

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

GEOLOGIA

INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE – AMBITO GENERALE DI LINEA

PIANO DELLE ATTIVITA'

RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio ORSARA - BOVINO AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/06/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	Dott. Geol. F. Pennino

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

IF3A 02 E ZZ RG GE0105 001 B -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 04.00 - Emissione 85gg	F. Pennino	07/10/2021	F. Pennino	07/10/2021	M. Gatti	07/10/2021	Ing. G. Cassani 08/06/2022
B	C 04.03 – A valle del contraddittorio	F. Pennino	08/06/2022	F. Pennino	08/06/2022	M. Gatti	08/06/2022	

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA						
		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0105 001	REV. B	FOGLIO 2 di 36

Indice

1	INTRODUZIONE	4
2	DESCRIZIONE GENERALE DEL CONTESTO DI INDAGINE	6
3	CENNI GENERALI SUL CONTESTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO	8
3.1	INQUADRAMENTO GENERALE	8
3.2	GEOLOGIA LUNGO IL TRACCIATO DELLA GALLERIA ORSARA	8
3.3	APPROFONDIMENTI PRELIMINARI SUL CONTESTO GEOLOGICO PIÙ COMPLESSO.....	12
4	PIANO DELLE ATTIVITA' LUNGO IL TRACCIATO DELLE OPERE IN SOTTERRANEO E NEI CONTESTI DI IMBOCCO.....	15
4.1	OBIETTIVI DI INDAGINE E INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITÀ	15
4.2	STRUMENTAZIONE PIEZOMETRICA IN FORO	31
4.3	STRUMENTAZIONE INCLINOMETRICA IN FORO	32
4.4	MONITORAGGIO GAS A BOCCAFORO	32
4.5	PROVE DI LABORATORIO	32
4.6	INDAGINI GEOFISICHE	33
5	UBICAZIONE INDAGINI	34
6	CAPITOLATO E SPECIFICHE TECNICHE DI RIFERIMENTO	36

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<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 RG</td> <td style="text-align: center;">GE0105 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">3 di 36</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	3 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	3 di 36													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA																		

INDICE DEGLI ALLEGATI

ALLEGATO 1

Quadro sinottico indagini in situ e prove in foro e strumentazione

ALLEGATO 2

Quadro sinottico prove di laboratorio

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<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 RG</td> <td style="text-align: center;">GE0105 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">5 di 36</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	5 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	5 di 36													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA																		

L'identificazione delle indagini geognostiche integrative muove in particolare da un'approfondita analisi tecnica condotta dello specifico contesto, sia con riferimento al quadro geologico-stratigrafico di previsione, sia nei riguardi degli scenari di caratterizzazione geotecnica/geomeccanica di Progetto Definitivo. Si ritiene utile condurre alcuni approfondimenti necessari sia per chiarire e dettagliare la transizione tra il Flysch del Faeto e la Formazione del Flysch Rosso e delle Argille del Calaggio, nella tratta compresa tra le progressive 50+000 e 52+000 ca, sia per meglio inquadrare le caratteristiche di resistenza e deformabilità degli ammassi alle più elevate profondità, dove in sede di progettazione definitiva ci si è principalmente riferiti a correlazioni di letteratura.

La proposta descritta nel seguito rappresenta una prima ipotesi di campagna integrativa che sarà oggetto di approfondimenti ed eventuali revisioni nella prima fase di sviluppo del Progetto Esecutivo entro le tempistiche contrattualmente previste per l'avvio delle indagini. I contenuti saranno anche calibrati in corso di indagine, in funzione dei dati via via raccolti.

Le attività di indagine sono articolate nel seguente modo:

- Indagini dirette costituite da sondaggi geognostici a carotaggio continuo finalizzati al prelievo di campioni indisturbati / rimaneggiati, all'esecuzione di prove in foro (SPT, DMT, fratturazione idraulica, permeabilità Lugeon/Lefranc, pressiometriche, dilatometriche), all'installazione di strumentazione in foro per il monitoraggio geotecnico/piezometrico (inclinometri, piezometri). In alcuni casi, i sondaggi geognostici sono eseguiti in parte a distruzione di nucleo ed in parte a carotaggio continuo.
- Indagini indirette costituite da sismiche da superficie (sismica a riflessione, sismica a rifrazione, indagine geoelettrica);
- Prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni (prove di compressione in cella triassiale, prove di taglio diretto, prove edometriche, prove di colonna risonante, prove triassiali cicliche, determinazione dei solfati) e delle rocce (prova di compressione monoassiale, di trazione indiretta "Brasilliana", prova di compressione triassiale in cella di Hoek, Point Load Test, prove di taglio su giunto) e il loro comportamento nel tempo (prove di creep, prove di rigonfiamento).

Sono previste inoltre 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 caratteristiche mineralogiche e di abrasività dei terreni in relazione al previsto scavo meccanizzato con TBM-EPB.

Nell'ambito delle indagini si effettuerà anche la campagna di rilevamento gas, sia durante la fase di perforazione dei sondaggi sia a seguito del loro completamento, comprensivo delle analisi di gas disciolti in acqua, al fine di approfondire il contesto dei lavori in tema di emissioni gisutose e relative classi di rischio.

Nei seguenti paragrafi sono illustrate le finalità e le procedure operative di dettaglio per le differenti attività previste per la campagna integrativa che comprende sia le tratte all'aperto che in sotterraneo. I contenuti saranno anche calibrati in corso di indagine, in funzione dei dati via via raccolti.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<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 RG</td> <td style="text-align: center;">GE0105 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">7 di 36</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	7 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	7 di 36													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA																		

Lungo la galleria sono previste alcune finestre costruttive necessarie per la realizzazione con il metodo tradizionale dei tratti di galleria.

Uscito dalla galleria il tracciato termina alla pk 68+953.375 (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^ fase.

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0105 001	REV. B	FOGLIO 9 di 36

1) La tratta all'aperto lato Orsara interessa i termini litologici alluvionali ghiaioso-sabbiosi del Subsistema dell'Incoronata (RPL1), parzialmente ricoperte dai depositi alluvionali attuali in corrispondenza dell'alveo del torrente Cervaro. Dall'imbocco lato Bari, ubicato alla pk 41+460 circa, la galleria interessa i depositi del Flysch di Faeto (FAE) dislocati da una faglia diretta sub-verticale. Al km 42+720 circa, la galleria intercetta un thrust a medio-alto angolo all'interno dello stesso Flysch di Faeto (FAE). Nel settore finale, fino alla pk 43+600, il Flysch di Faeto (FAE) passa ai terreni prevalentemente arenacei e conglomeratici del Sintema di Bovino (BVNa). La copertura sale fino a 100m.

2) Il tratto successivo, dopo i primi 60m nelle Arenarie e conglomerati di Castello Schiavo (BVNa), intercetta i terreni delle Argille e sabbie del Vallone Meridiano (BVNb) fino alla pk 46+850; le formazioni del Sintema di Bovino sono in eteropia tra loro, mentre presentano un contatto inconforme con il sottostante Flysch di Faeto (FAE). Le coperture sono superiori a 50m, tranne che in corrispondenza del fondovalle del torrente Avella, tra le pk 44+550 e 45+300.

3) Tra le pk 46+850 e 47+400, la galleria interessa i terreni marnosi delle Marne argillose del Toppo Capuana (TPC); tale formazione, insieme alle marne e diatomiti della formazione Tripoli (TPL), è sovrascorsa dai termini calcareo-marnosi del Flysch di Faeto (FAE), posto in contatto con TPC e TPL attraverso un thrust ad andamento NW-SE che intercetta la galleria in corrispondenza della pk 47+400 circa. A causa del suddetto thrust, i terreni prevalentemente marnosi delle formazioni TPC e TPL sono caratterizzati da un assetto a pieghe ravvicinate. Fino al termine della tratta a pk 50+250 sono nuovamente presenti i terreni calcareo-marnosi del Flysch di Faeto (FAE), dislocati da due faglie dirette sub-verticali ad andamento prevalente NW-SE, che ribassano i settori settentrionali. L'ultima di queste, alla pk 50+250 circa, mette in contatto il Flysch di Faeto (FAE) con il Flysch Rosso (FYR). Le coperture sono ovunque superiori a 120m, con un valore massimo di circa 370m in corrispondenza di Monte Grugnale.

4) Nella parte iniziale della tratta successiva, che arriva alla pk 53+200, la galleria interessa direttamente i litotipi argilloso-marnosi del Flysch Rosso (FYR), dislocato da una faglia diretta sub-verticale ad andamento prevalente NW-SE, che ribassa i settori settentrionali. Alla pk 51+460, un thrust a basso angolo ad andamento NW-SE, porta il Flysch Rosso (FYR) sui termini della Sub-unità tettonica del Vallone del Toro, rappresentati dalle Argilliti policrome del Calaggio (APC); queste ultime risultano dislocate da una faglia di cinematica sconosciuta alla pk 52+400 circa. Nel settore finale, sebbene a quote di oltre 90 metri al di sopra della galleria, il tracciato interseca nuovamente il thrust a basso angolo che porta il Flysch Rosso (FYR) sulle Argilliti policrome del Calaggio (APC). A fine tratta è presente una faglia diretta sub-verticale ad andamento prevalente NW-SE, che ribassa i settori meridionali. Le coperture sono superiori a 100m, ad eccezione del settore centrale in corrispondenza del Vallone del Confine dove le coperture si mantengono su valori compresi tra 50 e 100m, tra le pk 52+200 e 52+800.

5) Tra le pk 53+200 e 55+600 la galleria è interessata direttamente dai litotipi della Sub-unità tettonica del Vallone del Toro, in particolare dalle Argilliti policrome del Calaggio (APC). Tali termini, attraverso un thrust a basso angolo ad andamento NE-SW, sono sovrascorsi dai termini argilloso- marnosi del Flysch Rosso (FYR) che interessa la galleria tra le pk 53+200 e 53+450 circa. Le coperture sono superiori a 100m, tranne in corrispondenza del torrente di Vena dove, tra le pk 53+630 e 53+950, le coperture si mantengono su valori tra 60 e 100m.

6) Con riferimento alla tratta tra le pk 55+600 e 56+350, all'altezza della pk 56+180 circa la galleria intercetta un thrust a medio-basso angolo orientato WNW-ESE, che porta i termini marnoso-calcarei del Flysch di Faeto (FAEb), quelli marnoso-argillosi della formazione Tripoli (TPL) e i litotipi calcareo-brecciosi delle Evaporiti di Monte Castello (CTLa) sui litotipi della Formazione delle Argille Varicolori (AVR), a loro volte poste in sovrascorrimento sulle formazioni dell'Unità tettonica della Daunia attraverso un thrust ad alto angolo orientato WNW-ESE che intercetta la galleria alla pk 55+600 circa. A fine tratta, in corrispondenza della pk 56+350 circa, un lineamento tettonico classificato come faglia diretta ad alto angolo ad andamento SE-NW, che ribassa i settori meridionali, porta la galleria in esame ad intercettare in maniera pressoché continua le Peliti di Difesa Grande della Formazione di Sferracavallo (STF2). In questo tratto, la galleria intercetta dapprima la Formazione delle Argille Varicolori (AVR), tra le pk 55+600 e 56+170 circa, per poi passare ai termini marnoso-calcarei del Flysch di Faeto (FAEb) fino alla pk 56+300 circa e, fino a fine tratto, alla formazione Tripoli (TPL). Le coperture rimangono superiori a 100m.

7) Nel tratto successivo, fino alla pk 59+050, la galleria intercetta per l'intero tratto le Peliti di Difesa Grande della Formazione di Sferracavallo (STF2), interessate da due faglie di cinematica sconosciuta, subverticali. Le coperture sono superiori a 100m lungo l'intero tratto, fino a 220m in corrispondenza di Stratola, alla pk 57+200 circa.

8) Il tratto fino alla pk 63+450 è caratterizzato dalla presenza di un thrust a medio-basso angolo, intercettato all'altezza del km 59+050 circa, che porta la Formazione delle Argille Varicolori (AVR) ed il Membro pelitico-arenaceo del Fiume Miscano (BNA2) sui termini argilloso-sabbiosi delle Peliti di Difesa Grande (STF2). Dopo i primi 100m nella

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0105 001	REV. B	FOGLIO 11 di 36

10) Da pk 65+430 a pk 66+220 la galleria attraversa per buona parte della tratta la formazione del torrente Fiumarella e, nella parte finale, i termini prevalentemente argillosi della Sub-unità tettonica di Vallone del Toro. Le coperture variano da un minimo di circa 20m sul piano ferro in corrispondenza del fondovalle del torrente Fiumarella, fino a circa 100 metri in corrispondenza della porzione più elevata del versante SW di Serro Palumbo.

11) Tra le pk 66+220 e 66+540 la galleria passa nelle Argilliti con gessi di Mezzana di Forte (MZF), in contatto stratigrafico verso il basso con le Argilliti policrome del Calaggio (APC), che interessano lo scavo tra le pk 66+540 e 67+200 circa. Da qui, e per un tratto di circa 390 metri (fino alla pk 67+590), a quota galleria sono presenti le argille plioceniche del membro pelitico-arenaceo del fiume Miscano (BNA2), che risultano sovrascorsi dalle argille e marne del Flysch Rosso (FYR) attraverso un thrust a medio- basso angolo, intercettato all'altezza del km 67+590. In appoggio su tali litotipi si rinvenivano i depositi continentali del Subsistema di Benevento (SFL3), che presentano uno spessore estremamente variabile tra 1 e 25 m circa, ed i depositi delle coltri eluvio-colluviali (b2), con spessori di alcuni metri. Le coperture sono mediamente dell'ordine dei 30-40m e superano i 50m nel tratto a nord di Tre Torri, tra le pk 66+300 e 66+700.

L'imbocco lato Napoli della galleria Hirpinia (pk 68+541) interessa esclusivamente i termini argilloso-marnosi del Flysch Rosso (FYR) che a fine tratto (pk 68+570) sono in contatto con il membro di Flumeri delle Molasse di Anzano (ANZ2) mediante una faglia diretta ad alto angolo che ribassa il settore occidentale.

Dal punto di vista geomorfologico, la galleria è in generale a profondità tale da non interferire con i meccanismi franosi superficiali.

Nella tratta 10, tra pk 65+430 e pk 66+220, la copertura della galleria è bassa ed è stato individuato un colamento lento, che interessa il versante nord-orientale che borda, in destra idraulica, il torrente Fiumarella. Nella campagna indagini 2017 è stato installato un inclinometro (IO-S10) nella porzione medio-bassa del corpo di frana: le letture effettuate tra giu. 2017 ed apr. 2019 hanno permesso di individuare in circa 26m lo spessore coinvolto nella deformazione, con una velocità di circa 15-20 mm/anno. Il corpo di frana descritto non interferisce direttamente con la galleria in progetto, ma la superficie di scorrimento è posta circa 20-25 m al di sopra del piano del ferro. Un ulteriore elemento di criticità è inoltre rappresentato dall'attraversamento del torrente Fiumarella; infatti, nel tratto compreso tra le pk 65+980 e 66+160, le coperture della galleria sono ridotte a circa 15-20 metri rispetto al piano del ferro. Per quanto riguarda il versante sud-occidentale del torrente Fiumarella (sinistra idraulica), sono presenti e cartografati alcuni depositi per colamento lento in terra di ridotte dimensioni, con stato quiescente e spessore di alcuni metri, presenti a quote di circa 20-25m dal piano ferro della galleria in esame.

Con riferimento alle zone di imbocco, il versante in corrispondenza dell'imbocco nord-orientale della galleria "Hirpinia" (lato Bari), è caratterizzato dalla presenza dei litotipi calcareo-marnosi del Flysch di Faeto (FAE) ed è privo di evidenti fenomeni di dissesto direttamente interferenti con le opere in progetto; l'imbocco lato Napoli della galleria Hirpinia interessa i terreni argilloso-marnosi del Flysch Rosso (FYR) e non sono da rilevare elementi di potenziale criticità.

In sede di progettazione esecutiva si approfondirà l'inquadramento geologico dell'area e, mediante le indagini integrative che si intende predisporre, si detaglieranno alcuni passaggi stratigrafici più rilevanti, in particolare in corrispondenza delle argille scagliose a cavallo delle tratte 4, 5 e 6 precedentemente descritte e di cui nel seguito si riporta un approfondimento.

Le indagini che si intendono eseguire consentiranno, mediante l'esecuzione di prove in situ e prelievo di campioni da sottoporre a prove di laboratorio, di effettuare anche utili approfondimenti circa le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche degli ammassi interessati dalla costruzione delle opere. Anche per questo aspetto sarà particolarmente importante effettuare valutazioni più puntuali circa le caratteristiche di resistenza e deformabilità degli ammassi, specie alle maggiori profondità, là dove nell'ambito del Progetto Definitivo si è fatto principalmente riferimento a correlazioni di letteratura.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0105 001	REV. B	FOGLIO 17 di 36

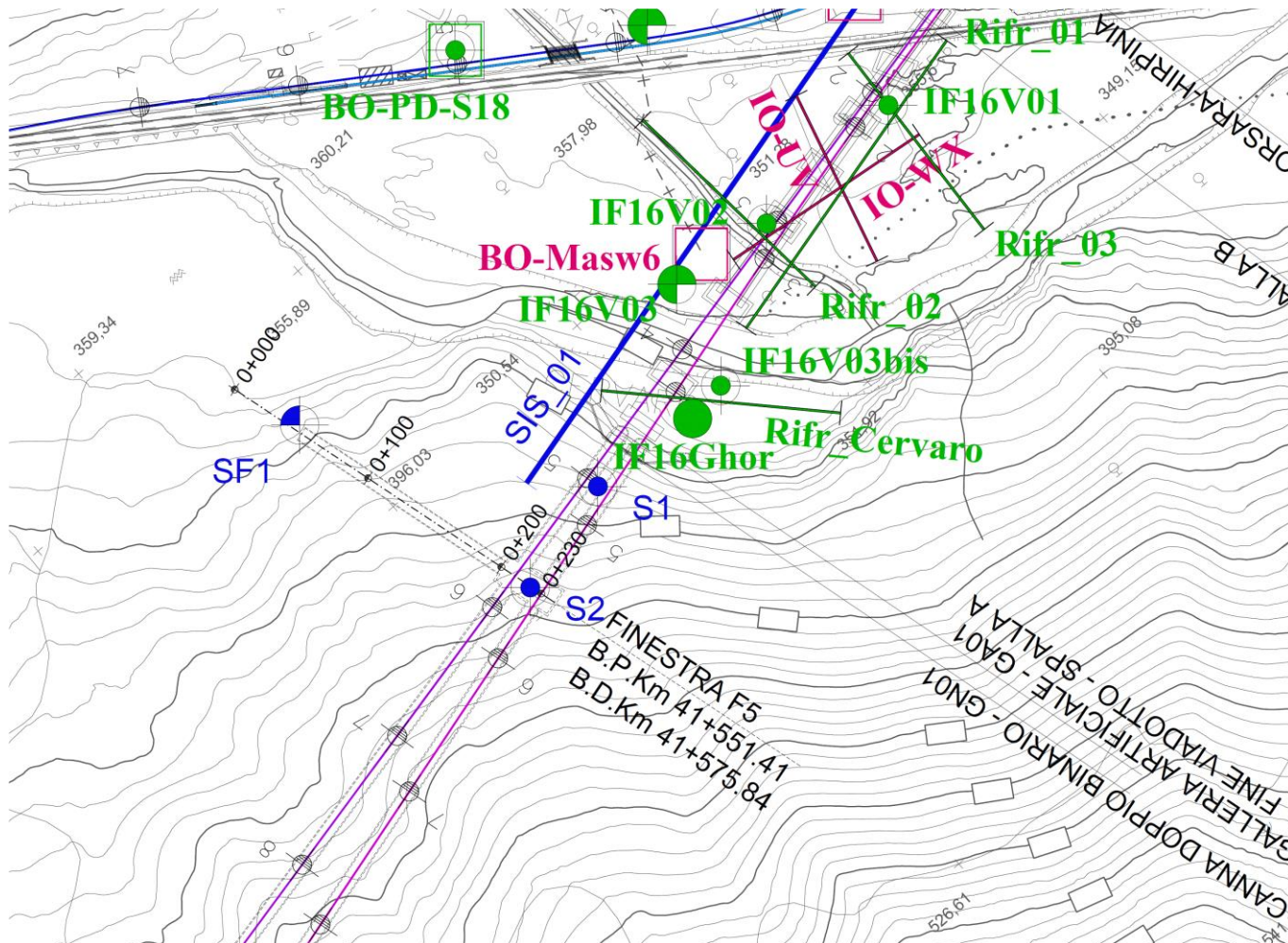


Figura 4-2 – Ubicazione sondaggio F5

Sondaggio S3 - PK 43+550 ca (220 m, parte a distruzione di nucleo e parte a carotaggio, rilievo gas)

Il sondaggio si pone l'obiettivo di:

- verificare l'effettivo passaggio, a quota cavo, tra il Flysch del Faeto e le formazioni plioceniche costituite da Arenarie e conglomerati (BVNa) e Argille e sabbie (BVNb); nel corso del sondaggio verranno eseguite in continuo il rilievo e la registrazione di gas metano a boccaforo

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0105 001	REV. B	FOGLIO 20 di 36

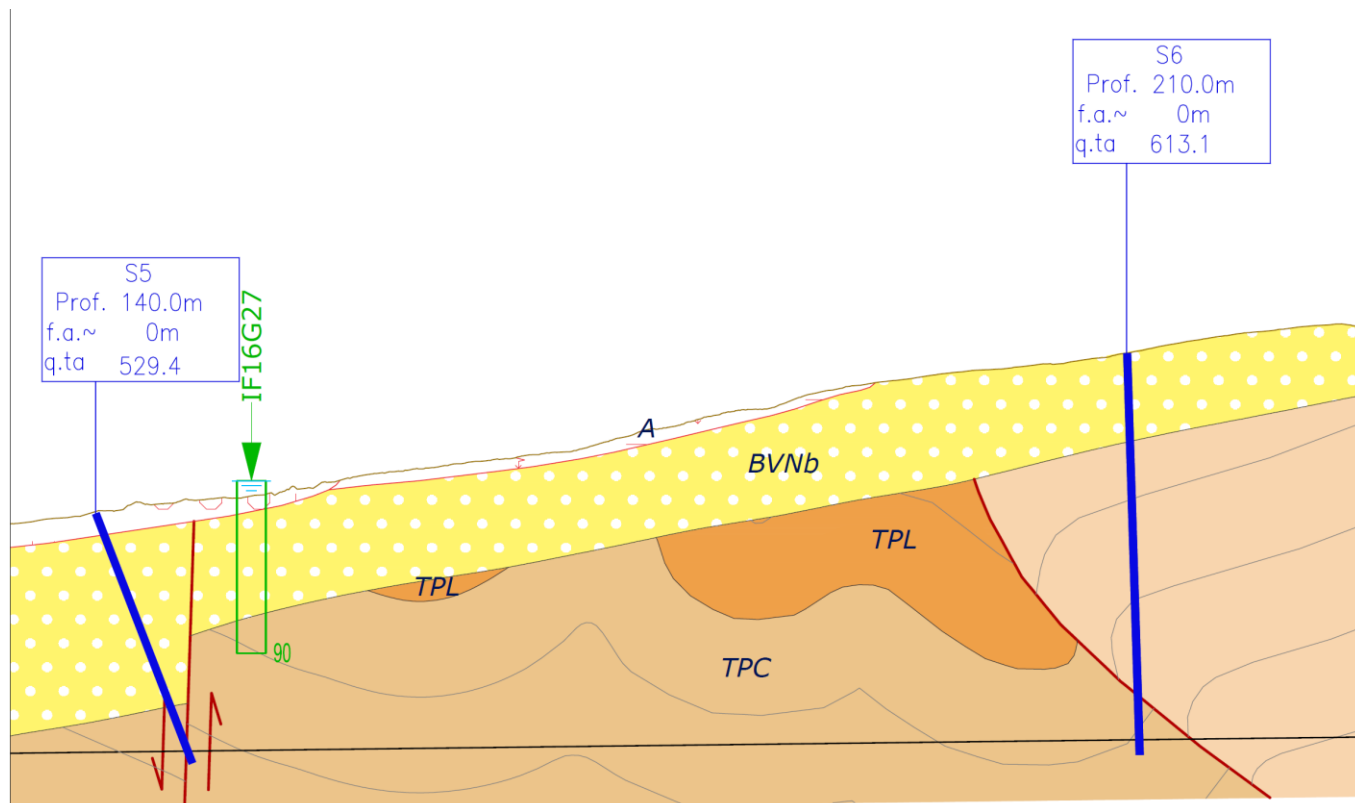


Figura 4-5 - Sondaggi e sismica nelle zone di faglia.

Come anticipato dettagliatamente al precedente paragrafo 3.3, tra il Km 50 e il Km 56, lo scavo della galleria presenta una notevole copertura, spesso superiore ai 200m, e attraversa terreni in facies di flysch con rapporti stratigrafici e tettonici complessi. Le Unità interessate sono quelle del Flysch della Daunia e del Flysch Rosso, a loro volta suddivise in membri e formazioni di diversa natura litologica.

La parametrizzazione scadente prevista per questi strati ha condotto alla scelta di Progetto Definitivo di scavare questa tratta in tradizionale, data la difficoltà di procedere con lo scavo meccanizzato con una TBM standard. Nell'ambito degli studi condotti si è esaminata la possibilità, proposta nel seguito, di continuare ad operare lo scavo con sistema meccanizzato, mediante l'impiego di TBM "potenziate", sia riguardo alle geometrie di scavo ed alle caratteristiche dello scudo, sia riguardo ai sistemi di spinta ed alle attrezzature di servizio. Lo studio è stato condotto impiegando gli scenari geologico-geotecnici definiti in sede di Progetto Definitivo.

Al fine di valutare attentamente l'impiego della TBM anche in questo settore centrale, è stato effettuato un approfondimento del modello geologico-stratigrafico. In base alle indagini disponibili, integrate con gli studi scientifici sul territorio, si è concordata la necessità di un maggior grado di approfondimento del settore.

A tale scopo, si prevede di realizzare numero 3 sondaggi integrativi, almeno fino a profondità galleria e una nuova indagine sismica. In corso di realizzazione dei 3 sondaggi previsti, in base alle risultanze dei medesimi, potranno rendersi necessari ulteriori approfondimenti.

Di seguito si riportano i dettagli dei sondaggi di questo settore.

Sondaggio S7 -PK 50+150 ca (280 m, inclinato, parte a distruzione di nucleo e parte a carotaggio, rilievo gas e attrezzato con piezometro)

Il sondaggio si pone l'obiettivo di:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0105 001	REV. B	FOGLIO 26 di 36

come riportato sul profilo di PD; il sondaggio sarà realizzato inclinato al fine di consentire l'attraversamento della zona di faglia per uno spessore maggiore; nel corso del sondaggio verranno eseguite in continuo il rilievo e la registrazione di gas metano a boccaforo; il sondaggio sarà attrezzato con piezometro

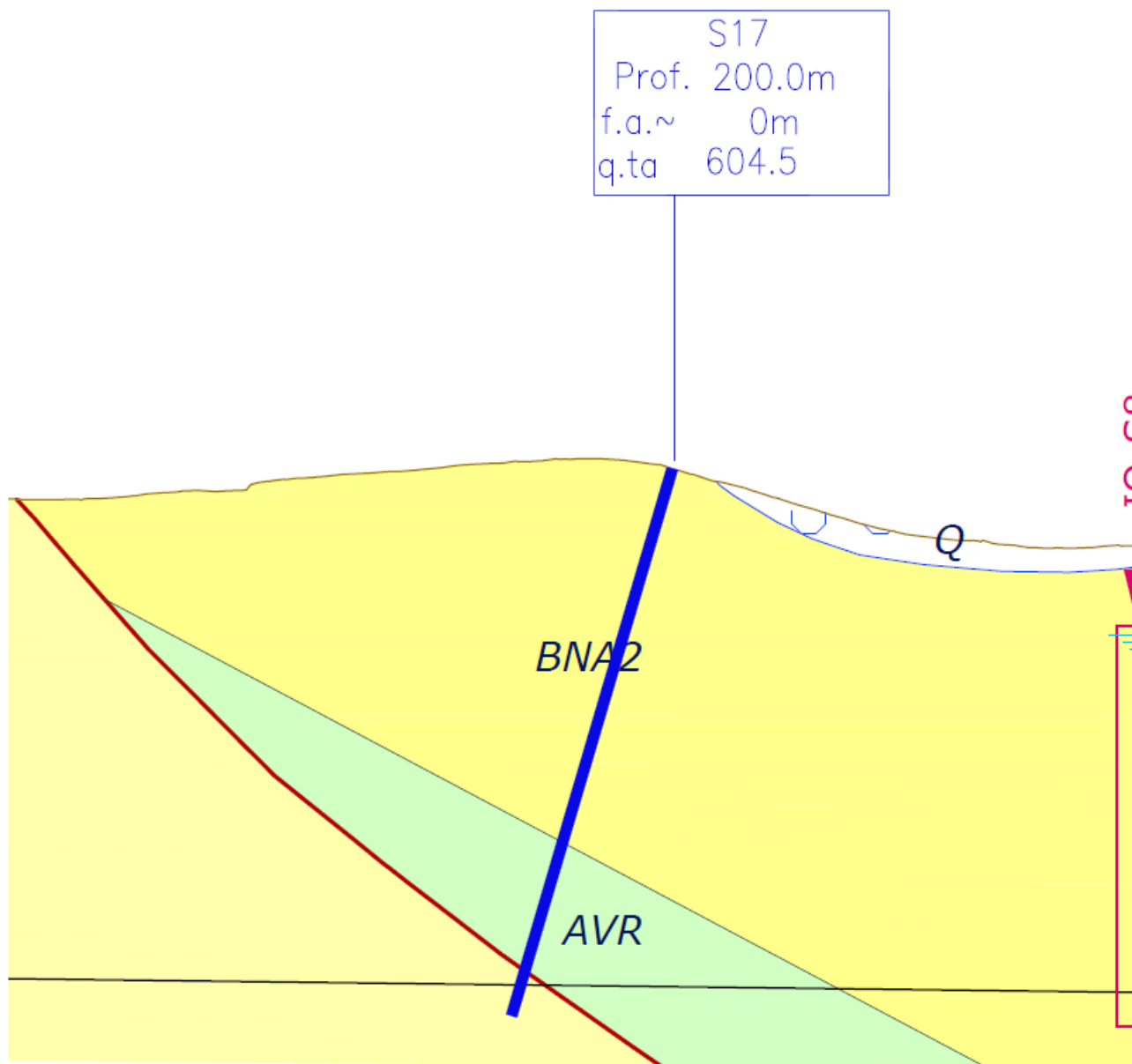


Figura 4-11 – Sondaggio in zona faglia

Sondaggio S18 - PK 62+350 ca (105 m, parte a distruzione di nucleo e parte a carotaggio, rilievo gas ed attrezzato a piezometro)

Il sondaggio si pone l'obiettivo di:

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<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 RG</td> <td style="text-align: center;">GE0105 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">28 di 36</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	28 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	28 di 36													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA																		

della Formazione di giacinto (VBA2) e le Argille limose e marnose della Formazione di Anzano (ANZ2) e l'effettiva presenza di una zona di faglia a quota cavo, così come riportato sul profilo di PD; il sondaggio sarà realizzato inclinato al fine di consentire l'attraversamento della zona di faglia per uno spessore maggiore; nel corso del sondaggio verranno eseguite in continuo il rilievo e la registrazione di gas metano a boccaforo;

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0105 001	REV. B	FOGLIO 30 di 36

Sondaggio S20 - PK 65+400 ca (150 m, inclinato, parte a distruzione di nucleo e parte a carotaggio)

Il sondaggio si pone l'obiettivo di:

- verificare le caratteristiche fisico meccaniche, a quota cavo, in corrispondenza della zona di faglia e l'effettiva posizione del contatto tra la facies calcareo marnosa (ANZ2a) e le Argille limose e marnose della Formazione di Anzano (ANZ2) e l'effettiva presenza di una zona di faglia a quota cavo, così come riportato sul profilo di PD; il sondaggio sarà realizzato inclinato al fine di consentire l'attraversamento della zona di faglia per uno spessore maggiore;

Inoltre in questo settore si prevede la realizzazione di 1 stendimento geofisico longitudinale costituito da sismica a rifrazione con restituzione onde Vp – Vs.

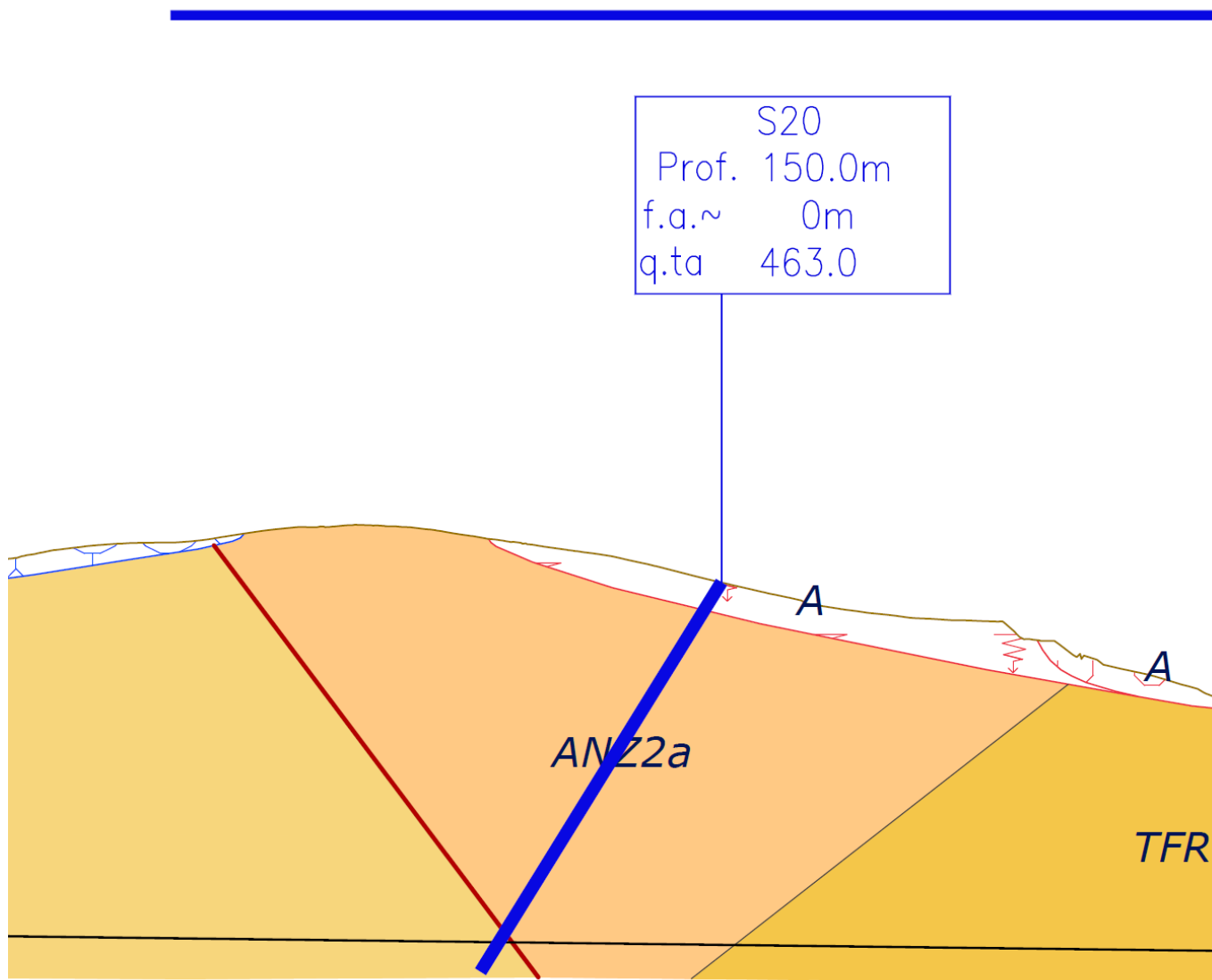


Figura 4-14 – Sondaggi in zona faglia

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<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 RG</td> <td style="text-align: center;">GE0105 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">33 di 36</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	33 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	33 di 36													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA																		

- prove edometriche per la determinazione del comportamento rigonfiante (pressione ed indice di rigonfiamento con prova edometrica, metodologia Huder Amberg modificata – prova edometrica con rigonfiamento impedito);

- point load test
- prova di compressione monoassiale
- prova di resistenza a trazione indiretta
- prova di compressione triassiale in cella di Hoek

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

Analisi dei terreni per determinazione livello di aggressività dei terreni:

- acidità Baumann-Gully: determinazione del PH;
- solfati solubili in acido.

4.6 INDAGINI GEOFISICHE

La campagna di indagini geofisiche prevede l'esecuzione dei seguenti stendimenti sismici da superficie:

- SIS01
- SIS02
- SIS03
- SIS04
- SIS05
- SIS06
- SIS07.

Per il dettaglio delle indagini si rimanda alle planimetrie ed ai profili a corredo del presente report, ed a quanto descritto ai precedenti paragrafi.

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0105 001	REV. B	FOGLIO 34 di 36

5 UBICAZIONE INDAGINI

L'ubicazione delle indagini geognostiche di cui al Piano Indagini in argomento, è restituita nelle planimetrie e profili di riferimento. I profili geologici del tracciato si riferiscono agli attuali profili geologici di previsione del PD e riportano i sondaggi integrativi previsti e i sondaggi progressi.

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..).

Di seguito si riportano i riferimenti degli elaborati planimetrie di ubicazione e profili di ubicazione, rispettivamente che fanno parte integrante del presente report:

- IF3A02EZZP6GE0105001A
- IF3A02EZZP6GE0105002A
- IF3A02EZZP6GE0105003A
- IF3A02EZZP6GE0105004A
- IF3A02EZZP6GE0105005A
- IF3A02EZZP6GE0105006A
- IF3A02EZZP6GE0105007A
- IF3A02EZZP6GE0105008A
- IF3A02EZZP6GE0105009A
- IF3A02EZZP6GE0105010A
- IF3A02EZZP6GE0105011A
- IF3A02EZZP6GE0105012A
- IF3A02EZZP6GE0105013A
- IF3A02EZZP6GE0105014A
- IF3A02EZZP6GE0105015A
- IF3A02EZZP6GE0105016A
- IF3A02EZZP6GE0105017A
- IF3A02EZZP6GE0105018A
- IF3A02EZZF6GE0105001A
- IF3A02EZZF6GE0105002A
- IF3A02EZZF6GE0105003A
- IF3A02EZZF6GE0105004A
- IF3A02EZZF6GE0105005A
- IF3A02EZZF6GE0105006A
- IF3A02EZZF6GE0105007A
- IF3A02EZZF6GE0105008A
- IF3A02EZZF6GE0105009A
- IF3A02EZZF6GE0105010A
- IF3A02EZZF6GE0105011A
- IF3A02EZZF6GE0105012A
- IF3A02EZZF6GE0105013A
- IF3A02EZZF6GE0105014A
- IF3A02EZZF6GE0105015A
- IF3A02EZZF6GE0105016A
- IF3A02EZZF6GE0105017A
- IF3A02EZZF6GE0105018A
- IF3A02EZZF6GE0105019A
- IF3A02EZZF6GE0105020A

Le Tabelle in Allegato 1 e Allegato 2, riportano in sintesi, rispettivamente:

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<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 RG</td> <td style="text-align: center;">GE0105 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">35 di 36</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	35 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	35 di 36													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA																		

- Allegato 1 dettaglio dei sondaggi e delle prove in foro
- Allegato 2 dettaglio delle prove di laboratorio.

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 GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">LOTTO</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">REV.</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">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 RG</td> <td style="text-align: center;">GE0105 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">36 di 36</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	36 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RG	GE0105 001	B	36 di 36													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA																		

6 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
2° LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PIANO INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE - AMBITO GENERALE DI LINEA

ALLEGATO 1
Quadro sinottico indagini in situ e prove in foro

ID Sondaggio	Ubicazione		Lunghezza perforazione			Prelievo campioni		Prove in foro						Strumentazione in foro				
	Note	PK approx.	Lungh. tot	distr.	carotaggio	Campioni rimaneggiati	Campioni indisturbati	Dilatometrica	Pressiometrica	Fratturaz. Idraulica	SPT	Lefranc	Lugeon	INCLINOMETRI		PIEZOMETRI a tubo aperto		
			(m)	(m)	(m)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(m)	a lettura manuale (n°)	lunghezza tratto cieco (m)	lunghezza tratto finestrato (m)
S1		41+500	40		40	8	5	3	1		10	2	2			1	25	15
S2		41+575	60		60	12	6	3	1		10	2	2			1	35	25
SF1			30		30	6	4	2	1		10	1	1	1	30			
S3	RILIEVO GAS	43+550	220	170	50	14	4	3		3			3			1	130	90
S4		45+200	50		50	6	6	2	1		10	2	2			1	20	30
S5		46+850	140	90	50	14		3		2			3	1	110			
S6	RILIEVO GAS	47+375	210	160	50	14		3		2			3			1	130	80
S7	RILIEVO GAS	50+150	280	200	80	14	5	3					3					
S8		51+100	200		200	14	5	3		3			3			1	125	75
S9	RILIEVO GAS	51+475	180	100	80	14	5	3					3					
SOND. OPZIONALE	STAND-BY	51+900	145															
S10		53+275	170	120	50	14	5	3					3					
S11	RILIEVO GAS	53+350	195	115	80	14	5	3					3			1	120	75
S12	RILIEVO GAS	54+700	185	105	80	14	5	3					3			1	120	65
S13		55+600	195	145	50	14	5	3					3					
S14	RILIEVO GAS	56+150	130	80	50	14	5	3					3			1	80	50
S15		56+375	150	100	50	14	5	3					3					
S16		56+825	125	75	50	14	5	3					3			1	75	50
S17	RILIEVO GAS	59+100	200	150	50	14	5	3					3					
S18	RILIEVO GAS	62+350	105	55	50	14	5	3					3			1	65	40
S19	RILIEVO GAS	63+450	185	135	50	14	5	3					3					
S20		65+400	150	130	50	14	5	3					3					
S21	RILIEVO GAS	67+600	45		45	8	3	2	1				2					
S22	POZZO FRESA	68+250	60		60	10	4	2	1				2					
S23		68+575	35		35	8	3	2	1				2					
			3485	1930	1440	296	105	67	7	10	40	7	64	2	140	11	925	595

Declaratoria	U.M.	IND.	RIM.	da SPT	QUANTITA' TOTALI
Apertura campione di terra, indisturbato o a limitato disturbo, mediante estrusore idraulico ed opportuni adattatori, compreso l'esame qualitativo preliminare, la descrizione litologica con foto a colori e la determinazione della consistenza con penetrometro e scissometro tascabili	cad.	105	336	40	481,00
Determinazione del contenuto naturale in acqua, media di tre o più misure	cad.	105			105,00
Determinazione del peso di volume mediante pesata idrostatica su campione paraffinato	cad.	105			105,00
Determinazione della massa volumica reale con picnometro (media di 3 o più prove)	cad.	50			50,00
Determinazione del limite di liquidità	cad.	105			105,00
Determinazione del limite di plasticità	cad.	105			105,00
Determinazione del limite di ritiro.	cad.	105			105,00
Analisi granulometrica meccanica per via umida, per ogni setaccio.	cad.	105		40	145,00
Analisi granulometrica per sedimentazione con densimetro o pipetta.	cad.	105		40	145,00
Taglio diretto - Prova consolidata lenta, su terreni fini limoso-argillosi, con velocità di deformazione non superiore a 0,016 mm/minuto, su tre provini	cad.	16			16,00
Taglio diretto - Prova consolidata rapida in terreni sabbiosi, su tre provini	cad.	16			16,00
Sovrapprezzo per n. 21 cicli addizionali di taglio diretto (sette per ogni Provino) per la determinazione della resistenza residua, su tre provini	cad.	16			16,00
Prova consolidata non drenata (CU), con saturazione preliminare, su tre provini	cad.	10			10,00
Prova non consolidata non drenata (UU), con saturazione preliminare e con rilievo della pressione dei pori, su tre provini	cad.	10			10,00
Prova consolidata drenata (CD) su tre provini	cad.	10			10,00
Prova di compressione ad espansione laterale libera con rilievo delle curve sforzi/deformazioni su un provino di diametro da 35 a 100 mm compresa la determinazione del contenuto in acqua e del peso di unità di volume iniziali e le foto dei provini al termine della prova	cad.				-
Prova di compressione edometrica su campioni indisturbati per ogni pressione applicata di carico o di scarico.	cad.	5			5,00
Sovrapprezzo per la determinazione del coefficiente di consolidazione "cv" e della permeabilità "k" per ogni carico.	cad.	10			10,00
Determinazione della pressione di rigonfiamento in cella edometrica, con rilievo del diagramma deformazione/tempo	cad.	10			10,00
Prova di creep in cella edometrica	cad.	10			10,00
Prova triassiale ciclica	cad.	10			10,00
Determinazione ponderale di solfati.	cad.	10			10,00
Determinazione del pH con il metodo colorimetrico o con pH-metro	cad.	10			10,00
					-
Prove su campioni lapidei					-
Taglio di provini prismatici	cad.		235		235
Carotaggio provini cilindrici	cad.				-
Spianatura e rettifica provini cilindrici e prismatici	cad.		235		235
Prova di compressione monoassiale - Deformabilità - Determinazione	cad.		71		71
Determinazione costanti elastiche dinamiche su provini	cad.		71		71
Determinazione resistenza a trazione con prova indiretta ""Brasiliana""	cad.		24		24
Point load strength su provini	cad.		235		235
Angolo di attrito di base - Tilt test	cad.		24		24
Prova con martello di Schmidt - Sclerometro	cad.		235		235
Prova Los angeles	cad.		12		12
Prova di compressione triassiale a deformazione controllata (esclusa la preparazione del provino)	cad.		235		235
Prova di compressione triassiale IN CELLA DI Hoek (ISRM 1993)	cad.		4		4
Prova di taglio di giunti su roccia compresa la determinazione della resistenza residua ed esclusa la preparazione del provino	cad.		24		24
Fresabilità	cad.		-		-
Analisi petrografica su sezione sottile	cad.		50		50
Analisi diffrattometrica	cad.		50		50
Tenore in silice	cad.		50		50
Indice di abrasione CERCHAR (CAI Index) sulla media di 4 prove	cad.		50		50
Prova di frammentazione NHT ed indice di fragilità S20 sulla media di 3 provini	cad.		50		50
Prova di perforabilità metodo Sievers'-J sulla media di 3 provini	cad.		50		50
NTNU Abrasion Test (AV)-abrasione su utensili da scavo TBM tungsten/carbide	cad.		50		50
NTNU Abrasion Test (AVS)-abrasione su dischi TBM in acciaio	cad.		50		50