

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

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

GEOLOGIA

INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE - AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO
PIANO DELLE ATTIVITA'

Relazione tecnico - illustrativa

APPALTATORE Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 19/11/2019	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	PROGETTISTA Dott. Geol. F. Pennino
--	---	---

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

IF28	01	E	ZZ	RG	GE0305	001	A	
------	----	---	----	----	--------	-----	---	--

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	V. Minardi	19/11/2019	B. Spigarelli	19/11/2019	M. Gatti	19/11/2019	Dott. Geol. F. Pennino
								19/11/2019

APPALTATORE: Mandataria Mandante SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA PROGETTO ESECUTIVO						
PROGETTISTA: ROCKSOIL. NET ENGINEERING ALPINA	INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO – PIANO DELLE ATTIVITA’ RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0305001	REV. A	FOGLIO 1 di 11

Indice

1	INTRODUZIONE	2
2	CENNI SULLA FORMAZIONE DEL FLYSCH ROSSO	3
3	PIANO DELLE ATTIVITÀ	4
3.1	OBIETTIVI DI INDAGINE E INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITÀ	4
3.2	VERTICALI GEOGNOSTICHE E PROVE IN FORO	5
3.3	STRUMENTAZIONE PIEZOMETRICA IN FORO	5
3.4	STRUMENTAZIONE INCLINOMETRICA IN FORO	6
3.5	MONITORAGGIO GAS A BOCCA FORO	6
3.6	PROVE DI LABORATORIO.....	7
3.6.1	Quadro generale	7
3.6.2	Prove specialistiche di caratterizzazione chimico fisica e dinamica dei terreni.....	8
3.7	PERFORAZIONI TELEGUIDATE HDD	8
3.7.1	Cenni generali	8
3.7.2	Procedura operativa	9
3.7.3	Esecuzione del foro pilota - aspetti di dettaglio	9
3.8	INDAGINI GEOFISICHE.....	10
4	UBICAZIONE INDAGINI.....	10
5	CAPITOLATO E SPECIFICHE TECNICHE DI RIFERIMENTO	11

INDICE DEGLI ALLEGATI

ALLEGATO 1

Quadro sinottico indagini in situ e prove in foro

ALLEGATO 2

Quadro sinottico prove di laboratorio

APPALTATORE:		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO – PIANO DELLE ATTIVITA’		IF28	01	E ZZ RG	GE0305001	A 2 di 11
RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA						

1 INTRODUZIONE

Il presente documento illustra le attività di indagine finalizzate all'approfondimento dello studio geotecnico della formazione del Flysch Rosso, afferente alle Gallerie Melito e Grottaminarda, opere del I Lotto funzionale Apice – Hirpinia della tratta Apice Orsaria, compresa nell'itinerario Napoli-Bari.

Le indagini sono concentrate tra le progressive di tracciato Km 2+650 ed il Km 7+800.

La campagna geognostica, propedeutica alla redazione del Progetto Esecutivo, si pone l'obiettivo di approfondire specifici elementi geologici/geomorfolologici ritenuti di importanza rilevante nei riguardi dei processi di interazione ammasso galleria.

Essa comprende:

- Indagini dirette costituite da sondaggi geognostici a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo finalizzate al prelievo di campioni indisturbati / rimaneggiati, esecuzione di prove in foro (SPT, DMT, fratturazione idraulica, permeabilità Lugeon/Lefranc, pressiometriche, dilatometriche), installazione di strumenti in foro per il monitoraggio geotecnico/piezometrico (piezometri, inclinometri).
- Indagini indirette costituite da prove sismiche down hole da svolgere in verticali di perforazione opportunamente condizionate;
- Perforazioni teleguidate con tecnologia HDD (Horizontal Directional Drilling) con successiva video ispezione dei fori;
- Prove di laboratorio per la determinazione delle proprietà fisiche (limiti di Atterberg, peso specifico, analisi granulometriche) meccaniche (prove triassiali di compressione in condizioni non drenate, non confinate e cicliche, prove di taglio diretto, prove edometriche, prova di colonna risonante) e l'investigazione del comportamento nel tempo (prove di creep, prove di rigonfiamento).
Particolare riguardo sarà dato a tali prove in quanto approfondiscono aspetti specifici del comportamento chemo-meccanico del materiale.
- prove di fresabilità (analisi petrografiche, diffrattometriche, tenore di silice, indice di abrasione, prove di frammentazione, perforabilità, NTNU);
- Analisi chimiche per la determinazione del livello di aggressività dei terreni

Il presente piano di indagini geognostiche si integra con la campagna investigativa finalizzata all'approfondimento dei depositi di frana sotto-attraversati dalla galleria Grottaminarda (IF28.0.1.E.ZZ.RG.GE.02.0.5.001.A).

APPALTATORE: Mandataria Mandante SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTISTA: ROCKSOIL. NET ENGINEERING ALPINA						
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO – PIANO DELLE ATTIVITA' RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF28	01	E ZZ RG	GE0305001	A	3 di 11

2 CENNI SULLA FORMAZIONE DEL FLYSCH ROSSO

Il Flysch Rosso è un deposito calcareo-pelitico di colore rossastro, ascrivibile al Cretacico superiore-Paleogene, presente in sito con potenze di 300-500 m, in cui si riconoscono almeno due facies: quella inferiore costituita da un accoppiamento di calcari torbiditici e marne rosse o verdastre e quella superiore con netta prevalenza pelitica. I termini pelitici sono presenti in vari livelli.

Dal punto di vista delle applicazioni ingegneristiche ha molta più rilevanza la facies superiore in quanto interagisce con le opere civili.

Il Flysch Rosso, così come una rilevante parte dei terreni attraversati dal tracciato ferroviario, è un terreno a struttura complessa, con particolarità di vario genere (definite appunto strutture) che conferiscono all'ammasso caratteri di disomogeneità ed anisotropia, più specificamente individuabili come corpi solidi (frammenti argillosi o lapidei, lenti sabbiose...) o discontinuità (fessure, superfici di taglio.).

Tali caratteri particolari del Flysch Rosso fanno di questo terreno un materiale complesso e non modellabile in maniera convenzionale: l'interazione meccanica fra componente lapidea e componente pelitica e il comportamento viscoso della componente pelitica non sono aspetti trascurabili ai fini ingegneristici.

Le discontinuità che caratterizzano sia il litotipo argilloso che quello lapideo sono dovute in gran parte agli stress tettonici subiti dalla formazione. Gli stress tettonici particolarmente intensi provocano una fratturazione molto elevata e la componente argillosa si presenta suddivisa in scaglie. Le argille a scaglie del Flysch Rosso sono costituite da un fitto aggregato di lamine millimetriche (scaglie) estremamente consistenti e di solito ben serrate fra di loro.

Alle discontinuità di natura tettonica si aggiungono altre superfici deboli, quali i giunti di strato, dovuti all'interruzione del processo di deposizione.

Il Flysch si presenta quasi sempre ammorbidito nella parte più prossima al piano campagna. La parte pelitica del Flysch Rosso, se soggetta a meccanismi di detensionamento, si ammorbidisce con conseguente decadimento delle proprietà meccaniche (resistenza, deformabilità, compressibilità). Per effetto dell'assorbimento di acqua, il materiale comincia a rammollire in prossimità delle fessure; da qui il fenomeno progredisce fino a poter trasformare il terreno in un materiale di bassa consistenza con inclusioni di argilla o marna ancora integre. Questi fenomeni di degrado sono fortemente condizionati da aspetti di natura chimica e sono esaltati se il terreno si trova a contatto con acqua distillata o comunque povera di ioni salini, in quanto la naturale acqua di porosità del Flysch Rosso si caratterizza per un'elevata concentrazione ionica (trattandosi di un terreno di origine marina).

Nei corpi di frana (scorrimenti e colate di terra) l'ammorbidente della matrice argillosa può essere significativo.

APPALTATORE:		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO						
– PIANO DELLE ATTIVITA'		IF28	01	E ZZ RG	GE0305001	A
RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA						4 di 11

3 PIANO DELLE ATTIVITÀ

3.1 OBIETTIVI DI INDAGINE E INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITÀ

Le indagini hanno come primario obiettivo l'approfondimento della formazione del Flysch Rosso al fine di individuare e inquadrare dal punto di vista geotecnico-geomeccanico le varie facies del Flysch Rosso e successivamente poter procedere all'attività di caratterizzazione fisico-meccanica dell'ammasso.

In particolare, l'approfondimento verterà sugli aspetti di mutua interazione componente lapidea e pelitica nei riguardi del comportamento meccanico ed idraulico, sulla modellazione specifica dei settori del Flysch ammorbiditi per effetto dell'infiltrazione di acqua piovana, con particolare riferimento alle aree interessate da scorrimenti e colate di terra. Infatti, è importate individuare la reale predominanza di materiale argilloso rispetto ai corpi più lapidei, l'eventuale presenza di strutture soggette a deformazioni a taglio (argille scagliettate) per attività tettonica, nonché la giacitura, orientazione e spaziatura delle porzioni più litoidi, costituendo questi gli elementi fondamentali da acquisire per effettuare una progettazione affidabile ed attenta dei sistemi di scavo da adottare per la realizzazione delle gallerie in questione.

Ad integrazione delle ordinarie prove di caratterizzazione fisico meccanica, si è rivolta speciale attenzione all'approntamento di una campagna di prove dedicate alla caratterizzazione idro-chemo-meccanica dei terreni in campo statico, alla caratterizzazione della resistenza allo stato critico, alla caratterizzazione meccanica in campo dinamico. Tali aspetti ad oggi non totalmente coperti dagli studi condotti in fase di progettazione definitiva, risultano essere di sostanziale importanza tecnica ai fini della corretta modellazione progettuale dello scavo delle gallerie, nonché della successiva gestione operativa in corso d'opera del rischio di natura geologico-geotecnica.

Pertanto, il piano delle attività comprende la realizzazione di n°15 postazioni per l'esecuzione di carotaggi/perforazioni a distruzione di nucleo, prove in foro (pressiometriche, dilatometriche, fratturazione idraulica, permeabilità Lefranc/Lugeon, SPT, DMT Marchetti), prelievo di un ampio numero di provini per prove in laboratorio, installazione strumentazione per monitoraggio geotecnico, dislocate longitudinalmente al tracciato della galleria, per un totale di n° 28 verticali di indagine.

Inoltre, al fine di una esaustiva ricostruzione del quadro strutturale della formazione del Flysch Rosso è prevista la video-ispezione delle perforazioni teleguidate sub-orizzontali, di sviluppo sino a 400 m, eseguite lungo l'asse delle gallerie con la tecnologia HDD (sviluppo totale 2166 m, di cui 1398 m in corrispondenza della galleria Grottaminarda (n°4 HDD) e 769 m in corrispondenza della galleria Melito (n°2 HDD).

Il piano di indagini comprende anche l'installazione di piezometri a tubo aperto e/o celle di Casagrande per adempiere ai seguenti principali obiettivi:

- approfondimento conoscitivo delle condizioni idrogeologiche a quota cavo;
- approfondimento conoscitivo del regime idrogeologico associato alle falde più superficiali anche al fine di valutare i possibili risentimenti indotti dallo scavo delle gallerie;
- valutazione della presenza di venute d'acqua rilevanti legate a strutture tettoniche che intercettano il tracciato della galleria.

Il monitoraggio dei possibili cinatismi in atto e quiescenti dei depositi franosi afferenti alla galleria Grottaminarda (ad integrazione del corpus indagini relativi al fenomeno censito fra le pk 3+900 ed il Km 4+250), si avvale di tubi inclinometrici ordinari installati nelle verticali di sondaggio SN_GR_04, SN_GR_05bis, SN_GR_06.

Sono previste anche prove di fresabilità (analisi petrografiche, diffrattometriche, tenore di silice, indice di abrasione, prove di frammentazione, perforabilità, NTNU) sui provini estratti dalle verticali geognostiche, finalizzate all'approfondimento delle soluzioni tecniche e tecnologiche connesse all'impiego dello scavo meccanizzato con TBM-EPB sia per la realizzazione delle Gallerie Grottaminarda e Melito (proposta migliorativa introdotta nel PE). Le prove saranno eseguite su un set di campioni rappresentativo delle facies del Flysch Rosso attese in fase di scavo.

APPALTATORE: Mandataria Mandante SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA					
PROGETTISTA: ROCKSOIL. NET ENGINEERING ALPINA		PROGETTO ESECUTIVO					
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO – PIANO DELLE ATTIVITA’ RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF28	01	E ZZ RG	GE0305001	A	5 di 11

3.2 VERTICALI GEOGNOSTICHE E PROVE IN FORO

Per la presente fase di Progettazione Esecutiva sono previste le seguenti verticali di indagini geognostiche:

- n° 15 verticali perforate a carotaggio continuo di cui:
 - n°7 per un tot di 505 m di perforazione nell’area afferente alla galleria Grottaminarda;
 - n°8 per un tot di 790 m di perforazione nell’area afferente alla galleria Melito.
- n° 13 verticali perforate a distruzione di nucleo di cui:
 - n°7 per un tot di 450 m di perforazione nell’area afferente alla galleria Grottaminarda;
 - n°6 per un tot di 570 m di perforazione nell’area afferente alla galleria Melito.

Laddove opportuno i sondaggi a carotaggio sono spinti oltre il canonico diametro sotto la quota dell’arco rovescio della galleria, a scopo di accertamento delle condizioni geomorfologiche alla scala dei versanti in cui si collocano le opere in argomento.

Lungo tali verticali sono state previste le seguenti attività:

- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati da sondaggio a carotaggio continuo. E’ stato previsto di procedere con campionatore tipo Shelby/Osterberg per i campioni collocati entro i primi 40 m da boccaforo e con campionatore a rotazione per i campioni posti oltre la suddetta profondità.
 Il prelievo di campioni indisturbati sarà effettuato con maggiore intensità a quota cavo (settore di 40 m ca, considerando necessità di addivenire ad un quadro conoscitivo più spinto dell’ammasso interagente con lo scavo) e con passo di circa 10 m nella porzione superiore del sondaggio.
- prelievo di campioni di terreno da destinare alle analisi ambientali e alla determinazione del livello di aggressività dei terreni (acidità baumann-gully, solfati solubili in acido)
- prelievo di acque per determinazione composizione ionica;
- prove in foro di sondaggio:
 - prove SPT
 - prove permeabilità Lefranc
 - prove permeabilità Lugeon,
 - prove pressiometriche,
 - prove dilatometriche (con dilatometro da roccia),
 - prove DMT Marchetti,
 - prove di fratturazione idraulica.

3.3 STRUMENTAZIONE PIEZOMETRICA IN FORO

E’ prevista l’installazione di piezometri a tubo aperto e/o celle di Casagrande per adempiere agli obiettivi precedentemente esposti. La scelta della tipologia di piezometro da installare è discesa da considerazioni specifiche relative all’omogeneità delle formazioni interagenti con lo scavo in termini idrogeologici ed alle caratteristiche di permeabilità delle formazioni medesime.

APPALTATORE:		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO – PIANO DELLE ATTIVITA'		IF28	01	E ZZ RG	GE0305001	A
RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA						6 di 11

Si prevede l'installazione di più piezometri all'interno dello stesso foro di sondaggio (SN_GR_02, SN_GR_06bis, SN_Me_03, SN_Me_07) a diverse profondità, di tipologia differente (opzione con tubo aperto superiore ad intercettare la falda superficiale e cella di Casagrande a fondo foro ovvero quota cavo).

E' prevista l'installazione di piezometri a tubo aperto (diam. 4") nei sondaggi SN_GR_05, SN_GR_07, SN_Me_04 per l'effettuazione di prelievi di acqua per analisi ambientali.

In corrispondenza di sezioni di scavo in materiale pressoché impervio e omogeneo verranno monitorate con celle di Casagrande a quota cavo (SN_GR_04bis).

In sintesi è prevista:

- l'installazione di piezometri a tubo aperto (n° 9) a lettura manuale quindicinale per la durata della progettazione esecutiva nelle verticali: SN_GR_01, SN_GR_02, SN_GR_05, SN_GR_06, SN_Me_02, SN_Me_03, SN_Me_04, SN_Me_05, SN_Me_07 (con intensificazione delle letture nelle settimane immediatamente successive all'installazione);
- l'installazione di celle di Casagrande (n° 5) con trasduttore a corda vibrante collegato a centralina nelle verticali: SN_GR_04bis, SN_GR_02, SN_GR_06bis, SN_Me_03, SN_Me_07. Gli ultimi quattro sondaggi citati prevedono installazione contestuale (stesso foro) di piezometro a tubo aperto.

Per la profondità di installazione delle celle di Casagrande e la profondità di esecuzione del tratto finestrato si rimanda alla Tabella in Allegato e all'elaborato grafico di riferimento.

In fase di installazione dovrà essere posta particolare attenzione all'allestimento dei filtri e dei tratti isolanti, in osservanza alla procedura operativa descritta nel CSA RFI, allo scopo di garantire un corretto funzionamento dei due strumenti.

E' previsto che la suddetta strumentazione rimanga in attività anche durante l'esercizio della linea ferroviaria.

3.4 STRUMENTAZIONE INCLINOMETRICA IN FORO

Si prevede l'installazione di inclinometri (n°3) a lettura manuale quindicinale per la durata della progettazione esecutiva nelle verticali: SN_GR_04, SN_GR_05bis, SN_GR_06.

La lunghezza dei tubi inclinometrici è pari alla lunghezza della perforazione.

E' previsto che la suddetta strumentazione rimanga in attività anche durante l'esercizio della linea ferroviaria.

3.5 MONITORAGGIO GAS A BOCCAFORO

La presente campagna indagini prevede il rilievo e la registrazione in continuo di eventuale gas metano a boccaforo in fase di perforazione per tutta la lunghezza dei sondaggi, stante la necessità di approfondire il quadro conoscitivo inerente la possibilità di incontrare ammassi grisutosi e rendere attivi flussi di gas durante la costruzione delle opere.

Il rilievo è previsto su almeno un sondaggio per postazione (min. 15) su tutta la lunghezza della perforazione. Qualora in corso d'opera, in una delle postazioni di indagine si registrasse la presenza di gas sarà necessario effettuare il rilievo in continuo anche per le altre verticali di indagine della postazione in oggetto (verticale bis).

APPALTATORE: Mandataria Mandante SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTISTA: ROCKSOIL. NET ENGINEERING ALPINA							
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO – PIANO DELLE ATTIVITA' RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF28	01	E ZZ RG	GE0305001	A	7 di 11

3.6 PROVE DI LABORATORIO

3.6.1 Quadro generale

Il piano delle prove di laboratorio si articola in una serie prove di caratterizzazione fisico-meccanica di tipo ordinario, ed un serie prove di caratterizzazione fisico e chemo-meccanica a carattere specialistico per la conduzione delle quali sono state individuate le strutture dell'Università di Napoli Federico II e dell'Università della Basilicata (Potenza).

Si riporta a seguire un quadro di sintesi della tipologia di prove di laboratorio previste nel piano in oggetto:

Prove di laboratorio su campioni rimaneggiati:

- determinazione contenuto naturale in acqua;
- analisi granulometrica completa (per vagliatura e sedimentazione);
- determinazione limiti di consistenza (LR, LP, LL)

Prove di laboratorio su campioni indisturbati (ordinarie):

- determinazione contenuto naturale in acqua;
- analisi granulometrica completa (per vagliatura e sedimentazione);
- determinazione limiti di consistenza (LR, LP, LL)
- determinazione del peso di volume naturale
- determinazione del peso di volume del secco

- prova di compressione monoassiale (ad espansione laterale libera)
- prova di resistenza a trazione indiretta

Prove di laboratorio specialistiche

- Preventiva determinazione della composizione ionica dell'acqua di porosità prelevata dai piezometri ed utilizzo in laboratorio di acqua chimicamente affine, stante la suscettibilità della risposta fisico-meccanica del Flysch Rosso alle caratteristiche chimiche dei fluidi interagenti (Università degli studi della Basilicata);
- prova di taglio diretto, p. triassiale TxCIU, TXUU (caratterizz. chemo-meccanica)
- prove geotecniche per la determinazione dei parametri di viscosità (Creep in cella triassiale)
- prove geotecniche per la determinazione del comportamento rigonfiante (pressione ed indice di rigonfiamento con prova Huder Amberg, prova a rigonfiamento impedito in cella edometrica);
- prove geotecniche per la caratterizzazione meccanica in campo dinamico (Colonna risonante, compressione triassiale ciclica).

E' prevista l'esecuzione del set completo di prove per la caratterizzazione fisica dei terreni sui campioni destinati all'esecuzione delle prove specialistiche sopra elencate.

Analisi chimiche dei terreni per determinazione livello di aggressività dei terreni:

- acidità baumann-gully: determinazione del PH;
- solfati solubili in acido.

APPALTATORE:		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario	Mandante						
SALINI IMPREGILO S.p.A.		ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:							
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA					
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO							
– PIANO DELLE ATTIVITA'		IF28	01	E ZZ RG	GE0305001	A	8 di 11
RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA							

Prove di fresabilità:

- Analisi petrografica su sezione sottile;
- Analisi diffrattometrica
- Tenore in silice
- Indice di abrasione CERCHAR (CAI Index) sulla media di 4 prove
- Prova di frammentazione NHT ed indice di fragilità S20 sulla media di 3 provini
- Prova di perforabilità metodo Sievers'-J sulla media di 3 provini
- NTNU Abrasion Test (AV)-abrasione su utensili da scavo TBM tungsten/carbide
- NTNU Abrasion Test (AVS)-abrasione su dischi TBM in acciaio

3.6.2 Prove specialistiche di caratterizzazione chimico fisica e dinamica dei terreni

La sperimentazione chemo-meccanica sarà svolta presso il laboratorio di geotecnica dell'Università della Basilicata, per la determinazione di:

- composizione del fluido interstiziale naturale dei terreni argillosi e delle sue possibili variazioni in funzione del problema di ingegneria che si considera (frane, drenaggi, scavi ecc);
- comportamento in condizioni non drenate (TxUU) e drenate (TD);
- comportamento a lungo termine (prove di creep);
- compressibilità e rigonfiabilità (prove edometriche) per effetto di scavi ed esposizione ad acqua piovana (pressione di rigonfiamento, prova di rigonfiamento in cella edometrica metodo Huder-Amberg modificato)

Presso l'Università di Napoli si approfondiranno i seguenti aspetti:

- comportamento meccanico in campo dinamico (colonna risonante e di compressione ciclica);
- comportamento meccanico in campo statico (TxCIU)

3.7 PERFORAZIONI TELEGUIDATE HDD

3.7.1 Cenni generali

Per lo studio del Flysch Rosso si prevede l'esecuzione di perforazioni teleguidate mediante tecnologia HDD e successiva video-ispezione dei fori, realizzate con lanci di 400 m da piano campagna a scendere verso le gallerie e portandosi sull'asse delle stesse, funzionali all'individuazione delle singole facies del Flysch Rosso e degli elementi funzionali alla classificazione strutturale dell'ammasso complesso (sviluppo totale 2166 m). Nello specifico sono previste:

- n° 4 perforazioni teleguidate in corrispondenza della galleria Grottaminarda:
 - approx. da pk 2+650 a 3+003 per una lunghezza di 360 m;
 - approx. da pk 3+540 a 3+919 per una lunghezza di 394 m;
 - approx. da pk 3+919 a 4+305 per una lunghezza di 395 m;
 - approx. da pk 4+497 a 4+738 per una lunghezza di 249 m.
- n° 2 perforazioni teleguidate in corrispondenza della galleria Melito:
 - approx. da pk 5+067 a 5+452 per una lunghezza di 372 m;
 - approx. da pk 6+036 a 6+395 per una lunghezza di 396 m;

APPALTATORE: Mandataria Mandante SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTISTA: ROCKSOIL. NET ENGINEERING ALPINA							
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO – PIANO DELLE ATTIVITA’ RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF28	01	E ZZ RG	GE0305001	A	9 di 11

Queste perforazioni da vari punti della superficie del terreno scenderanno verso le gallerie con pendenze del 70-80% ed attraverseranno l'asse della galleria con andamento sub-orizzontale per riemergere con pendenze del 70-80%. Una volta che la punta perforante sarà arrivata a giorno all'altro capo della perforazione, dopo un lancio di circa 400 m, il foro, ormai completato, dovrà essere ripulito da fango e detriti; a questo scopo un operatore, posto sulla posizione di arrivo, aggancerà alla punta perforante un alesatore dello stesso diametro del foro e a tergo di esso la telecamera. L'alesatore, tirato a ritroso mediante un cavo, rimuoverà i detriti, consentendo alla telecamera retrostante di muoversi senza intoppi e di riprendere le pareti del foro. La videoispezione consentirà la ricostruzione del quadro strutturale de Flysch fornendo utili informazioni per la definizione del comportamento meccanico del terreno.

3.7.2 Procedura operativa

L'indagine consiste nella realizzazione di un foro sotterraneo del diametro strettamente necessario al transito di una telecamera movimentata in verso opposto a quello di perforazione; la telecamera è trainata dall'utensile di alesaggio di diametro uguale al diametro del foro pilota ed è utilizzata per la video-ispezione delle pareti del foro.

Il foro nel sottosuolo viene realizzato mediante l'azione di una fresa rotante posta all'estremità di un treno d'aste. La fresa può operare a secco (nel terreno tal quale), o con l'ausilio di un fluido di perforazione. Si dovrà garantire l'esecuzione di percorsi prestabiliti che permettono di raggiungere il traguardo prefissato con tolleranza di pochi decimetri dopo tragitti che possono raggiungere i 400/500 metri lineari.

Una volta raggiunto il punto di arrivo, la fresa viene scollegata dal treno d'aste. A queste viene agganciato un alesatore che nella fattispecie ha lo stesso diametro del foro pilota; l'alesatore traina la telecamera per la video-ispezione. L'alesatore in questo caso essendo dello stesso diametro del foro non ne amplia le dimensioni ma lo ripulisce dai detriti e dal fango per permettere una chiara visione delle pareti.

La perforazione dovrà essere eseguita in via preferenziale con fluidi di perforazione in fase gassosa, atti a garantire la circolazione del detrito, il raffreddamento degli utensili di perforazione, nonché l'opportuna lubrificazione tra tubazione e pareti del perforo, e potrà essere effettuata con o senza l'uso di utensili percussivi fondo foro.

Nel caso di utilizzo di fluidi di perforazione in fase liquida (fanghi bentonitici, miscele acqua-bentonite-polimero), deve essere previsto il recupero ed il ricircolo dei liquidi, nonché il conferimento a discarica dei fanghi esausti. Nel caso di utilizzo di fluidi di perforazione in fase gassosa, il volume di acqua per metro cubo di aria compressa utilizzata, non può eccedere 0,2 litri/mc, mentre la percentuale di polimero eventualmente utilizzata non può eccedere i 2 litri/mc di acqua. In nessun caso è ammessa la dispersione nel terreno dei liquidi impiegati nella perforazione.

I sistemi di guida saranno idonei a misurare il mezzo grado percentuale di inclinazione (0,5%) e potranno essere sia di tipo radio walk-over che di tipo MGS (Magnetic Guidance System). Dovranno essere monitorati e registrati i parametri della perforazione asta per asta. Il tiro massimo dovrà essere concordato con il D.L. e verificato mediante l'utilizzo di un dinamometro.

3.7.3 Esecuzione del foro pilota - aspetti di dettaglio

La trivellazione avverrà mediante l'inserimento nel terreno di una serie di aste la prima delle quali collegata ad una testa orientabile che permette di essere guidata. Il controllo della testa di trivellazione, avverrà ad onde radio o via cavo per mezzo di una speciale sonda che alloggiata all'interno della testa ed in grado di fornire in ogni istante: profondità, inclinazione, direzione sul piano orizzontale.

Una volta realizzato il foro pilota, indipendentemente dal metodo impiegato, la testa di trivellazione verrà sostituita con un alesatore che sarà trascinato a ritroso all'interno del foro.

Con riferimento all'attività di video- ispezione si fa riferimento al capitolato RFI punto 3.8.4.9. Attrezzatura richiesta: sonda televisiva illuminata tipo BIPS.

APPALTATORE: Mandatario Mandante SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA				
PROGETTISTA: ROCKSOIL. NET ENGINEERING ALPINA		PROGETTO ESECUTIVO				
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO – PIANO DELLE ATTIVITA’ RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF28	01	E ZZ RG	GE0305001	A 10 di 11

3.8 INDAGINI GEOFISICHE

La campagna di indagini geofisiche prevede l'esecuzione di sismiche in foro **prove cross-hole** – configurazione a 2 fori (n°6 prove) per una lunghezza totale esaminata di 520 m.

Le perforazioni predisposte per l'esecuzione delle prove sono le seguenti:

- SN_GR_02bis (L=70m) - Perforazione a distruzione di nucleo;
- SN_GR_02ter (L=70m) – Perforazione a distruzione di nucleo;
- SN_GR_07bis (L=65m) - Perforazione a distruzione di nucleo;
- SN_GR_07ter (L=65m) – Perforazione a distruzione di nucleo;
- SN_Me_01 (L=105m) - Perforazione a carotaggio continuo;
- SN_Me_01bis (L=105m) – Perforazione a distruzione di nucleo;
- SN_Me_04bis (L=75m) - Perforazione a distruzione di nucleo;
- SN_Me_04ter (L=75m) – Perforazione a distruzione di nucleo;
- SN_Me_05bis (L=110m) - Perforazione a distruzione di nucleo;
- SN_Me_05ter (L=110m) – Perforazione a distruzione di nucleo;
- SN_Me_08 (L=95m) - Perforazione a carotaggio continuo;
- SN_Me_08bis (L=95m) – Perforazione a distruzione di nucleo;

4 UBICAZIONE INDAGINI

L'ubicazione delle indagini geognostiche integrative e delle perforazioni HDD previste per lo studio geotecnico della formazione del Flysch Rosso da eseguire in corrispondenza del profilo della galleria Melito e della galleria Grottaminarda, è riportata nelle planimetrie di riferimento:

- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.03.0.5.001.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.03.0.5.002.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.03.0.5.003.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.03.0.5.004.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.03.0.5.001.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.03.0.5.002.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.03.0.5.003.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.03.0.5.004.A
- IF28.0.1.E.ZZ.L8.GE.03.0.5.001.A
- IF28.0.1.E.ZZ.L8.GE.03.0.5.002.A
- IF28.0.1.E.ZZ.L8.GE.03.0.5.003.A
- IF28.0.1.E.ZZ.L8.GE.03.0.5.004.A
- IF28.0.1.E.ZZ.L8.GE.03.0.5.005.A
- IF28.0.1.E.ZZ.L8.GE.03.0.5.006.A

Si precisa che, laddove le informazioni disponibili alla data di redazione degli elaborati grafici lo abbiano consentito, si è proceduto all'eventuale aggiornamento delle ubicazioni previste in sede di pianificazione della campagna per effetto di variazioni apportate in corso d'opera (modificazioni associate a necessità logistiche, acquisizione permessi per occupazione temporanea terreni etc..)

APPALTATORE: Mandatario Mandante SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTISTA: ROCKSOIL. NET ENGINEERING ALPINA						
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO – PIANO DELLE ATTIVITA' RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF28	01	E ZZ RG	GE0305001	A	11 di 11

5 CAPITOLATO E SPECIFICHE TECNICHE DI RIFERIMENTO

Per tutti i dettagli operativi sulle procedure di espletamento delle attività di indagine in situ e delle prove di laboratorio, si rimanda ai contenuti del Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili – Parte II – Sezione 3 - Rilievi Geologici ed Indagini Geognostiche, emesso da RFI (2016).

ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA
1° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA
PIANO INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE - AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE MELITO E GROTTAMINARDA

ALLEGATO 1

SIGLA SONDAGGIO	Lunghezza perforazione		Prove meccaniche				Prove S.P.T.	Prove permeabilità in foro		Prelievo campioni				Strumentazione						Cross Hole		
	distr.	carotaggio	Pressiom etriche	Dilatomet riche	DMT Marchetti (*)	Fratturaz. Idraulica		Prove permeabilità Lefranc	Prove permeabilità Lugeon	Campioni rimaneggiati	Campioni rimaneggiati per prove lab. aggressività terreni	Campioni rimaneggiati per prove lab. analisi chimiche ambientali	Campioni indisturbati	PIEZOMETRI tubo aperto		PIEZOMETRI corda vibrante in cella Casagrande		PIEZOMETRI a 4" per ind. Ambientali	Inclinometro (4 guide)			
	(m)	(m)	(n°)	(n°)	(m)	(n°)		(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	lunghezza tratto cieco (m)	lunghezza tratto finetrato (m)	(n°)	profondità (m da pc)	(n°)		(n°)	(m)
SN_GR_01		50	1	2			5	1	2	5	2		9									
SN_GR_02		70	1	2			5	1	2	7	2		9	1	0 - 19m	19 - 39m	1	55				
SN_GR_02bis	70														0 - 5m	5 - 35m						70
SN_GR_02ter	70																					70
SN_GR_03		90	1	2		1	5	1	3	9	2		11									
SN_GR_04		120	1	2		1	5	1	3	8	2		10							1	60	
SN_GR_04bis	60				55												1	52				
SN_GR_05		45	1	2		1	8	1	2	5	2	3	9	1	0 - 30m	30 - 45m			1			
SN_GR_05bis	55				65															1	55	
SN_GR_06		65	1	2		1	8	1	2	6	2		10							1	65	
SN_GR_06bis	65				65									1	0 - 5m	5 - 20 m	1	50				
SN_GR_07		65	1	2			8	1	2	6	2	3	10	1	0 - 40m	40 - 60m			1			
SN_GR_07bis	65																					65
SN_GR_07ter	65																					65
SN_Me_01		105	1	3			5	1	3	9	2		13									105
SN_Me_01bis	105																					105
SN_Me_02		75	1	2			5	1	2	7	2		9	1	0 - 55m	55 - 75m						
SN_Me_03		85	1	2			8	1	2	8	2		10	1	0 - 5m	5 - 25m	1	75				
SN_Me_04		75		2			5	1	2	7	2	3	11	1	0 - 55m	55 - 75m			1			
SN_Me_04bis	75				75																	75
SN_Me_04ter	75																					75
SN_Me_05		110	1	2		1	5	1	2	11	2		13	1	0 - 89m	89 - 110m						
SN_Me_05bis	110																					110
SN_Me_05ter	110																					110
SN_Me_06		125	1	2		1	5	1	3	12	2		14									
SN_Me_07		120	1	2		1	5		4	12	2		14	1	0-5m	5- 50m	1	115				
SN_Me_08		95	1	2			8	1	2	9	2		11									95
SN_Me_08bis	95																					95
TOTALI attività	1020	1295	14	31	260	8	90	14	36	121	30	9	163	10			5		3	3	180	520

(*) Lunghezza prove subordinata a litologie risultanti in situ

ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA
1° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA
PIANO INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE - AMBITO FLYSCH ROSSO GALLERIE GROTTAMINARDA E MELITO

ALLEGATO 2

Prove di laboratorio (laboratorio commerciale)

SIGLA SONDAGGIO	Campioni prelevati			proprietà fisiche					proprietà meccaniche di resistenza		Prove fresabilità								analisi terreni (aggressività)	
	Campioni rimaneggiati per prove lab. geotecnico	Campioni rimaneggiati per prove lab. aggressività terreni	Campioni indisturbati	γ	γ_s	w	analisi granulom. (meccanica+sedimentazione)	limiti di Atterberg (LL, PL, di ritiro)	compressione monoassiale	resistenza a trazione indiretta	Analisi petrografica su sezione sottile	Analisi diffrattometrica	Tenore in silice	Indice di abrasione CERCHAR (CAI Index) sulla media di 4 prove	Prova di frammentazione NHT ed indice di fragilità S20 sulla media di 3 provini	Prova di perforabilità metodo Sievers'-J sulla media di 3 provini	NTNU Abrasion Test (AV) abrasione su utensili da scavo TBM tungsten/carbide	NTNU Abrasion Test (AVS)-abrasione su dischi TBM in acciaio	Acidità Baumann-Gully	Solfati solubili in acido
(-)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)
SN_GR_01	5	2	3	3	3	8	8	8	3	3									2	2
SN_GR_02	7	2	5	5	5	12	12	12	5	5									2	2
SN_GR_03	9	2	7	7	7	16	16	16	7	7									2	2
SN_GR_04	8	2	6	6	6	14	14	14	6	6									2	2
SN_GR_05	5	2	3	3	3	8	8	8	3	3									2	2
SN_GR_06	6	2	4	4	4	10	10	10	4	4									2	2
SN_GR_07	6	2	4	4	4	10	10	10	4	4									2	2
SN_Me_01	9	2	7	7	7	16	16	16	7	7									2	2
SN_Me_02	7	2	5	5	5	12	12	12	5	5									2	2
SN_Me_03	8	2	6	6	6	14	14	14	6	6									2	2
SN_Me_04	7	2	5	5	5	12	12	12	5	5									2	2
SN_Me_05	11	2	9	9	9	20	20	20	9	9									2	2
SN_Me_06	12	2	10	10	10	22	22	22	10	10									2	2
SN_Me_07	12	2	10	10	10	22	22	22	10	10									2	2
SN_Me_08	9	2	7	7	7	16	16	16	7	7									2	2
TOTALI Lab commerciale	121	30	91	91	91	212	212	212	91	91	6	12	12	12	12	12	8	8	30	30

Prove di laboratorio (laboratori universitari: Univ. di Napoli, Univ. della Basilicata)

SIGLA SONDAGGIO	Campioni prelevati			proprietà fisiche					proprietà meccaniche di resistenza e deformabilità						caratteristiche di rigonfiamento		analisi chimiche acque prelevate da piezometri		
	Campioni rimaneggiati per prove lab. geotecnico	Campioni rimaneggiati per prove lab. aggressività terreni	Campioni indisturbati	γ	γ_s	w	analisi granulom. (meccanica+sedimentazione)	limiti di Atterberg (LL, PL, di ritiro)	Tx UU	Prova di taglio diretto	Tx CIU	Tx - ciclica	Colonna Risonante	Prova di creep	Prova edometrica	indice di rigonfiamento	pressione di rigonfiamento	Determinazione concentrazione ionica acqua porosità	Determinazione effetti osmotici della concentrazione ionica
(-)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)
SN_GR_01			6	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
SN_GR_02			4	4	4	4	4	4		1	1			1	1	1	1		
SN_GR_03			4	4	4	4	4	4	1		1			1	1	1	1		
SN_GR_04			4	4	4	4	4	4		1	1	1	1	1	1	1	1		
SN_GR_05			6	5	5	5	5	5	1	1	1								
SN_GR_06			6	5	5	5	5	5	1	1	1			1	1	1	1		
SN_GR_07			6	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1						
SN_Me_01			6	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
SN_Me_02			4	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
SN_Me_03			4	4	4	4	4	4		1	1	1	1	1	1	1	1		
SN_Me_04			6	4	4	4	4	4	1		1			1	1	1	1		
SN_Me_05			4	4	4	4	4	4		1	1	1	1						
SN_Me_06			4	4	4	4	4	4	1		1			1	1	1	1		
SN_Me_07			4	4	4	4	4	4		1	1	1	1	1	1	1	1		
SN_Me_08			4	4	4	4	4	4	1		1			1	1	1	1		
TOTALI Lab universitari	0	0	72	66	66	66	66	66	10	11	15	8	8	12	12	12	12	15	15