

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

GN00 – GENERALE

GALLERIE DI LINEA

ELABORATI GENERALI

Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/02/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. M. Tanzini

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

IF3A 02 E ZZ RB GA0700 001 C -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione a 180 giorni	R. Rege	08/02/2022	A. Lucia	08/02/2022	M. Tanzini	08/02/2022	Ing. Andrea Polli
B	Adeguamento istruttoria ITF rev. A	R. Rege	10/07/2022	A. Lucia	10/07/2022	M. Tanzini	15/07/2022	
C	Adeguamento istruttoria ITF rev. B	E. Molina	10/11/2022	A. Lucia	12/11/2022	M. Tanzini	15/11/2022	
								15/11/2022

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 3 di 41

1 INTRODUZIONE

La presente relazione è parte integrante del Progetto Esecutivo per il raddoppio del 2° lotto funzionale Hirpinia - Orsara della tratta Apice – Orsara, compreso tra la Stazione di Orsara e la nuova fermata di Hirpinia per una estensione complessiva di circa 28 Km di linea.

In particolare, la presente relazione descrive gli aspetti geotecnici considerati per la progettazione delle opere in sotterraneo realizzate in tradizionale.

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Nell'ambito dell'Itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Hirpinia-Orsara che rappresenta il secondo lotto della tratta in variante Apice-Orsara, il cui primo lotto (Apice-Hirpinia) si trova attualmente in fase di esecuzione da parte del Consorzio Hirpinia AV.

La riqualificazione e lo sviluppo dell'itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l'aumento dell'offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l'accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.



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

La variante oggetto della presente relazione interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari e risulta strategica nel riassetto complessivo dei collegamenti metropolitani, regionali e lunga percorrenza previsto con la realizzazione di tutto il potenziamento. Si colloca in territorio campano e pugliese ed i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Flumeri, Savignano Irpino e Montaguto; per la provincia di Foggia: Panni e Orsara di Puglia.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 4 di 41

Il tracciato della Bovino – Orsara - Hirpinia è stato progressivato rispetto all'orientamento della Linea Storica partendo da Bovino con la pk 29+050 (fine tratta Cervaro-Bovino) fino ad Orsara con pk 40+889 (imbocco galleria Orsara) dove inizia la tratta oggetto del presente progetto esecutivo che si estende fino ad Hirpinia con pk 68+955.

La linea AV/AC si sviluppa prevalentemente in galleria con una velocità compresa tra 200 e 250 Km/h ed ha una lunghezza complessiva L=28,06 km.

Il nuovo tracciato ferroviario ha inizio alla pk 40+894.50 (BP) in corrispondenza dell'inizio del collegamento di 1^a fase della tratta Bovino – Orsara, per il quale in questo progetto è prevista la dismissione.

Il tracciato prosegue come prolungamento della nuova linea a doppio binario inizialmente con l'interasse a 4m per poi divergere fino all'imbocco dalla galleria naturale Hirpinia (lato Bari) per la quale è previsto l'imbocco a canne separate.

Il corpo ferroviario compreso tra l'inizio del progetto e la pk 41+052.75 è già realizzato nell'ambito degli interventi della tratta Bovino – Orsara, come lo sono anche i piazzali tecnologici Nord e Sud, la SSE e il sottopasso di collegamento tra la viabilità di accesso alla stazione e i piazzali suddetti.

Dal km 41+052.75 dopo un breve tratto in rilevato inizia lo scatolare che si collega direttamente al viadotto VI01 sul torrente Cervaro della lunghezza di 313.65 m. In questo contesto si colloca anche la nuova Stazione di Orsara (pk 40+074.95).

La galleria "Hirpinia" inizia alla pk 41+440.62 a pochi metri dalla spalla del viadotto VI01 e finisce alla pk 68+556.275. La galleria lato Bari imbocca direttamente con le canne separate e prosegue a doppia canna fino ad Hirpinia dove attraverso un camerone di collegamento in prossimità dell'uscita lato Napoli diventa a singola canna doppio binario per consentire ai binari di avvicinarsi all'interasse di 4 m e collegarsi con i binari di corsa della stazione di Hirpinia, già realizzata nella tratta Apice - Hirpinia. Lo sviluppo complessivo della galleria è di 27 Km circa.

L'interasse delle due canne è prevalentemente di 40 m ad eccezione di un tratto compreso tra le pk 48+000 e pk 57+800 circa all'interno del quale l'interasse è stato allargato a 50 m; per l'intera galleria le canne sono collegate tra di loro da by-pass trasversali a passo di 500 m per consentire l'esodo dei passeggeri.

Tra le pk 56+737 e 56+357 è stato inserito un luogo sicuro intermedio dotato di marciapiedi FFP di lunghezza L=410 m. L'esodo all'aperto dei passeggeri avviene attraverso la finestra F1 direttamente collegata con la viabilità locale attraverso un piazzale di sicurezza.

L'uscita della finestra F1 si trova in località Contrada Stratola, in corrispondenza dell'uscita della galleria sono stati ubicati anche i piazzali tecnologici e la nuova SSE di Ariano Irpino.

La linea AV/AC è progettata nel tratto allo scoperto (stazione di Orsara) con una velocità di tracciato di 200 Km/h, con una velocità di 250 Km/h per tutto il restante tracciato in galleria per poi riscendere a 200 Km/h in corrispondenza del camerone di Hirpinia proprio per l'approssimarsi alla stazione di Hirpinia.

Uscito dalla galleria il tracciato termina alla pk 68+971.53 (BP), coincidente con la pk 0+700 della tratta Apice – Hirpinia, in prossimità dei tronchini per l'attestamento dei treni da e per Napoli previsti nella stazione di Hirpinia di 1^a fase.

1.2 DESCRIZIONE DELLA GALLERIA HIRPINIA

Il tracciato della tratta Hirpinia-Orsara, di lunghezza complessiva pari a circa 28 km, si sviluppa prevalentemente in sotterraneo con la galleria "Hirpinia" di lunghezza pari a circa 27 Km. Ubicata fra le progressive di tracciato (B.P.) km 41+435,91 (imbocco lato Bari) e km 68+537,41 (imbocco lato Napoli), la Galleria Hirpinia ha una lunghezza della tratta in naturale di 27.062 m e una lunghezza delle tratte in artificiale pari a 39,5 m.

Partendo dall'imbocco lato Bari posto ad una quota di 362,39 m s.l.m., il tracciato procede con pendenza crescente con un valore pari al 5‰ fino alla pk 44+692 e successivamente con pendenza del 12‰ fino al punto di culmine alla pk 53+617. In questo tratto sono presenti le massime coperture della galleria pari a 370 m in corrispondenza delle pk 43+115 e 48+680 circa. Dal punto di culmine il tracciato prosegue in discesa con una pendenza del 12‰ fino alla pk 65+959.9, ad esclusione del tratto compreso tra le pk 56+732.5 e 57+785.5 dove la pendenza si riduce al 10‰. Dalla pk 65+959.9, posta in corrispondenza del sottoattraversamento del torrente Fiumarella dove la copertura della

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 5 di 41

galleria raggiunge il valore minimo pari a 10 m, la pendenza del tracciato diminuisce gradualmente fino all'imboccato lato Napoli posto ad una quota di 336,9 m s.l.m.

La configurazione della galleria è a doppia canna singolo binario per la quasi totalità del suo sviluppo; per esigenze di tracciato, la configurazione è a singola canna doppio binario per il tratto di 143 m che precede l'uscita lato Napoli. Il passaggio dalla configurazione a doppia canna a quella a singola canna è realizzato tramite un camerone di diramazione di lunghezza pari a 226 m. Nel tratto a doppia canna l'interasse tra le gallerie è di 40 m ad eccezione di un tratto compreso tra le pk 48+000 e pk 57+800 circa, all'interno del quale l'interasse è stato aumentato a 50 m per esigenze funzionali (Punto Antincendio) e per le caratteristiche del contesto geotecnico attraversato.

La galleria è progettata per consentire il transito del Gabarit C (P.M.O. n°5) con velocità di tracciato pari a 250 km/h. Le sezioni geometriche funzionali previste sono in accordo con le sezioni tipo del Manuale di Progettazione RFI; nel tratto a doppia canna singolo binario sono state adottate le sezioni tipo per velocità di progetto $200 < v \leq 250$ km/h. Nel tratto a singola canna doppio binario, essendo la velocità di tracciato pari a 200 km/h, è stata adottata la sezione con velocità di progetto $160 < v \leq 200$ km/h.

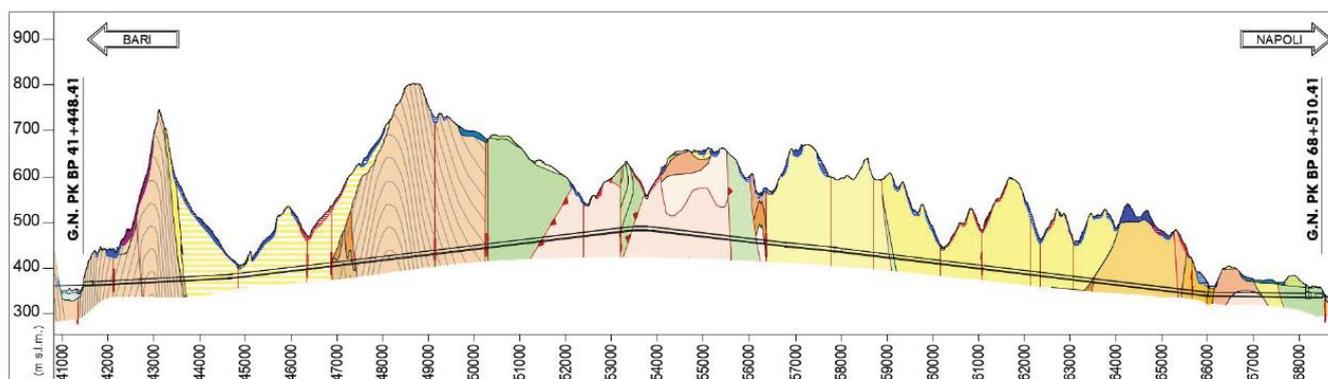


Figura 1-2. Profilo galleria Hirpinia.

In particolare, nel tratto a doppia canna singolo binario la sezione adottata per lo scavo in meccanizzato ha raggio pari a 4,20 metri ed area libera di poco superiore ai 55 m², mentre per lo scavo tradizionale è prevista una sezione policentrica con raggio di calotta e piedritti pari a 3,50 metri ed area libera di poco superiore a 52 m². Nel tratto a singola canna doppio binario è prevista una sezione policentrica con raggio di calotta e piedritti pari a 5,40 metri ed area libera di poco superiore a 82 m². È previsto l'alloggiamento dell'armamento tradizionale con traverse tipo "RFI-240" poggiate su ballast ed elettrificazione a c.c. a 3 kV. Le sezioni di intradosso delle gallerie hanno un marciapiede d'esodo con andamento del ciglio variabile in funzione della quota del binario attiguo. Nello specifico, l'altezza del ciglio risulta pari a + 55 cm, misurata perpendicolarmente al piano di rotolamento del binario attiguo, mentre la distanza del ciglio dal bordo interno della più vicina rotaia, misurata parallelamente al piano di rotolamento, è pari a 113 cm. Tale camminamento ha una larghezza non inferiore a 120 cm ed è corredato da mancorrente posto sul paramento interno della galleria ad una quota di circa 1m dal piano di calpestio del marciapiede. Nella tratta compresa tra le pk 57+195 e 57+605 (BP), dove è prevista la realizzazione del Punto Antincendio in sotterraneo, la larghezza del marciapiede è pari a 2 m.

In corrispondenza dei due imbocchi verranno realizzati due tratti di galleria naturale in tradizionale tra circa le progressive 41+453.12 e 41+607.77 e tra le progressive 68+250.091 e 68+529.38 in corrispondenza rispettivamente dell'imboccato lato Bari e lato Napoli.

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>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">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;">GA0700 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">6 di 41</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RB	GA0700 001	C	6 di 41
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RB	GA0700 001	C	6 di 41													
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo																		

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI

- [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018, “Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- [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 17/01/2018”.
- [3] Decreto Ministeriale 28/10/2005. “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”;
- [4] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1303/2014 - relativa alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente “la sicurezza nelle gallerie ferroviarie” nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- [5] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1300/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente le “persone a mobilità ridotta” nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- [6] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1299/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

2.2 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI

- [7] SIG, “Linee guida per la progettazione, l’appalto e la costruzione di opere in sotterraneo”, 1997;
- [8] ITA, “Guidelines for the design of tunnels”, 1988;
- [9] NIR n°28: NOTA INTERREGIONALE DEL 13/01/2005 “Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3ª edizione”;
- [10] NIR n°44: NOTA INTERREGIONALE DEL 28/05/2012 “Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù TBM”;
- [11] Linea Guida “Grisù – TBM”. Scavo meccanizzato di grande sezione con TBM – EPB in terreni grisutosi, maggio 2015;
- [12] Linea Guida “Grisù”. Scavi in sotterraneo con metodo a piena sezione e tecnica tradizionale in terreni grisutosi, luglio 2014.

2.3 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE

- [13] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 C “Manuale di Progettazione delle opere civili” (27/12/2018);
- [14] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA.0002403 “Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali” (dicembre 2015).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 7 di 41

2.4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

- Relazione tecnico - illustrativa - Tratta in Tradizionale	IF3A02EZZRGGN0100002
- Relazione di calcolo tratta in tradizionale	IF3A02EZZRHGN0100005
- Relazione linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	IF3A02EZZRHGN0100007
- Profilo geotecnico/geomeccanico - Binario Pari - Galleria Hirpinia Tav. 1	IF3A02EZZF6GN0100001
- Profilo geotecnico/geomeccanico - Binario Pari - Galleria Hirpinia Tav. 18	IF3A02EZZF6GN0100018
- Profilo geotecnico/geomeccanico - Binario Dispari - Galleria Hirpinia Tav. 1	IF3A02EZZF6GN0100019
- Profilo geotecnico/geomeccanico - Binario Dispari - Galleria Hirpinia Tav. 18	IF3A02EZZF6GN0100036
- Profilo geotecnico/geomeccanico - Finestra F1	IF3A02EZZF6GN0100037
- Profilo geotecnico/geomeccanico - Finestra F5	IF3A02EZZF6GN0100038
- Layout tratta in tradizionale a doppio binario lato Napoli	IF3A02EZZDZGN0100010
- Layout tratta in tradizionale a singolo binario lato Bari	IF3A02EZZDZGN0100011
- Layout innesto F1	IF3A02EZZDBGN0100003
- Layout innesto finestra F5	IF3A02EZZDBGN0100004
- Sezione tipo A1 doppia canna singolo binario - scavi e consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0100001
- Sezione tipo A1 doppia canna singolo binario - Carpenteria centina e dettagli costruttivi	IF3A02EZZBZGN0100004
- Sezione tipo A1 doppia canna singolo binario - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0100005
- Sezione tipo A2 doppia canna singolo binario - scavi e consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0100002
- Sezione tipo A2 doppia canna singolo binario - Carpenteria centina e dettagli costruttivi	IF3A02EZZBZGN0100006
- Sezione tipo A2 doppia canna singolo binario - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0100007
- Sezione tipo B1 doppia canna singolo binario - scavi e consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0100003
- Sezione tipo B1 doppia canna singolo binario - Carpenteria centina e dettagli costruttivi	IF3A02EZZBZGN0100008
- Sezione tipo B1 doppia canna singolo binario - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0100009
- Sezione tipo C2p singola canna doppio binario - scavi e consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0100004
- Sezione tipo C2p singola canna doppio binario - Carpenteria centina e dettagli costruttivi	IF3A02EZZBZGN0100010
- Sezione tipo C2p singola canna doppio binario - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0100011
- Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 4-5m - scavi e consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0100005
- Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 4-5m- Carpenteria centina e dettagli costruttivi	IF3A02EZZBZGN0100012
- Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 4-5m- Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0100013
- Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 5-6.5m - scavi e consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0100006
- Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 5-6.5m- Carpenteria centina e dettagli costruttivi	IF3A02EZZBZGN0100014
- Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 5-6.5m- Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0100015
- Sezione tipo A2 Allargata - scavi e consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0100007
- Sezione tipo A2 Allargata - Carpenteria centina e dettagli costruttivi	IF3A02EZZBZGN0100016
- Sezione tipo A2 Allargata- Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0100017

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>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">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;">GA0700 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">8 di 41</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RB	GA0700 001	C	8 di 41
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RB	GA0700 001	C	8 di 41													
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo																		

- Relazione tecnica generale	IF3A02EZZRGGGA0100001
- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	IF3A02EZZRBGA0100001
- Relazione tecnica generale	IF3A02EZZRGGGA0200001
- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	IF3A02EZZRBGA0200001
- Relazione geotecnica e di calcolo paratie	IF3A02EZZRBPZ0100001
- Relazione tecnica generale	IF3A02EZZRGPZ0100001
- Relazione tecnica e di calcolo strutture pozzo	IF3A02EZZRHPZ0100001
- Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	IF3A02EZZRGGN0200001
- Relazione di calcolo uscita di emergenza	IF3A02EZZCLGN0200001
- Profilo geotecnico/geomeccanico	IF3A02EZZF6GN0201001
- Sezione tipo B2 - Fasi esecutive, scavi e Consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0200001
- Sezione tipo B2 - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0200001
- Sezione tipo B2 - Carpenteria centina	IF3A02EZZBZGN0200002
- Sezione tipo B2* - Fasi esecutive, scavi e Consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0200002
- Sezione tipo B2* - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0200004
- Sezione tipo B2* - Carpenteria centina	IF3A02EZZBZGN0200005
- Sezione tipo C2 - Fasi esecutive, scavi e Consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0200003
- Sezione tipo C2 - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0200006
- Sezione tipo C2 - Carpenteria centina	IF3A02EZZBZGN0200007
- Sezione tipo C2p- Fasi esecutive, scavi e Consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0200004
- Sezione tipo C2p - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0200008
- Sezione tipo C2p - Carpenteria centina	IF3A02EZZBZGN0200009
- Relazione tecnica generale	IF3A02EZZRGGGA0300001
- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	IF3A02EZZRBGA0300001
- Relazione di calcolo degli scavi - Camerone di uscita TBM	IF3A02EZZPBGN0230001
- Relazione di calcolo dei rivestimenti definitivi - Camerone di uscita TBM	IF3A02EZZPBGN0230002
- Relazione di calcolo Galleria Naturale	IF3A02EZZCLGN0600001
- Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	IF3A02EZZRGGN0600001
- Profilo geotecnico/geomeccanico - Finestra F5	IF3A02EZZF6GN0601011
- Sezione tipo A1 - Fasi esecutive, scavi e Consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0600001
- Sezione tipo A1 - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0600011
- Sezione tipo A1 - Carpenteria centina	IF3A02EZZBZGN0600012
- Sezione tipo A2- Fasi esecutive, scavi e Consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0600002
- Sezione tipo A2 - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0600013
- Sezione tipo A2 - Carpenteria centina	IF3A02EZZBZGN0600014
- Sezione tipo B1 - Fasi esecutive, scavi e Consolidamenti	IF3A02EZZBBGN0600003
- Sezione tipo B1 - Carpenteria	IF3A02EZZBZGN0600015
- Sezione tipo B1 - Carpenteria centina	IF3A02EZZBZGN0600016
- Relazione tecnica generale	IF3A02EZZRGGGA0600001
- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	IF3A02EZZRBGA0600001

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 9 di 41

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le opere realizzate in tradizionale a cui fa riferimento la presente relazione sono:

- Galleria di linea lato Napoli compreso pozzo di lancio delle TBM;
- Galleria di linea lato Bari fino alla zona di innesto della finestra F5;
- Uscita/accesso di emergenza carrabile F1;
- Finestra costruttiva F5.

3.1 GALLERIA DI LINEA LATO NAPOLI

Nella zona di imbocco lato Napoli per la tratta scavata in tradizionale il progetto prevede le seguenti sezioni tipologiche:

- 1 tratta avente interasse binari pari a 4 m;
- 1 camerone scavato a foro cieco per la tratta con interasse tra i binari di 4-5 m;
- 1 camerone scavato a foro cieco per la tratta con interasse tra i binari di 5-6.5m;
- 1 pozzo scavato a cielo aperto di lunghezza pari a circa 74 m.

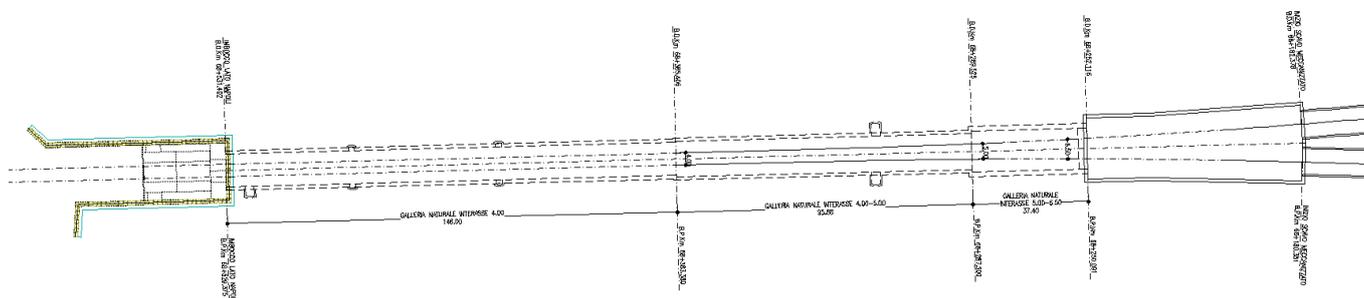


Figura 3-1. Planimetria imbocco GN Tradizionale imbocco lato Napoli

Il Progetto Esecutivo prevede l'impiego di 3 sezioni tipo di scavo denominate C2p (Figura 3-2), C2p 4-5 m e C2p 5-6.5 m in funzione delle diverse interdistanze tra gli assi dei binari che prevedono interventi di precontenimento del fronte e del contorno e un rivestimento provvisorio anche in arco rovescio (centina puntone)

APPALTATORE: Consorzio 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 M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <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;">GA0700 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">10 di 41</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RB	GA0700 001	C	10 di 41
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RB	GA0700 001	C	10 di 41													
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo																		

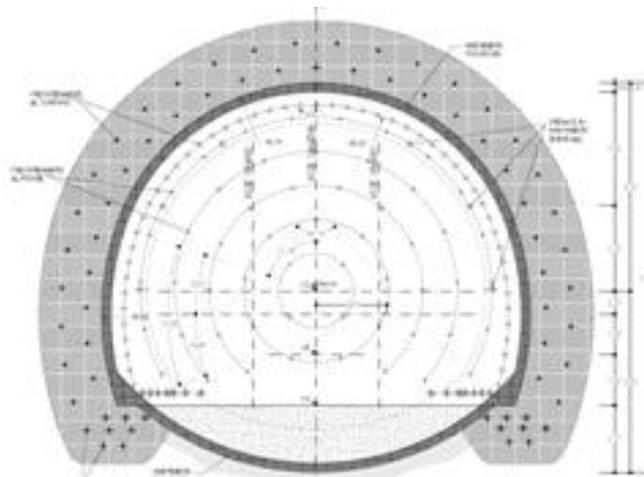


Figura 3-2. Zona imbocco lato Napoli, galleria di linea a singola canna e doppio binario, sezione tipo C2p.

3.2 GALLERIA DI LINEA LATO BARI

In corrispondenza dell'imbocco lato Bari la galleria attraversa la formazione del Flysch del Faeto. In tale tratta la galleria verrà scavata con metodo tradizionale fino alla camera di lancio della TBM posta oltre il camerone di innesto con la finestra F5.

Si presenta di seguito uno stralcio della planimetria di inquadramento.

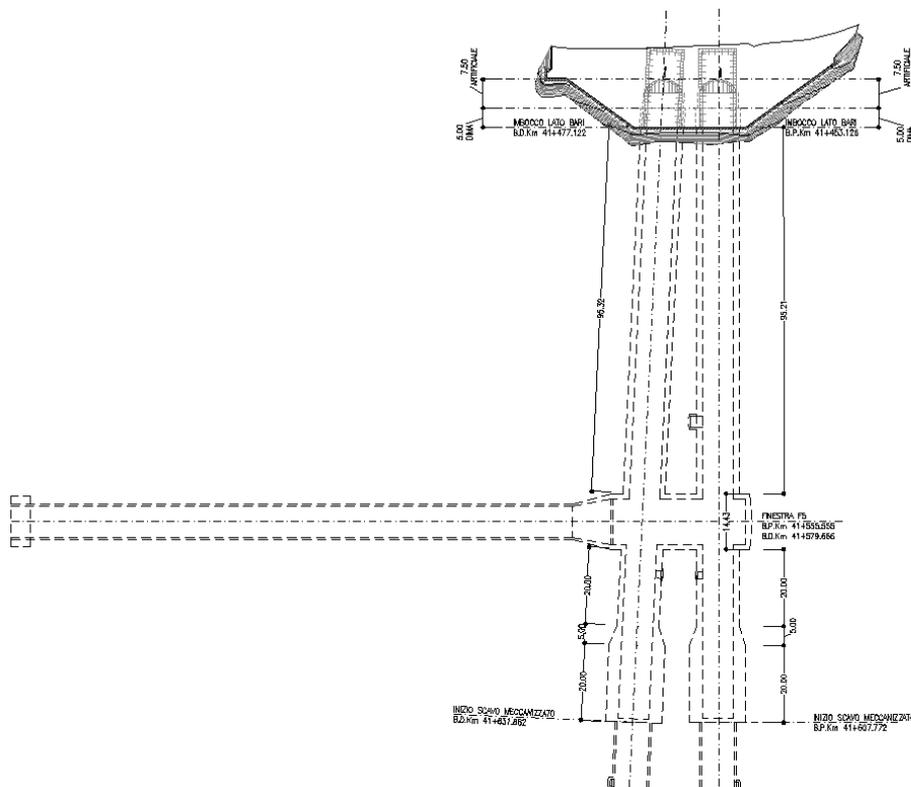


Figura 3-3. Planimetria imbocco GN Tradizionale imbocco lato Bari

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 11 di 41

Il Progetto esecutivo prevede in questa zona una buona qualità dell'ammasso, con valori di GSI compresi fra 40 e 60, e, con riferimento all'approccio progettuale ADECO-RS, un comportamento del nucleo-fronte allo scavo di categoria A (stabile) che prevede l'applicazione di sezioni tipo di scavo leggere (denominate A1, A2 e B1), costituite prevalentemente da centine + calcestruzzo proiettato (Figura 3-4).

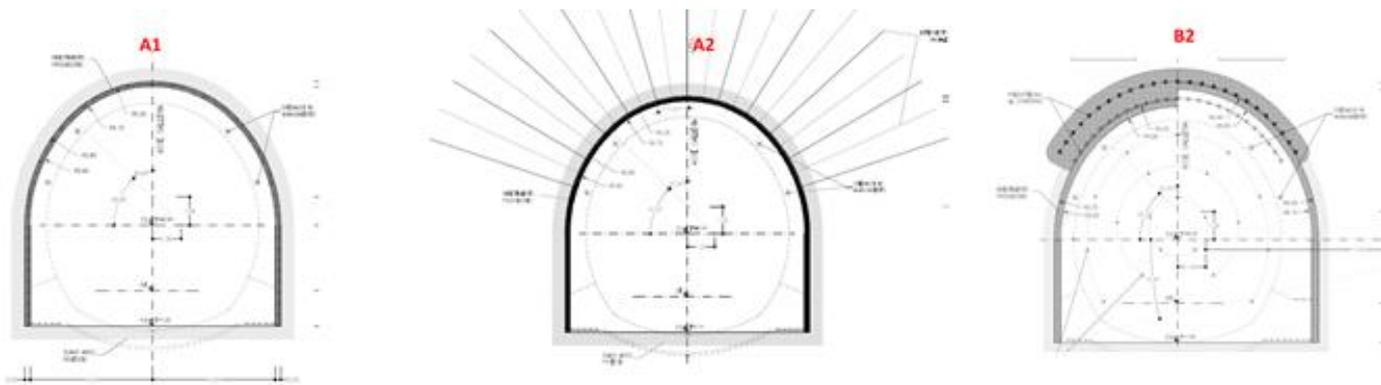


Figura 3-4. Zona imbocco lato Bari, galleria di linea a doppia canna e singolo binario, sezioni tipo A1, A2 e B1

3.3 USCITA /ACCESSO DI EMERGENZA CARRABILE F1

Poiché la galleria Hirpinia ha una lunghezza superiore ai 20 km, è prevista la realizzazione di un'Area di Sicurezza Sotterranea, con funzione di Punto Antincendio. A tale area di sicurezza appartiene anche la galleria di sfollamento, ovvero la finestra F1.

Il punto Antincendio consiste in:

- una galleria di sfollamento realizzata tra le due gallerie di linea, collegata ad esse mediante by-pass trasversali; la galleria ha una lunghezza di 410 m ed è collegata all'esterno tramite un'uscita di sicurezza (finestra F1) per consentire l'accesso dei mezzi di sicurezza e l'eventuale esodo dei passeggeri.
- 5 + 5 by-pass, ad interasse di 80 m, che consentono di trasferire in condizioni di sicurezza i passeggeri di un treno in avaria sulla banchina opposta per imbarcarli su un altro treno, oppure avviarli verso l'esterno;
- un camerone di sosta e un camerone di manovra di dimensioni 15 x 15 m, rispettivamente all'inizio e alla fine del punto antincendio, a servizio dei mezzi di sicurezza. Il camerone di sosta è separato dal punto antincendio da un portone per l'ingresso dei mezzi di sicurezza, avente dimensioni 4,15 x 3 m, e da una porta di dimensioni 0.9 x 2 m a servizio dei passeggeri nell'eventualità in cui questi debbano abbandonare il punto antincendio avviandosi verso l'esterno;
- 1 by-pass aggiuntivo in prossimità del punto di arresto del treno merci, posto ad una distanza di 750 m dall'inizio del punto antincendio, per consentire l'esodo del personale presente sui treni merci.

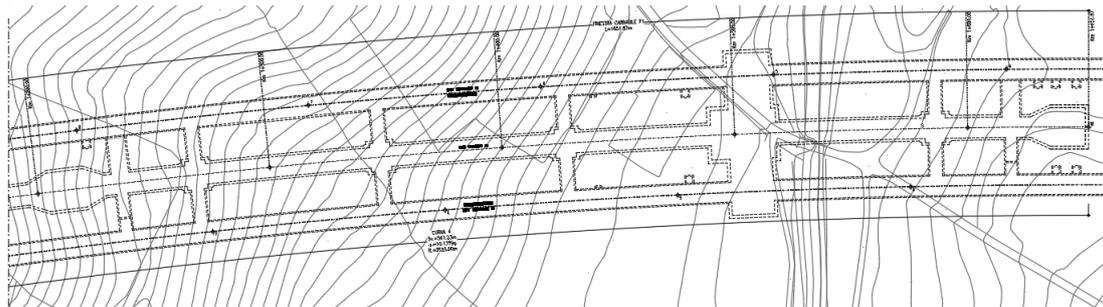


Figura 3-5. Schema planimetrico punto antincendio in galleria

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 12 di 41

La sezione di intradosso della galleria di sfollamento è stata studiata in modo tale da accogliere l'area pedonale avente dimensioni pari a 1.5 x 2.25 m e l'area carrabile di dimensioni pari a 4.8 x 4.4 m. La sezione della galleria di sfollamento, così come quella della finestra F1 e dei by-pass di esodo hanno un condotto collocato nella parte sommitale della calotta realizzato tramite una soletta in calcestruzzo armato con caratteristiche REI120 che consente di convogliare verso l'esterno i fumi derivanti da un treno in condizioni di incendio.

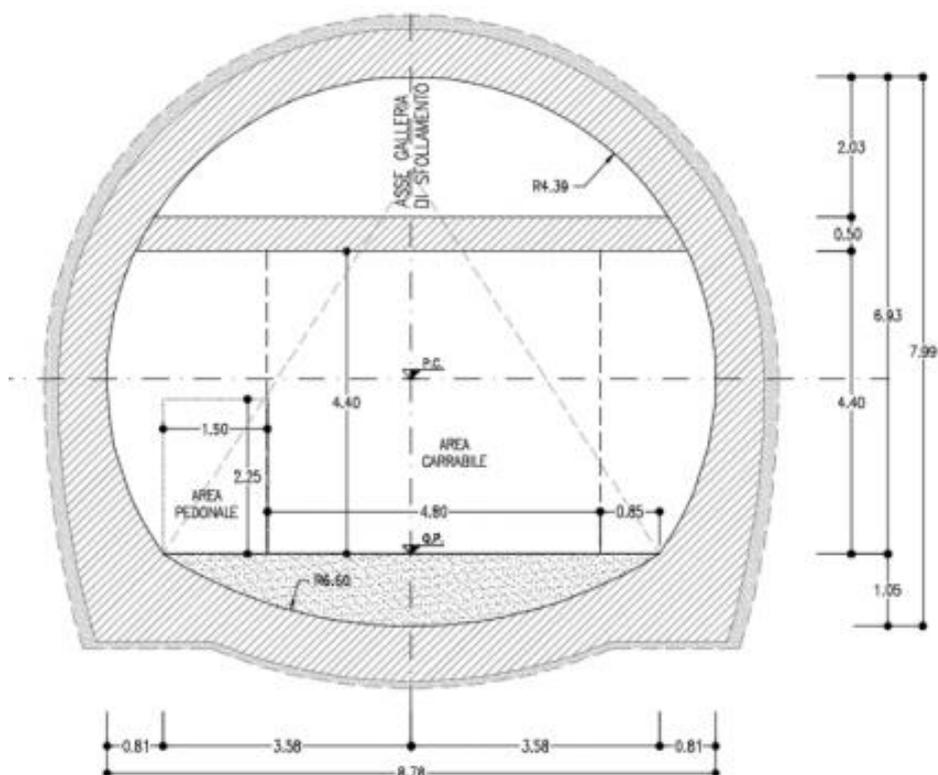


Figura 3-6. Sezione di intradosso galleria di sfollamento / finestra F1

3.4 FINESTRA COSTRUTTIVA F5

In prossimità dell'imbocco lato Bari della galleria di linea è prevista la realizzazione della finestra costruttiva F5 che si rende necessaria per consentire in modo agevole il passaggio dei veicoli di servizio (MSV-Multi Service Vehicle) per il rifornimento delle due frese che scaveranno verso ovest le due canne della galleria naturale.

La finestra verrà realizzata in tradizionale con scavo a piena sezione, la sezione di scavo è di circa 73 m², mentre la sezione di intradosso della finestra risulta di circa 52 m².

La finestra F5 si sviluppa circa perpendicolarmente alla galleria di linea per una lunghezza di 174 m e confluisce nel camerone di innesto circa alla progressiva 41+551.41 del binario pari (41+575.84 del binario dispari). L'impermeabilizzazione dell'intera finestra è di tipo full-round.

Data la funzione esclusivamente costruttiva della finestra, si prevede la dismissione della stessa al termine della fase realizzativa di tutte le opere di linea previste. Per tale ragione, all'imbocco della finestra sarà realizzato un muro di tamponamento in calcestruzzo armato ed in corrispondenza della dima di imbocco verranno ripristinate le condizioni originarie del versante. Allo stesso modo, l'accesso alla finestra costruttiva dal lato della linea sarà interdetto mediante la realizzazione di un apposito setto di chiusura. Nella seguente figura è riportata una sezione trasversale della finestra.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 13 di 41

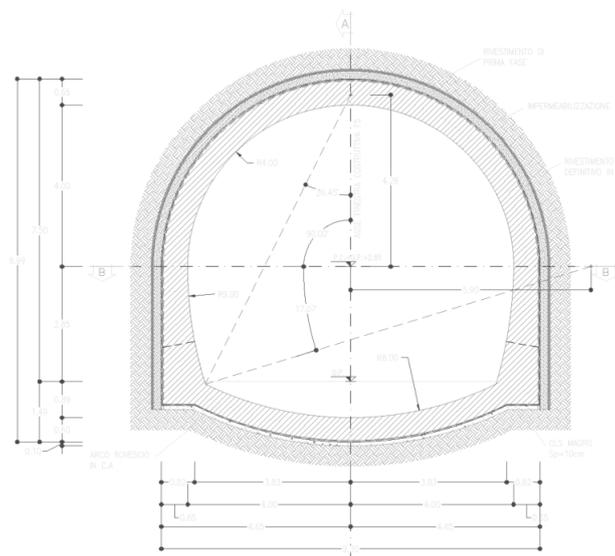


Figura 3-7. Sezione della finestra F5

Il camerone d'innesto è realizzato al termine della finestra in corrispondenza dell'innesto di quest'ultima con le due canne della galleria di linea.

Il camerone verrà realizzato in tradizionale con scavo a piena sezione, la sezione di scavo è di circa 185 m². È previsto un tratto di raccordo a sezione variabile in allargato in corrispondenza dell'innesto con la finestra di accesso. Di seguito si riporta una sezione trasversale del camerone.

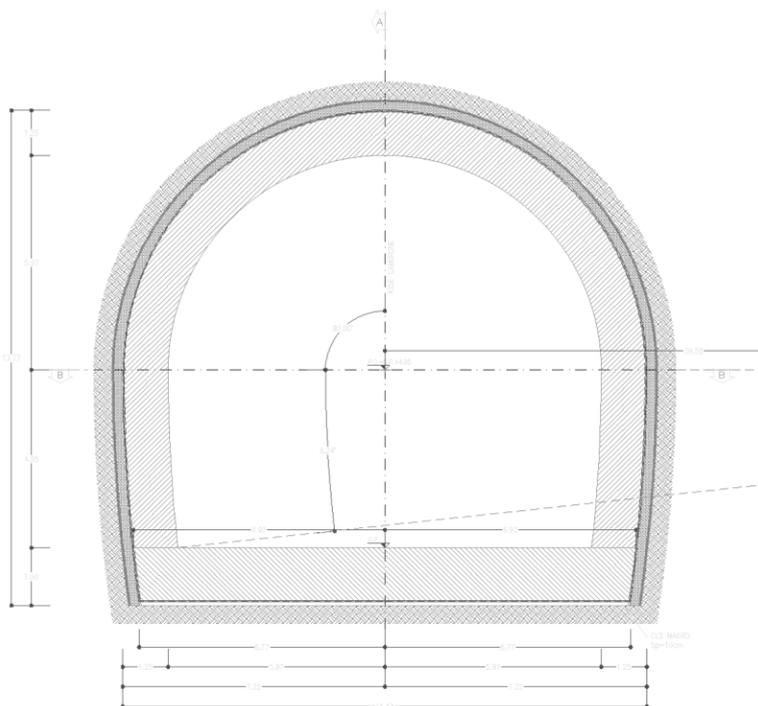


Figura 3-8. Sezione del camerone di innesto

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 14 di 41

4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Di seguito vengono descritti i principali aspetti relativi alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica del sito interessato dalle opere in sotterraneo, nello specifico relativamente alle seguenti tratte della galleria Hirpinia realizzate in tradizionale: (1) tratta a partire dall'imbocco lato Napoli fino al pozzo di lancio delle TBM; (2) tratta a partire dall'imbocco lato Bari fino all'innesto della finestra F5; (3) finestra di uscita/ingresso di emergenza carrabile F1; (4) finestra costruttiva F5.

4.1 GALLERIA DI LINEA LATO NAPOLI

La tratta relativa alle gallerie con scavo in tradizionale dall'imbocco lato Napoli fino al pozzo di lancio della TBM è interessata dalla formazione delle argilliti policrome del Calaggio (APC) Di seguito, sulla base dei risultati delle diverse campagne geognostiche effettuate sono riepilogate le principali condizioni geologiche e geotecniche.

4.1.1 Formazione delle argilliti policrome del Calaggio (APC)

La formazione delle Argilliti Policrome del Calaggio è un deposito marino di bacino e base scarpata costituito da argille, argille marnose e marne.

Relativamente alla tratta della galleria realizzata in tradizionale, lo scavo, a partire dall'imbocco lato Napoli, interessa la formazione delle argilliti policrome del Calaggio (APC) per una lunghezza di circa 925 m, con coperture variabili tra 5 e 40 m rispetto al piano del ferro. Nella seguente Figura 4-1 è riportato un estratto del profilo geologico della tratta in oggetto.

Il materiale è stato caratterizzato a partire dai risultati di prove di laboratorio e prove in foro. La caratterizzazione è stata condotta elaborando le risultanze dei sondaggi geognostici condotti nell'ambito delle campagne indagini del 2017 – 2018 - 2021. Per il dettaglio delle indagini geognostiche effettuate si rimanda alla relazione di caratterizzazione geotecnica/geomeccanica generale (doc. IF3A02E ZZ RBGE0206 001A).

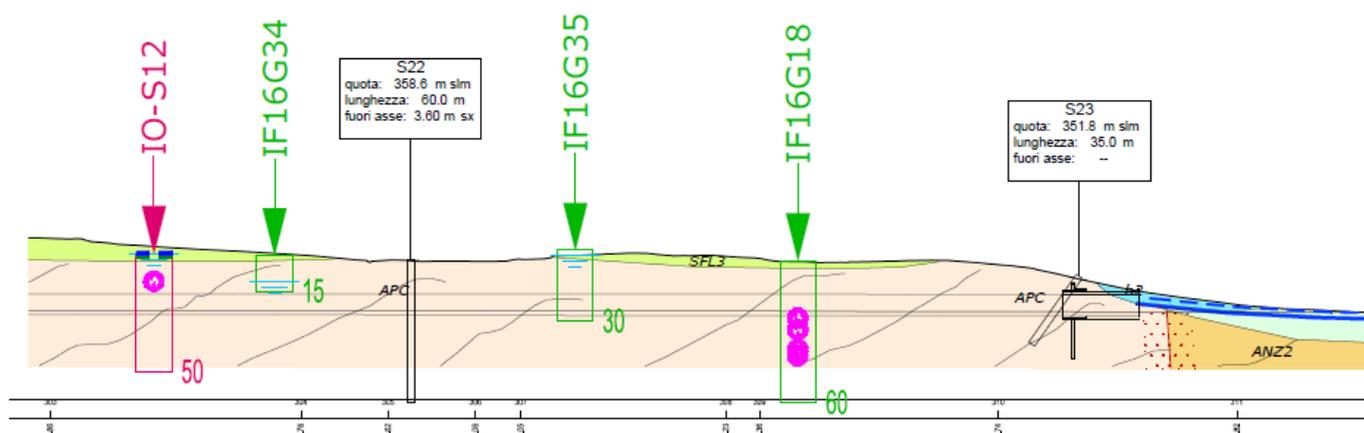


Figura 4-1 – Estratto del profilo geologico della tratta della galleria realizzata in tradizionale a partire dall'imbocco lato Napoli.

APPALTATORE: Consorzio 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 M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ RB GA0700 001 C 15 di 41

Identificazione, classificazione e caratterizzazione fisica del terreno

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati dai fori di sondaggi mostrano la prevalenza dei termini limosi e, secondariamente, sabbiosi e argillosi, come mostrato nella seguente Figura 4-2.

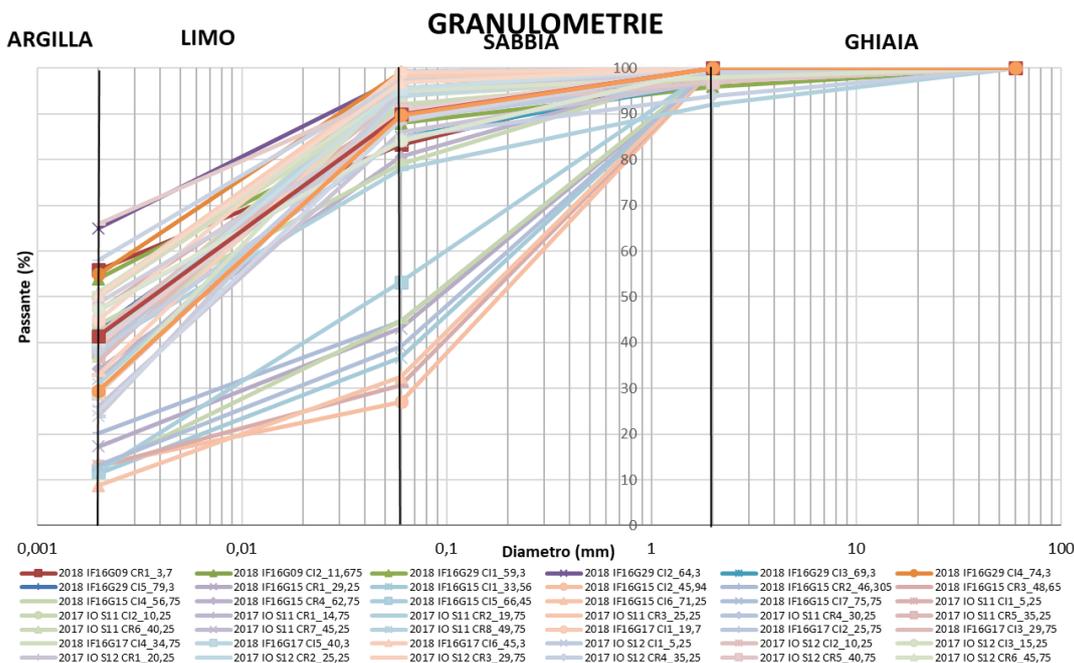


Figura 4-2. Curve granulometriche (APC).

Il peso dell'unità di volume è variabile tra $19 \div 22 \text{ KN/m}^3$.

Il contenuto naturale d'acqua w_N è variabile tra $10 \div 27\%$, intervallo che si mantiene pressoché costante con la profondità nel volume indagato.

Gli intervalli di variabilità dei limiti di Atterberg sono i seguenti:

- limite liquido w_L : $40 \div 80\%$
- limite plastico w_P : $20 \div 35\%$
- indice di plasticità I_p : $10 \div 50\%$
- indice di consistenza I_c : $0.9 \div 2.5$.

Nelle seguenti Figure sono riportati i risultati delle prove di laboratorio effettuate per la caratterizzazione fisica dei terreni.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C FOGLIO 16 di 41

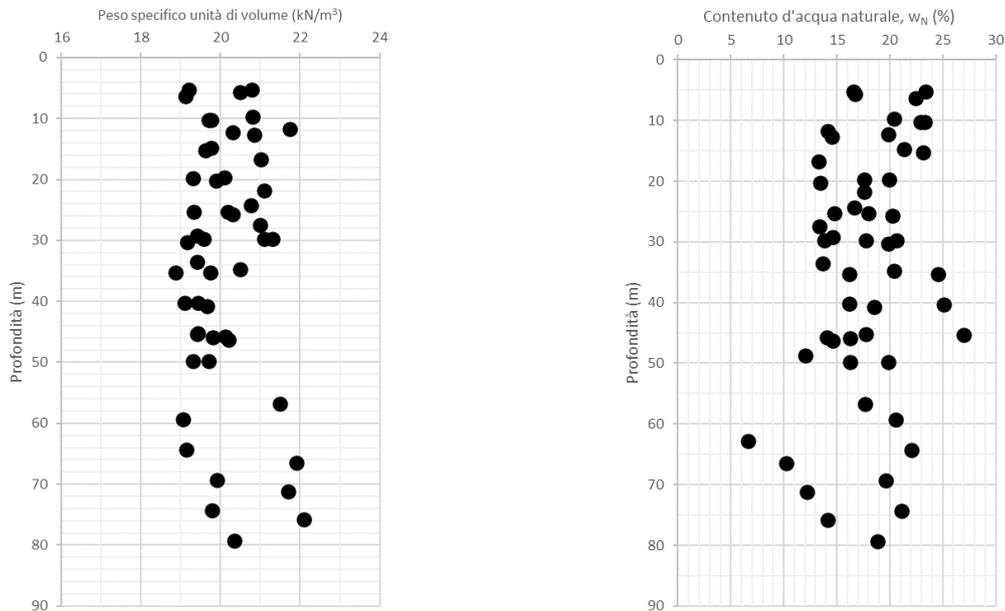


Figura 4-3 – Peso dell'unità di volume e contenuto naturale d'acqua (APC).

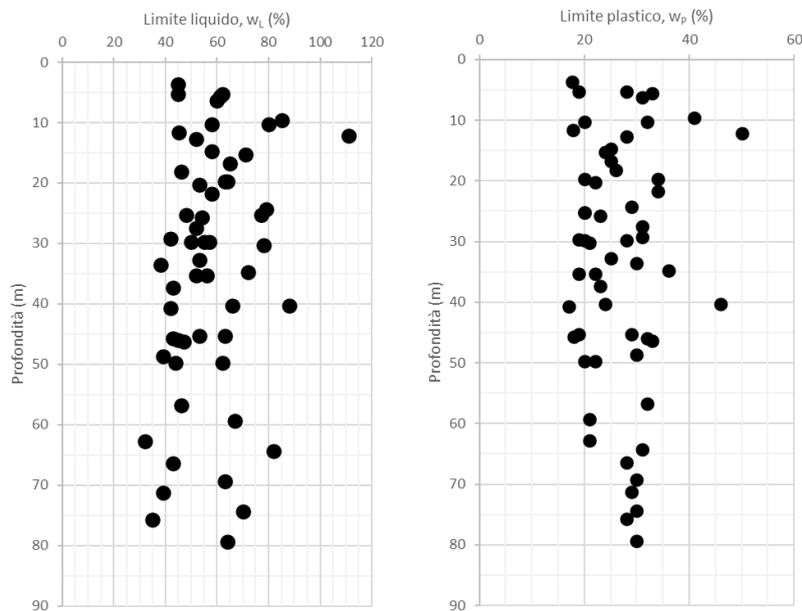


Figura 4-4 – Limite liquido e limite plastico (APC).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 17 di 41

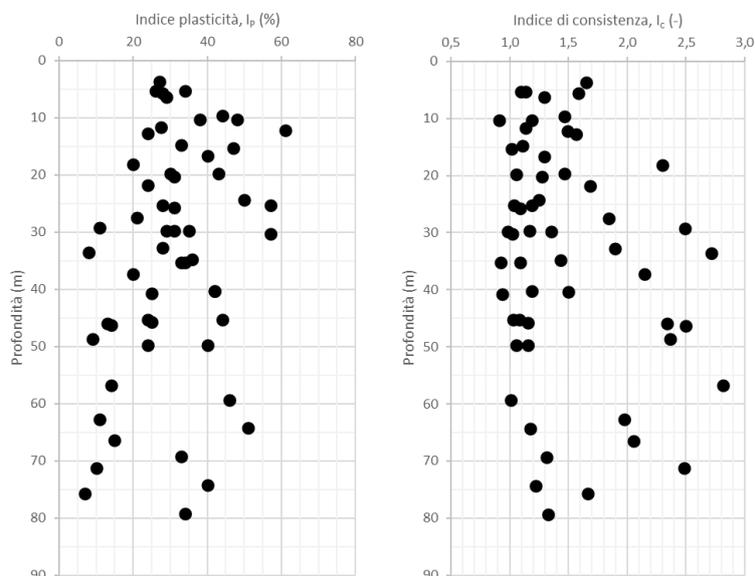


Figura 4-5 – Indice plastico ed indice di consistenza (APC).

Caratteristiche di resistenza e deformabilità

Per quanto concerne i risultati ottenuti da prove di laboratorio su campioni indisturbati per definire le proprietà meccaniche della formazione, sono state eseguite prove di taglio diretto e compressione triassiale consolidata non drenata (CIU) e consolidata drenata (CID) per definire i parametri di coesione efficace (c') e angolo d'attrito (ϕ'). Nella seguente Figura 4-6 sono riepilogati i risultati relativamente alla coesione e all'angolo di resistenza al taglio.

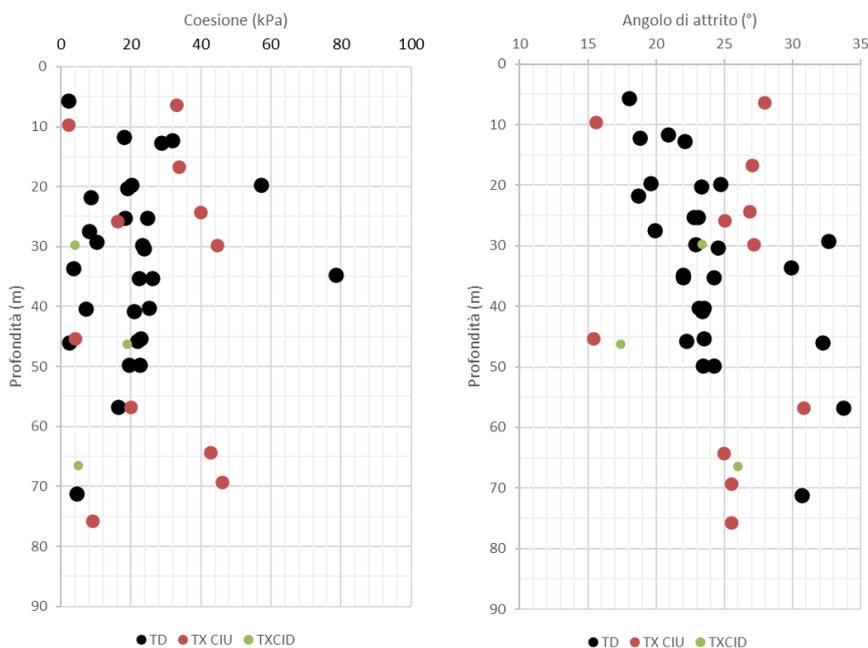


Figura 4-6 - Angolo d'attrito e coesione efficace da prove di laboratorio (APC).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 18 di 41

Per quanto riguarda la coesione efficace, i risultati sono molto variabili, da un minimo di 3 kPa ad un massimo di 79 kPa, distribuiti prevalentemente nel campo 15-25 kPa. I valori di angolo d'attrito sono stati ricavati da prove di taglio diretto e prove triassiali CIU. L'angolo d'attrito non mostra variazioni significative con la profondità ma assume valori variabili tra 18°-32°, con valori prevalentemente compresi nell'intervallo 23°-27°.

I valori della resistenza non drenata ricavati da prove triassiali UU e CIU e prove ad espansione laterale libera sono riportati nella seguente Figura 4-7.

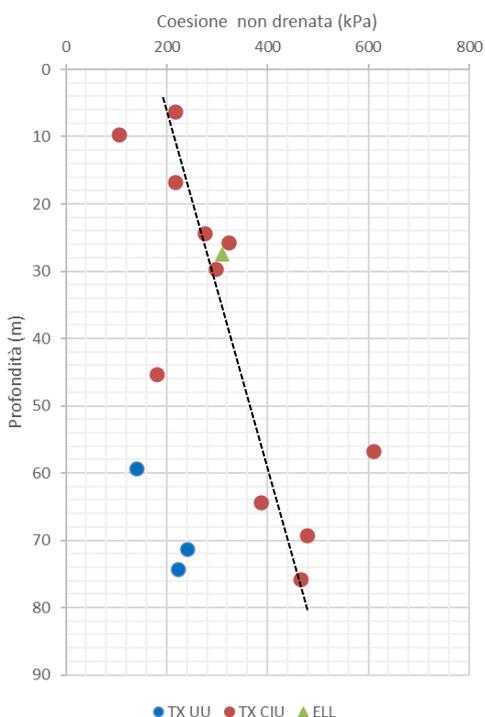


Figura 4-7 - Coesione non drenata da prove di laboratorio (APC).

La coesione non drenata aumenta con la profondità e risulta variabile tra 140 ÷ 480 kPa per profondità comprese tra 15 m – 80 m.

Con riferimento alle descrizioni stratigrafiche, alle fotografie delle cassette, ai valori della resistenza a compressione non confinata misurata mediante il penetrometro tascabile sulle carote dei sondaggi e ai risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT, nella Figura 4-8 sono riportati i valori della resistenza al taglio non drenata, c_u , ottenute sia dalle prove effettuate sulle carote con il pocket penetrometer (PP) sia dalle prove SPT, avendo adottato la seguente correlazione: $c_u = 4 \times N_{SPT}$.

Inoltre, sulla base dei valori della resistenza al taglio non drenata, c_u , utilizzando l'approccio proposto da Mesri e Abdel – Ghaffar (1993), è stata determinata la coesione efficace c'_k (Figura 4-9); infine per quanto riguarda l'angolo di resistenza al taglio in condizioni drenate sono state utilizzare le correlazioni fra l'indice di plasticità (ottenuto da numerosi campioni) e lo stesso valore di ϕ_k , come indicato da Terzaghi et al. (Figura 4-10).

Come si può notare, nelle seguenti Figure sono stati riportati, per quanto concerne il valore della coesione efficace e dell'angolo di resistenza al taglio, i valori caratteristici adottati per la progettazione che come si può notare risultano estremamente cautelativi, tenendo conto degli stati limite ultimi da analizzare e dell'importanza delle opere, interessate dalla progettazione.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 19 di 41

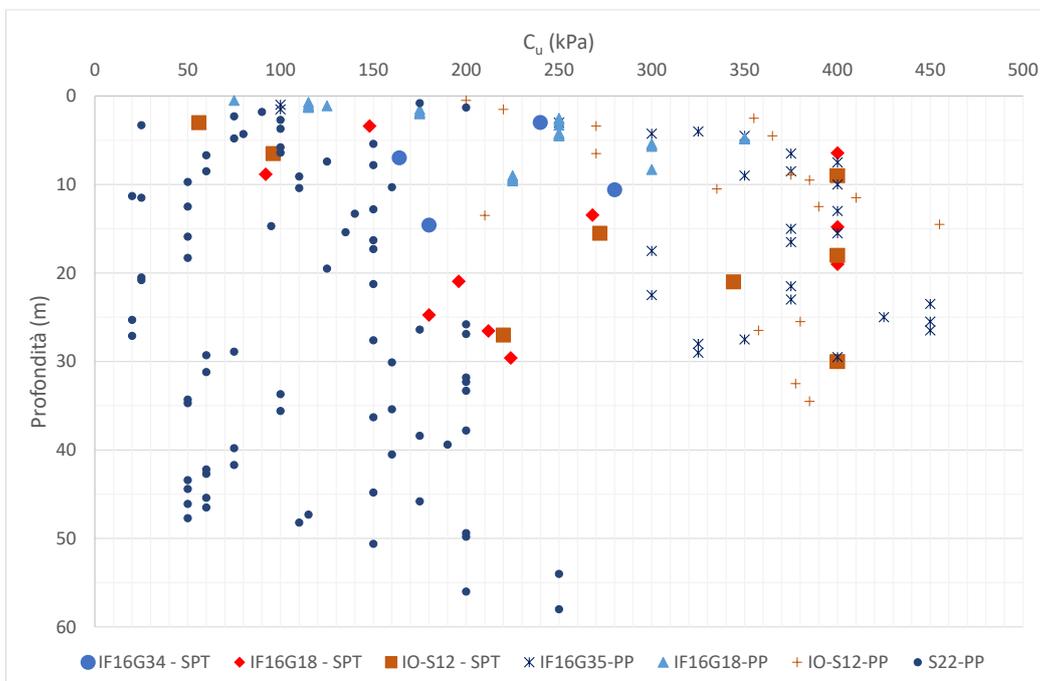


Figura 4-8. Andamento con la profondità della resistenza al taglio in condizioni non drenate c_u .

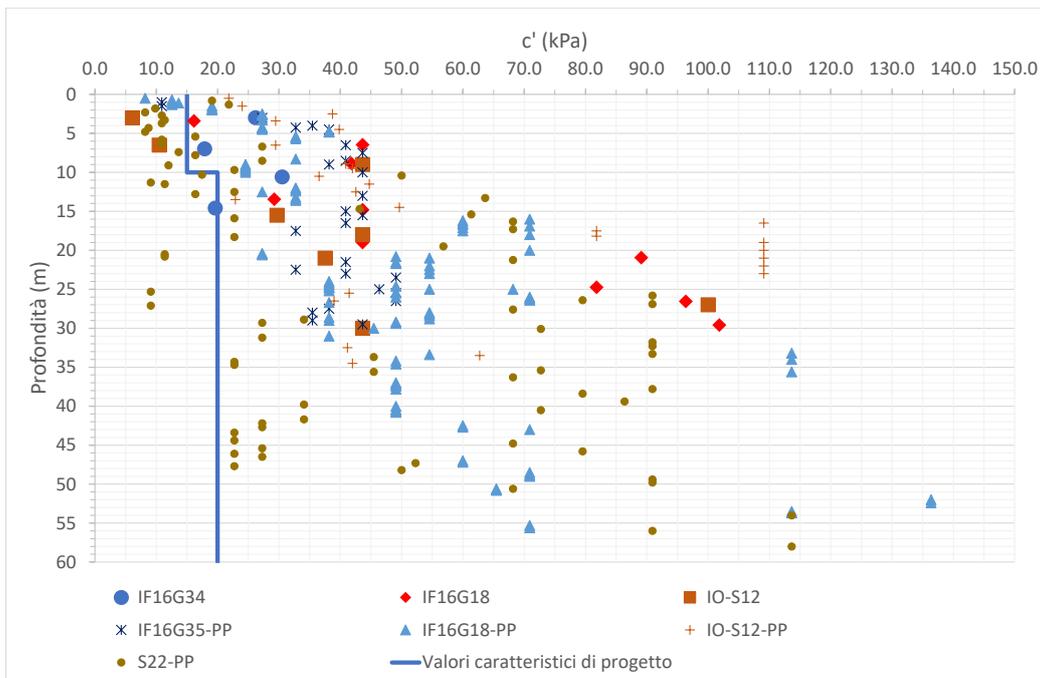


Figura 4-9. Andamento con la profondità della resistenza al taglio in condizioni drenate c' .

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 20 di 41

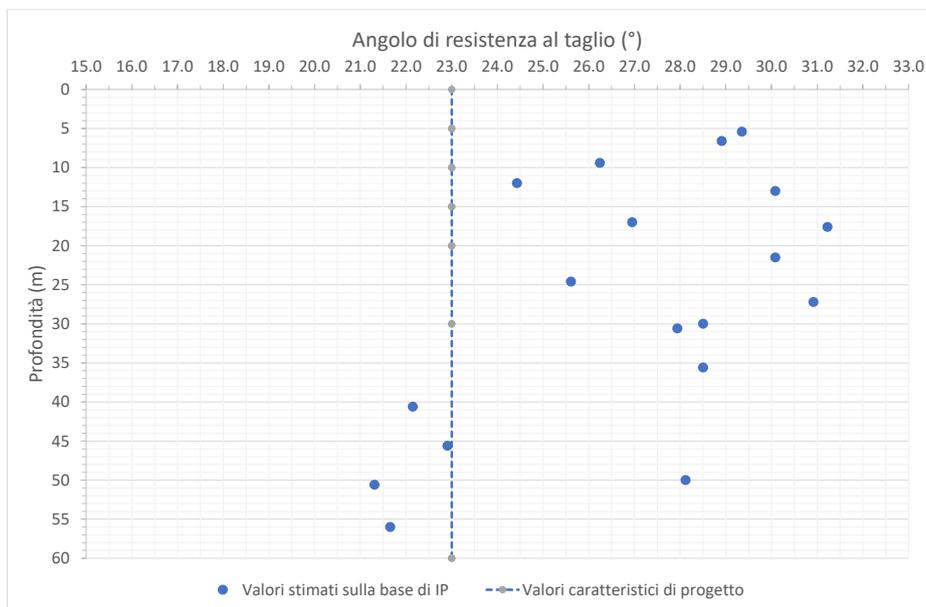


Figura 4-10. Andamento con la profondità dell'angolo di resistenza al taglio ϕ' .

Per quanto concerne, infine, le proprietà di deformabilità della formazione si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dalle prove dilatometriche e pressiometriche, dalle indagini geofisiche, e dalle prove penetrometriche SPT, adottando le correlazioni indicate in letteratura da Stroud (1989).

Nella seguente Figura 4-11 sono riportati i valori del modulo di deformabilità ottenuti dall'interpretazione delle diverse prove in funzione della profondità.

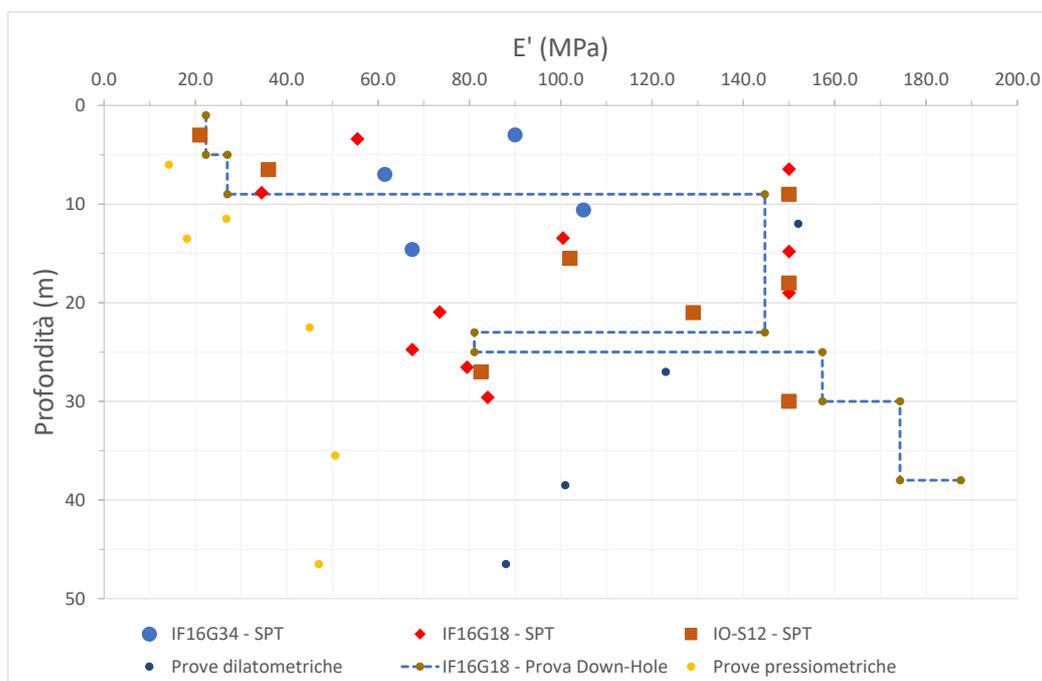


Figura 4-11. Andamento con la profondità del modulo di deformabilità.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 21 di 41

Stato tensionale in sito

Lo stato tensionale in situ è stato valutato a partire dai risultati di prove dilatometriche eseguite nell'ambito delle campagne indagini 2017-2018 - 2021. Nella seguente Figura 4-12 sono riportati i risultati ottenuti; occorre tuttavia evidenziare che sono valori da considerare del tutto orientativi in quanto le prove dilatometriche, come noto, hanno altre finalità.

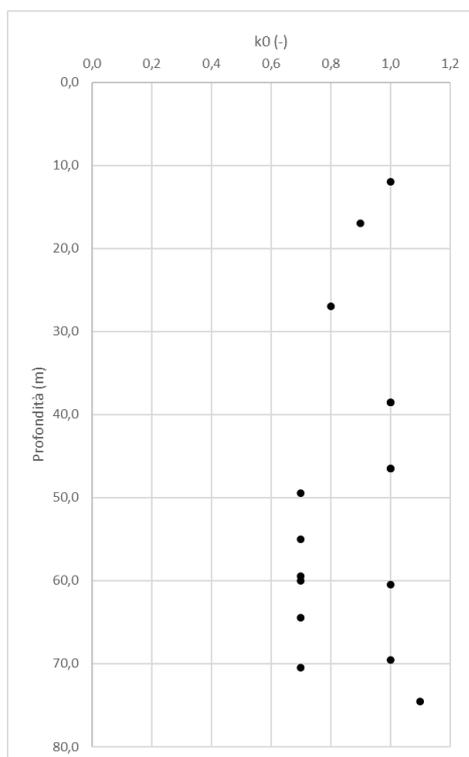


Figura 4-12 – Coefficiente di spinta a riposo da prove dilatometriche - APC.

Prove di rigonfiamento

Sono state eseguite 4 prove di rigonfiamento impedito su campioni nell'Unità APC. I valori di pressione σ_R tali da impedire il rigonfiamento in cella edometrica sono di seguito riportati:

ID sondaggio	Campione	Profondità da p.c.	σ_R
[-]	[-]	[m]	[kPa]
IF16G09	CI2	11,68	206,0
IF16G15	CI5	66,45	225,0
IF16G15	CI7	75,75	450,0
IF16G17	CI3	29,75	225,0

Nella seguente Figura 4-13, i valori della pressione di rigonfiamento sono riportati in funzione della profondità dei provini sui quali è stata determinata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 22 di 41

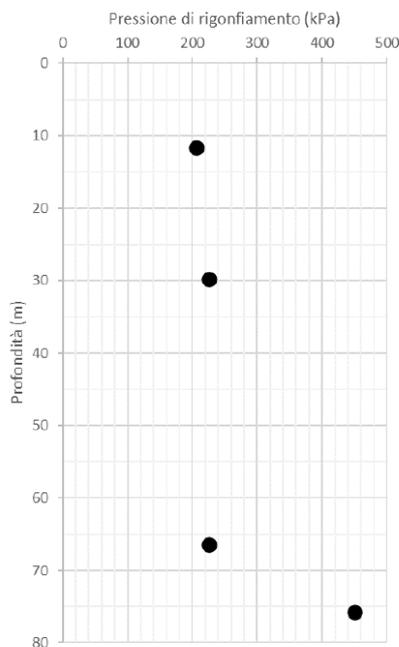


Figura 4-13 – Andamento della pressione di rigonfiamento con la profondità.

La caratterizzazione geotecnica condotta sulla base delle indagini e prove in sito e di laboratorio condotte, ha portato alla definizione degli intervalli di valori rappresentativi dei principali parametri geotecnici per l'Unità APC, riportati nella seguente Tabella 4-1.

Tabella 4-1. Formazione delle argilliti policrome del Calaggio (APC), riepilogo parametri geotecnici.

Parametri	Copertura p.c. – 10 m	Copertura 10 – 50 m
γ (kN/m ³)	19 - 22	19 - 22
c_k' (kPa)	15 - 20	20 - 25
ϕ_k' (°)	23 - 27	23 - 27
$E_{k,op}$ (MPa)	30 - 50	80 - 250

4.2 GALLERIA DI LINEA LATO BARI E FINESTRA F5

La tratta relativa alle gallerie con scavo in tradizionale dall'imbocco lato Bari fino all'innesto con la finestra F5 e la stessa finestra F5 è interessata dalla formazione del Flysch di Faeto. Di seguito, sulla base dei risultati delle diverse campagne geognostiche effettuate sono riepilogate le principali condizioni geologiche e geotecniche.

4.2.1 Flysch di Faeto

Il Flysch di Faeto è un deposito appartenente all'Unità tettonica della Daunia costituito da calcareniti, calcilutiti e calcari marnosi, con intercalazioni frequenti di argille limose, argille marnose e marne, con a luoghi strati di arenarie.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 23 di 41

Lo scavo della galleria Hirpinia interessa la formazione del Flysch di Faeto per un tratto consistente, complessivamente circa 4800 m.

Dall'analisi delle stratigrafie di sondaggio è emersa la presenza di diverse facies:

- FAEam: alternanza di argille, marne e calcareniti in strati centimetrici.



Figura 4-14 – Carote prelevate nella litofacies FAEam.

- FAEMA: alternanza di marne, argille e calcareniti in strati centimetrici;

CASSETTA 25 (120.0 – 125.0 m)



Figura 4-15 – Carote prelevate nella litofacies FAEMA.

- FAEC: calcari ben stratificati e compatti in banchi di alcuni decimetri di spessore e con interstrati centimetrici di argille.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 24 di 41

CASSETTA 62 (305.0 – 310.0 m)



Figura 4-16 – Carote prelevate nella litofacies FAEc.

Per ognuna delle facies sopra elencate si è proceduto alla caratterizzazione geomeccanica della matrice e dell'ammasso roccioso seguendo l'iter logico operativo descritto nella relazione di caratterizzazione geotecnica/geomeccanica generale.

Occorre evidenziare che nella tratta della galleria realizzata in tradizionale è presente prevalentemente la facies FAEm e in alcune possibili tratte localizzate la facies FAEam.

Con riferimento alla relazione di caratterizzazione geotecnica/geomeccanica generale, sulla base dei dati raccolti, scaturiti dai rilievi strutturali, e dalle colonne stratigrafiche ricavate dai sondaggi è stato valutato l'indice di qualità GSI per l'ammasso utilizzando il parametro RMR di Bieniawski.

L'analisi delle stratigrafie integrata con la descrizione dei campioni prelevati da sondaggi ha permesso di identificare le 3 citate unità litologiche principali all'interno della formazione FAE: calcarea, marnoso argillosa e argilloso-marnosa. I risultati ottenuti da prove di compressione monoassiale e Point Load Tests ha evidenziato all'interno delle principali litologie la presenza di sotto-gruppi con valori di resistenza a compressione e qualità della roccia molto diversi e, di conseguenza diversi intervalli di GSI.

I gruppi geomeccanici individuati, insieme con i valori di GSI e σ_{ci} corrispondenti, sono di seguito riassunti.

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 considerate 3 litofacies principali, individuando per ciascuna i gruppi geomeccanici, come riepilogato nella seguente Tabella.

- FAEc, a componente calcarea
- FAEam, a componente argilloso-marnosa
- FAEm, a componente marnoso-argillosa

Tabella 4-2 – FAE – Riepilogo litofacies e gruppi geomeccanici.

Litofacies	Gruppo Geomeccanico	GSI
		[-]
FAEc	Roccia calcarea	45 ÷ 55
	Calcarenite media	45 ÷ 55
	Calcarenite buona	55 ÷ 65
FAEam	Marna argillosa	45 ÷ 60
FAEm	Marna calcarea	45 ÷ 60

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 25 di 41

Di seguito si riporta una sintesi della caratterizzazione geomeccanica delle sole litofacies FAEMA e FAEM presenti lungo la tratta realizzata in tradizionale.

Caratterizzazione geomeccanica FAEMA

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 $24 \div 27 \text{ KN/m}^3$. Non si è tenuto conto dei valori più bassi (range $18 \div 20 \text{ KN/m}^3$), riferendosi a provini prelevati in materiale argilloso e, pertanto, non rappresentativi dell'ammasso roccioso.

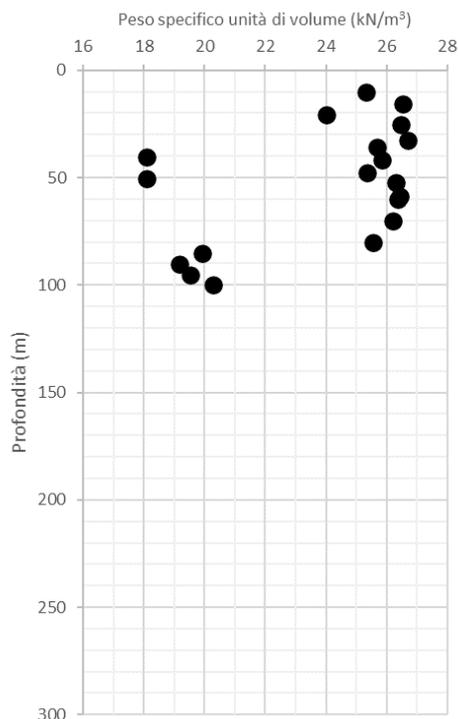


Figura 4-17 – Peso specifico per unità di volume (FAEMA).

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 la litofacies FAEMA mostrano una grande variabilità dovuta al coesistere di diverse componenti litoidi all'interno del Flysch. Considerata la natura marnoso-argillosa della facies in esame, sono stati considerati i valori di resistenza intermedi. Per la litofacies FAEMA è stato considerato il range di resistenza a compressione monoassiale del gruppo geomeccanico della marna calcarea, pari a $10 \div 20 \text{ MPa}$.

Il modulo elastico per la roccia intatta è stato ricavato da prove di compressione monoassiale, prove triassiali e prove a velocità ultrasonica. Per la litofacies in esame è stato considerato un valore medio di 11000 MPa di modulo elastico, intermedio tra i valori più elevati della componente calcarea-calcarenitica e quelli inferiori relativi alla componente argilloso-marnosa.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 26 di 41

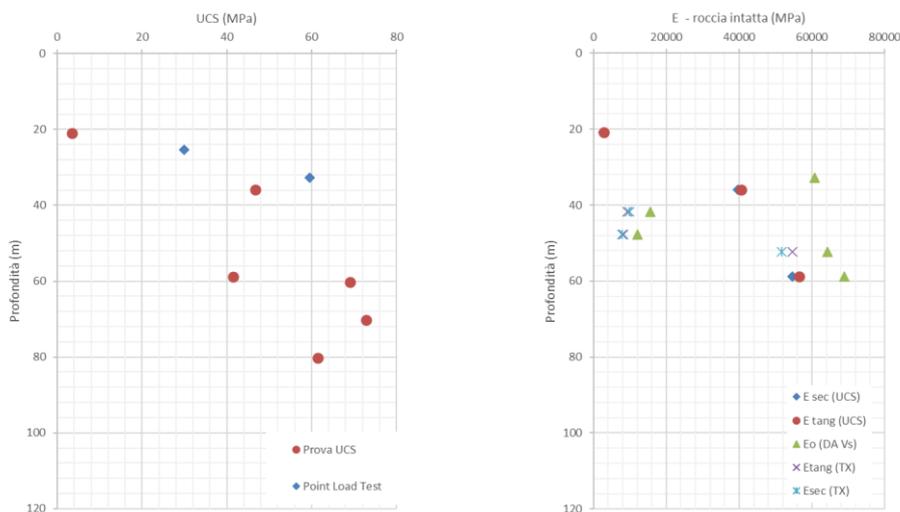


Figura 4-18 – Resistenza a compressione e modulo elastico per la roccia intatta (FAEm).

Di seguito si riportano i risultati di prove dilatometriche e i moduli elastici operativi da prove a velocità ultrasonica che permettono di definire il modulo elastico per l'ammasso roccioso. 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 $E/E_0=0.1$, in funzione del livello di deformazione atteso a seguito dello scavo della galleria e in accordo coi risultati ottenuti da prove dilatometriche.

Caratterizzazione geomeccanica FAEam

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 $22 \div 26 \text{ KN/m}^3$.

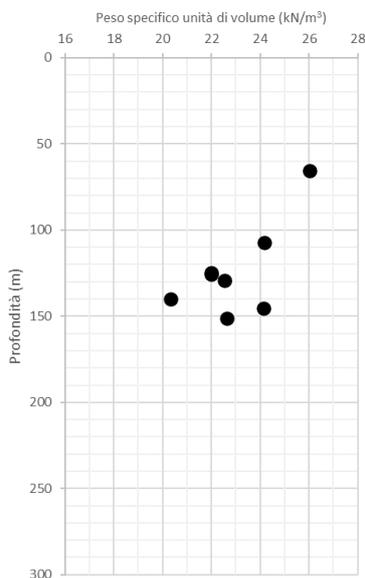


Figura 4-19 – Peso specifico per unità di volume (FAEm).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 27 di 41

Proprietà meccaniche

I valori di resistenza a compressione dell'ammasso sono ricavati da prove di compressione monoassiale e Point Load Test. Per la litofacies FAEam è stato considerato il range di resistenza a compressione monoassiale del gruppo geomeccanico della marna argillosa, pari a 5 ÷ 7 MPa. Il modulo elastico per la roccia intatta è stato ricavato da prove di compressione monoassiale, prove triassiali e da prove ultrasoniche a partire dai valori di velocità delle onde di taglio Vs. I valori di modulo elastico sono molto variabili, essendoci componenti calcaree e calcarenitiche all'interno della formazione oltre che la componente più scadente di natura argilloso marnosa. Per questo motivo per la litofacies FAEam sono stati considerati i valori più bassi di modulo elastico per la roccia intatta, con valore medio di 5 GPa.

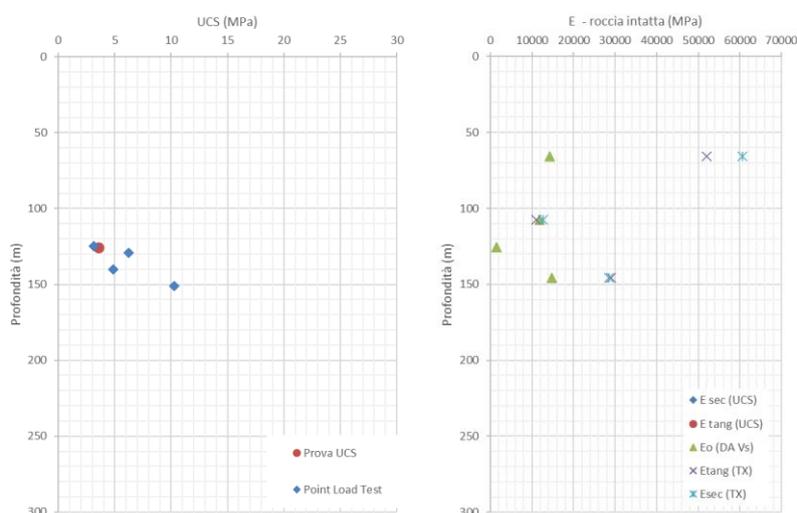


Figura 4-20 – Resistenza a compressione (sx) e modulo elastico per la roccia intatta (FAEam).

Di seguito si riportano i risultati di prove dilatometriche e i moduli elastici operativi da prove a velocità ultrasonica che permettono di definire il modulo elastico per l'ammasso roccioso. 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 $E/E_0=0.1$, in funzione del livello di deformazione atteso a seguito dello scavo della galleria e in accordo coi risultati ottenuti da prove dilatometriche. I valori ottenuti sono in accordo coi valori di modulo elastico operativo da prove ultrasoniche e i risultati da prove dilatometriche.

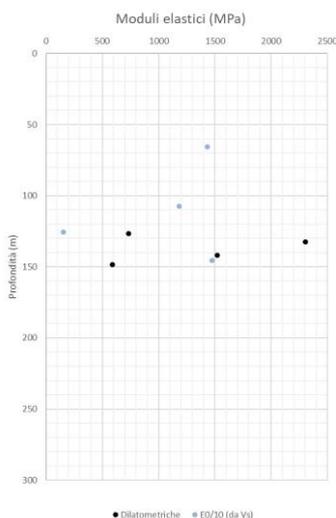


Figura 4-21 – Modulo elastico da prove dilatometriche e modulo elastico operativo da prove a velocità ultrasonica (FAEam).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 28 di 41

Riepilogo parametri FAE

Nella seguente Tabella si riepilogano i campi di variazione dei parametri geomeccanici della litofacies più diffusa, FAEMA, relativamente alle tratte della galleria interessate dallo scavo in tradizionale.

Parametro		u.m.	Coperture [m]		
			5-30	30-60	
γ		kN/m ³	24-26	24-26	
UCS		MPa	10 – 20	10 - 20	
m _i		-	8	8	
D		-	0.5-0	0.5-0	
GSI (45-60)	50	σ_{cm}	MPa	5 - 6	8 - 10
		c'	kPa	300 - 400	500 - 700
		ϕ'	°	45 - 50	40 - 45
		E _m	MPa	900 - 2300	900 - 2300

Tabella 4-3 – Tratta di scavo in tradizionale, litofacies FAEMA, riepilogo parametri geotecnici/geomeccanici.

Caratteristiche delle famiglie di discontinuità

I rilievi geostrutturali, eseguiti in prossimità dell'imbocco lato Bari della galleria Hirpinia, hanno portato alla definizione dei principali sistemi di discontinuità. In particolare, ognuno di essi ha rilevato la presenza di 3-4 famiglie principali di discontinuità e superfici di stratificazione. Tali discontinuità presentano valori di spaziatura media variabile tra 0,2 e 0,6 m di gran lunga inferiore alla dimensione dell'opera in progetto.

Si riporta nel seguito il dettaglio delle caratteristiche meccaniche delle varie famiglie di discontinuità relative ad ogni stop geostrutturale eseguito:

Stop	GSI (-)	Spaziatura (mm) - frequenza (%)	Famiglia discontinuità	Inclinazione/Immersione (°)	JRC (-)	JCS (MPa)
GM1 (pk. 41 + 000)	35 ÷ 45	60÷200 - 43% 200÷600 - 23% <20 - 20% 600÷2000 - 11% 20÷60 - 3%	K1	74/053	12 ÷ 14	74
			K2	71/143	11 ÷ 13	83
			K3	29/273	10 ÷ 12	63

Stop	GSI (-)	Spaziatura (mm) - frequenza (%)	Famiglia discontinuità	Inclinazione/Immersione (°)	JRC (-)	JCS (MPa)
GM2 (pk. 41 + 000)	55 ÷ 65	200÷600 - 52% 60÷200 - 27% <20 - 15% 600÷2000 - 6%	K1	79/013	8 ÷ 10	57
			K2	55/115	8 ÷ 10	44
			K3	60/182	8 ÷ 10	73

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 29 di 41

Stop	GSI (-)	Spaziatura (mm) - frequenza (%)	Famiglia discontinuità	Inclinazione/Immersione (°)	JRC (-)	JCS (MPa)
GM3 (pk. 41 + 000)	35 ÷ 45	200÷600 - 30% 60÷200 - 28% <20 - 15% 20÷60 - 15% 600÷2000 - 12%	K1	76/052	16 ÷ 18	79
			K2	65/221	16 ÷ 18	63
			K3	82/321	15 ÷ 17	85

Le caratteristiche meccaniche delle varie famiglie di discontinuità possono essere determinate adottando la legge di resistenza di Barton relativa a discontinuità naturali scabre senza riempimento:

$$\tau = \sigma_n \tan \left[\varphi_r + JRC \log_{10} \left(\frac{JCS}{\sigma_n} \right) \right]$$

con:

σ_n = tensione normale alla superficie della discontinuità;

φ_r = angolo di resistenza al taglio residuo della discontinuità (coincidente con l'angolo di attrito di base del materiale se la discontinuità è non alterata);

JRC = coefficiente che tiene in conto della scabrezza della discontinuità;

JCS = coefficiente che tiene in conto la resistenza intrinseca della discontinuità.

Ciascuna famiglia di discontinuità è stata caratterizzata, come di seguito riportato, in funzione delle proprie caratteristiche, con riferimento alla massima copertura, pari a 60 m, lungo la tratta della galleria realizzata in tradizionale.

Stop	Copertura (m)	Famiglia discontinuità	ϕ_b (°)	JRC (-)	JCS (MPa)	c'_k (kPa)	φ'_k (°)
GM1 (pk. 41 + 000)	60	K1	20	13	74	0	43
		K2		12	83	0	42
		K3		11	63	0	39

Stop	Copertura (m)	Famiglia discontinuità	ϕ_b (°)	JRC (-)	JCS (MPa)	c'_k (kPa)	φ'_k (°)
GM2 (pk. 41 + 000)	60	K1	20	9	57	0	35
		K2		9	44	0	34
		K3		9	73	0	36

Stop	Copertura (m)	Famiglia discontinuità	ϕ_b (°)	JRC (-)	JCS (MPa)	c'_k (kPa)	φ'_k (°)
GM3 (pk. 41 + 000)	60	K1	20	17	79	0	51
		K2		17	63	0	49
		K3		16	85	0	50

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 30 di 41

4.3 USCITA/ACCESSO DI EMERGENZA CARRABILE F1

L'uscita di emergenza F1 si colloca nella porzione centrale dell'area interessata dallo scavo della galleria Hirpinia, e intercetta le due canne a singolo binario fra le progressive km 56+737 e km 56+357 circa, includendo nella sua ultima parte del tracciato l'area di sicurezza sotterranea, con funzione di punto antincendio, come mostrato nella seguente Figura 4-22.

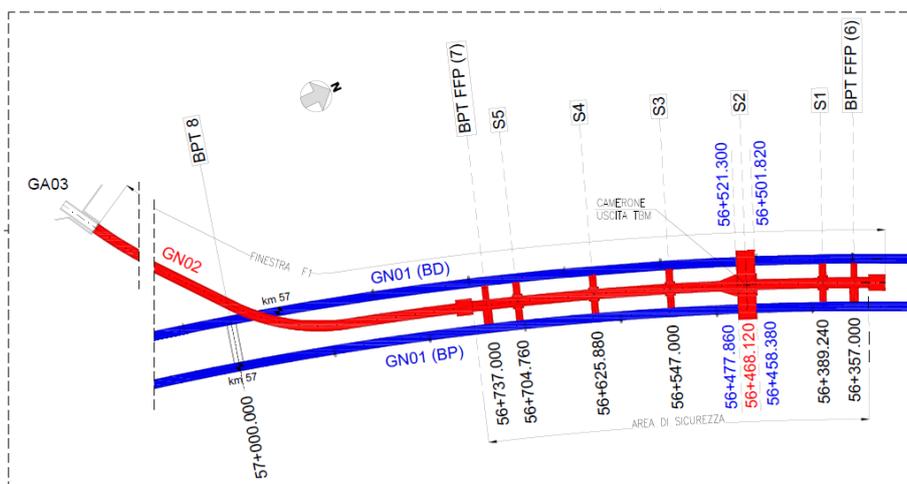


Figura 4-22. Tratta finale della finestra F1 con l'area di sicurezza.

4.3.1 Peliti di Difesa Grande della Formazione di Sferracavallo (STF2)

Con riferimento alla seguente Figura 4-23, la galleria di sfollamento / finestra F1 ha una lunghezza di circa 1647 m ed interessa su tutto il suo sviluppo le Peliti di Difesa Grande della Formazione di Sferracavallo (STF2) con una copertura massima pari a circa 185 m.

Dal punto di vista geomorfologico non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per la galleria in oggetto, né per l'imbocco della galleria stessa, visto che i corpi di frana presenti si trovano a quote superiori di oltre 90 m rispetto al piano ferro della galleria. Si tratta di fenomeni riconducibili a colamenti lenti, frane complesse e aree a franosità diffusa con stato quiescente, di ridotta estensione e spessore.

Dal punto di vista geotecnico la Formazione di Sferracavallo (depositi marini di piattaforma, transizione e spiaggia emersa) è costituita da argille limose e argille marnose con frequenti intercalazioni di sabbie limose. Più precisamente, le analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati mostrano la prevalenza della componente limosa (64%) e, in maniera secondaria, di argilla (34%). Il terreno è classificabile come limo con argilla (AGI, 1977).

I sondaggi più prossimi a tale opera sono il sondaggio di Progetto Definitivo IF16G12 (Figura 4-24) e il sondaggio integrativo di Progetto Esecutivo, S16 (Figura 4-25).

APPALTATORE: Consorzio 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 M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ RB GA0700 001 C 31 di 41

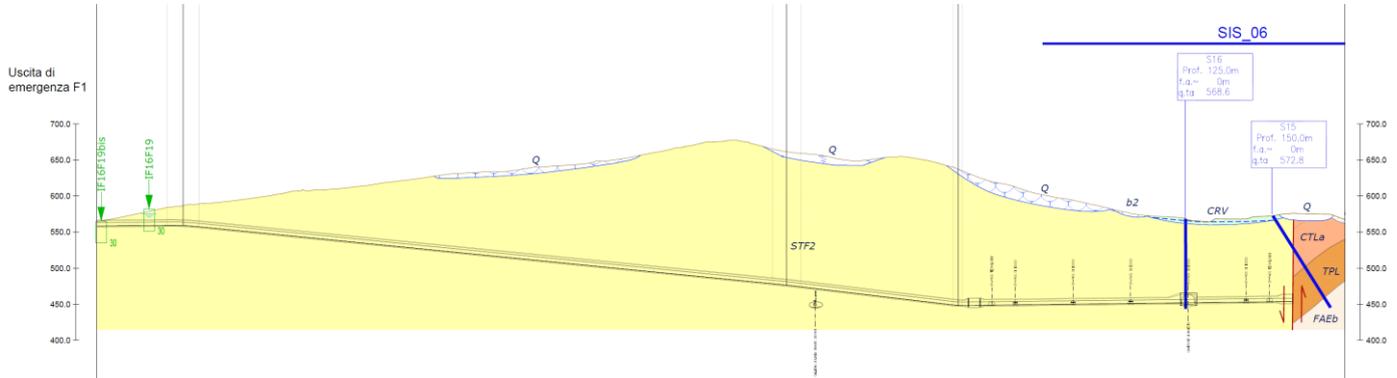
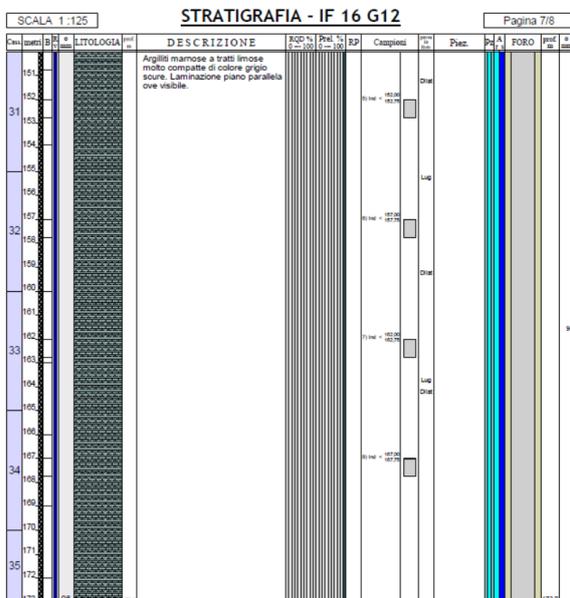


Figura 4-23. Profilo geologico - geotecnico longitudinale della finestra F1.



Committente: Italferr S.p.A.	Sondaggio: IF 16 G12
Riferimento: Sondaggio profondo tratta Irpinia – Orsara	Data: 06/04 - 19/04/2018
Coordinate: E2531587,336;N2531587,336 (Monte Mario/Gauro Stagno 1 EPSG:3004)	Quota: 595 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo, tecnologia Wire Line	Pagina: 18 di 18



Figura 4-24. Sondaggio IF16G12, porzione rappresentativa della stratigrafia e fotografie delle carote alla profondità dell'opera.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 32 di 41



Figura 4-25. Sondaggio S16, Carote prelevate a quota cavo relative alla formazione STF2.

L'analisi dei risultati dei carotaggi, delle prove in sito e di laboratorio ha consentito di tracciare un quadro complessivo al variare della profondità delle principali grandezze fisiche e meccaniche dell'unità indagata.

Il peso dell'unità di volume è compreso tra $21 \div 22 \text{ kN/m}^3$ mentre il peso dell'unità di volume del materiale secco varia tra $19 \text{ e } 20 \text{ kN/m}^3$. Il peso specifico è compreso fra $26 \text{ e } 27 \text{ kN/m}^3$.

I limiti di Atterberg sono compresi negli intervalli di seguito riportati:

- limite plastico, w_P : $15\% \div 25\%$;
- limite liquido, w_L : $35\% \div 65\%$;
- indice di plasticità, IP : $20\% \div 40\%$.

Il contenuto d'acqua naturale w risulta compreso tra il 10% ed il 20% circa, con un indice di consistenza IC mediamente pari a 1.3.

Con riferimento ai citati sondaggi, nelle seguenti Figure sono riportati i seguenti valori:

- Andamento con la profondità dei valori della resistenza al taglio non drenata, c_u , ottenuti sia dalle prove effettuate sulle carote dei sondaggi mediante il pocket penetrometer sia dalle prove di compressione triassiale non consolidata non drenata (UU) (Figura 4-26).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 33 di 41

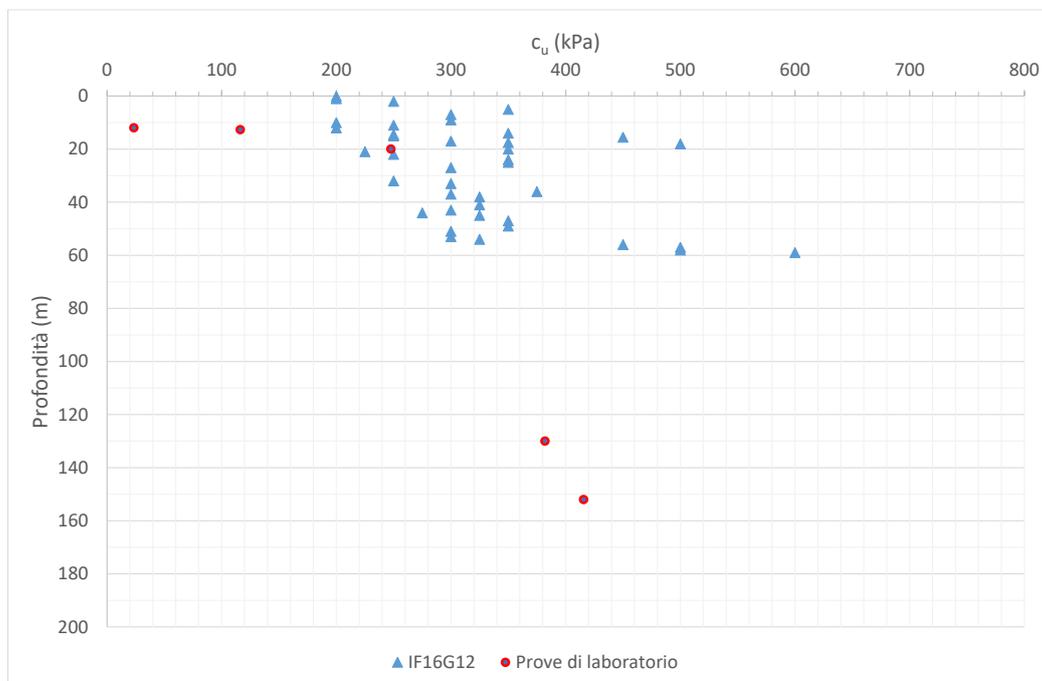


Figura 4-26. Valori della resistenza al taglio non drenata, c_u .

- Andamento con la profondità dei valori dell'angolo di resistenza al taglio, ϕ' , (Figura 4-28) ricavati sulla base delle determinazioni di laboratorio dell'indice di plasticità, I_p , utilizzando la correlazione, fra il valore di ϕ' e l'indice di plasticità I_p , proposta da Terzaghi, Peck, and Mesri (1996) e riportata nella Figura 4-27.

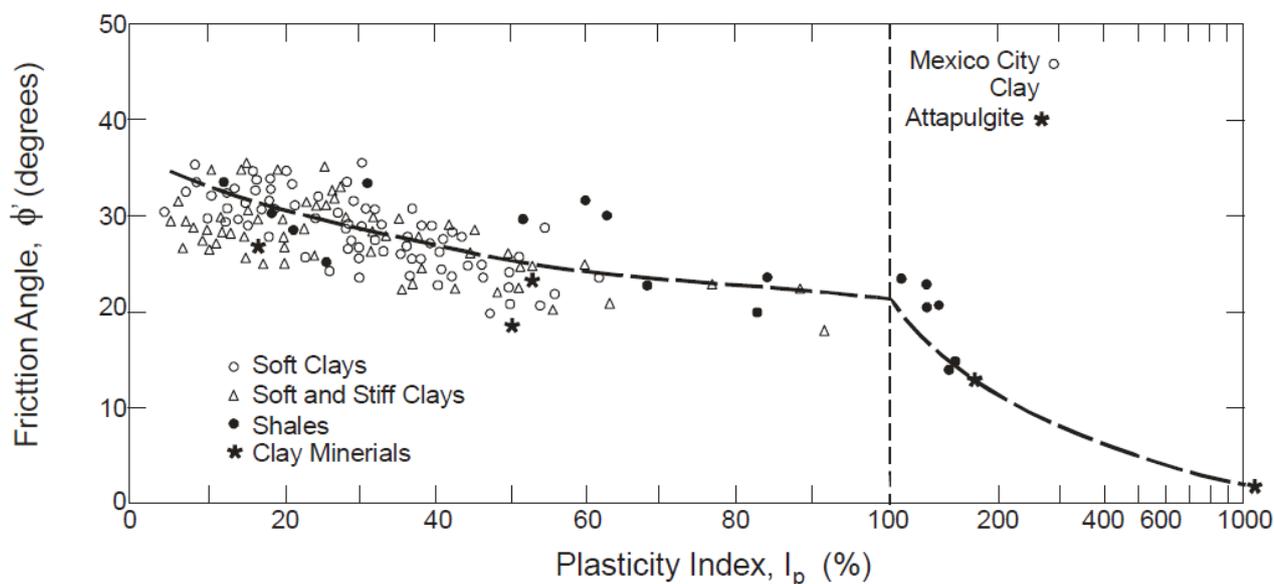


Figura 4-27. Correlazione fra ϕ' e I_p (Terzaghi, Peck, and Mesri, 1996).

APPALTATORE: Consorzio 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 M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<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;">GA0700 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">34 di 41</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RB	GA0700 001	C	34 di 41
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ RB	GA0700 001	C	34 di 41												
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo																	

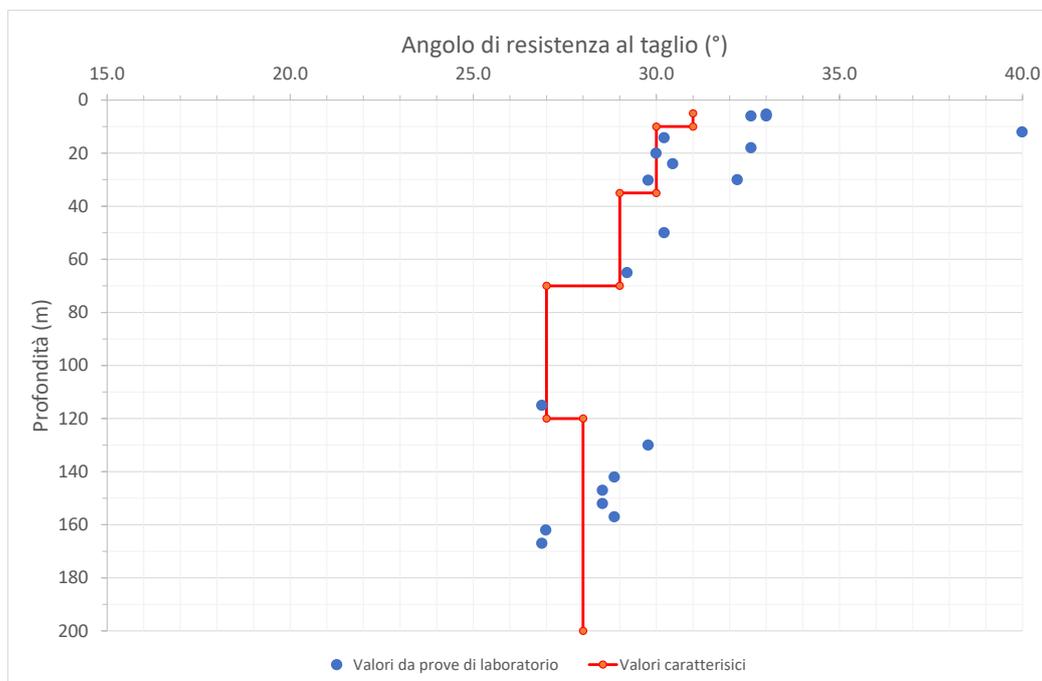


Figura 4-28. Valori dell' angolo di resistenza al taglio, ϕ' .

- Inoltre, per quanto concerne la valutazione della coesione efficace intercetta, c' , si è adottato l'approccio proposto da Mesri e Abdel – Ghaffar (1993) che hanno correlato direttamente il valore di c' alla pressione di preconsolidazione, σ'_p , e al valore della tensione efficace normale agente sulla superficie di rottura, σ'_n (Figura 4-29); a sua volta per valutare la pressione di preconsolidazione è stata adottata la seguente correlazione fornita da Mesri: $c_u / \sigma'_p = 0.22$. Nella Figura 4-30 sono riportati i valori ottenuti.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 35 di 41

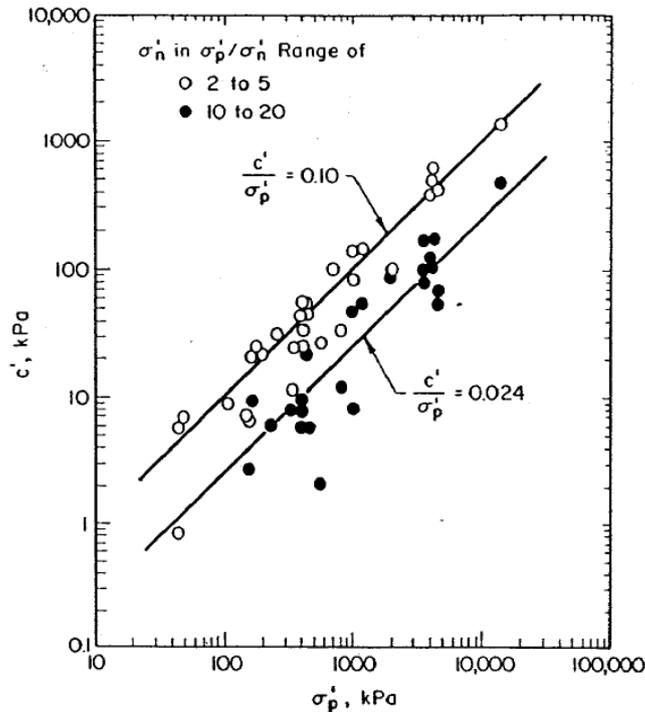


Figura 4-29. Relazione fra la coesione efficace intercetta c' , la pressione di preconsolidazione σ_p' , e la tensione efficace normale agente sulla superficie di rottura σ_n' (Mesri e Abdel – Ghaffar (1993).

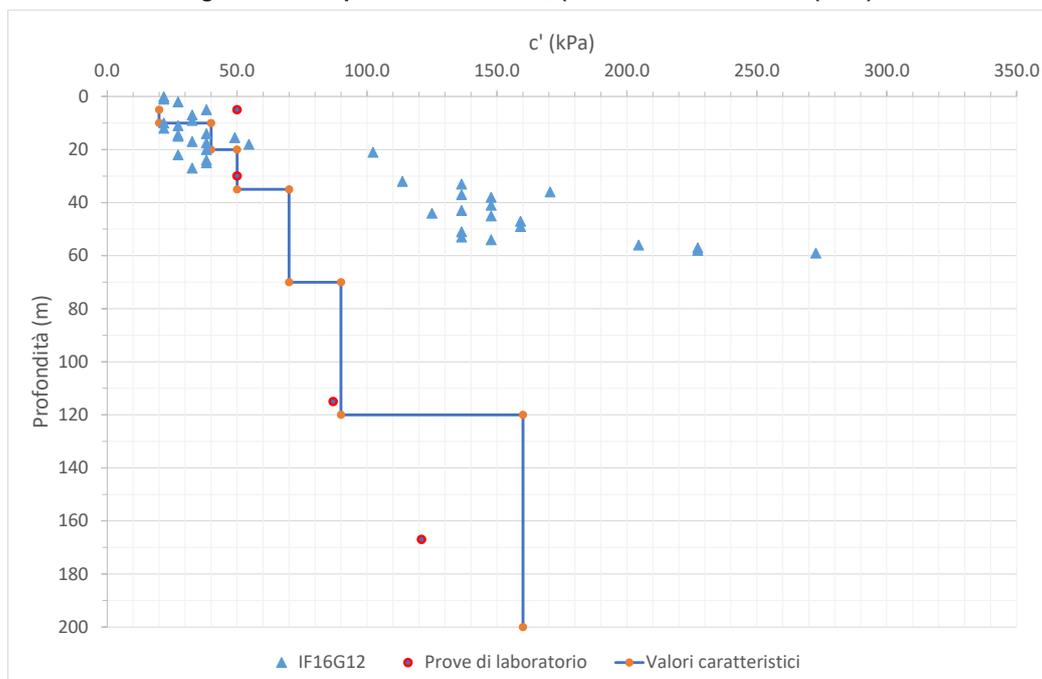


Figura 4-30. Valori della resistenza al taglio drenata, c' .

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 36 di 41

Nella seguente Figura 4-31 sono riportati i risultati dei moduli di deformabilità ottenuti dalle prove dilatometriche effettuate.

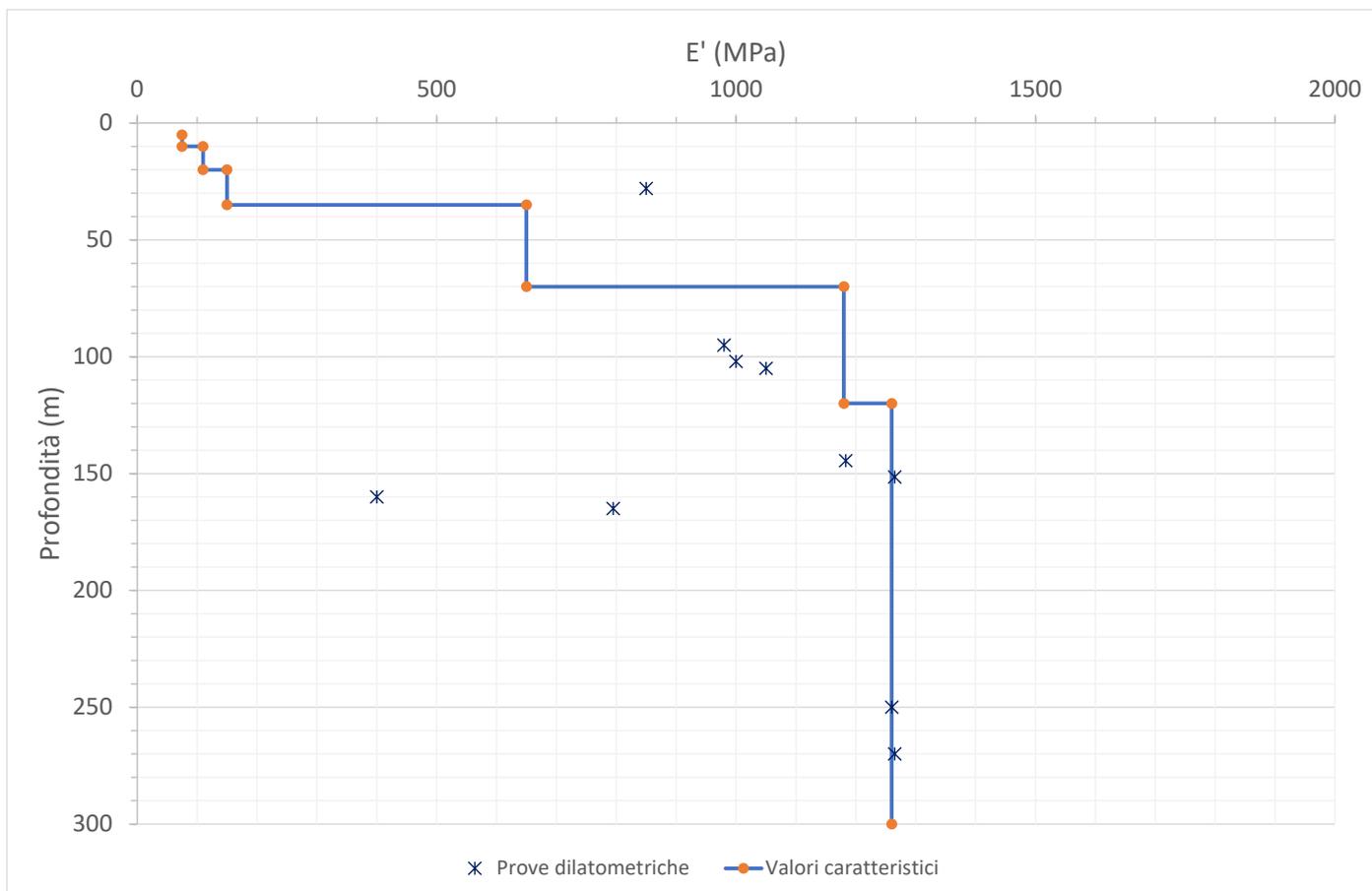


Figura 4-31. Valori del modulo di deformabilità ottenuto dalle prove dilatometriche.

Inoltre, nella seguente Figura 4-32, sono riportati i valori del contenuto naturale d'acqua, ottenuti dai campioni indisturbati prelevati, in funzione della profondità.

Con riferimento ai valori del contenuto naturale d'acqua del terreno saturo, riportati nella Figura 4-33, in funzione del valore dell'indice dei vuoti, assumendo valori del peso specifico delle particelle, pari a 2.6 e 2.7, e un valore tipico dell'indice dei vuoti dei terreni a grana fine pari a 0.6 - come mostrato nella Tabella 4-4 e ottenuto dai campioni indisturbati prelevati dai sondaggi - si può notare come i terreni, in modo particolare alle profondità della galleria, siano parzialmente saturi in quanto i valori del contenuto naturale d'acqua dei campioni indisturbati sono di gran lunga inferiori ai corrispondenti valori del contenuto d'acqua per un terreno saturo, w_{sat} , sotto falda, come mostrato nella Figura 4-32.

Tali dati sperimentali porterebbero, pertanto, ad escludere in tale formazione caratterizzata da una estremamente bassa permeabilità (valore del coefficiente di permeabilità, k , pari a circa 0.5×10^{-8} m/s) la presenza di una vera e propria falda freatica.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 37 di 41

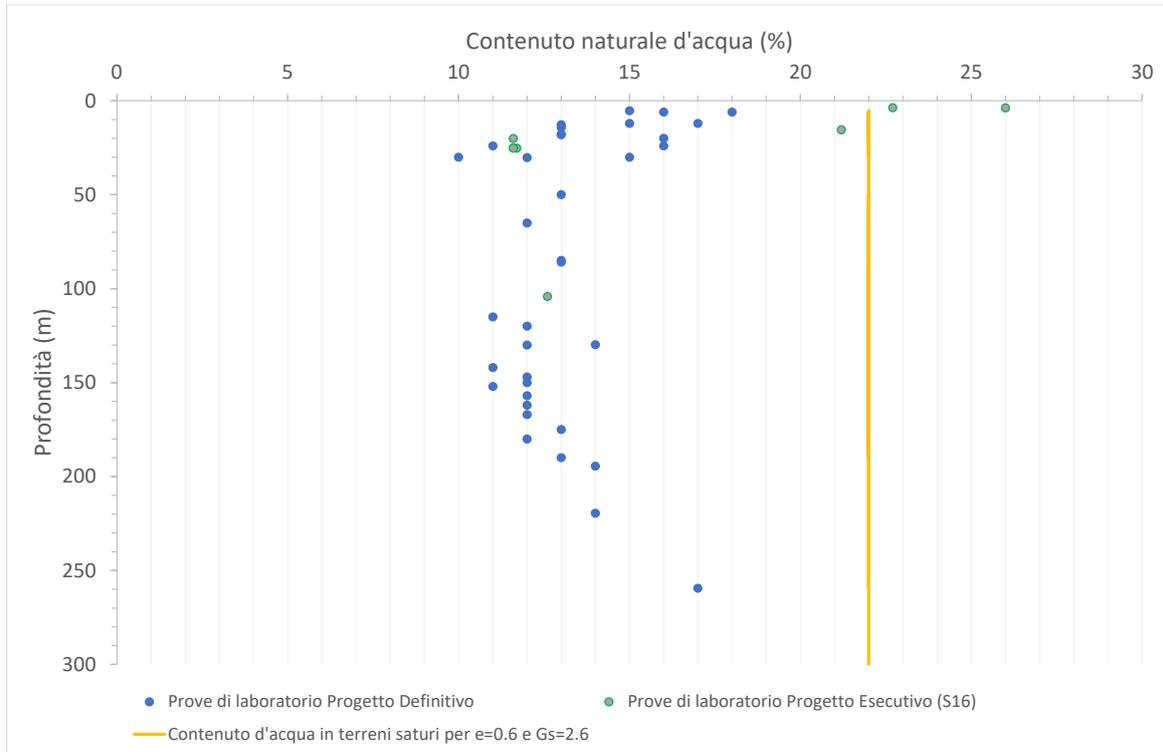


Figura 4-32. Valori del contenuto naturale d'acqua ottenuto dai campioni indisturbati, in funzione della profondità.

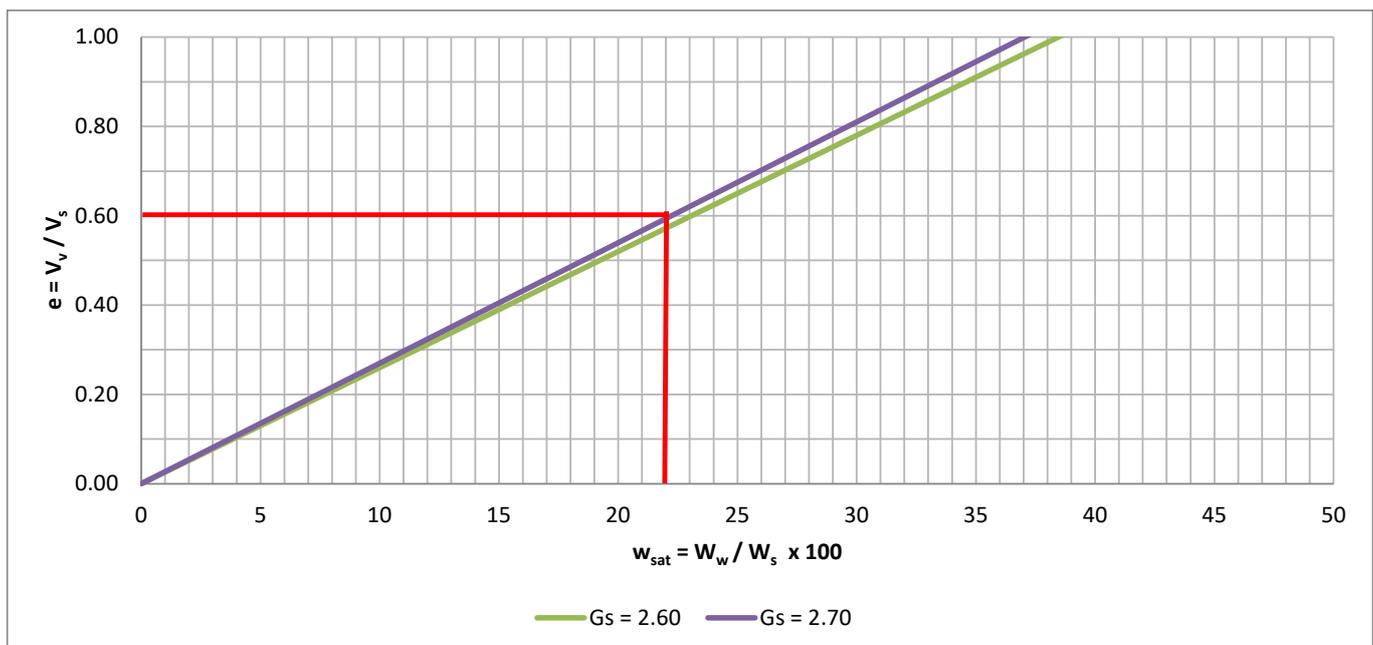


Figura 4-33. Valori del contenuto naturale d'acqua di terreni saturi in funzione del valore dell'indice dei vuoti e del peso specifico.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 38 di 41

Tabella 4-4 – Tipici valori dei parametri relativi alla caratterizzazione fisica del terreno (fonte: Peck, Hanson e Thornburn, 1974).

Descrizione	Porosità (n)	Indice dei vuoti (e)	Contenuto d'acqua (w in %) ^a	Peso dell'unità di volume	
				kN/m ³	
				γ _d	γ _{sat}
Sabbia uniforme, sciolta	0.46	0.85	32	14.1	18.5
Sabbia uniforme, densa	0.34	0.51	19	17.1	20.4
Sabbia assortita, sciolta	0.40	0.67	25	15.6	19.5
Sabbia assortita, densa	0.30	0.43	16	18.2	21.2
Sedimento eolico molto fine costituito da limo (loess)	0.50	0.99	21	13.4	18.2
Depositi glaciali molto assortiti e a grana grossa	0.20	0.25	9	20.7	22.8
Argille tenere glaciali	0.55	1.20	45	11.9	17.3
Argille compatte glaciali	0.37	0.60	22	16.7	20.3
Argille tenere leggermente organiche	0.66	1.90	70	9.1	15.4
Argille tenere molto organiche	0.75	3.00	110	6.8	14.0
Argilla montmorillonitica tenera	0.84	5.20	194	4.2	12.6

a = contenuto d'acqua per terreno saturo

Per quanto concerne la determinazione del coefficiente di spinta a riposo è stata adottata la seguente espressione:

$$K_0 (OC) = K_0 (NC) OCR^\alpha$$

essendo:

$K_0 (NC)$ = coefficiente di spinta a riposo del terreno normalconsolidato = $1 - \sin \phi'$

$K_0 (OC)$ = coefficiente di spinta a riposo del terreno sovraconsolidato

OCR = grado di preconsolidazione stimato dai valori di cu ricavati dai sondaggi e dalle prove di laboratorio

α = esponente assunto pari a 0.46 (Jamiolkowski et al., 1979)

Nella seguente Figura 4-34, sono riportati i relativi valori ottenuti dal sondaggio IF16G12.

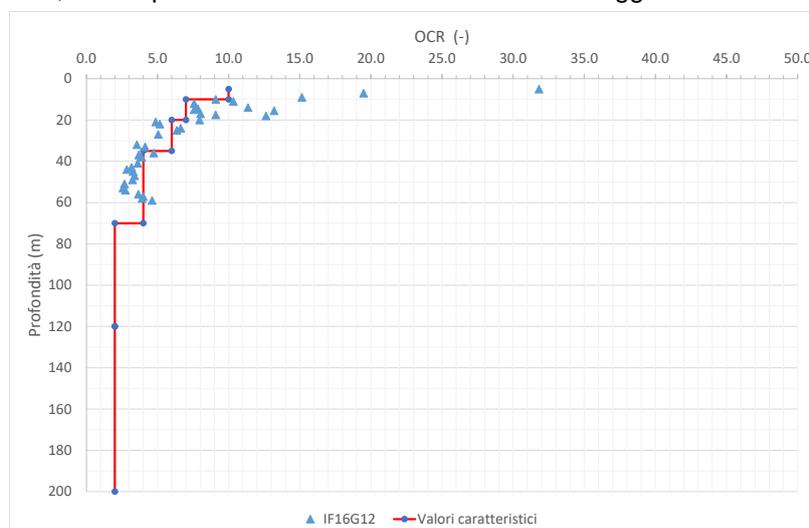


Figura 4-34. Valori del grado di preconsolidazione OCR.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 39 di 41

In conclusione, nella seguente Tabella 4-5, sono riepilogati i valori caratteristici dei parametri geotecnici che saranno adottati per le verifiche delle sezioni tipo.

Tabella 4-5. Stratigrafia di progetto e valori caratteristici dei parametri geotecnici per la verifica delle sezioni tipo.

Da (m)	A (m)	γ (kN/m ³)	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°) (°)	OCR (-)	K_0 (-)	$E_{k,op}$ (MPa)	ν (-)
5	10	22.0	20.0	31.0	10.0	1.4	75.0	0.35
10	20	22.0	40.0	30.0	7.0	1.2	110.0	0.35
20	35	22.0	50.0	30.0	6.0	1.1	150.0	0.35
35	70	22.0	70.0	29.0	4.0	1.0	650.0	0.35
70	120	22.0	90.0	27.0	2.0	0.8	1180.0	0.35
129	200	22.0	160.0	28.0	2.0	0.7	1260.0	0.35
> 200		22.0	160.0	28.0	2.0	0.7	1260.0	0.35

Profondità della falda dal piano campagna: falda assente sulla base dei dati piezometrici e della determinazione dei contenuti naturali d'acqua nei campioni indisturbati prelevati

LEGENDA

γ = peso dell'unità di volume del terreno

c'_k = valore caratteristico della coesione in termini di tensioni efficaci

ϕ'_k = valore caratteristico dell'angolo di resistenza al taglio

OCR = grado di sovraconsolidazione

K_0 = coefficiente di spinta a riposo

$E_{k,op}$ = valore caratteristico del modulo di Young

ν = rapporto di Poisson

Infine, sulla base della caratterizzazione geotecnica di dettaglio sopra riportata, nella seguente Tabella 4-6 sono riportati, per i diversi intervalli di copertura della galleria, i valori rappresentativi dei principali parametri geotecnici per l'Unità delle Peliti di Difesa Grande (STF2).

Tabella 4-6. Unità delle Peliti di Difesa Grande (STF2), riepilogo parametri geotecnici.

Parametri	Copertura 5 – 20 m	Copertura 20 – 35 m	Copertura 35 – 70 m	Copertura 70 – 120 m	Copertura > 120 m
γ (kN/m ³)	21 - 22	21 – 22	21 – 22	21 – 22	21 - 22
c'_k (kPa)	20 – 40	40 – 50	50 – 70	70 – 90	90 - 160
ϕ'_k (°)	30 – 31	29 – 30	28 – 29	27 – 28	27 - 28
$E_{k,op}$ (MPa)	75 – 110	110 – 150	150 – 650	650 – 1200	1200 - 1300

Sono state inoltre eseguite 4 prove di rigonfiamento impedito su campioni nell'Unità STF2. I valori di pressione σ_R tali da impedire il rigonfiamento in cella edometrica sono riportati nella seguente Tabella 4-7 e Figura 4-35.

Tabella 4-7. Unità delle Peliti di Difesa Grande (STF2), pressioni di rigonfiamento da prove di rigonfiamento impedito.

ID sondaggio	Campione	Profondità da p.c.	σ_R
[-]	[-]	[m]	[kPa]
IF16G12	CI1	115,38	147,1
IF16G12	CI4	147,40	98,1
IF16G12	CI6	157,40	110,3
IF16G12	CI8	167,40	208,4
S16	CI1	25,10	300,00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 40 di 41

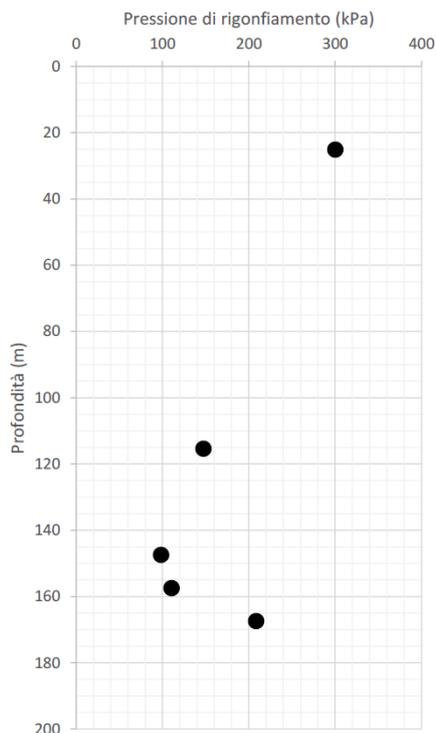


Figura 4-35. Pressione di rigonfiamento (STF2).

4.3.2 Regime idraulico

Con riferimento agli studi geologici ed idrogeologici del Progetto Esecutivo, le Peliti di Difesa Grande della Formazione di Sferracavallo (STF2) appartengono al complesso idrogeologico argilloso-sabbioso (denominato CAS) le cui relative unità litologiche interessate costituiscono acquiferi misti di modesta trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi essendo sede di falde idriche di scarsa rilevanza, generalmente discontinue e a carattere stagionale; inoltre la permeabilità, per porosità e per fessurazione, è variabile da molto bassa a bassa, con un coefficiente di permeabilità k compreso tra $3 \cdot 10^{-9}$ e $3 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Le evidenze sperimentali acquisite sia durante le perforazioni dei sondaggi sia per quanto concerne i risultati delle prove di laboratorio, effettuate su campioni indisturbati, i cui risultati sono stati riportati e discussi nel precedente paragrafo 4.3.1 porterebbero a considerare tale formazione come parzialmente satura con un grado di saturazione compreso fra 0.6 e 0.85 ovvero sia da umido a molto umido.

Tuttavia, in entrambi i due sondaggi effettuati, sono stati installati due piezometri a tubo aperto, della stessa lunghezza dei sondaggi (130-150 m), con i primi 100 m ciechi ed il restante tratto finestrato, che hanno indicato dei livelli piezometrici prossimi al piano campagna. Nonostante sia ben noto che piezometri a tubo aperto di lunghezze così elevate possano fornire misure piezometriche poco attendibili vista, ad esempio, la difficoltà operativa a realizzare la sigillatura di tenuta, fra il foro e il tubo piezometrico, necessaria ad isolare il tratto finestrato da quello superiore non finestrato, evitando il possibile riempimento del foro/piezometro da parte delle falde superficiali e dalle stesse acque meteoriche da p.c., è stato convenuto cautelativamente di adottare un livello piezometrico, lungo l'intera galleria, in accordo con le letture piezometriche effettuate nei due menzionati piezometri a tubo aperto.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tratta tradizionale - Relazione geotecnica delle opere in sotterraneo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO GA0700 001	REV. C	FOGLIO 41 di 41

Per il dettaglio delle quote dei livelli piezometrici, lungo l'intera Finestra F1, si rimanda ai seguenti due elaborati grafici di PE:

- Geologia, Studio idrogeologico, Finestra / Uscita di emergenza, Profilo idrogeologico in asse all'uscita di emergenza F1 -Tav 1/2. Elab. IF3A02EZZF7GE0402001C.
- Geologia, Studio idrogeologico, Finestra / Uscita di emergenza, Profilo idrogeologico in asse all'uscita di emergenza F1 -Tav 2/2. Elab. IF3A02EZZF7GE0402002C.

In tali elaborati, in revisione C, è stata aggiunta una apposita finca (Figura 4-36) nella quale, per quanto concerne la stima del carico idraulico, sono state individuate le seguenti 9 classi: (1) 0 – 25 m; (2) 25 – 50 m; (3) 50-75 m; (4) 75-100 m; (5) 100 – 125 m; (6) 125-150; (7) 150-175 m; (8) 175 – 200; (9) > 200 m.

Con riferimento alle progressive della Finestra F1 sono state indicate come stima del carico piezometrico le seguenti classi:

- dall'imbocco fino alla progressiva 0+180: classe 1 (0-25 m);
- dalla progressiva 0+180 alla progressiva 0+325: classe 2 (25-50 m);
- dalla progressiva 0+325 alla progressiva 0+675: classe 4 (75-100 m);
- dalla progressiva 0+675 alla progressiva 1+650: classe 6 (125–150 m).

FASE CONOSCITIVA	DATI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI	Formazione/unità									
		Litologia	Cg: conglomerati		Sa: sabbie		Ma: marne		Ag: argille		
			Cc: calcari		Ar: arenarie		Li: limi				
		Presenza di faglie	Damage zone: alta densità della fratturazione <input type="checkbox"/>				Core zone: breccie cataclastiche e/o gouge <input type="checkbox"/>				
		Complesso idrogeologico									
		Classi di permeabilità (m/s)	6	5	4	3	2	1	Massima		
			$K < 10^{-8}$ m/s	$K = 10^{-7} - 10^{-8}$ m/s	$K = 10^{-6} - 10^{-7}$ m/s	$K = 10^{-5} - 10^{-6}$ m/s	$K = 10^{-4} - 10^{-5}$ m/s	$K > 10^{-4}$ m/s	Minima		
			Valori calcolati/stimati						Media		
		Stima degli afflussi in fase di scavo	4		3		2		1		
			> 2 l/s x 10m		0.4-2 l/s x 10m		0.16-0.4 l/s x 10m		0-0.16 l/s x 10m		
Stima del carico idraulico (m)	8	7	6	5	4	3	2	1			
	>200m	175-200m	150-175m	125-150m	100-125m	75-100m	50-75m	25-50m	0-25m		

Figura 4-36. Finestra F1, fase conoscitiva geologica e idrogeologica, stima valori del carico idraulico.