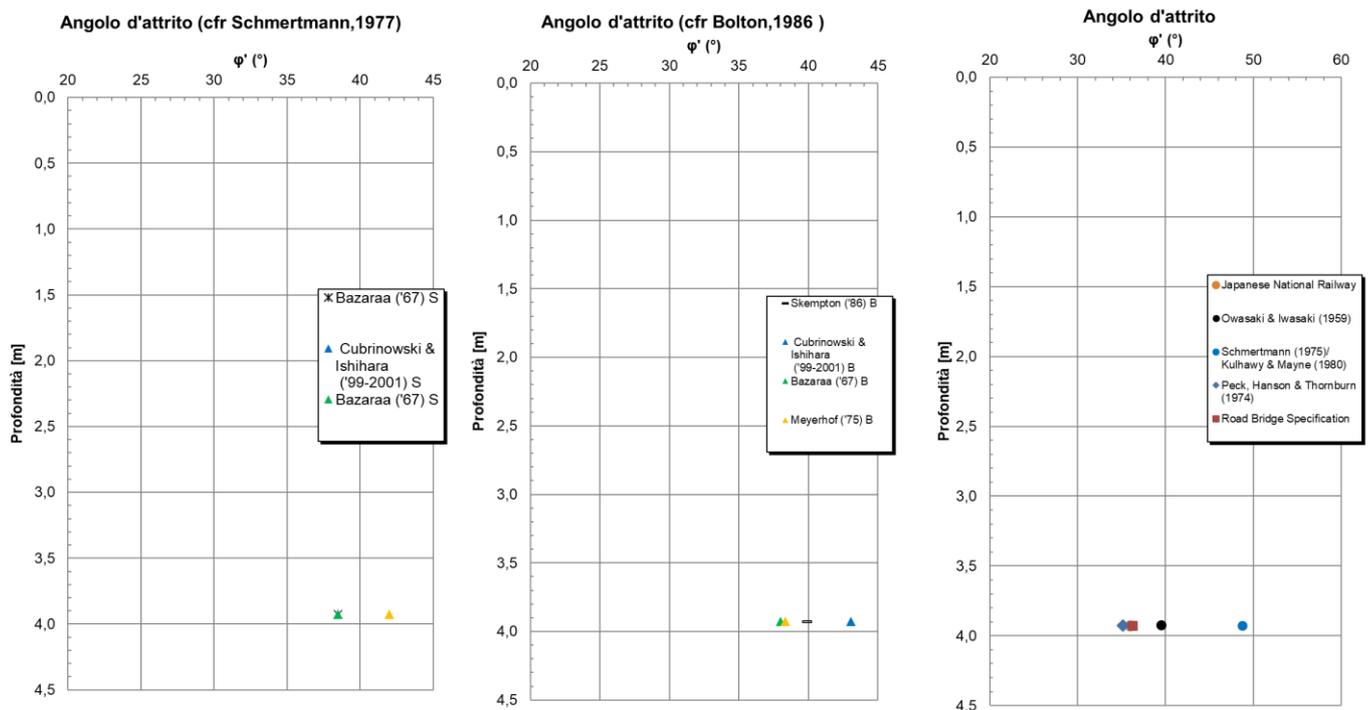


Figura 8-20. Angolo d'attrito da prove SPT –Unità ALL2_S.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 98 di 166

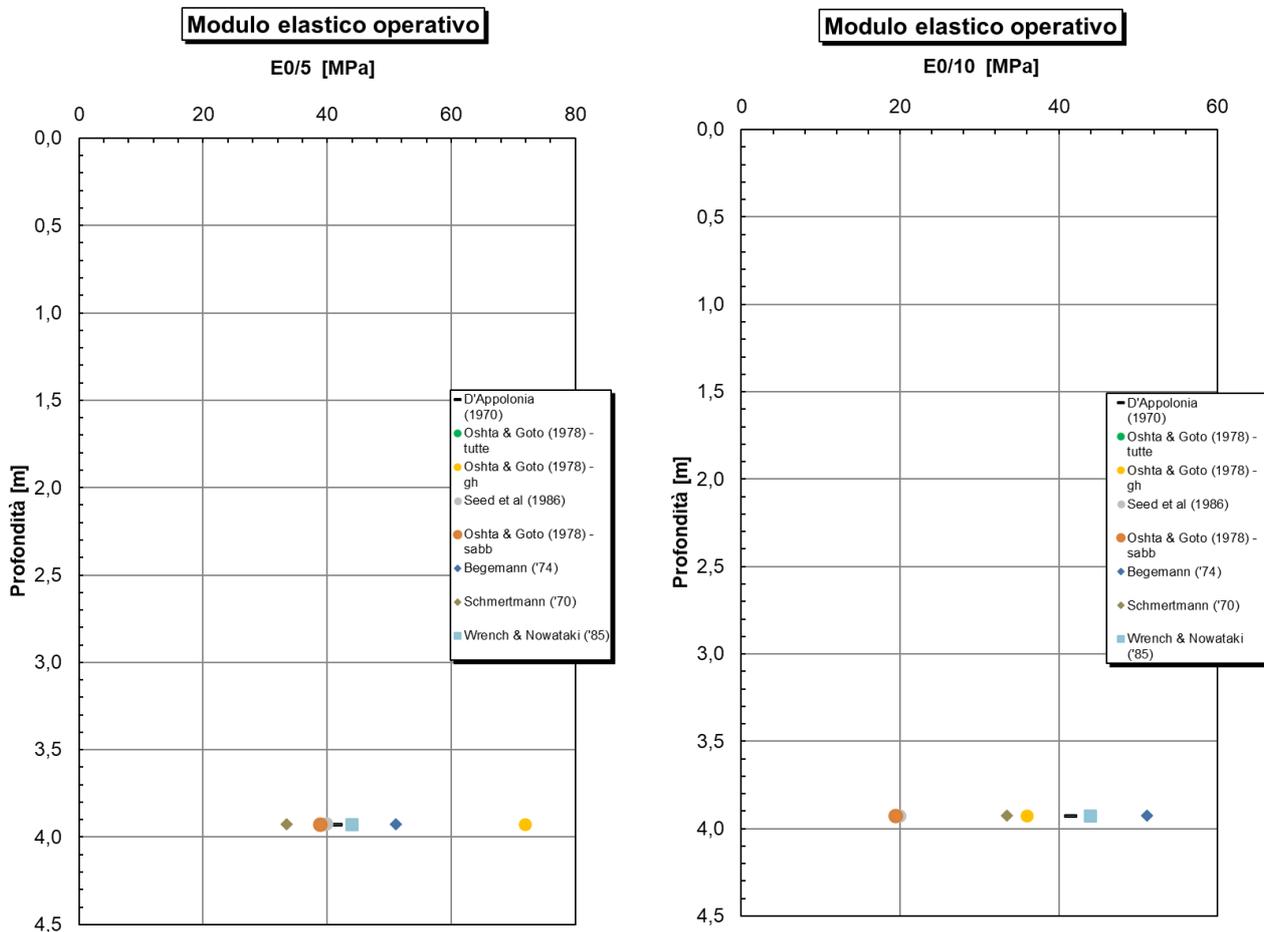


Figura 8-22. Moduli elastici operativi $E_0/5$ e $E_0/10$ da prove SPT –Unità ALL2_S.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 99 di 166

8.5.4 Conducibilità idraulica – Unità ALL2_S

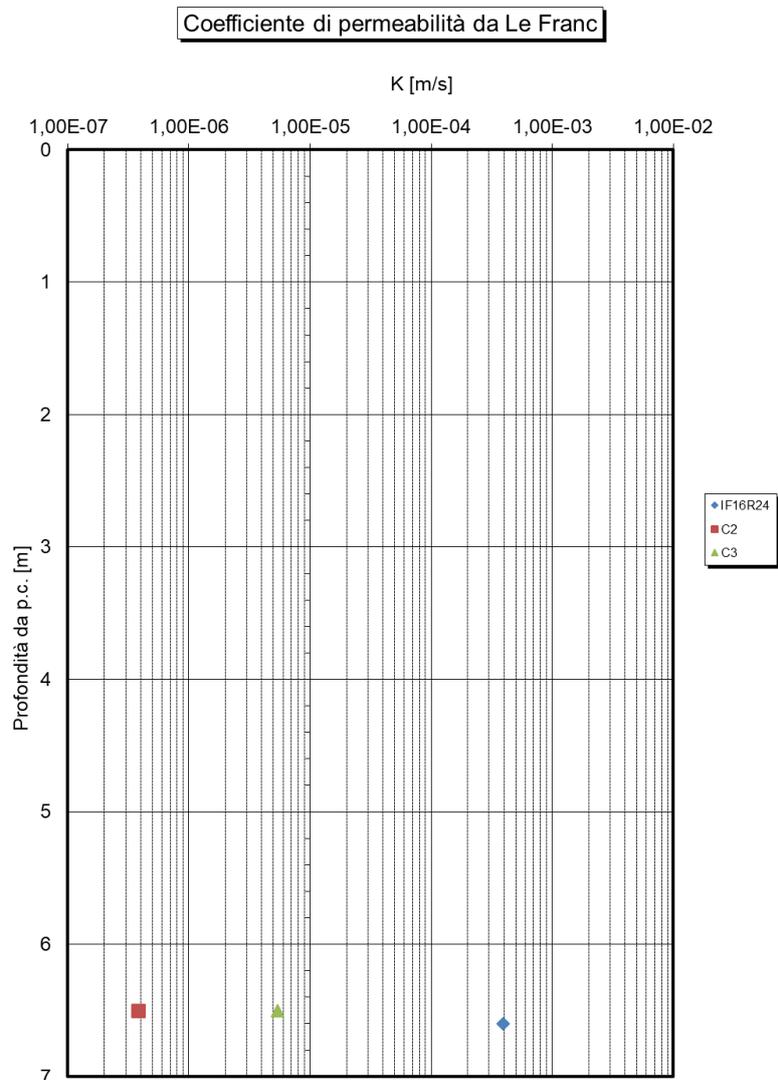


Figura 8-23. Conducibilità idraulica da prove Lefranc –Unità ALL2_S.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PIZZAROTTI							
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 100 di 166

8.6 UNITÀ ALL3_G

8.6.1 Proprietà fisiche – Unità ALL3_G

8.6.1.1 PROPRIETÀ FISICHE DA PROVE DI LABORATORIO

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati mostrano che il terreno è costituito da ghiaia e sabbia in prevalenza, con una percentuale di limo e argilla.

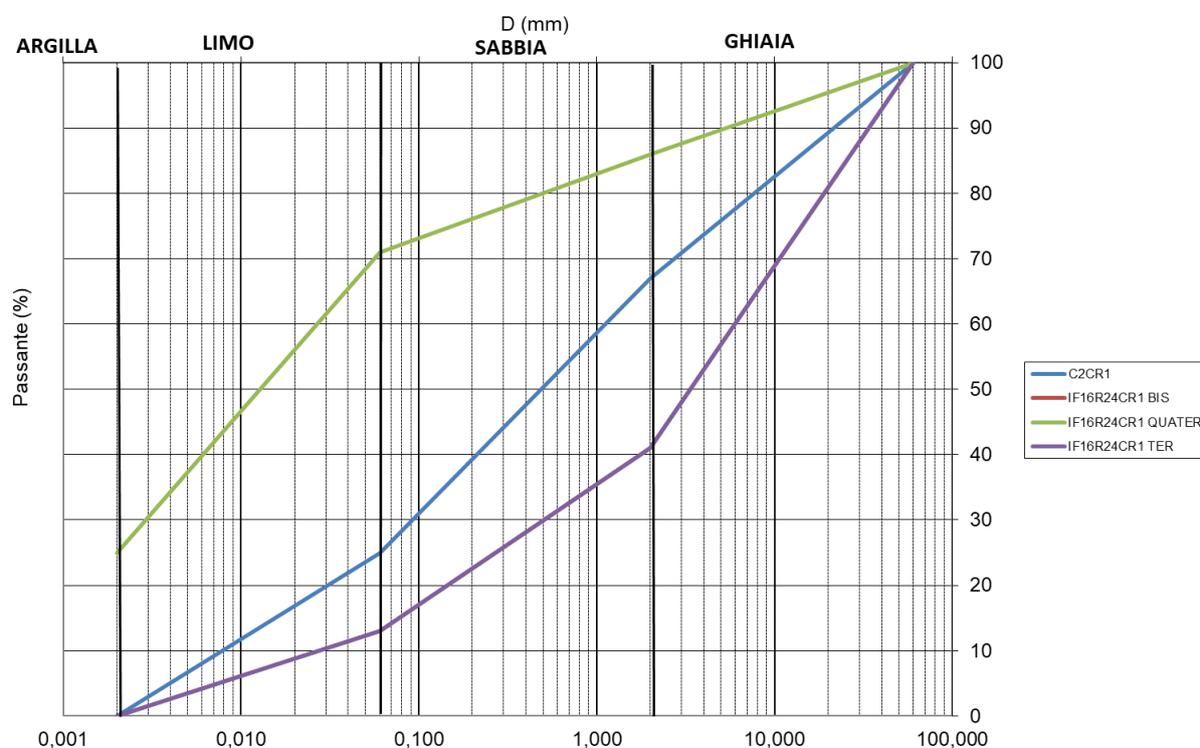


Figura 8-24. Curva granulometrica – Unità ALL3_G.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 101 di 166

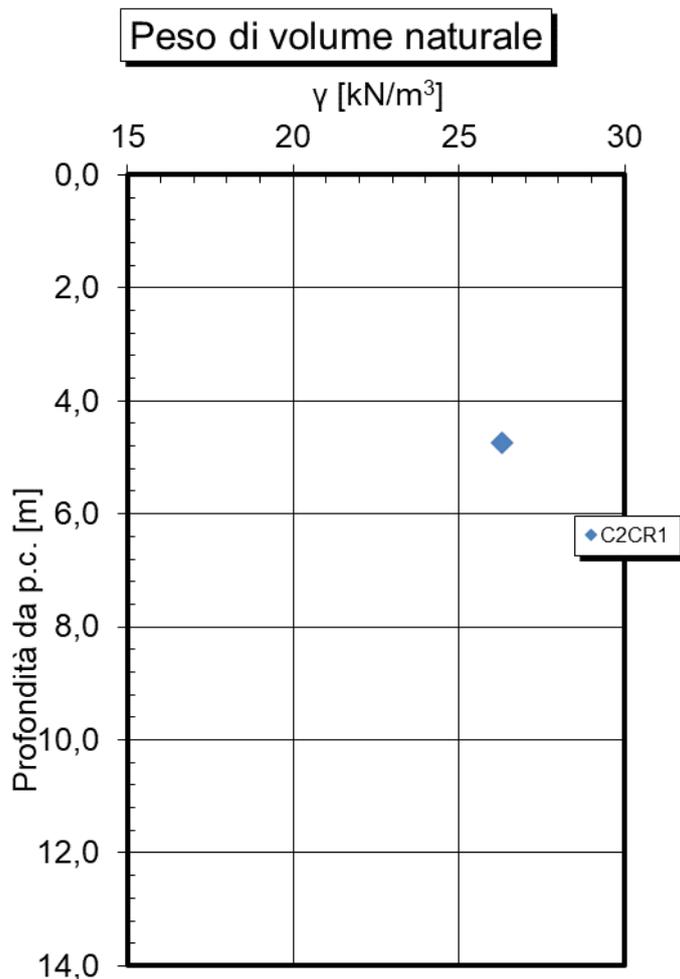


Figura 8-25. Peso specifico unità di volume – Unità ALL3_G.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 102 di 166

8.6.1.2 PROPRIETÀ FISICHE DA PROVE IN FORO

La densità relativa per il materiale è stata valutata tramite correlazioni empiriche da prove SPT.

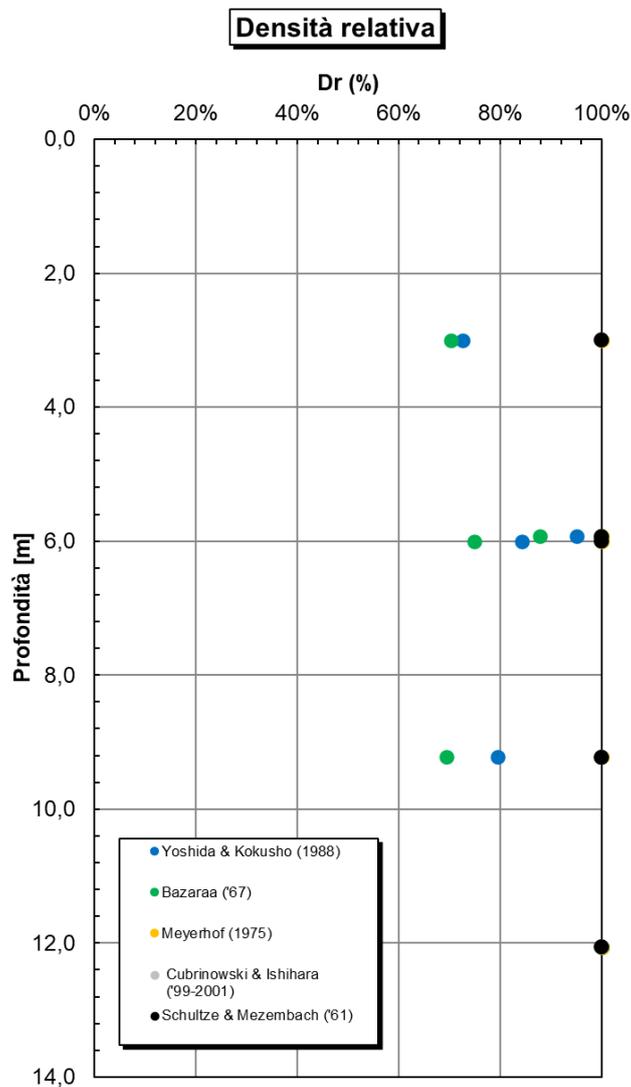


Figura 8-26. Densità relativa da prove SPT –Unità ALL3_G.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 103 di 166

8.6.2 Proprietà meccaniche di resistenza – Unità ALL3_G

Le proprietà meccaniche dell'Unità ALL3_G sono determinate prove in foro SPT.

8.6.2.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI RESISTENZA DA PROVE IN FORO

L'angolo d'attrito del materiale è determinabile tramite relazioni empiriche dalle prove SPT. I seguenti grafici riportano: (sx) correlazione di Schmertmann (S) utilizzando i valori di densità relativa calcolati con Bazaaraa ('86), Cubrinowski e Ishihara (1999), Meyerhof; (centro) correlazione di Bolton (B) utilizzando i valori di densità relativa calcolati con Bazaaraa ('86), Cubrinowski e Ishihara (1999), Meyerhof, Skempton (1986); (dx) correlazione di Kulhawy & Mayne (1980), correlazione di Shioi-Fukuni 1982 (Japanese National Railway e Road Bridge Specification), correlazione di Peck, Hanson & Thornburn (1974) e correlazione di Owasaki & Iwasaki (1959).

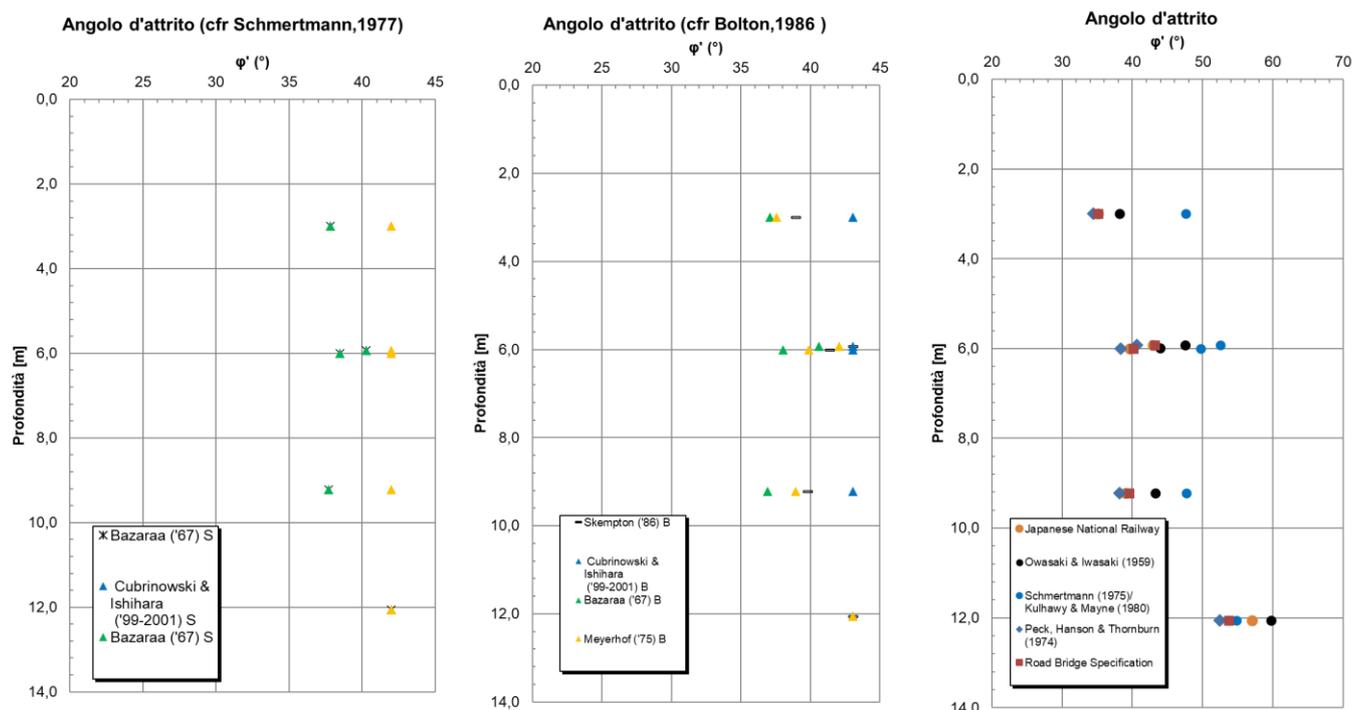


Figura 8-27. Angolo d'attrito da prove SPT –Unità ALL3_G.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 104 di 166

8.6.3 Proprietà meccaniche di deformabilità – Unità ALL3_G

Le proprietà di deformabilità sono state valutate sulla base delle velocità delle onde di taglio calcolate mediante correlazioni empiriche per materiali incoerenti (Oshta & Goto (78) e Seed et al (86)).

8.6.3.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE IN FORO

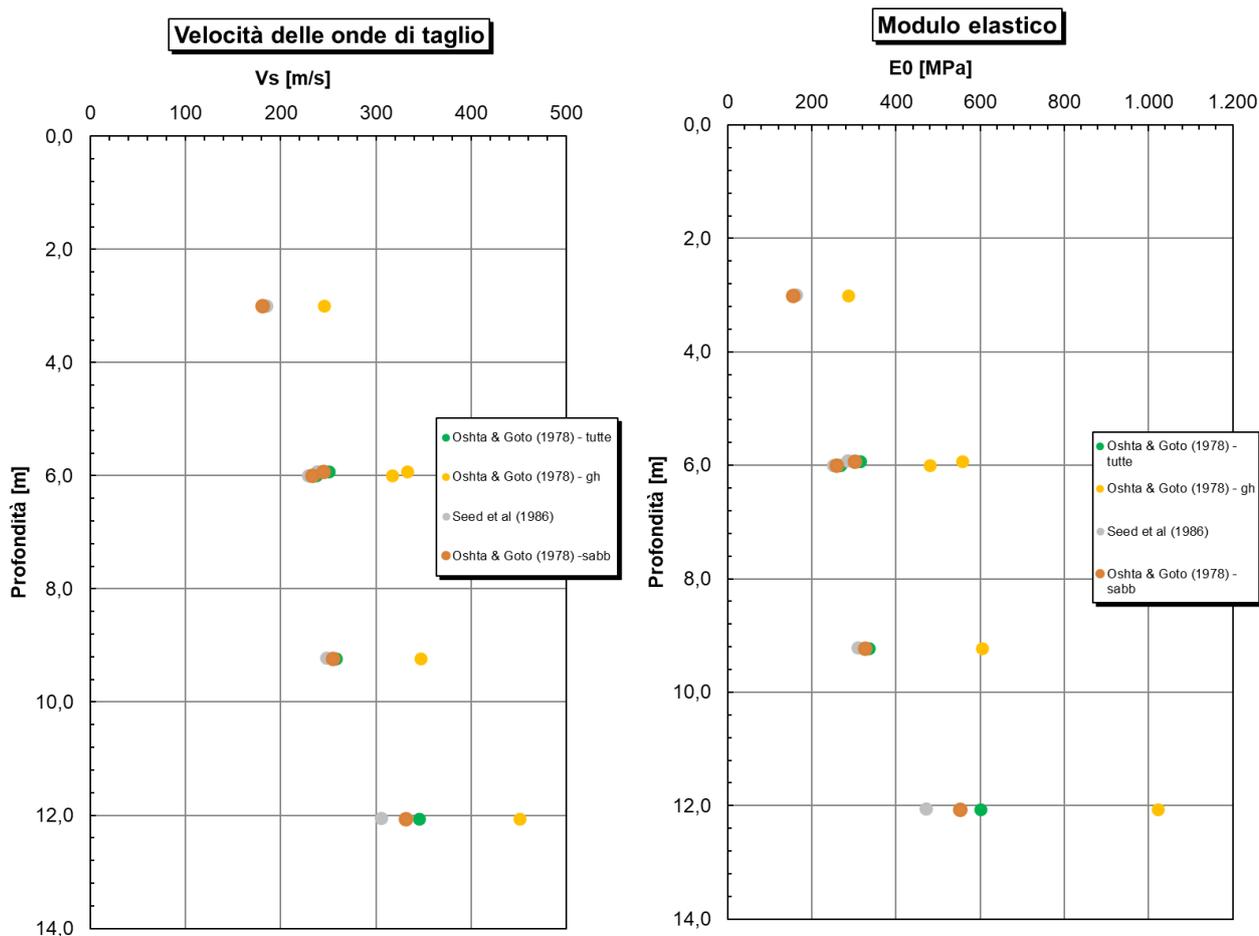


Figura 8-28. Vs e modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT –Unità ALL3_G.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 105 di 166

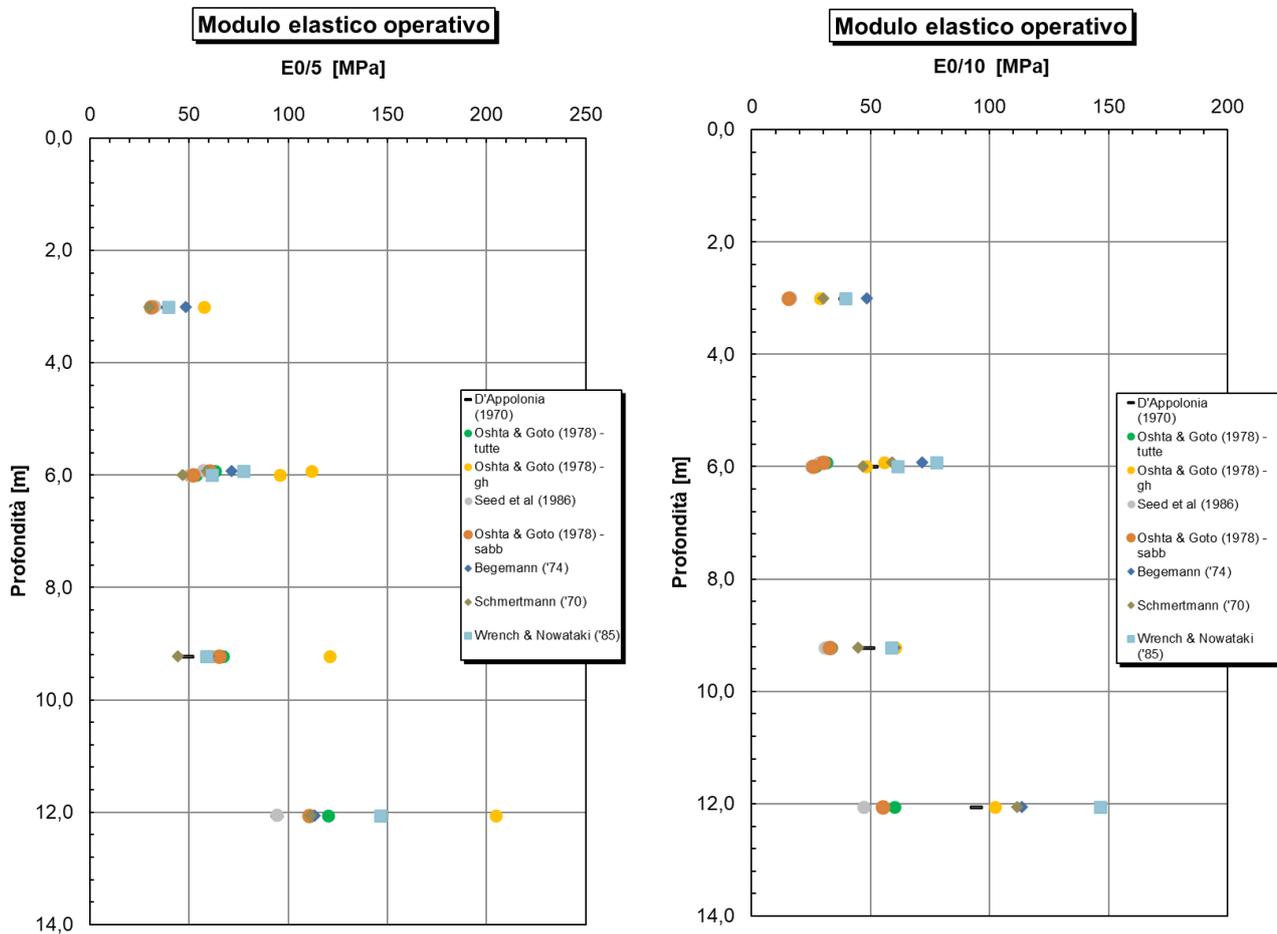


Figura 8-29. Moduli elastici operativi $E_0/5$ e $E_0/10$ da prove SPT –Unità ALL3_G.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGLIO C 106 di 166

8.6.4 Conducibilità idraulica – Unità ALL3_G

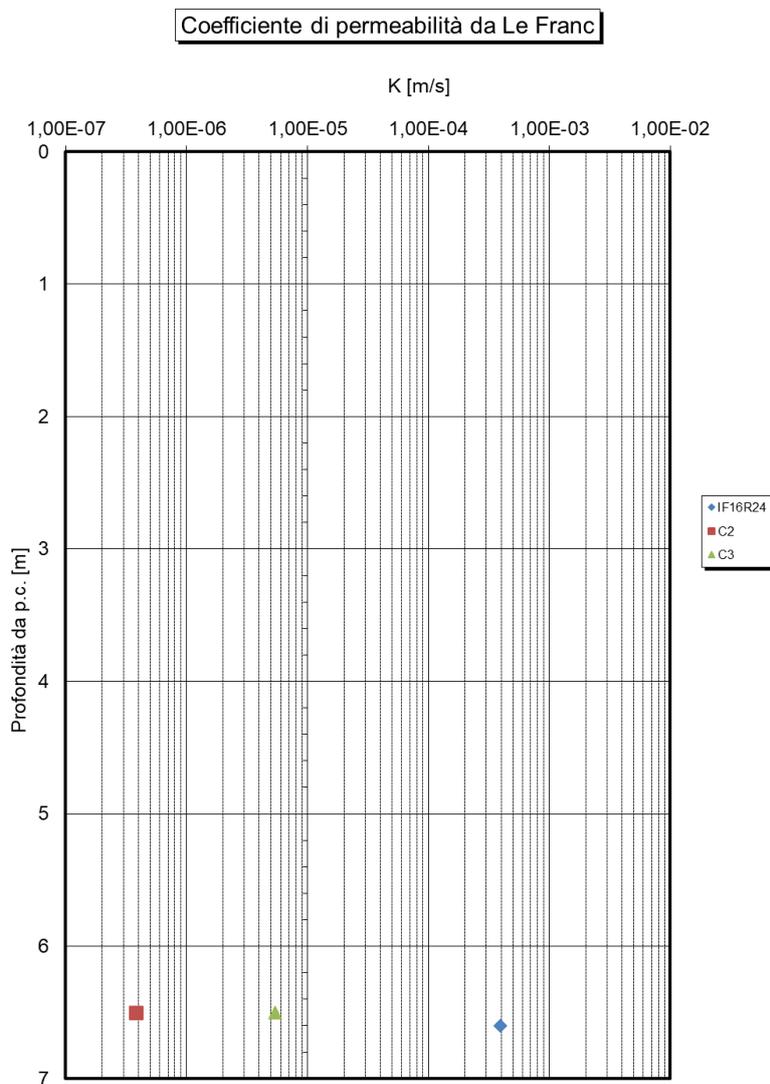


Figura 8-30. Conducibilità idraulica da prove Lefranc –Unità ALL3_G.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 107 di 166

8.7 UNITÀ APC

8.7.1 Proprietà fisiche

8.7.1.1 PROPRIETÀ FISICHE DA PROVE DI LABORATORIO

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati mostrano che il terreno è costituito da limo e argilla in prevalenza, con una percentuale di sabbia e ghiaia.

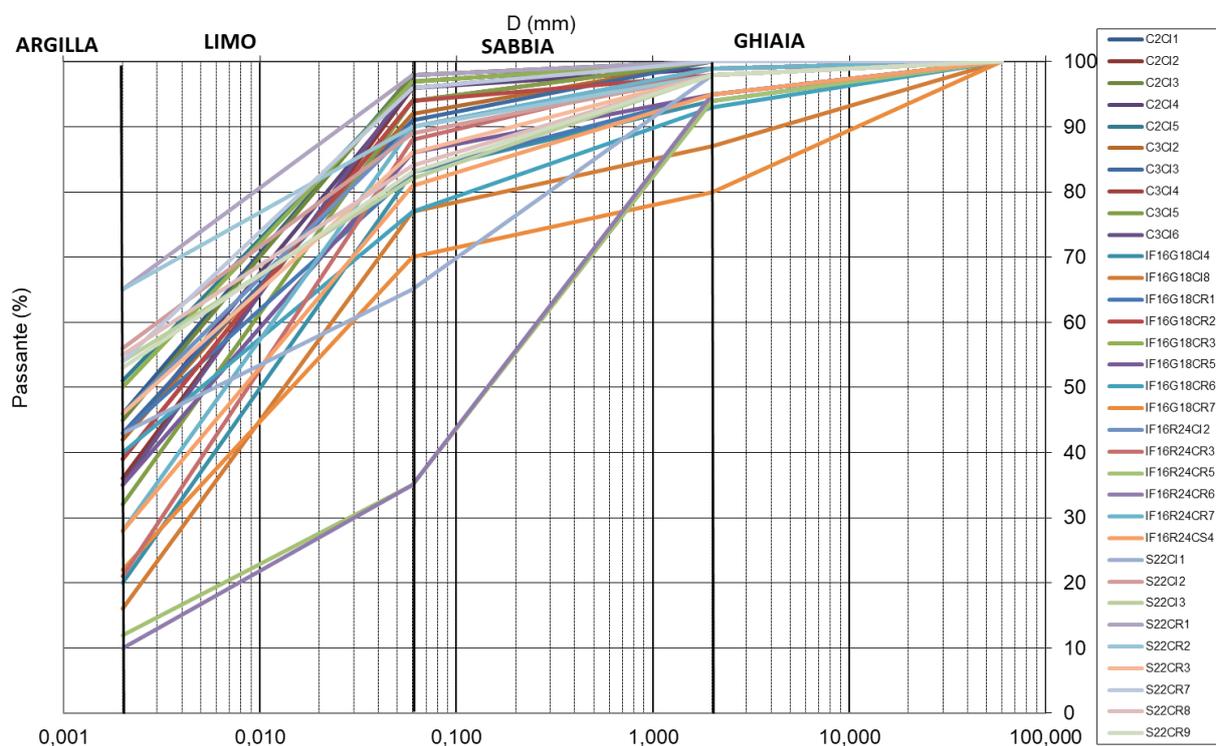


Figura 8-31. Curva granulometrica – Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 108 di 166

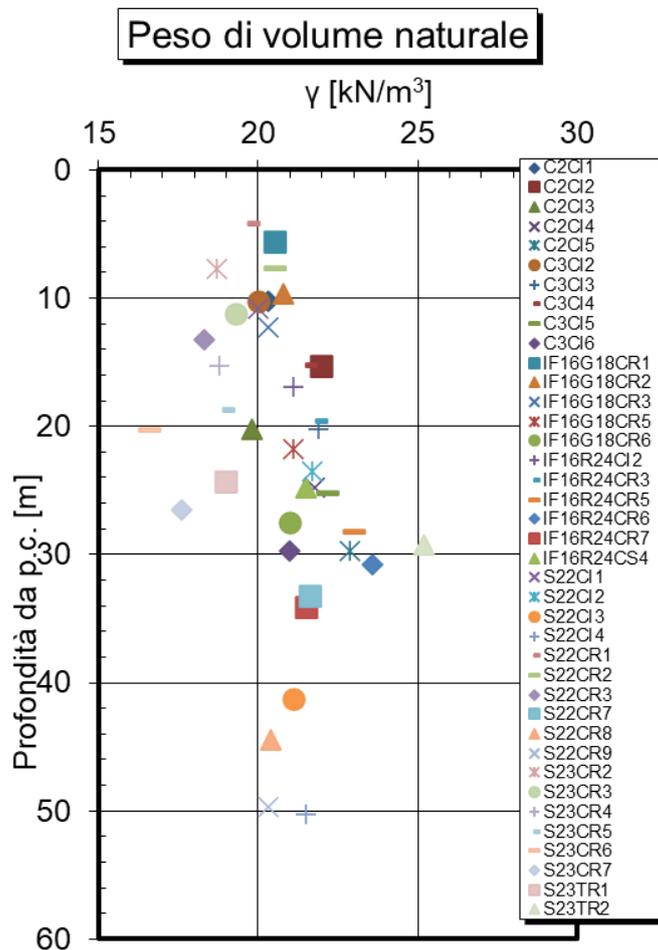


Figura 8-32. Peso specifico unità di volume—Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 109 di 166

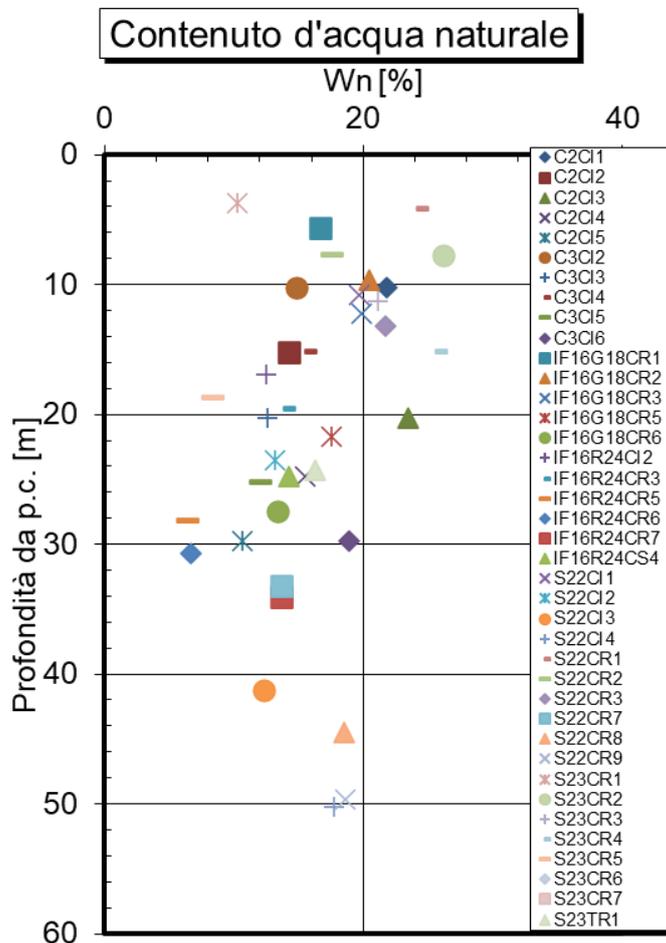


Figura 8-33. Contenuto d'acqua naturale–Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 110 di 166

Per valutare l'indice dei vuoti della formazione sono stati considerati i sondaggi della galleria Hirpinia.

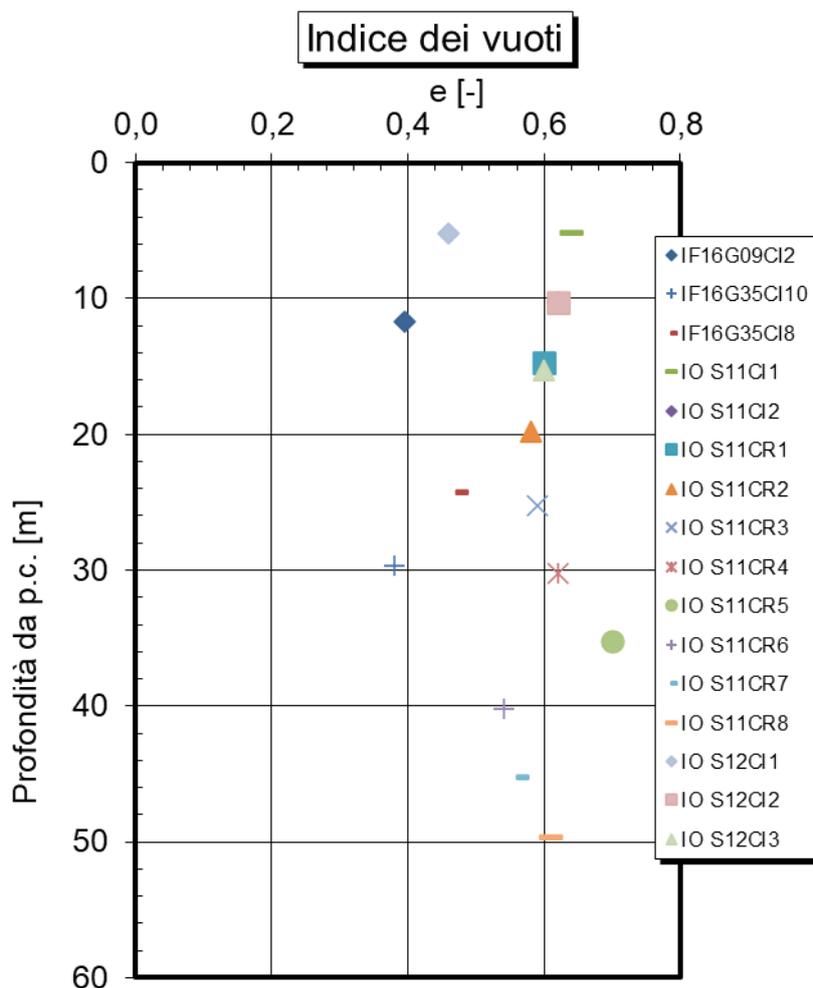


Figura 8-34. Indice dei vuoti–Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 111 di 166

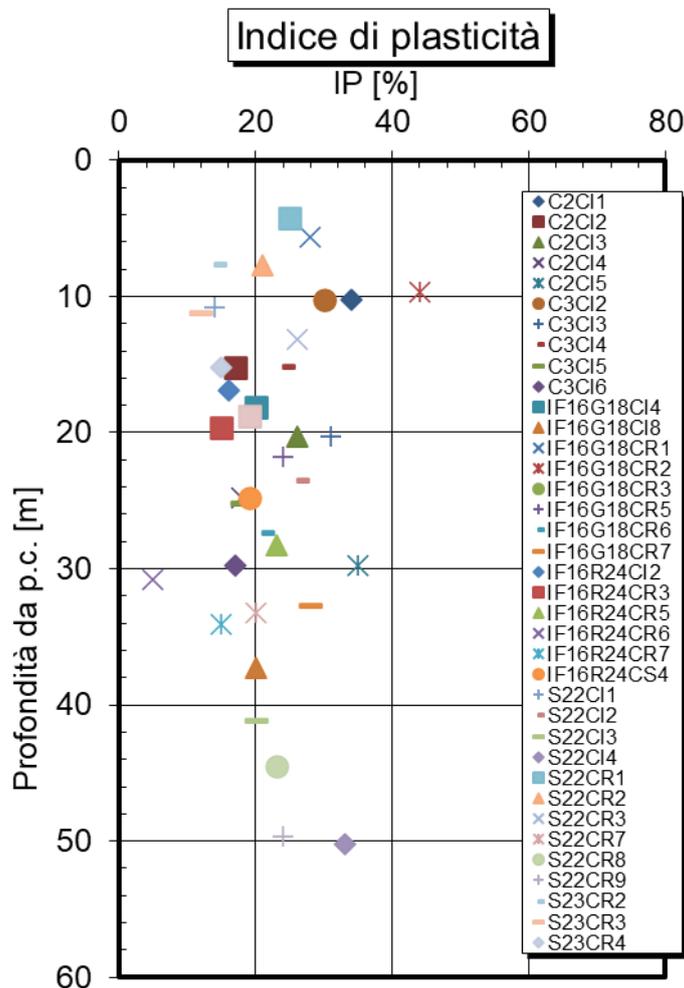


Figura 8-35. Indice plastico –Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV Soci WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF		
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 113 di 166

8.7.2 Proprietà meccaniche di resistenza

La coesione drenata e l'angolo d'attrito per la formazione in esame sono stati ricavati da prove di taglio diretto e prove triassiali consolidate non drenate. La coesione non drenata, invece, da prove triassiali non consolidate non drenate, consolidate non drenate e prove ad espansione laterale libera.

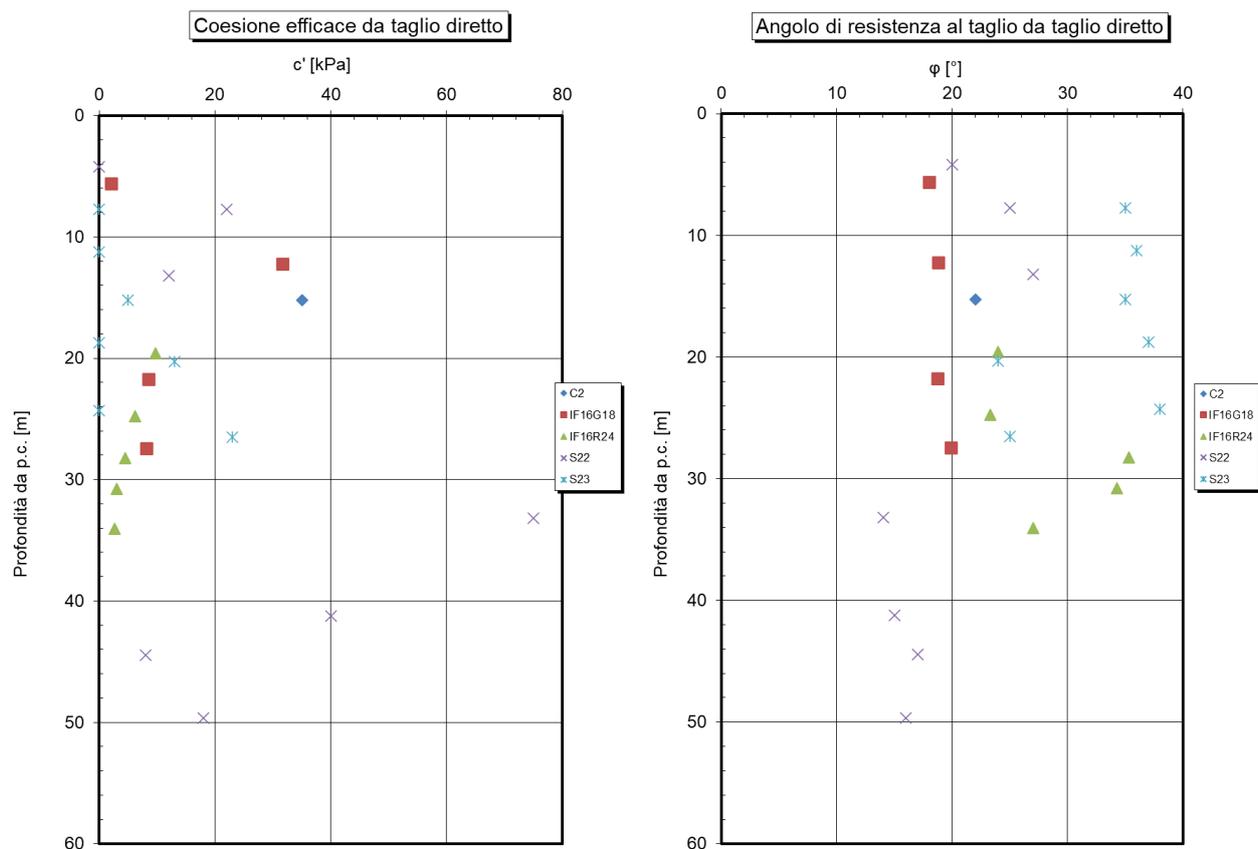


Figura 8-37. Coesione efficace e angolo d'attrito da prove di taglio diretto –Unità APC.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 114 di 166

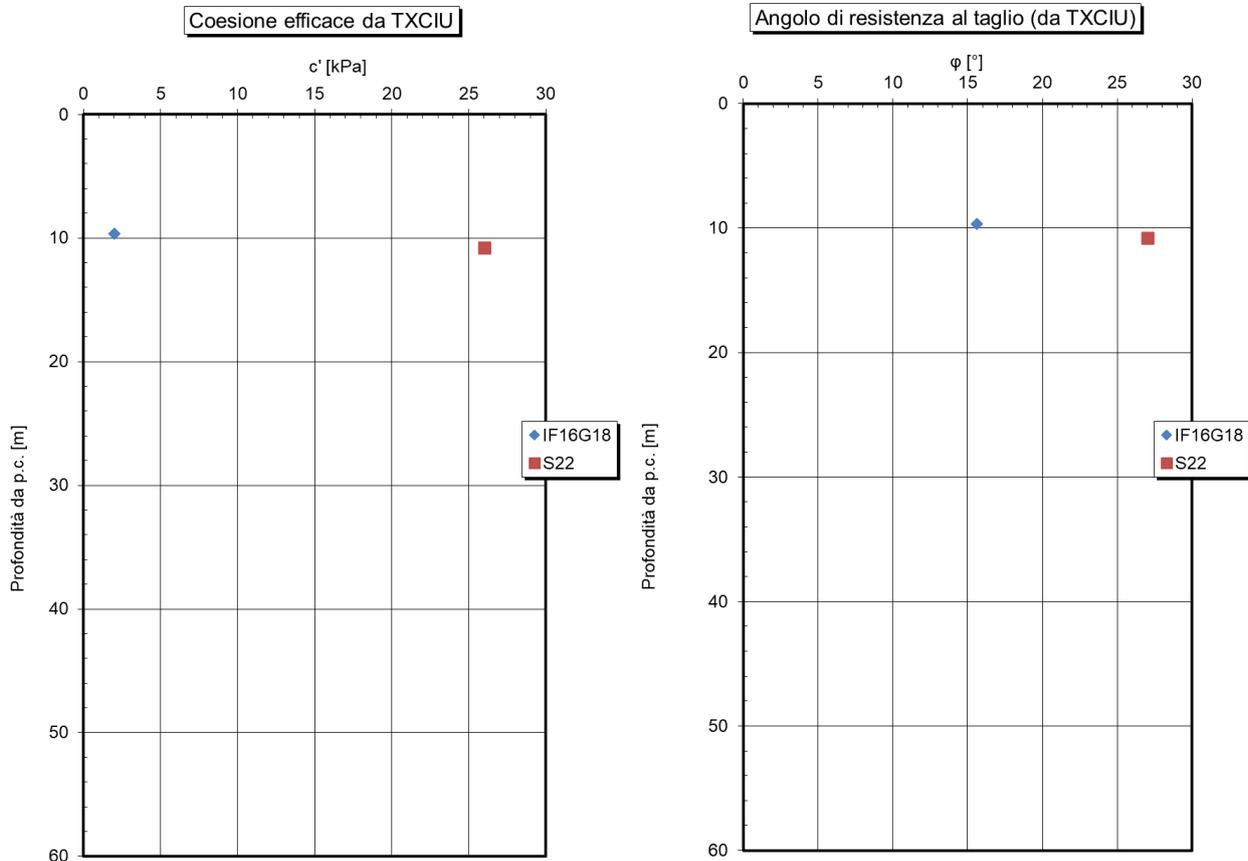


Figura 8-38. Coesione efficace e angolo d'attrito da prove di triassiali consolidate non drenate–Unità APC.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 115 di 166

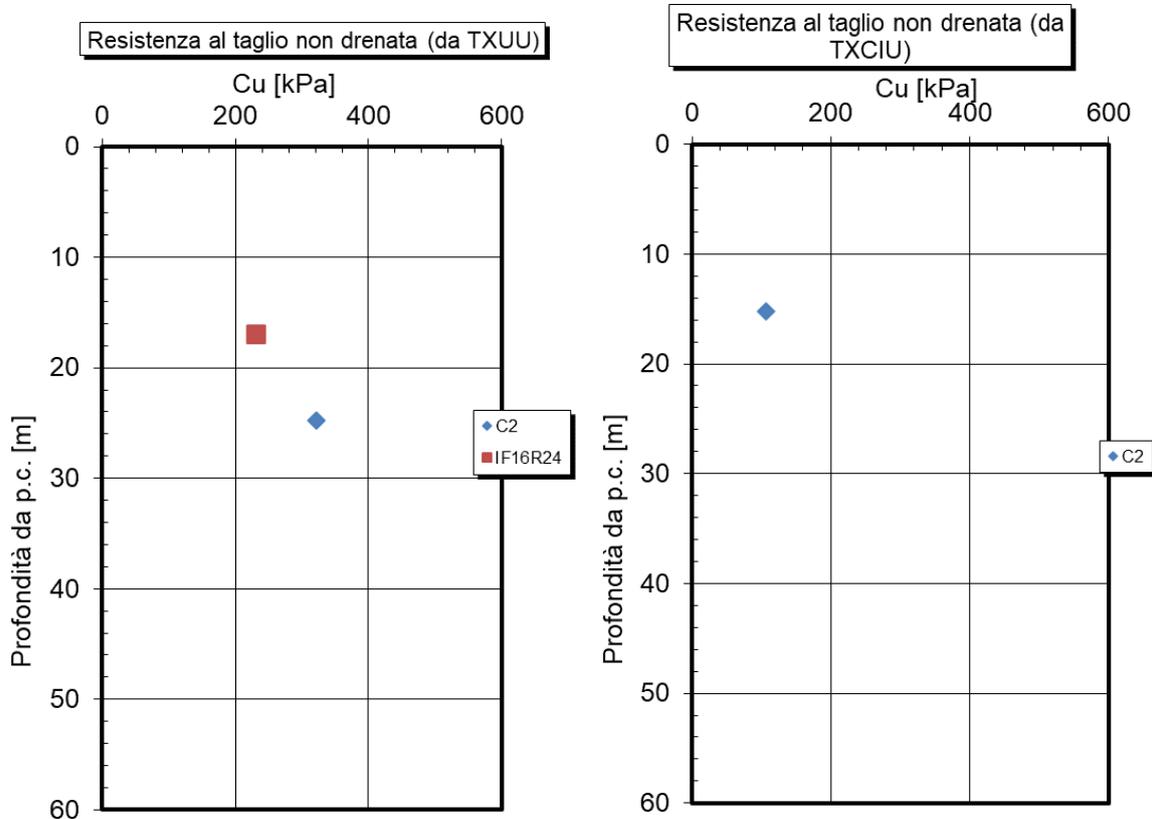


Figura 8-39. Coesione non drenata da prove triassiali –Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER					PINI
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 116 di 166

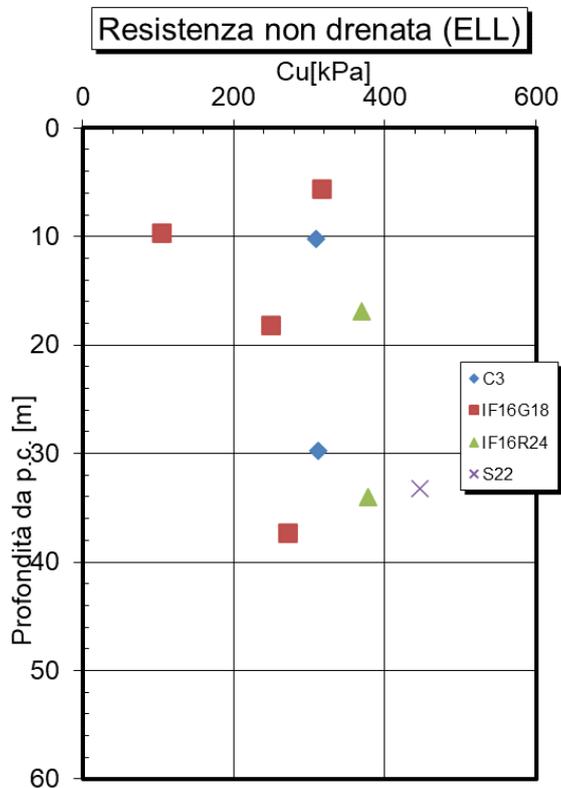


Figura 8-40. Coesione non drenata da prove ad espansione laterale libera –Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGGIO C 117 di 166

La resistenza al taglio non drenata è stata determinata anche da prove SPT tramite correlazioni empiriche col valore di N_{spt} e da Pocket Penetrometer.

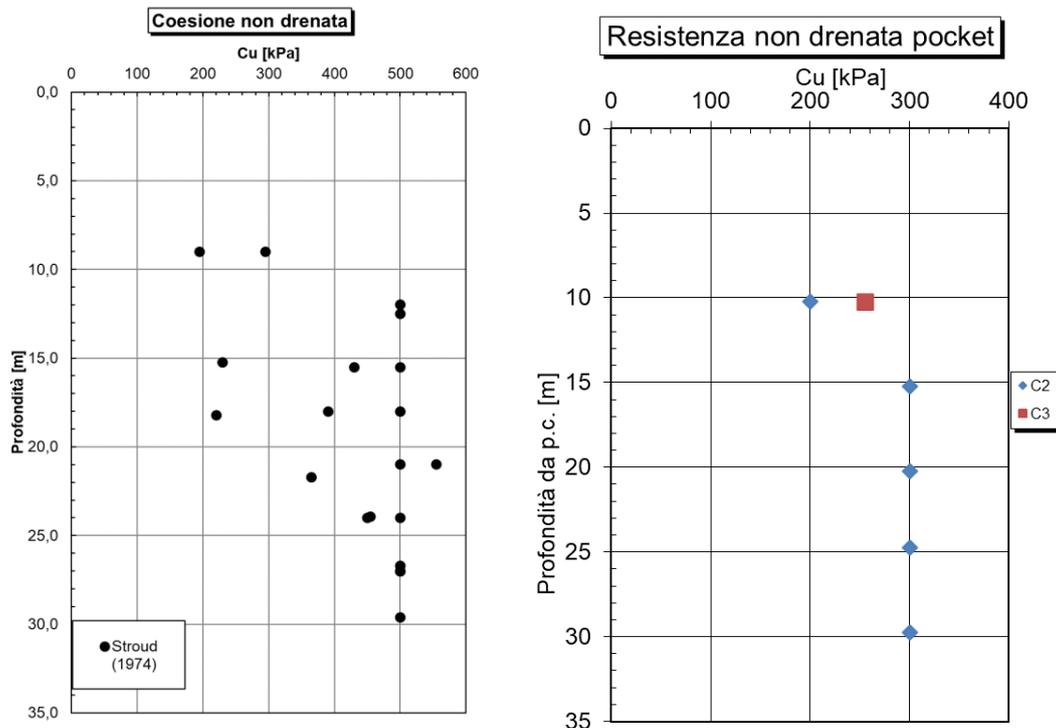


Figura 8-41. Coesione non drenata da correlazione con N_{spt} (sx) e da pocket penetrometer (dx) –Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 118 di 166

8.7.3 Proprietà meccaniche di deformabilità

8.7.3.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE SPT

Le proprietà di deformabilità sono state valutate sulla base delle velocità delle onde di taglio calcolate mediante correlazioni empiriche per litotipi argillosi (Oshta & Goto (78) e Lee (92)).

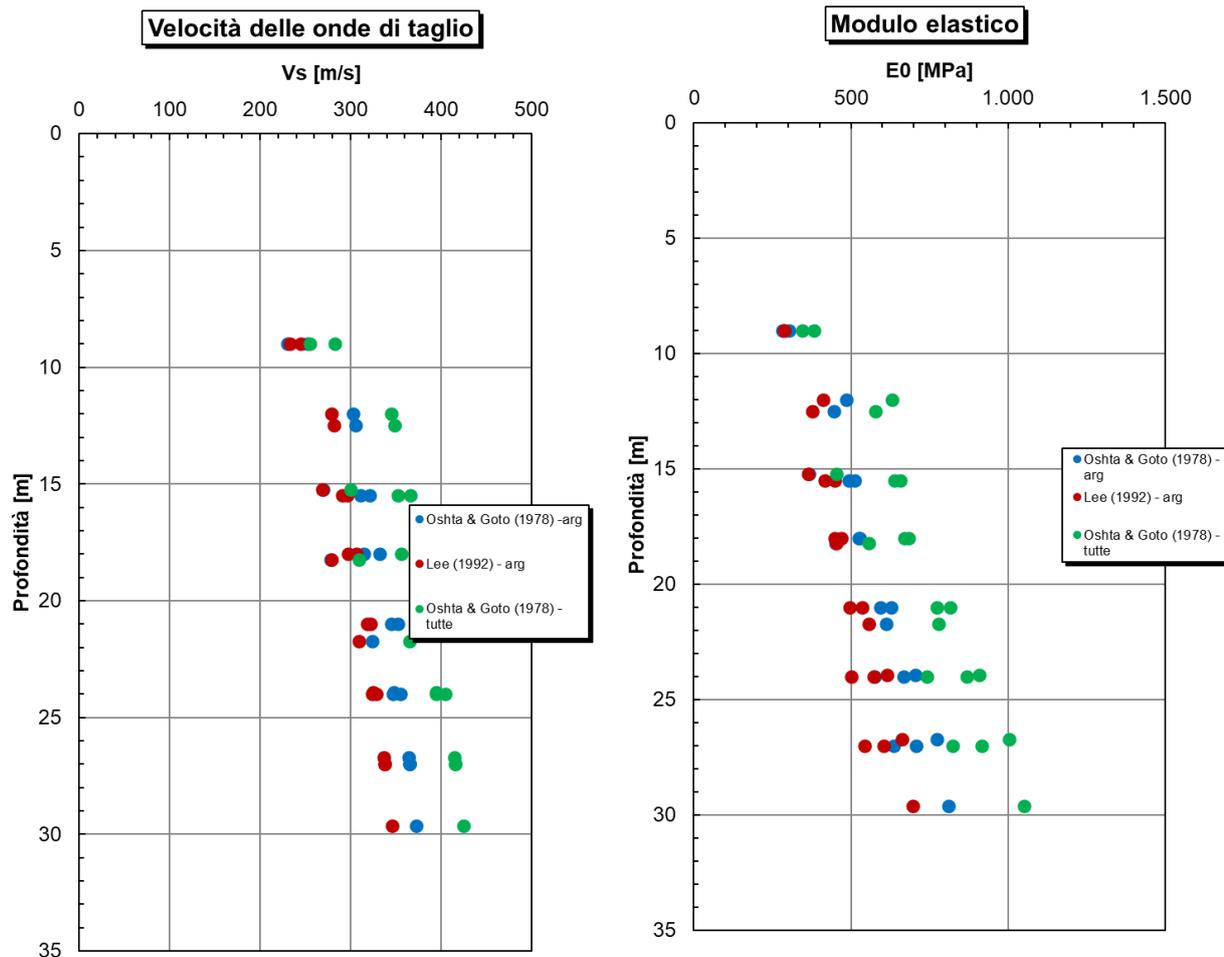


Figura 8-42. Vs e modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT – Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGLIO C 119 di 166

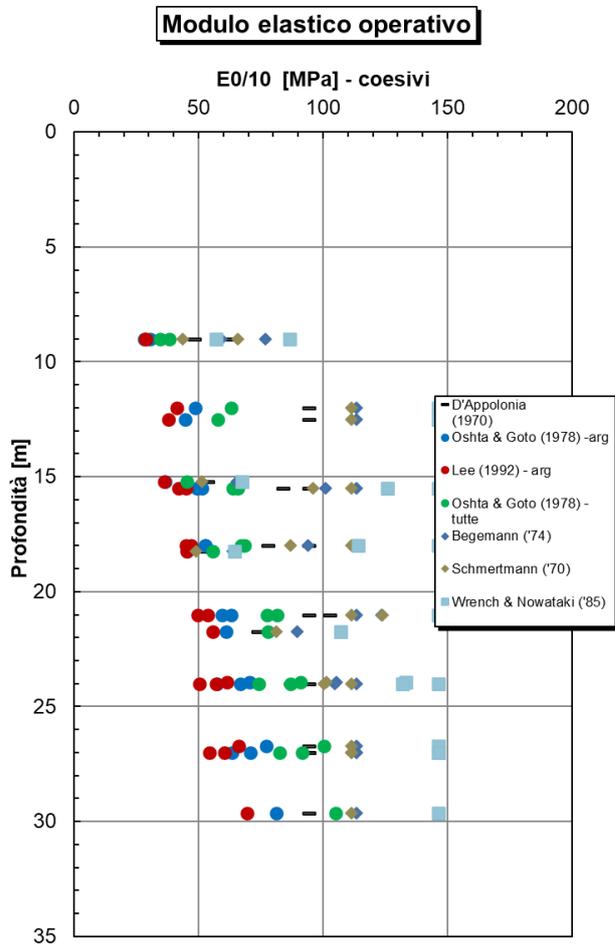
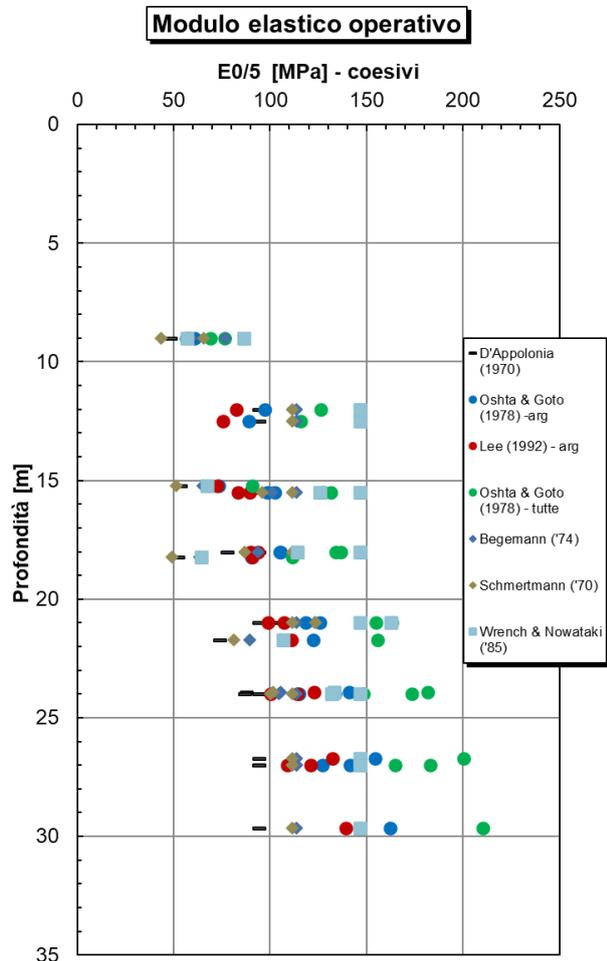


Figura 8-43. Moduli elastici operativi E0/10 e E0/5 da prove SPT – Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A			Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER		PINI	GCF	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 120 di 166			

8.7.3.2 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE IN FORO

Di seguito si riportano i valori di modulo elastico ricavato da prove pressiometriche e dilatometriche.

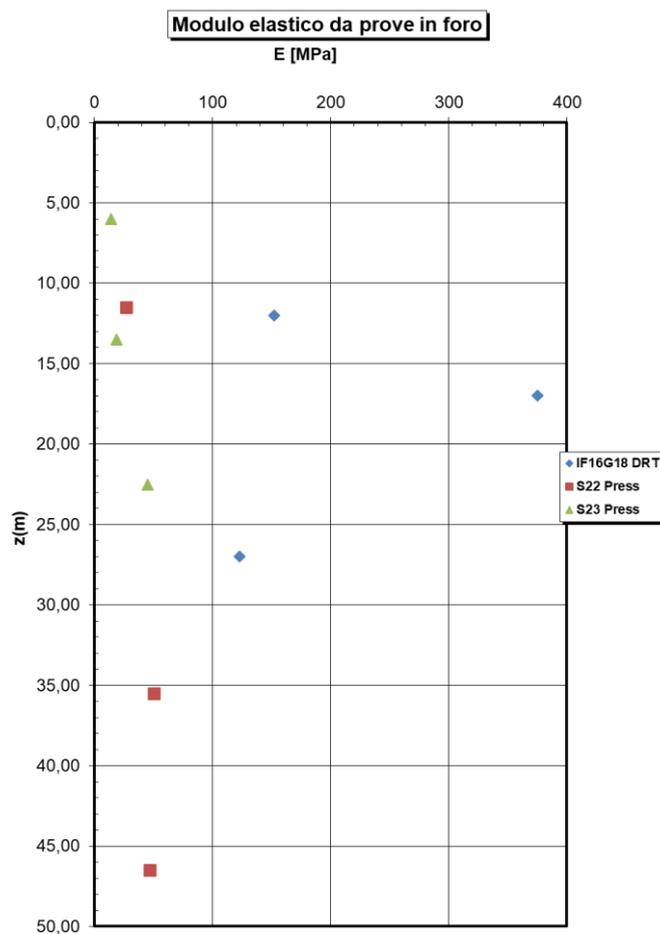


Figura 8-44. Moduli elastici da prove in foro – Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 123 di 166

IF16R24 - CI2

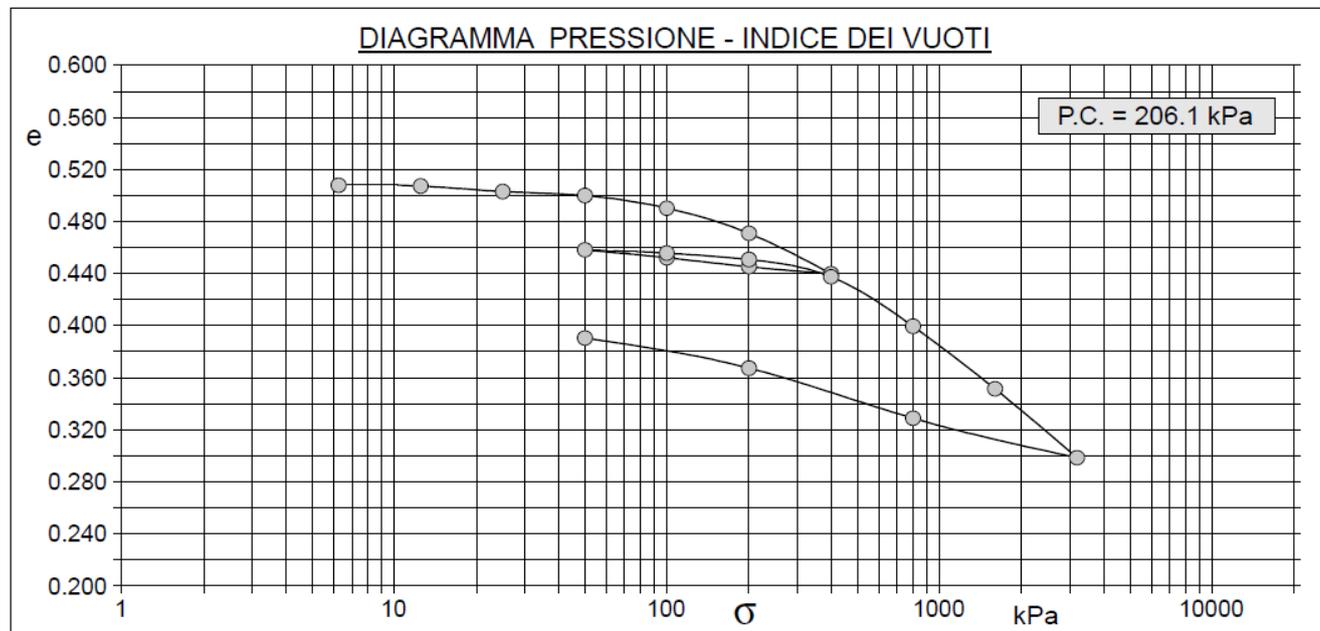


Figura 8-47. Prova edometrica campione CI2 da sondaggio IF16R24 – Unità APC.

IF16R24 – CI2		
σ'_c	kPa	206
Livello falda	m	1,6
Profondità provino	m	16,9
σ'_{v0}	kPa	187,9
OCR	-	1,1
Cc	-	0,15
Cs	-	0,05

Tabella 8-7 – Interpretazione prova edometrica, campione CI2 da sondaggio IF16R24 – Unità APC.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 124 di 166

8.7.4 Conducibilità idraulica – Unità APC

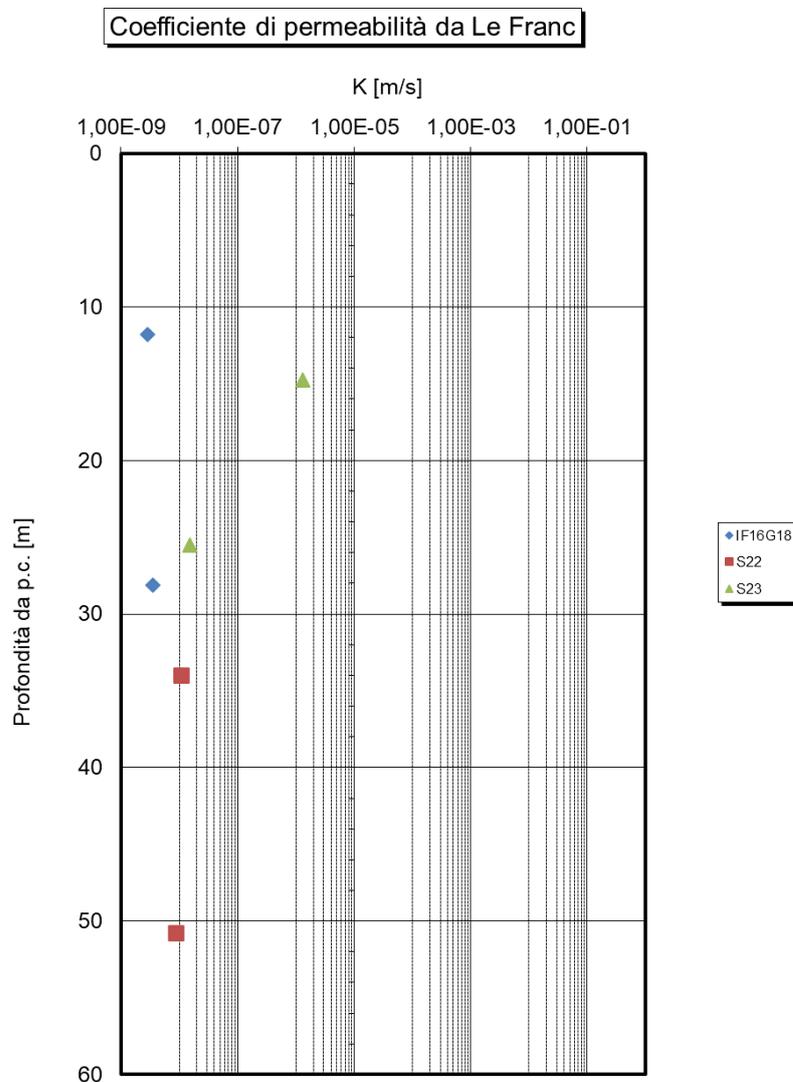


Figura 8-48 – Conducibilità idraulica – APC.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGLIO C 125 di 166

8.8 INDAGINI GEOFISICHE

Di seguito si riportano i grafici della velocità delle onde di taglio e dei moduli elastici operativi da essa ricavati per la MASW e la downhole realizzate nella tratta in esame.

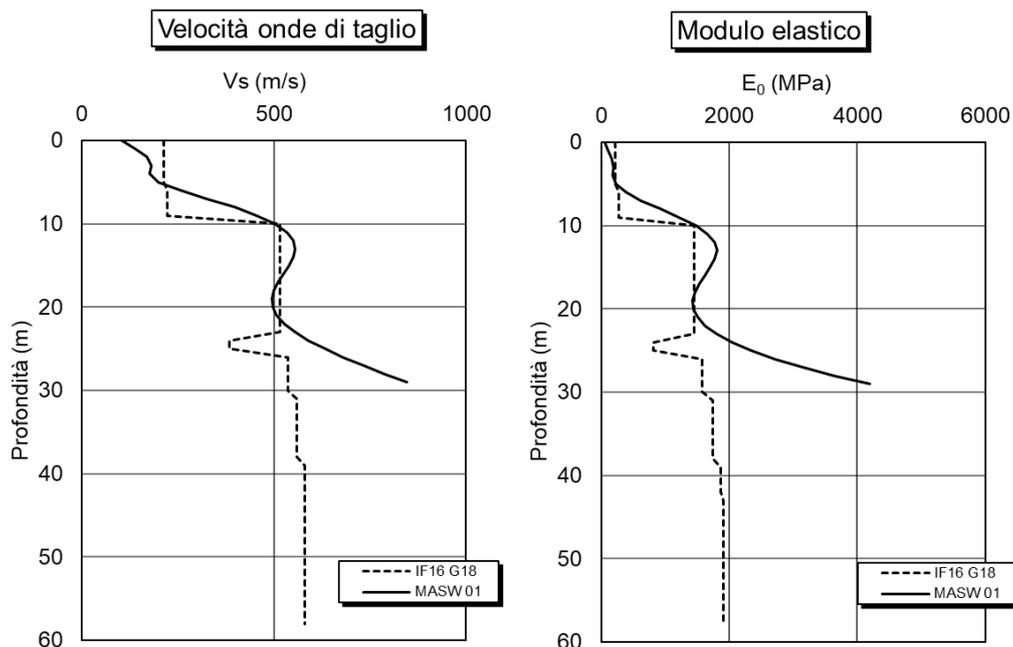


Figura 8-49. Velocità onde di taglio e moduli elastici a piccole deformazioni da prove geofisiche – PK 68+550 - 68+950.

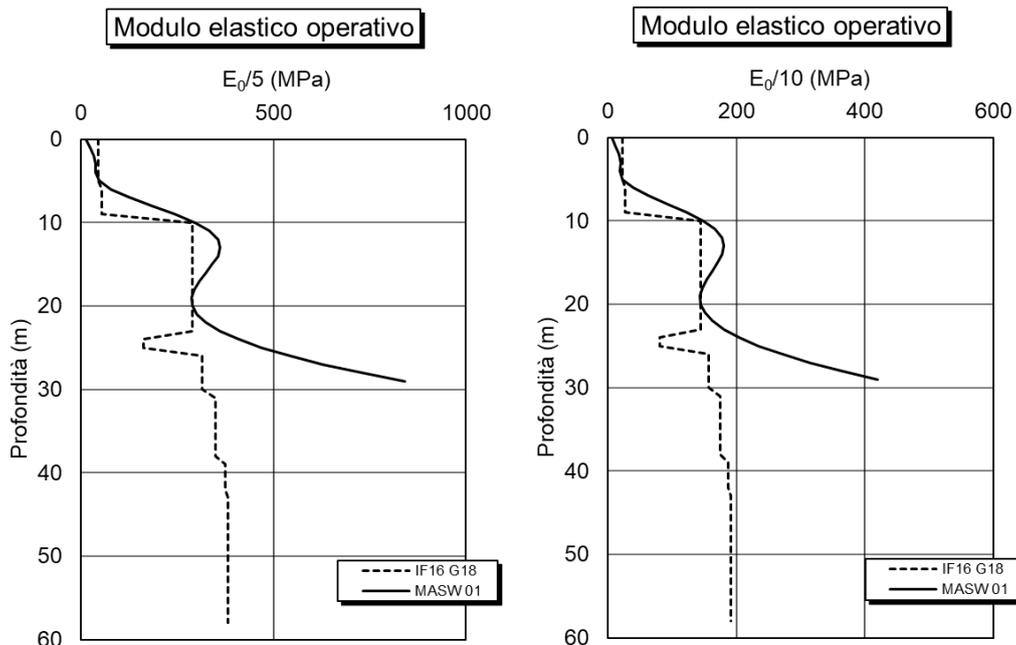


Figura 8-50. Moduli elastici operativi da prove geofisiche - PK 68+550 - 68+950.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 126 di 166

8.9 QUADRO DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Unità		ALL1_A COP	ALL2_S	ALL3_G	APC
Proprietà	u.m.	range	range	range	range
γ	kN/m ³	18-19.5	19.5	18-20	19-23
e_0	-	0.75-0.8			0.3-0.65
C_c	-	0.11	-	-	0,13-0,15
C_s	-	0.01	-	-	0,02-0,05
D_r	%	-	70-95	60-95	-
I_p	%	15-21	-	-	5-35
c'	kPa	2	-	-	3-25
ϕ'	°	22	35-40	36-42	20-27
OCR	-	1-4	-	-	1-3
C_u	kPa	35-100	-	-	230-320
E_0	MPa	100-340	130-300	250-600	200-1500
$E_0/5$	MPa	20-68	25-60	40-120	40-300
$E_0/10$	MPa	10-34	13-30	20-60	20-150
k	m/s	10^{-6} - 10^{-8}	$5 \cdot 10^{-6}$ - $4 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-4}$ - $5 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-9}$ - 10^{-8}

Tabella 8-8 – Sintesi parametrizzazione geotecnica terreni – tratta all'aperto pk 68+550 - 68+950.

Nota: non essendo disponibili dati per l'unità di copertura, essa è stata caratterizzata in accordo con l'unità ALL1_A e con quanto disponibile dalla caratterizzazione della tratta lato Bari.

Per ulteriori approfondimenti riguardo la caratterizzazione geotecnica dell'Unità APC si rimanda al documento di progetto "Relazione di caratterizzazione geotecnica/geomeccanica generale" Rif. [11].

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 127 di 166

9 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA – VIABILITÀ SSE

9.1 NOTE INTRODUTTIVE

Il piazzale e la viabilità SSE ricadono in un'area di versante in cui sono presenti coltri di natura eluvio colluviale a matrice essenzialmente argillosa, con spessori di circa 10m, che ricoprono la formazione STF2 (Peliti di Difesa Grande).

In particolare, sono state individuate le seguenti unità litostratigrafiche:

- Coltre: coltre eluvio-colluviale;
- STF2: Peliti di Difesa Grande, argille limose e argille marnose di colore grigio, in strati da molto sottili a sottili, con frequenti intercalazioni di sabbie limose grigie e giallastre e abbondanti resti di molluschi; alla base della successione si rinvencono alternanze di conglomerati, sabbie e limi arrossati di genesi continentale.

APPALTATORE: <u>Consortio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 128 di 166

9.2 NOTE SUL LIVELLO DI FALDA

Nella tabella seguente si riportano le misure piezometriche disponibili; per l'andamento della falda lungo il profilo si rimanda agli elaborati di progetto Rif. [15]. La linea di falda di progetto riportata lungo i profili della tratta è stata definita considerando un franco di circa 1 metro rispetto alla linea di falda da misure piezometriche per tenere conto di possibili escursioni nel tempo.

max	min		18/04/2018	16/05/2018	16/06/2018	12/06/2018	04/07/2018
-6.04	-7.01	IF16RF19				-6.04	-7.01

Figura 9-1. Misure piezometriche piezometro IF16RF19.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 129 di 166

9.3 INDAGINI DISPONIBILI

La caratterizzazione geotecnica della tratta è stata definita sulla base delle risultanze delle prove in situ e/o in laboratorio condotte nell'ambito dei sondaggi geognostici compresi nell'area di interesse ed elencati di seguito.

ID	Campagna	Coordinate Gauss-Boaga		Quota	Prof.	Strumentazione			Prove in foro				MASW
		Est	Nord	m slm	m	Piez Cas.	Piez TA	Incl.	SPT [n]	Permeabilità [prof.m]	Pressiometria / Dilatometriche [prof.m]	Down-hole	
IF16-F19	2018	2531201.4	4556476.8	581.7	30		X		5	Lef. (5.7-8.4) Lef. (15.8-18.5)	-	-	-
IF16-F19bis	2018	2531128.4	4556448.0	564.9	30.4			X	10	Lef. (7.0-8.0)	-	-	-
IF16-F19ter	2018	2531112.4	4556617.3	569.9	30.4			X	10	Lef. (7.0-8.0)	-	-	-

Tabella 9-1 – Indagini geognostiche di riferimento.

Le indagini geofisiche eseguite nella tratta oggetto di studio sono le seguenti:

ID	Campagna	Tipologia di indagine	Coordinate Gauss-Boaga		Lunghezza [m]
			Est	Nord	
Rifr.04	2018	Sismica a rifrazione	2531153	4556443	120

Tabella 2. prove geofisiche di pertinenza della tratta.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 130 di 166

9.4 UNITÀ COLTRE

9.4.1 Proprietà fisiche

9.4.1.1 PROPRIETÀ FISICHE DA PROVE DI LABORATORIO

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati mostrano che il terreno è costituito da limo e argilla in prevalenza, con una percentuale di sabbia.

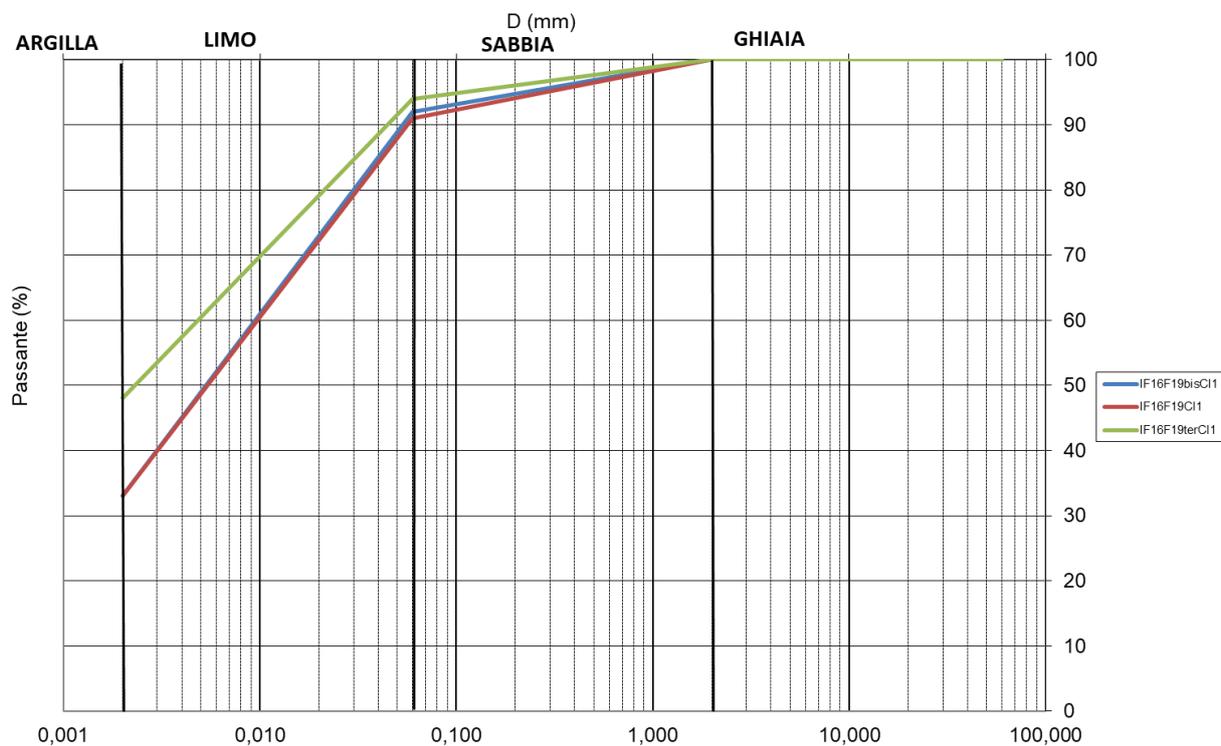


Figura 9-2. Curva granulometrica – Unità coltre.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 131 di 166

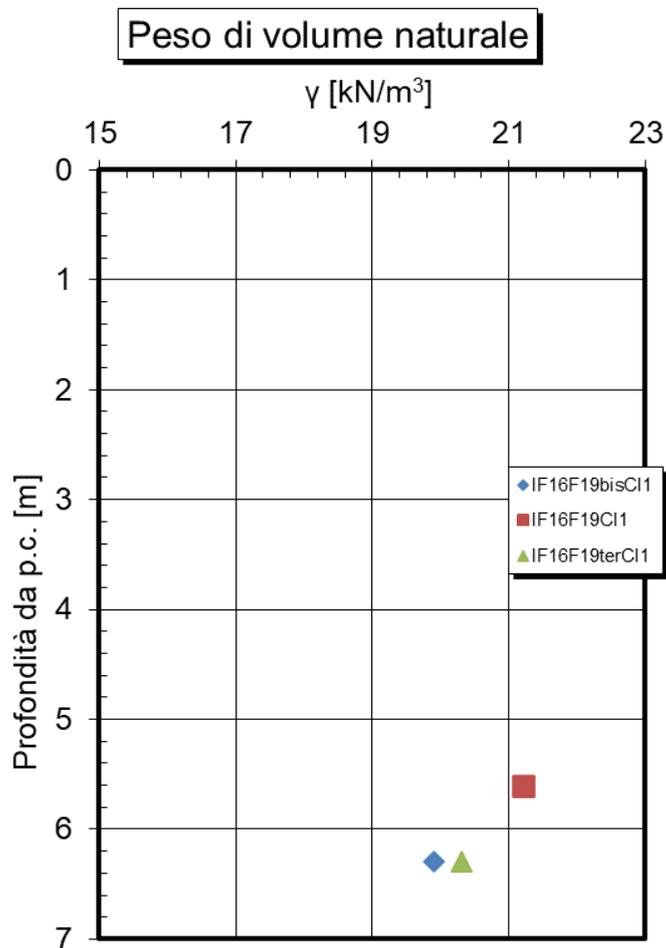


Figura 9-3. Peso per unità di volume – Unità coltre.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001
				REV. C	FOGLIO 133 di 166

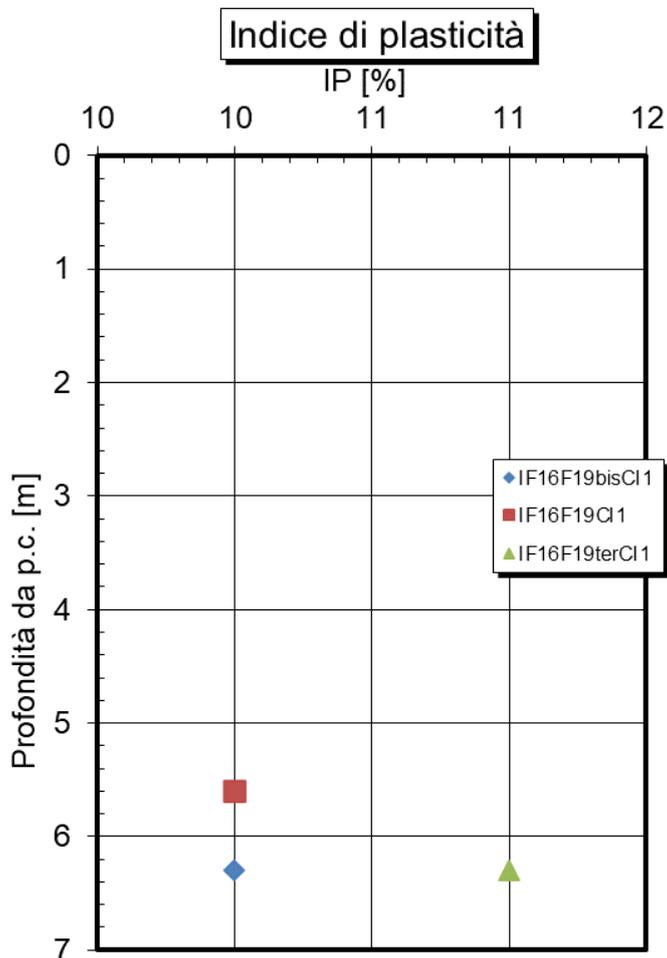


Figura 9-5. Indice di plasticità – Unità coltre.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 134 di 166

Carta di Plasticità di Casagrande

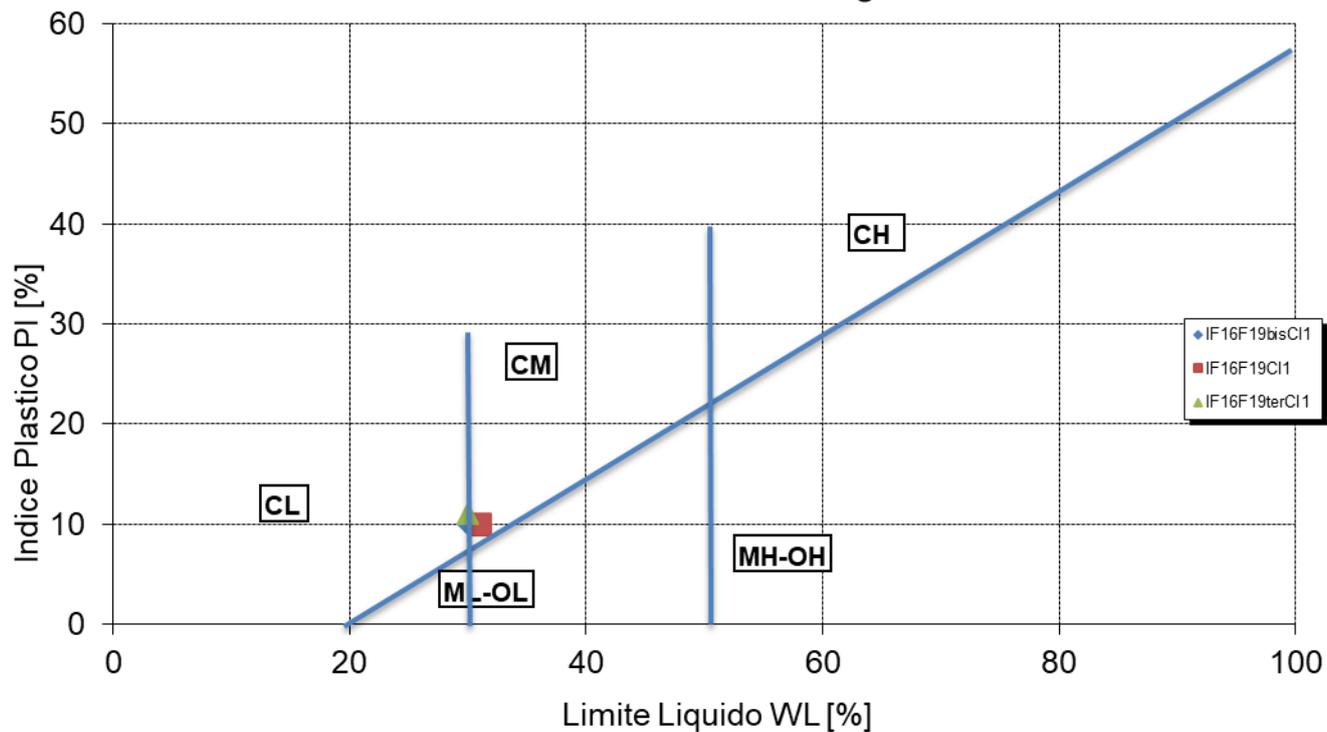


Figura 9-6. Carta di Casagrande – Unità coltre.

L'unità in esame può essere classificata come argilla inorganica a media plasticità.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PIZZAROTTI							
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER						PINI	GCF
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 135 di 166

9.4.2 Proprietà meccaniche di resistenza

La coesione drenata e l'angolo d'attrito per la formazione in esame sono stati ricavati da prove triassiali consolidate non drenate, così come la coesione non drenata.

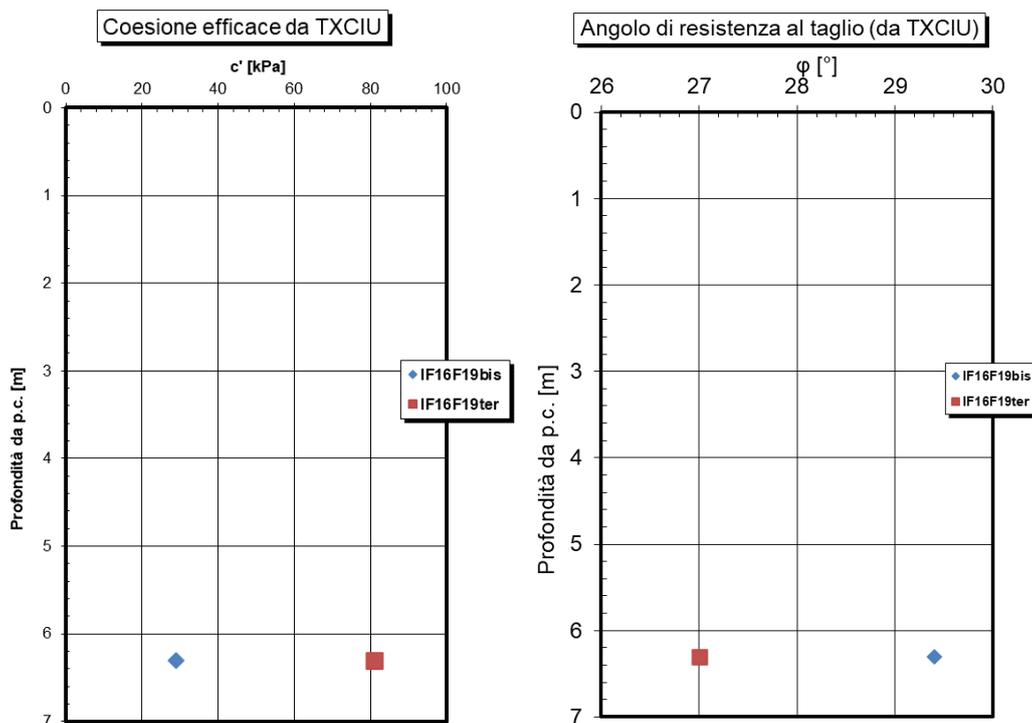


Figura 9-7. Coesione efficace e angolo d'attrito da prove di triassiali consolidate non drenate–Unità coltre.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 136 di 166

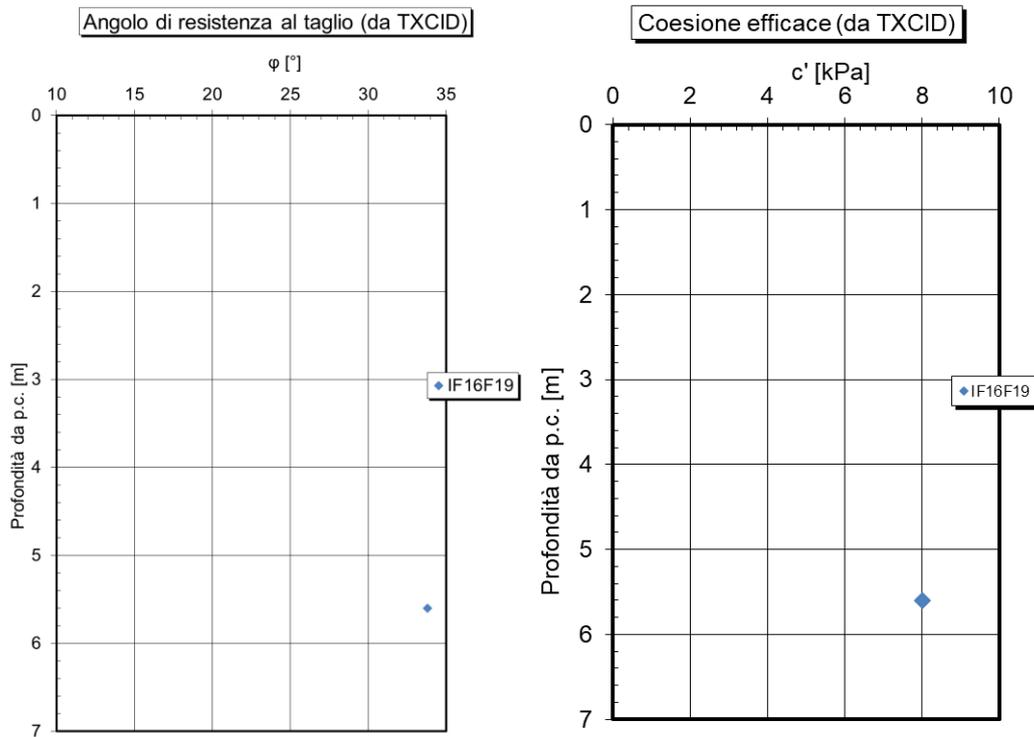


Figura 9-8. Coesione efficace e angolo d'attrito da prove di triassiali consolidate drenate–Unità coltre.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 137 di 166

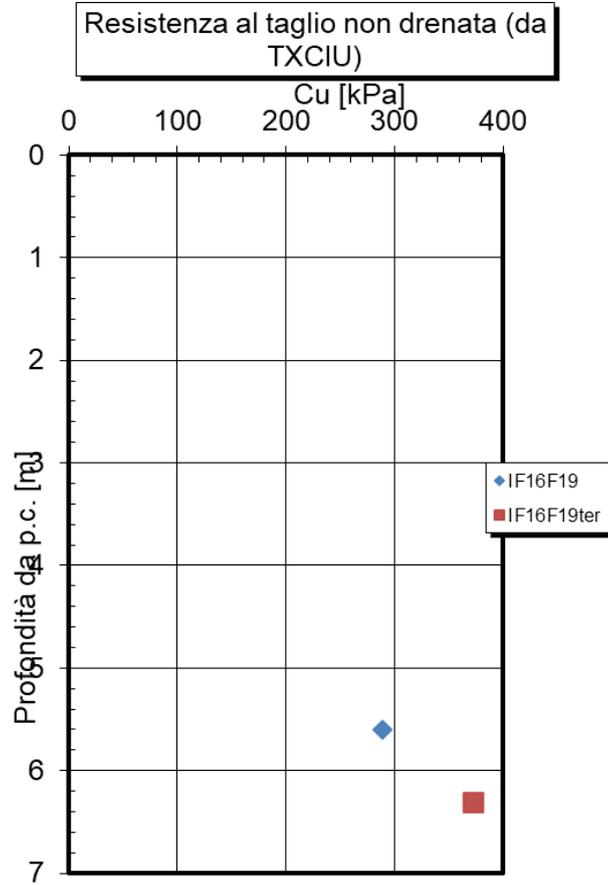


Figura 9-9. Coesione non drenata da prove di triassiali consolidate non drenate–Unità coltre.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 138 di 166

La resistenza al taglio non drenata è stata determinata anche da prove SPT tramite correlazioni empiriche col valore di N_{spt} e da Pocket Penetrometer.

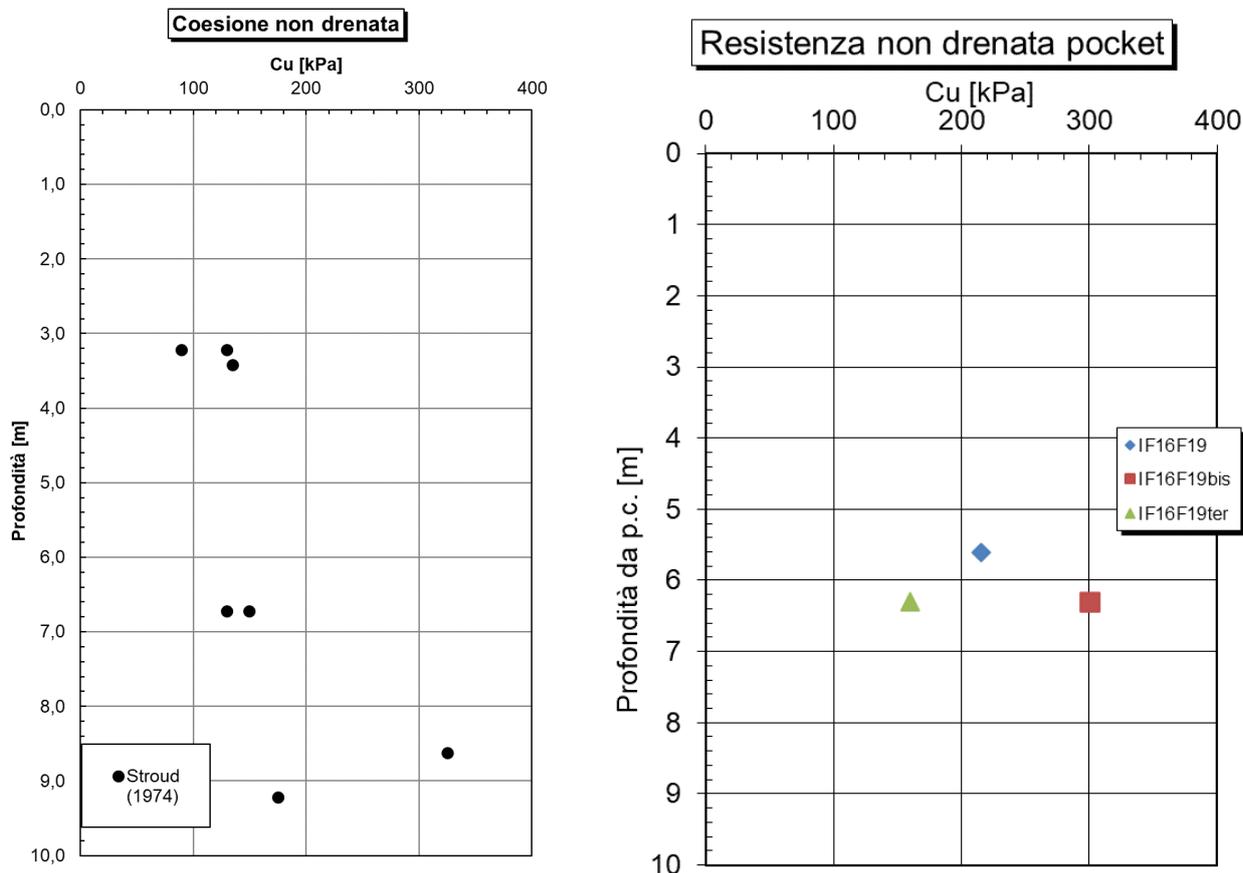


Figura 9-10. Coesione non drenata da prove SPT e Pocket Penetrometer–Unità coltre.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 139 di 166

9.4.3 Proprietà meccaniche di deformabilità

9.4.3.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE SPT

Le proprietà di deformabilità sono state valutate sulla base delle velocità delle onde di taglio calcolate mediante correlazioni empiriche per litotipi argillosi (Oshta & Goto (78) e Lee (92)).

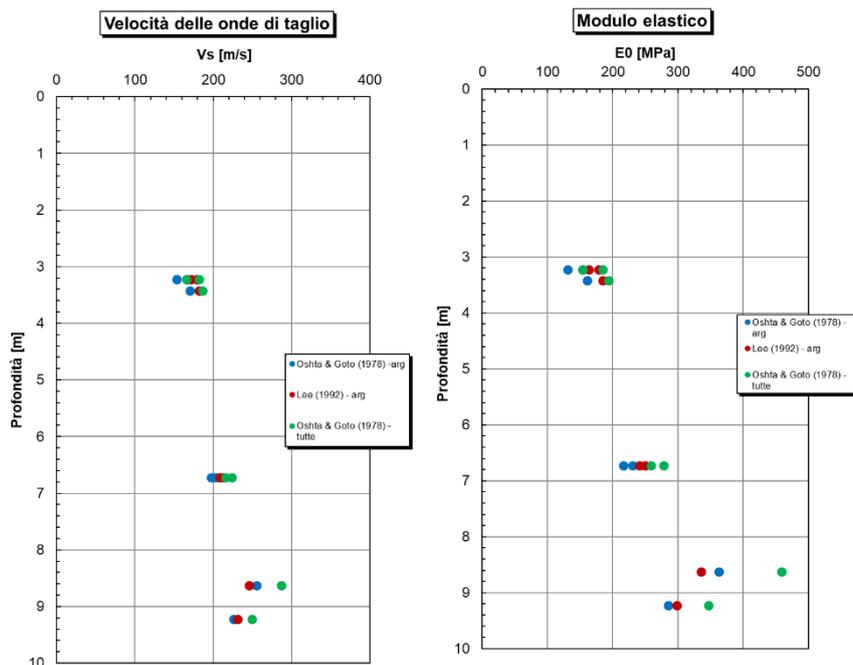


Figura 9-11. Vs e modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT – Unità coltre.

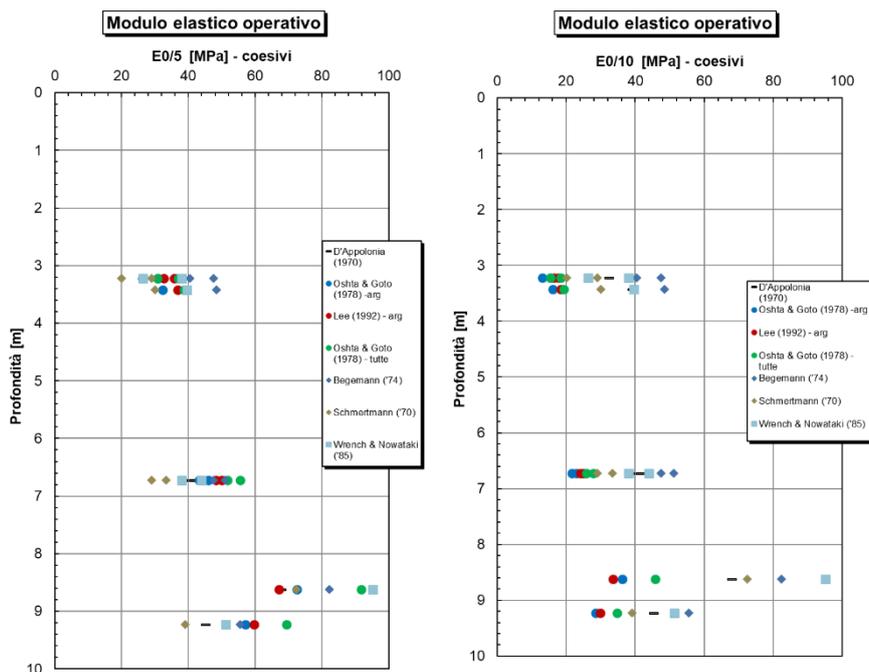


Figura 9-12. Moduli elastici operativi E0/10 e E0/5 da prove SPT – Unità coltre.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. FOGLIO C 140 di 166

9.4.3.2 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE IN FORO

Di seguito si riportano i valori di modulo elastico ricavato da prove dilatometriche.

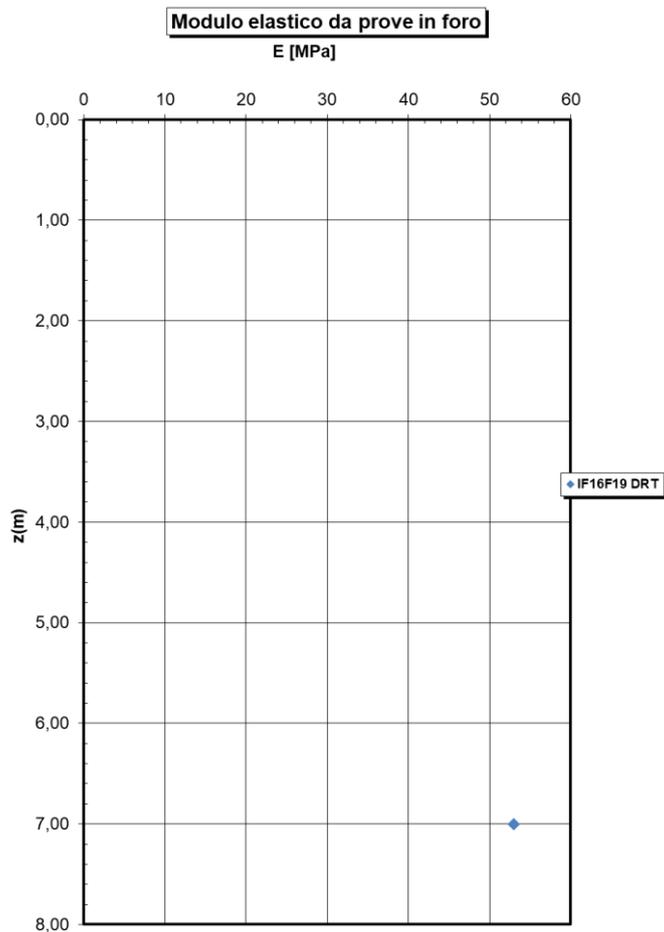


Figura 9-13. Moduli elastici da prove in foro – Unità coltre.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER					PINI
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 141 di 166

9.4.3.3 INTERPRETAZIONE DI PROVE EDOMETRICHE

Di seguito si riportano le curve edometriche per la formazione in esame. Dalla curva è stata ricavata la pressione di preconsolidazione del materiale con il Metodo di Casagrande, necessaria per calcolare il valore di OCR (rapporto di sovraconsolidazione) del materiale.

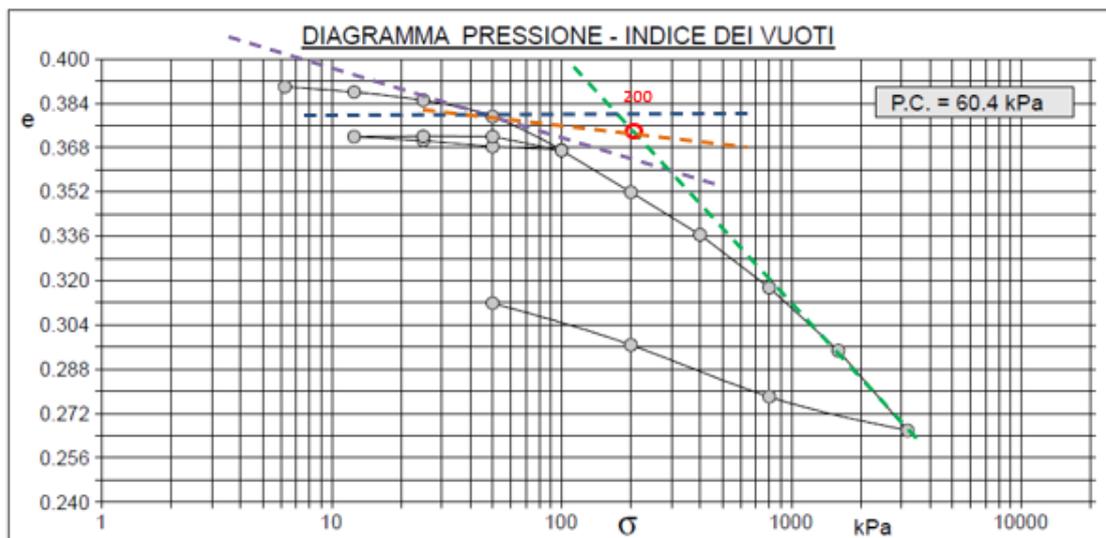


Figura 9-14. Prova edometrica campione CI1 da sondaggio IF16F19 – Unità coltre.

IF16F19 – CI1		
σ'_c	kPa	200
Livello falda	m	5.0
Profondità provino	m	5.5
σ'_{v0}	kPa	116
OCR	-	1.7
Cc	-	0.096
Cs	-	0.025

Tabella 9-3 – Interpretazione prova edometrica, campione CI1 da sondaggio IF16F19– Unità coltre.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 142 di 166

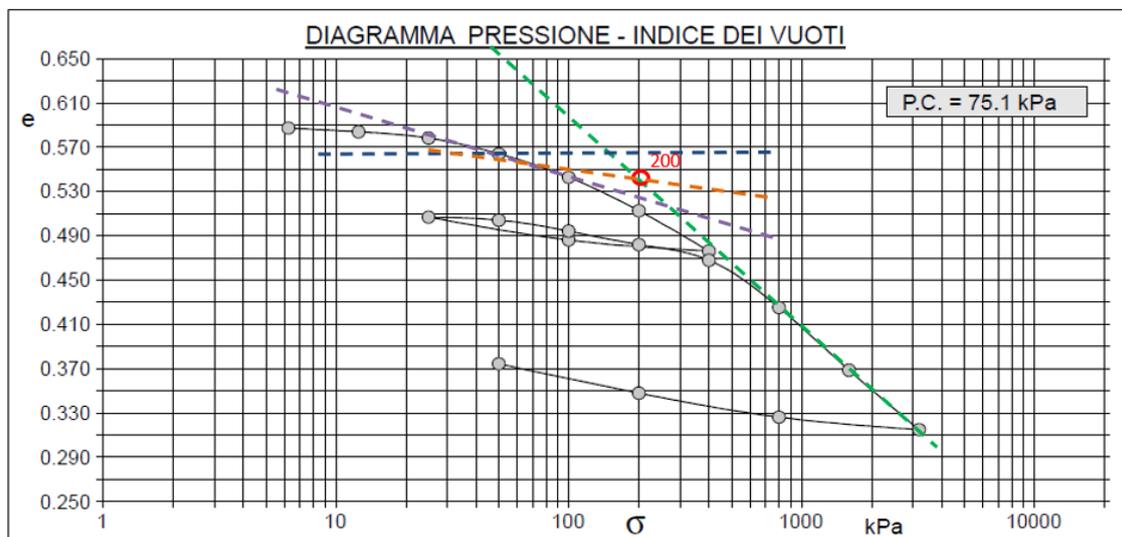


Figura 9-15. Prova edometrica campione CI1 da sondaggio IF16F19bis – Unità coltre.

IF16F19bis – CI1		
σ'_c	kPa	200
Livello falda	m	4.0
Profondità provino	m	6.25
σ'_{v0}	kPa	115
OCR	-	1.7
Cc	-	0.0179
Cs	-	0.033

Tabella 9-4 – Interpretazione prova edometrica, campione CI1 da sondaggio IF16F19bis – Unità coltre.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 144 di 166

9.4.4 Conducibilità idraulica – Unità coltre

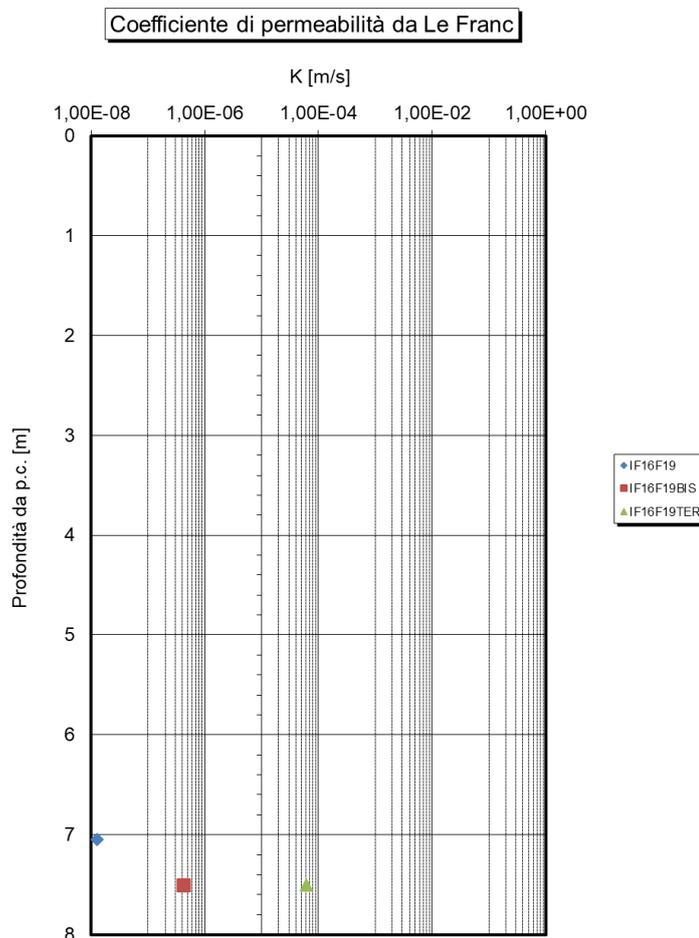


Figura 9-17 – Conducibilità idraulica – coltre.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 145 di 166

9.5 UNITÀ STF2

9.5.1 Proprietà fisiche

9.5.1.1 PROPRIETÀ FISICHE DA PROVE DI LABORATORIO

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati mostrano che il terreno è costituito da limo e argilla in prevalenza, con una percentuale di sabbia.

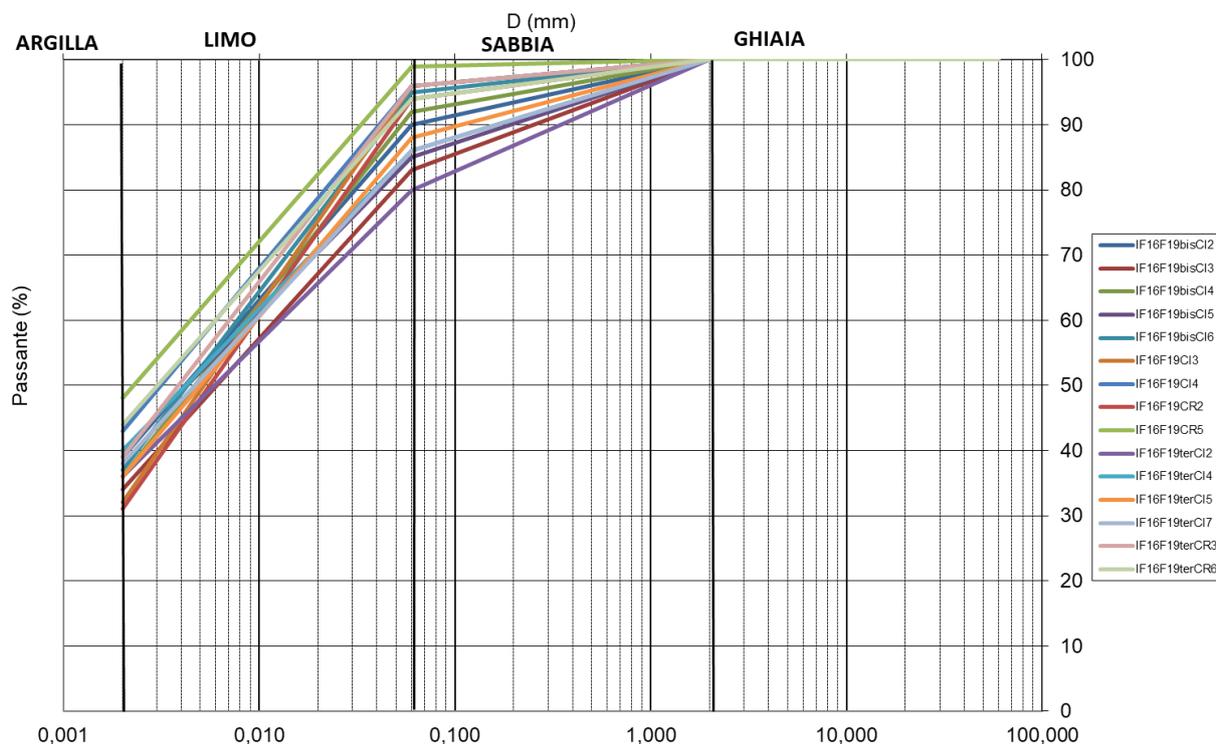


Figura 9-18. Curva granulometrica – Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 146 di 166

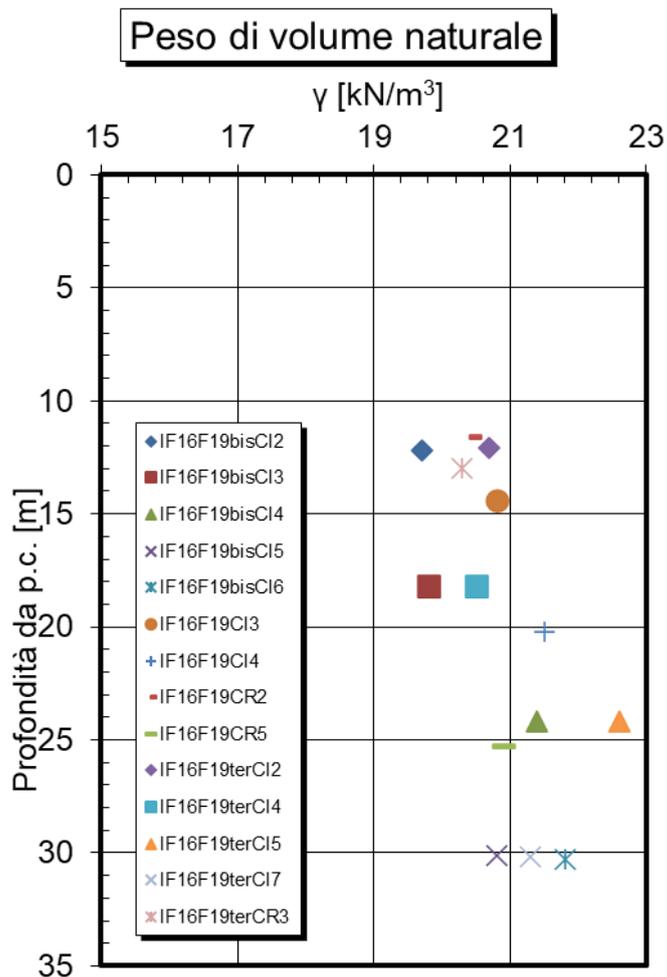


Figura 9-19. Peso per unità di volume – Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 147 di 166

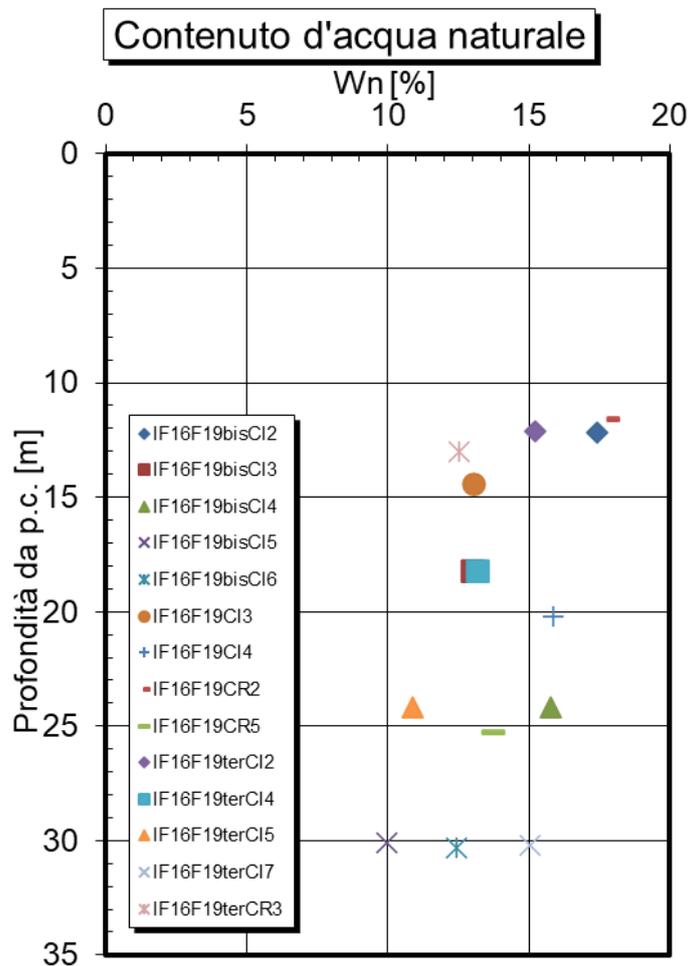


Figura 9-20. Contenuto d'acqua naturale – Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 148 di 166

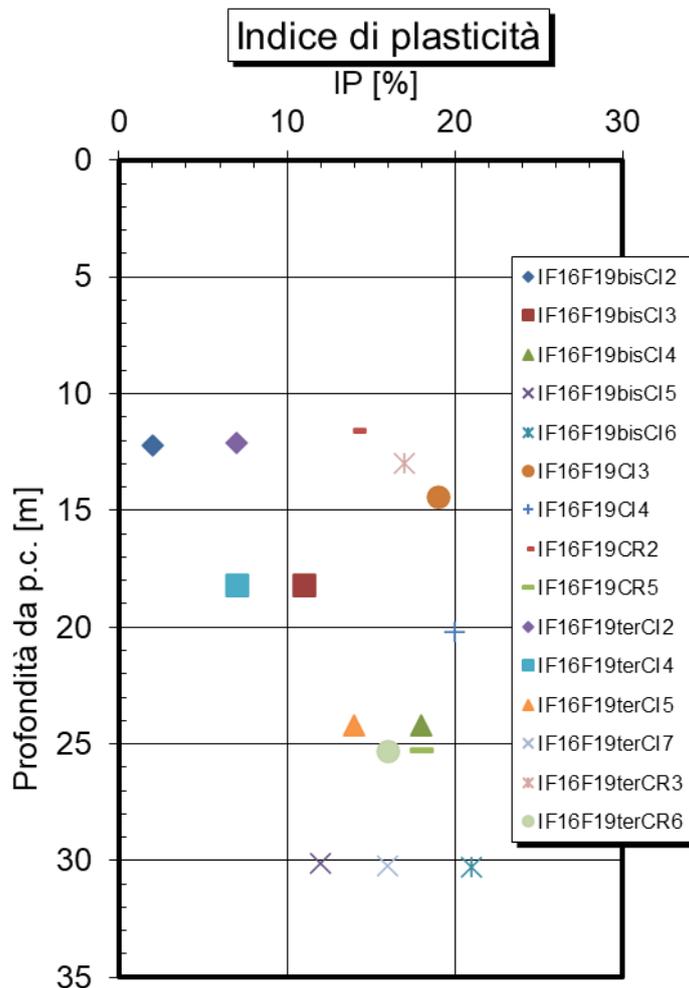


Figura 9-21. Indice di plasticità – Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 149 di 166

Carta di Plasticità di Casagrande

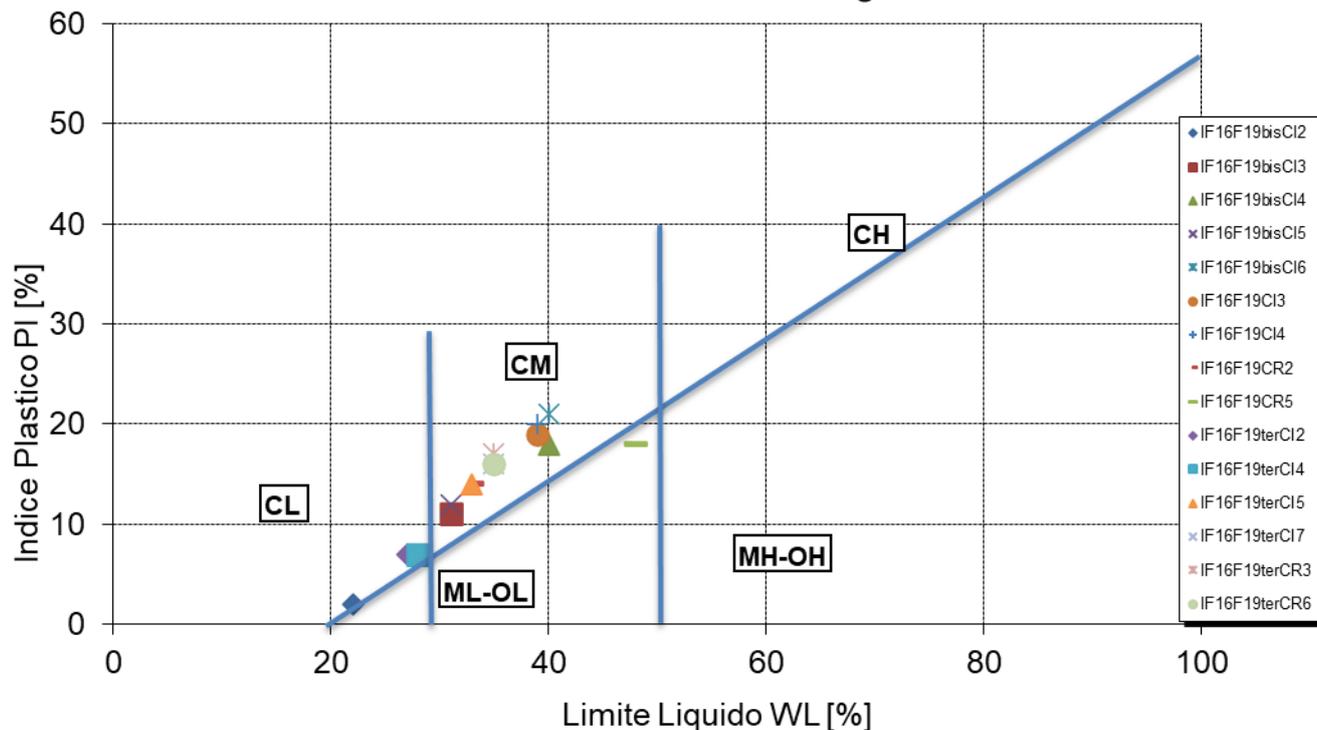


Figura 9-22. Carta di Casagrande – Unità STF2.

L'unità in esame può essere classificata come argilla inorganica a media (bassa) plasticità.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 150 di 166

9.5.2 Proprietà meccaniche di resistenza

La coesione drenata e l'angolo d'attrito per la formazione in esame sono stati ricavati da prove di taglio diretto e prove triassiali consolidate non drenate.

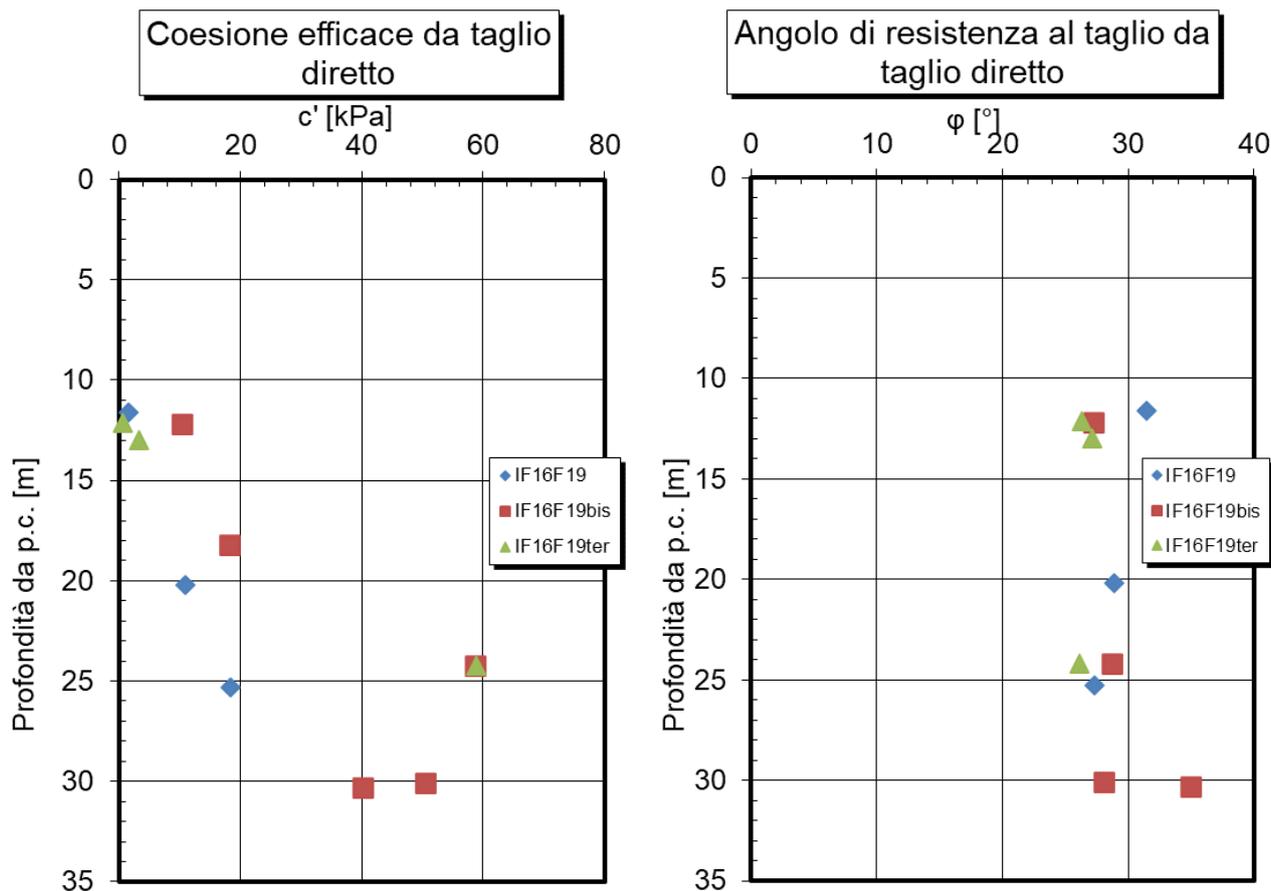


Figura 9-23. Coesione efficace e angolo d'attrito da prove di taglio diretto–Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 151 di 166

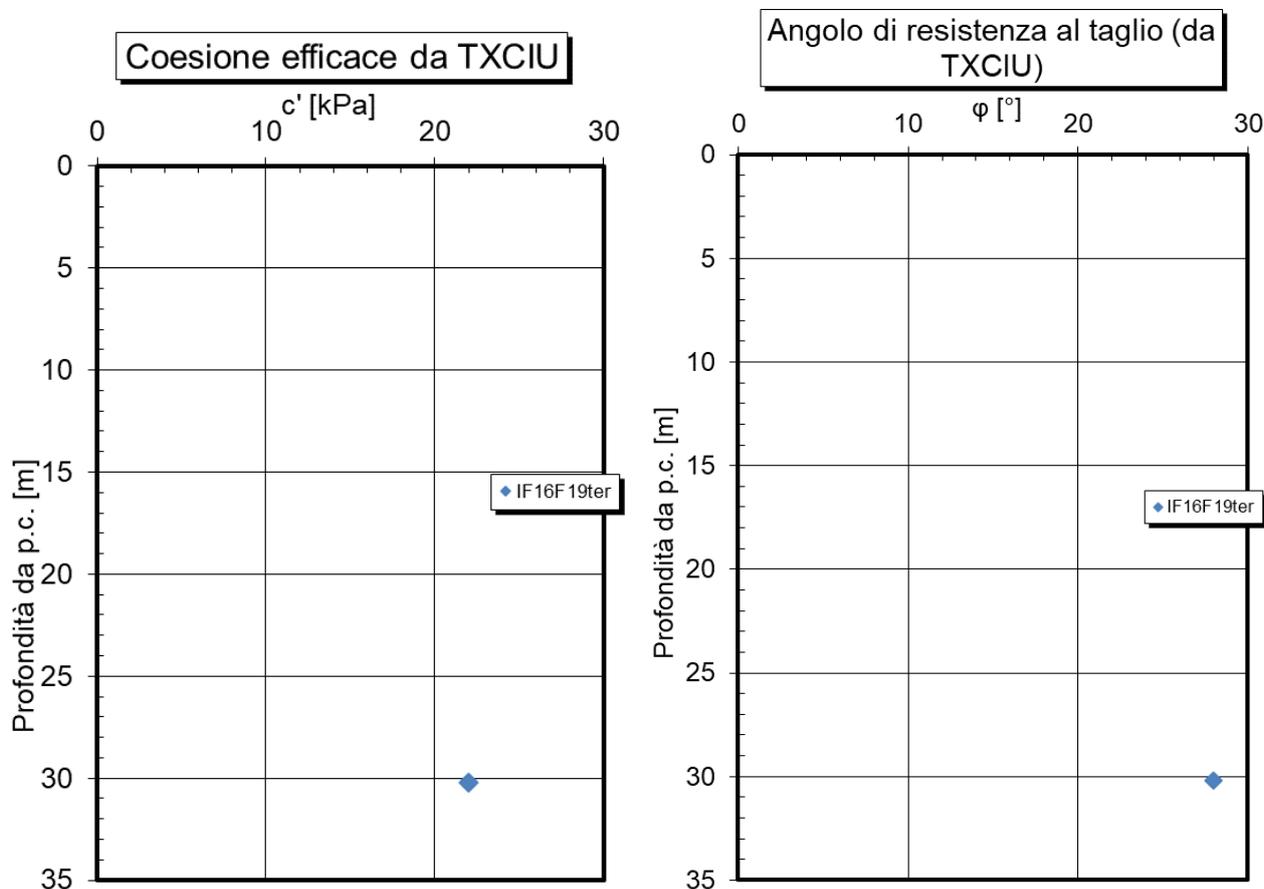


Figura 9-24. Coazione efficace e angolo d'attrito da prove di triassiali consolidate drenate–Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 152 di 166

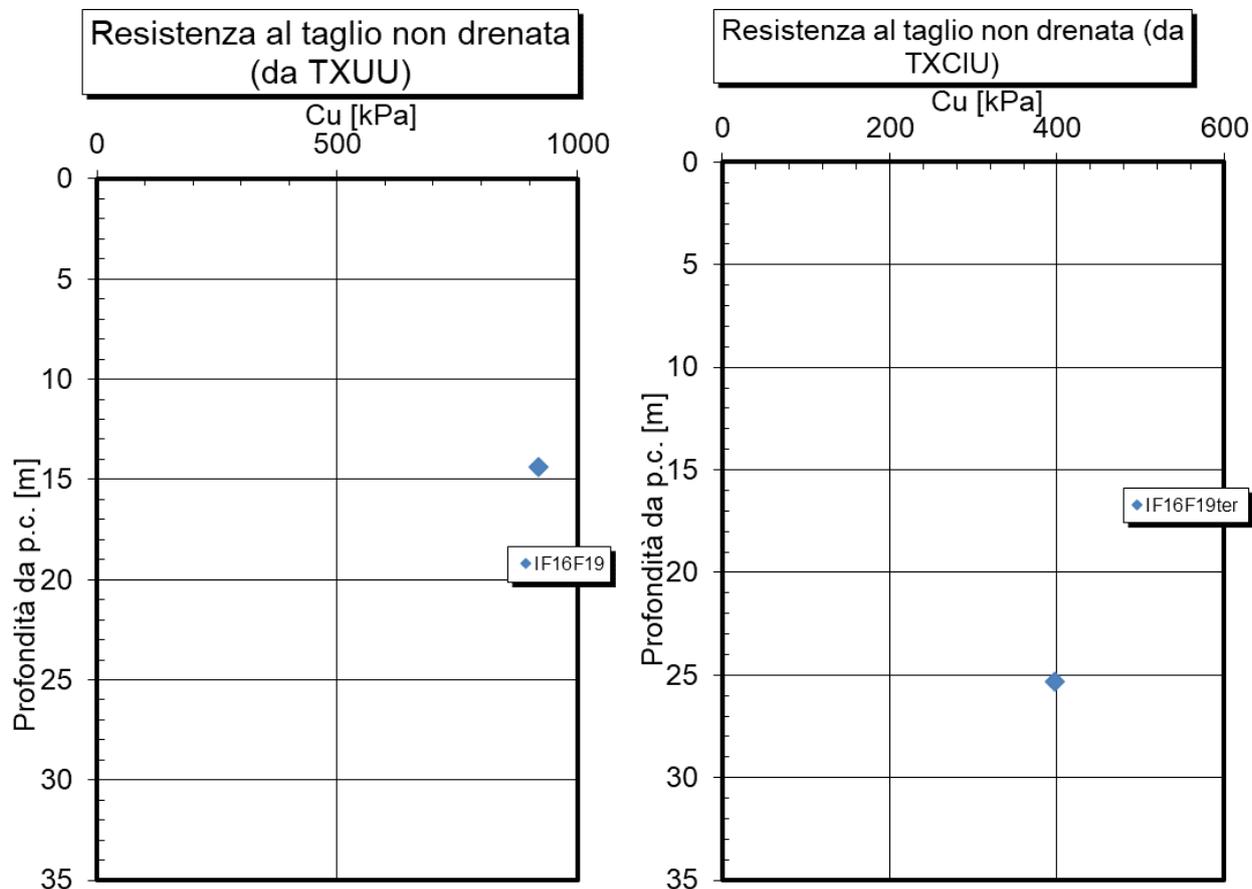


Figura 9-25. Coesione non drenata da prove di triassiali consolidate non drenate e non consolidate non drenate–Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001
				REV. C	FOGLIO 154 di 166

La resistenza al taglio non drenata è stata determinata anche da prove SPT tramite correlazioni empiriche col valore di N_{spt} e da Pocket Penetrometer.

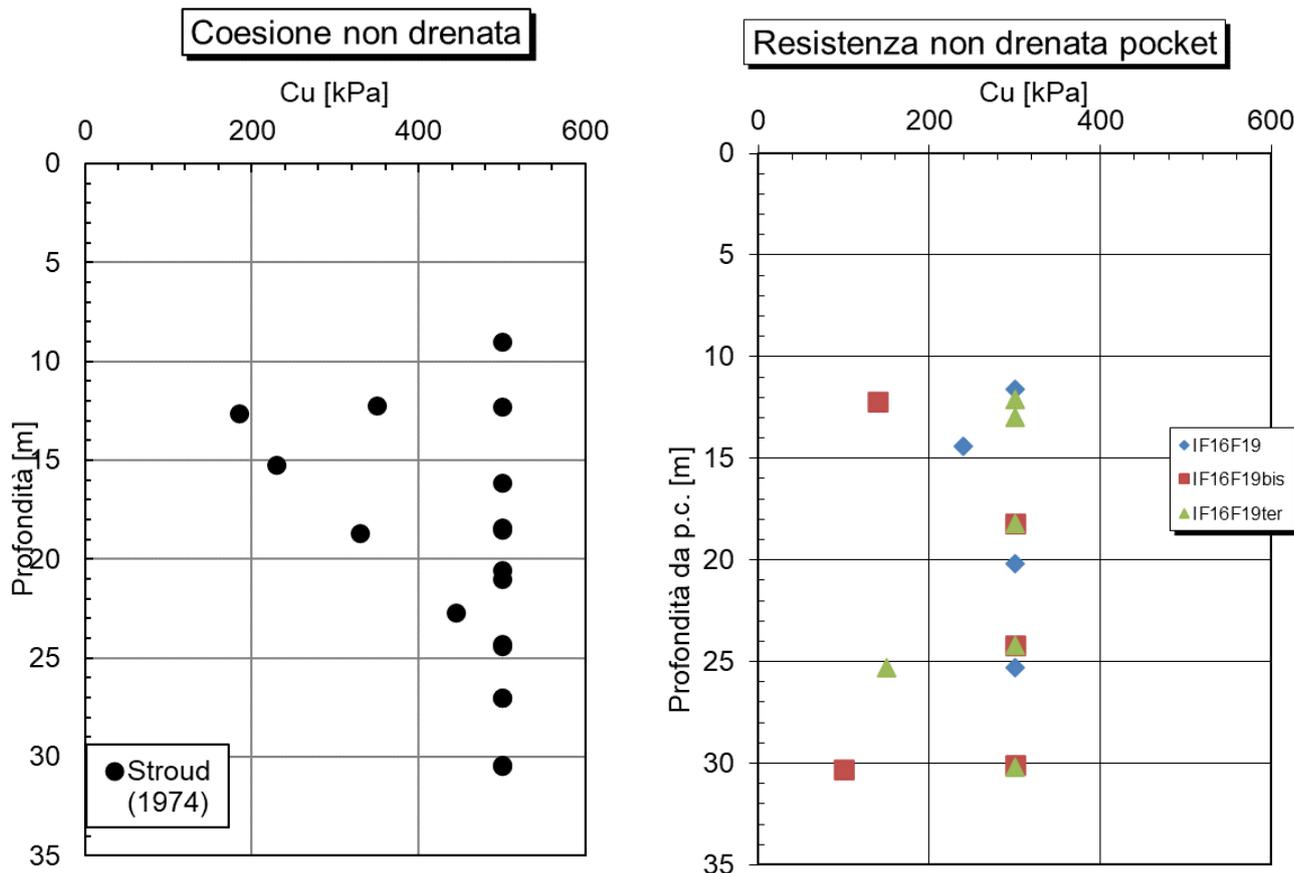


Figura 9-27. Coesione non drenata da prove SPT e Pocket Penetrometer–Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 155 di 166

9.5.3 Proprietà meccaniche di deformabilità

9.5.3.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE SPT

Le proprietà di deformabilità sono state valutate sulla base delle velocità delle onde di taglio calcolate mediante correlazioni empiriche per litotipi argillosi (Oshta & Goto (78) e Lee (92)).

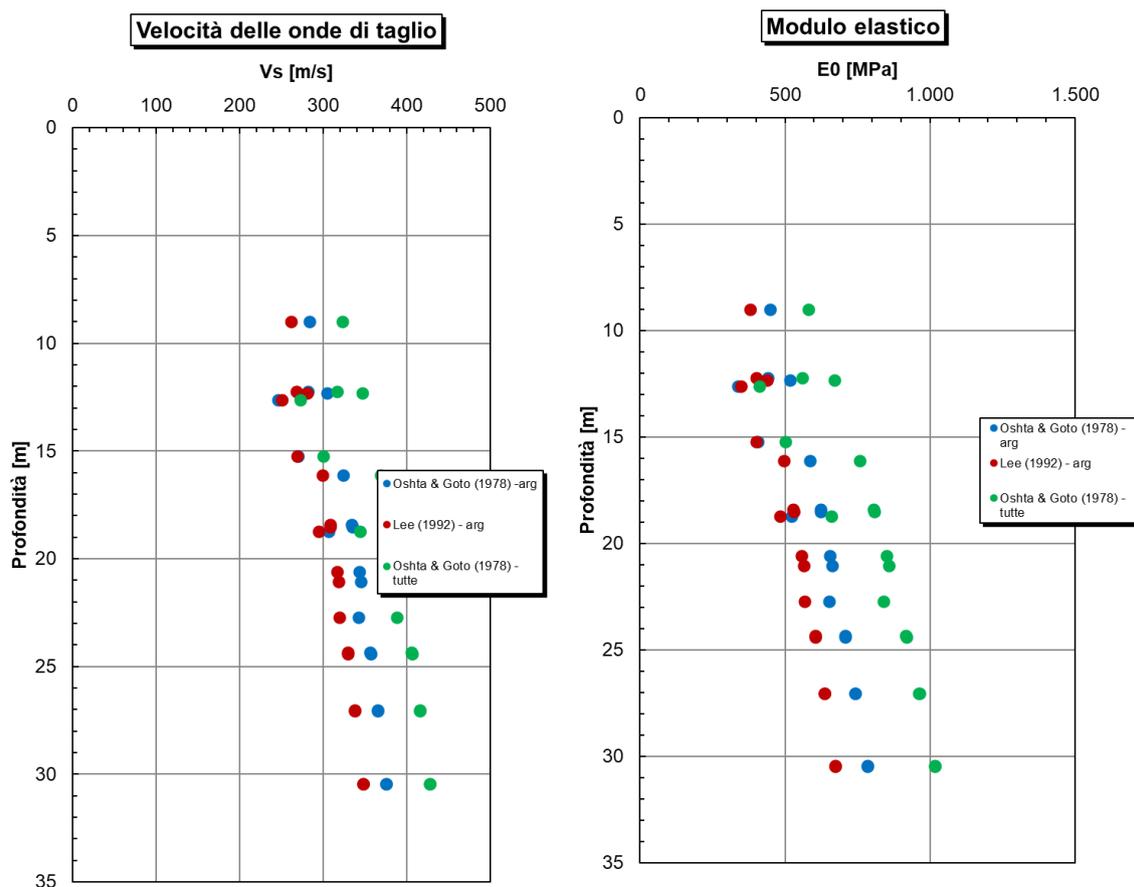


Figura 9-28. Vs e modulo elastico a piccole deformazioni da prove SPT – Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 156 di 166

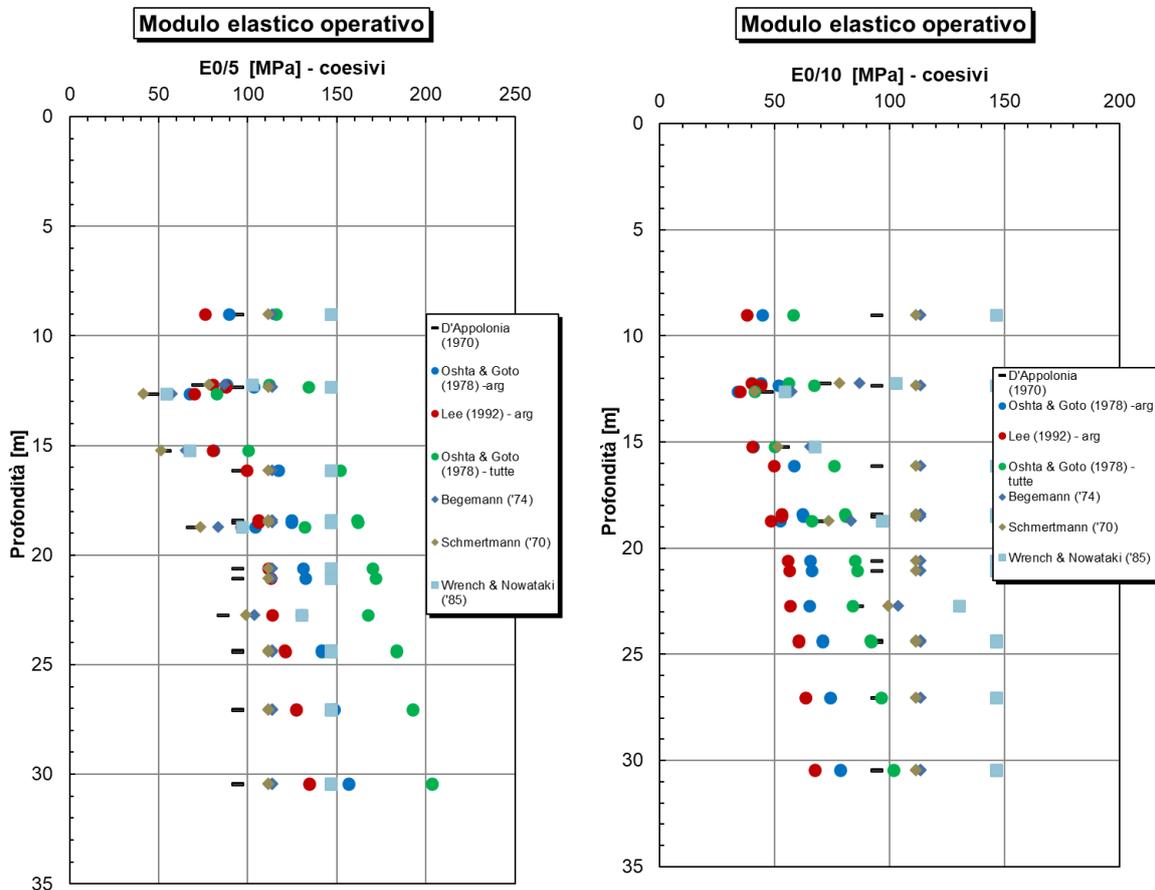


Figura 9-29. Moduli elastici operativi E0/10 e E0/5 da prove SPT – Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 157 di 166

9.5.3.2 PROPRIETÀ MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ DA PROVE IN FORO

Di seguito si riportano i valori di modulo elastico ricavato da prove dilatometriche.

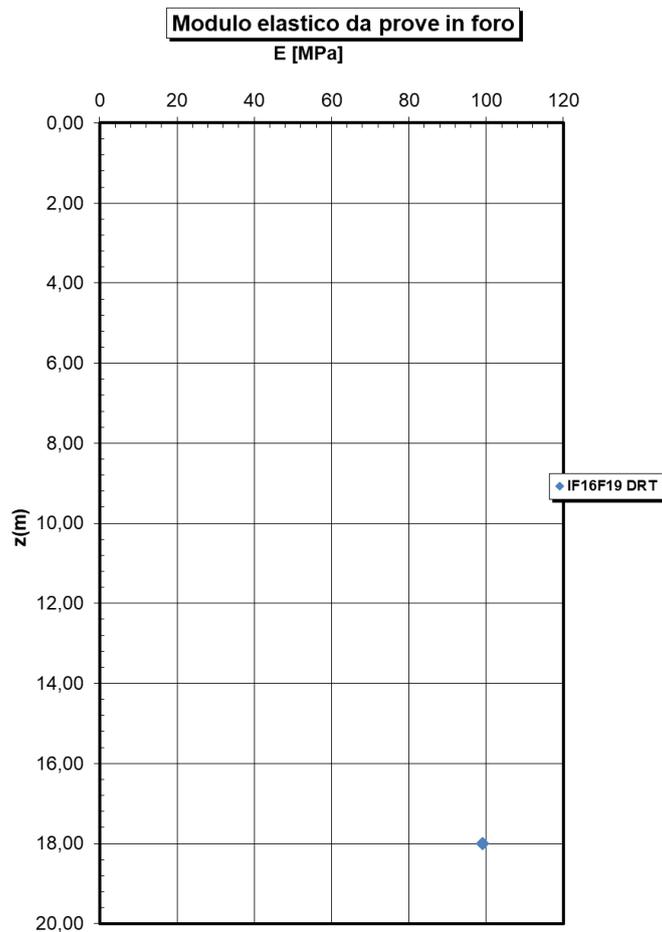


Figura 9-30. Moduli elastici da prove in foro – Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PIZZAROTTI						
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 158 di 166

9.5.3.3 INTERPRETAZIONE DI PROVE EDOMETRICHE

Di seguito si riportano le curve edometriche per la formazione in esame. Dalla curva è stata ricavata la pressione di preconsolidazione del materiale con il Metodo di Casagrande, necessaria per calcolare il valore di OCR (rapporto di sovraconsolidazione) del materiale.

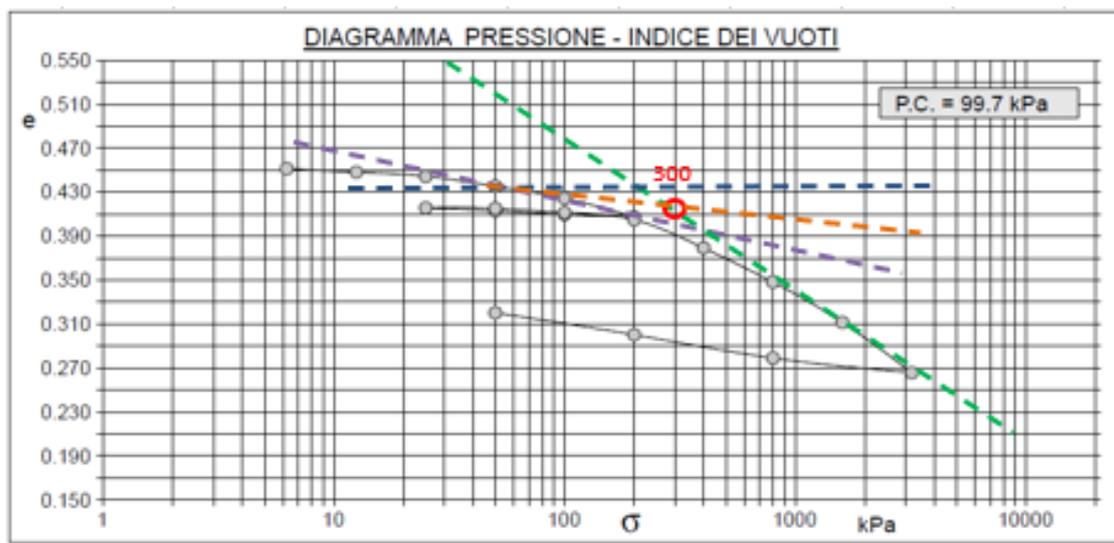


Figura 9-31. Prova edometrica campione CI3 da sondaggio IF16F19 – Unità STF2.

IF16F19 – CI3		
σ'_c	kPa	300
Livello falda	m	5.0
Profondità provino	m	14.4
σ'_{v0}	kPa	225
OCR	-	1.3
Cs	-	0.153
Cs	-	0.030

Tabella 9-6 – Interpretazione prova edometrica, campione CI3 da sondaggio IF16F19– Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 159 di 166

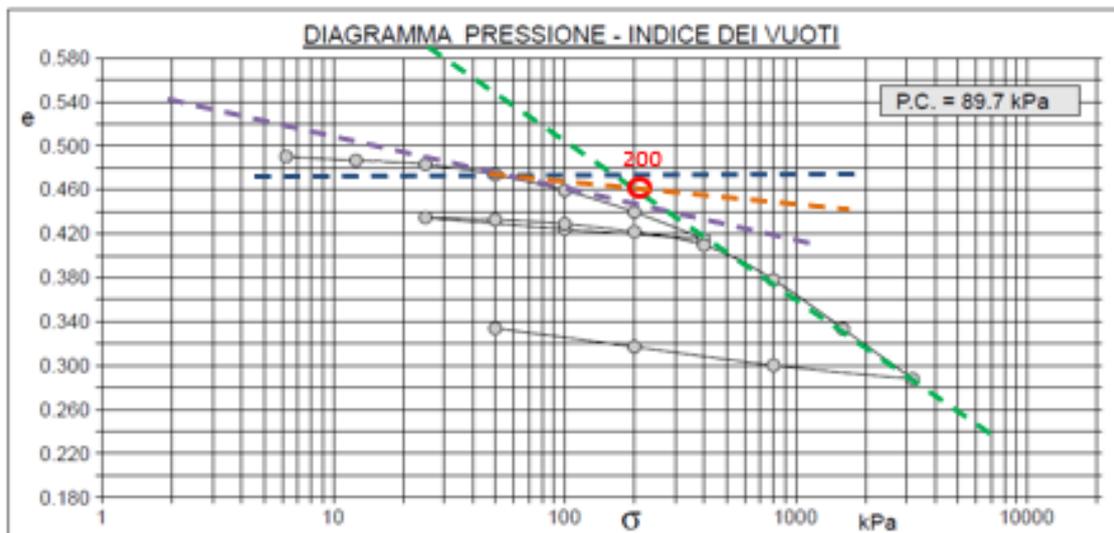


Figura 9-32. Prova edometrica campione CI3 da sondaggio IF16F19bis – Unità STF2.

<i>IF16F19bis – CI3</i>		
σ'_c	kPa	200
Livello falda	m	4.0
Profondità provino	m	18.15
σ'_{v0}	kPa	261
OCR	-	1.0
Cs	-	0.149
Cs	-	0.025

Tabella 9-7 – Interpretazione prova edometrica, campione CI3 da sondaggio IF16F19bis– Unità STF2.

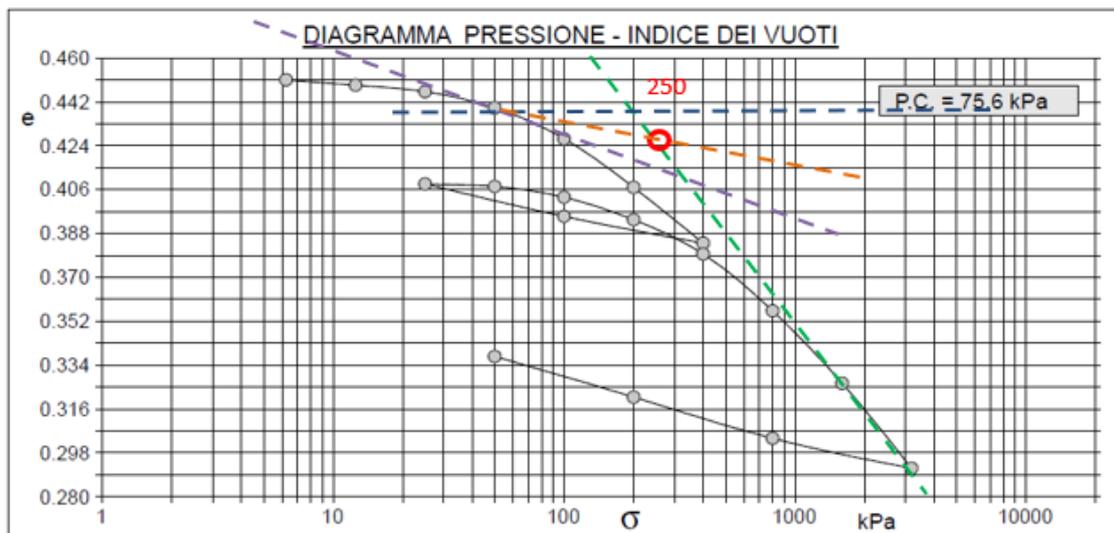


Figura 9-33. Prova edometrica campione CI5 da sondaggio IF16F19bis – Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PIZZAROTTI					
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF		
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 160 di 166

<i>IF16F19bis – C15</i>		
σ'_c	kPa	250
Livello falda	m	4.0
Profondità provino	m	30.1
$\sigma'v0$	kPa	406
OCR	-	1.0
Cs	-	0.116
Cs	-	0.025

Tabella 9-8 – Interpretazione prova edometrica, campione C15 da sondaggio IF16F19bis– Unità STF2.

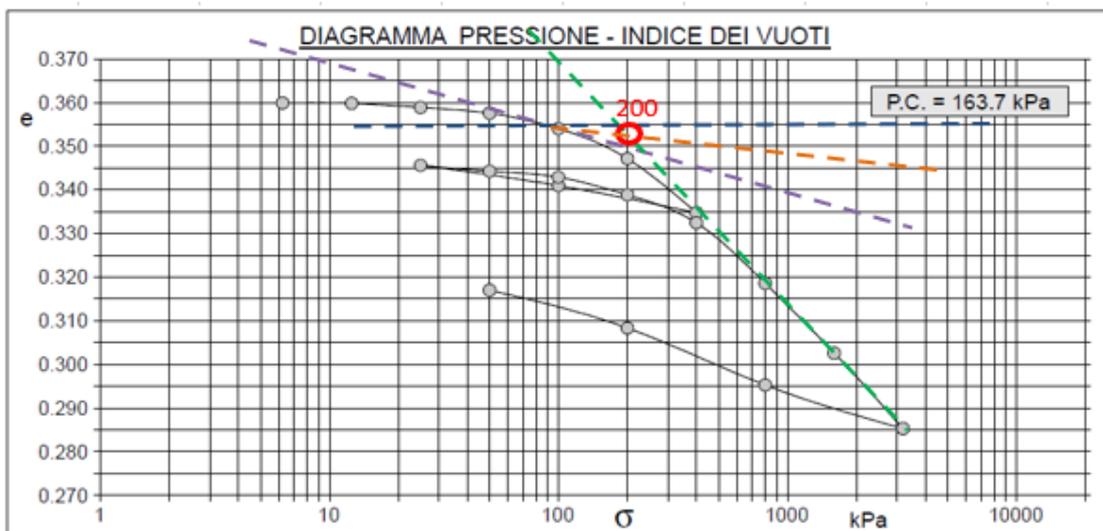


Figura 9-34. Prova edometrica campione C16 da sondaggio IF16F19bis – Unità STF2.

<i>IF16F19bis – C16</i>		
σ'_c	kPa	200
Livello falda	m	4.0
Profondità provino	m	30.3
$\sigma'v0$	kPa	409
OCR	-	1.0
Cs	-	0.060
Cs	-	0.018

Tabella 9-9 – Interpretazione prova edometrica, campione C16 da sondaggio IF16F19bis– Unità STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA			
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 161 di 166

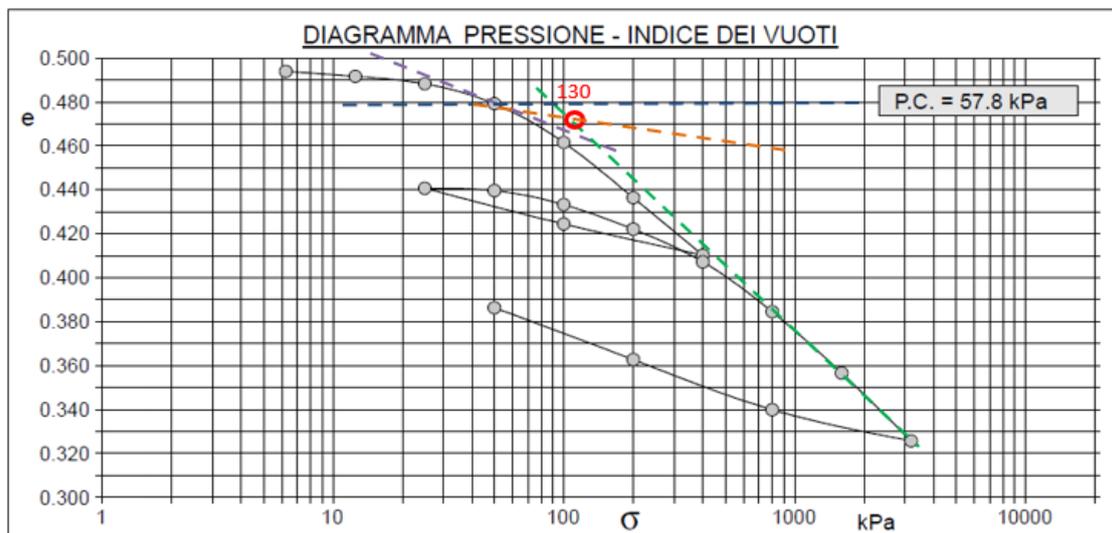


Figura 9-35. Prova edometrica campione CI4 da sondaggio IF16F19ter – Unità STF2.

<i>IF16F19ter – CI4</i>		
σ'_c	kPa	130
Livello falda	m	4.0
Profondità provino	m	18.2
σ'_{v0}	kPa	261
OCR	-	1.0
Cs	-	0.103
Cs	-	0.033

Tabella 9-10 – Interpretazione prova edometrica, campione CI4 da sondaggio IF16F19ter– Unità STF2.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 162 di 166

9.5.4 Conducibilità idraulica – Unità STF2

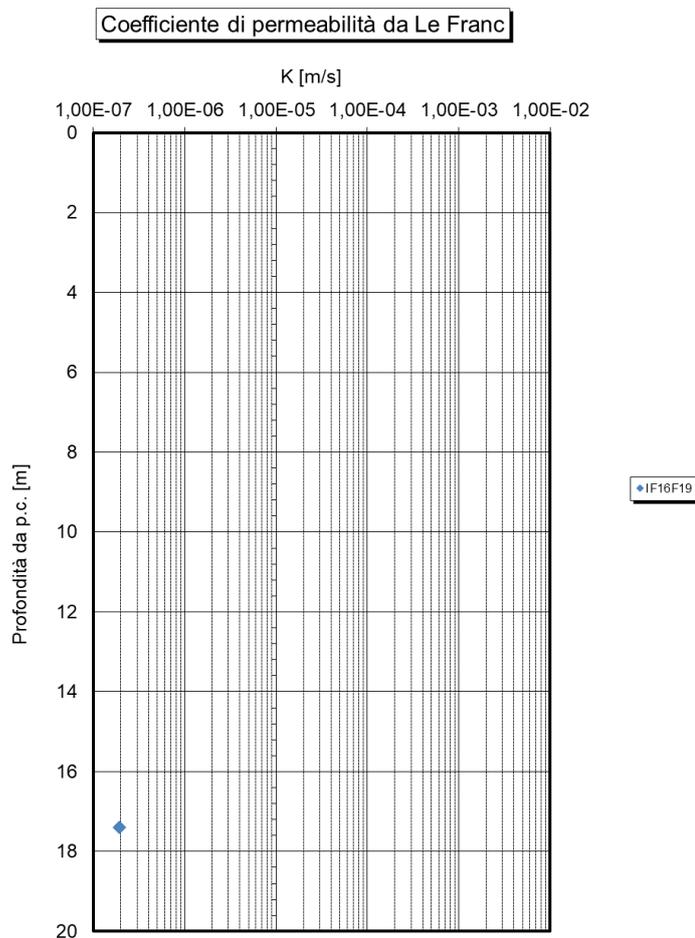


Figura 9-36 – Conducibilità idraulica – STF2.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 163 di 166

9.6 INDAGINI GEOFISICHE

Di seguito si la sezione dello stendimento sismico Rifr04 realizzato lungo la tratta in esame e i grafici delle velocità delle onde di taglio e dei moduli elastici ricavati lungo la sezione riportata in figura.

RIFR_04
Sezione
Onde S

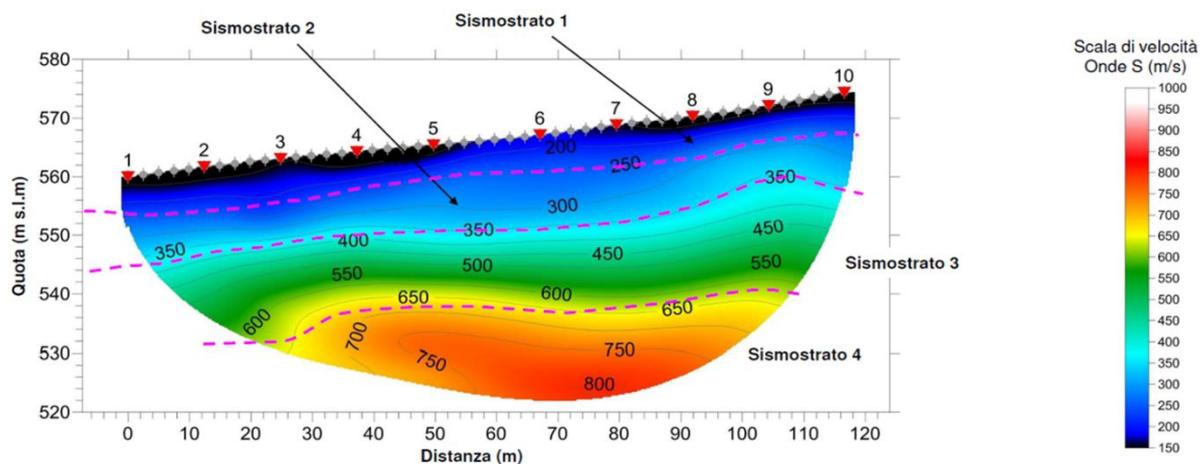


Figura 9-37 – Stendimento sismico Rifr 04.

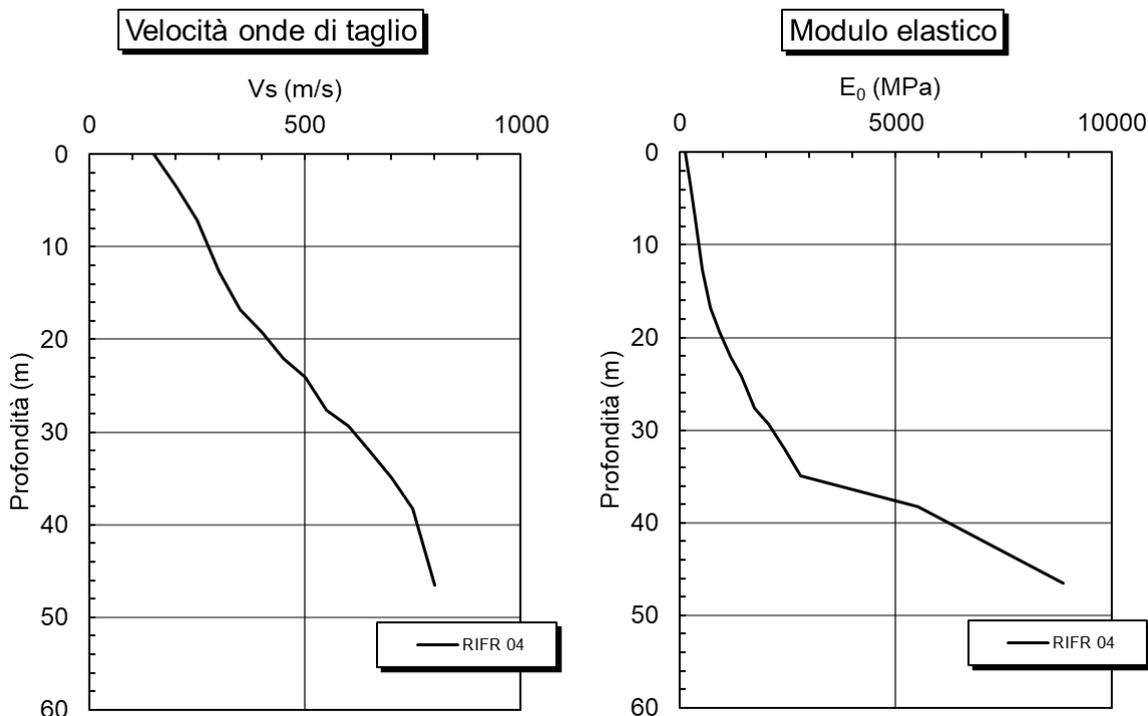


Figura 9-38. Velocità onde di taglio e moduli elastici a piccole deformazioni da prove geofisiche – Viabilità SSE.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 164 di 166

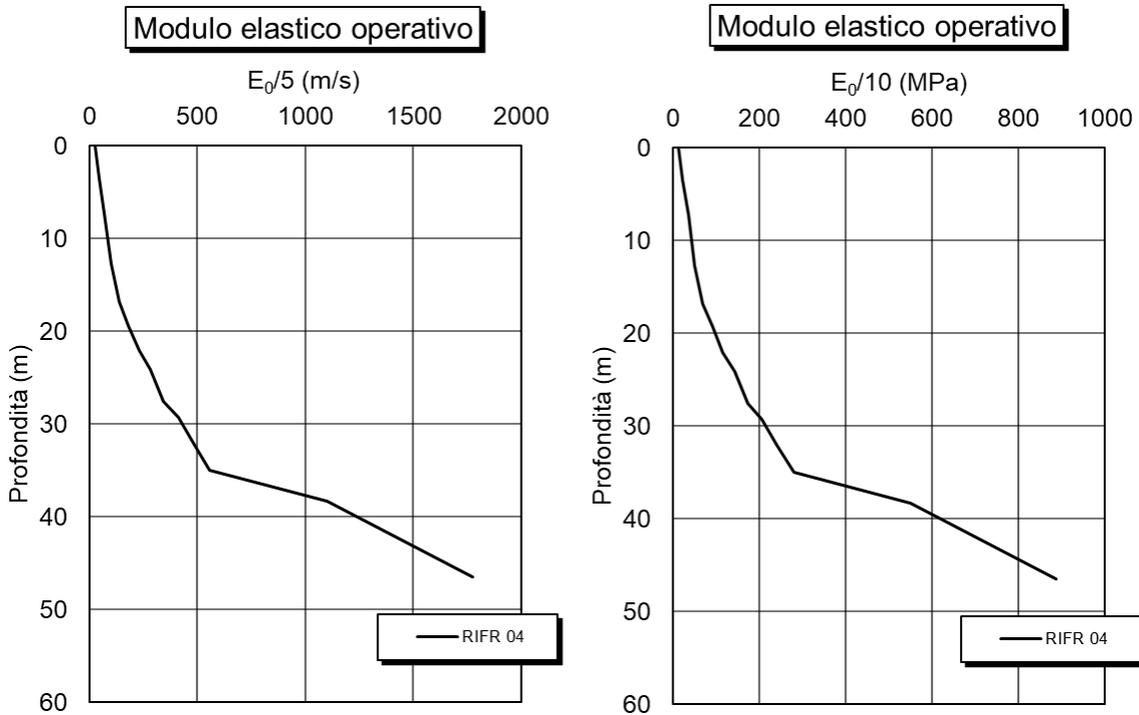


Figura 9-39. Moduli elastici operativi da prove geofisiche – Viabilità SSE.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C FOGLIO 165 di 166

9.7 QUADRO DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Unità		COLTRE	STF2
<i>Proprietà</i>	<i>u.m.</i>	<i>range</i>	<i>range</i>
γ	kN/m ³	20-21	19-22
e_0	-	0.4-0.6	0.36-0.49
C_c	-	0.096-0.146	0.06-0.153
C_s	-	0.025-0.033	0.018-0.033
D_r	%	-	-
I_p	%	10-11	5-20
c'	kPa	8-20	0-20
ϕ'	°	27-29	25-28
OCR	-	1-3	1-2
C_u	kPa	90-150; z=3-5 m pc 150-300 z=5-6 m pc >300; z>6 m pc	50-200; z<15 >200 z>15 m pc
E_0	MPa	100-200; z=3-6m pc 200-300; z=6-8m pc >300; z>8m pc	300-800; z=9-30 m pc
$E_0/5$	MPa	20-40; z=3-6m pc 40-60; z=6-8m pc >60; z>8m pc	60-160; z=9-30 m pc
$E_0/10$	MPa	1-200; z=3-6m pc 20-30; z=6-8m pc >30; z>8m pc	30-80; z=9-30 m pc
k	m/s	10^{-5} - 10^{-8}	10^{-7}

Tabella 9-11 – Sintesi parametrizzazione geotecnica terreni – Viabilità SSE.

Per ulteriori approfondimenti riguardo la caratterizzazione geotecnica dell'Unità STF2 si rimanda al documento di progetto "Relazione di caratterizzazione geotecnica/geomeccanica generale" Rif. [11].

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GE0106 001	REV. C	FOGLIO 166 di 166

10 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA – COLLEGAMENTO LINEA STORICA/RACCORDO PROVVISORIO

10.1 NOTE INTRODUTTIVE

Relativamente al tratto di collegamento della linea storica con il raccordo provvisorio previsto per la realizzazione delle attività di cantiere nei pressi dell'imbocco lato Bari si riporta di seguito una sintesi della stratigrafia individuata dallo studio del sondaggio integrativo IV-01 eseguito nell'area in esame.

Superficialmente è presente un terreno di copertura (terreno vegetale e/o riporto) a matrice essenzialmente limo-argillosa, mentre al di sotto di questa sono state individuate le seguenti unità litostratigrafiche:

- RPL1b, facies argillosa e argillo-limosa del subsistema dell'Incoronata RPL1;
- FAEm: litofacies marnoso-argillosa della formazione del Flysch di Faeto

10.2 INDAGINI DISPONIBILI

La stratigrafia del tratto in esame è stata definita sulla base delle risultanze del sondaggio eseguito nell'area di interesse riportato di seguito.

ID	Campagna	Coordinate Gauss-Boaga		Quota	Prof.	Strumentazione			Prove in foro				MASW
		Est	Nord	m slm	m	Piez Cas.	Piez TA	Incl.	SPT [n]	Permeabilità [prof.m]	Pressiometrie / Dilatometriche [prof.m]	Down-hole	
IV-01	2022	2542803.8	4565624.2	417.42	40				11	-	-	-	-

Figura 10-1– Indagini geognostiche di riferimento.

10.3 QUADRO DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Per la definizione dei parametri geotecnici relativi alle formazioni individuate nell'area in esame si rimanda alla sintesi riportata al paragrafo 7.9.