

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 GENERALE DI LINEA

PIANO DELLE ATTIVITA'

Relazione tecnico - illustrativa

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 19/11/2019	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:

IF28	01	E	ZZ	RG	GE0105	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

File: IF2801EZZRGGE0105001A.dwg

n.Elab.: -

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>																
Mandatario	Mandante																	
SALINI IMPREGILO S.p.A.      ASTALDI S.p.A.		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																
PROGETTISTA:																		
ROCKSOIL.      NET ENGINEERING      ALPINA		<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0105001</td> <td>A</td> <td>1 di 18</td> </tr> </tbody> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	1 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	1 di 18													
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA’ RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>																		

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DEL CONTESTO DI INDAGINE</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CENNI GENERALI SUL CONTESTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO</b> .....	<b>5</b>
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRATIGRAFICO .....	5
3.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	6
<b>4</b>	<b>PIANO DELLE ATTIVITA’ PER LE TRATTE ALL’APERTO</b> .....	<b>7</b>
4.1	OBIETTIVI DI INDAGINE E INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITA’ .....	7
4.2	VERTICALI GEOGNOSTICHE E PROVE IN FORO .....	8
4.3	STRUMENTAZIONE PIEZOMETRICA IN FORO .....	9
4.4	STRUMENTAZIONE INCLINOMETRICA IN FORO .....	9
4.5	MONITORAGGIO GAS A BOCCA FORO .....	9
4.6	PROVE DI LABORATORIO .....	10
4.7	INDAGINI GEOFISICHE .....	10
4.8	POZZETTI ESPLORATIVI .....	11
<b>5</b>	<b>PIANO DELLE ATTIVITA’ PER LO SCAVO DELLE OPERE IN SOTTERRANEO</b> .....	<b>12</b>
5.1	OBIETTIVI DI INDAGINE E INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITA’ .....	12
5.2	VERTICALI GEOGNOSTICHE E PROVE IN FORO .....	14
5.3	STRUMENTAZIONE PIEZOMETRICA IN FORO .....	14
5.4	STRUMENTAZIONE INCLINOMETRICA IN FORO .....	15
5.5	MONITORAGGIO GAS A BOCCA FORO .....	15
5.6	PROVE DI LABORATORIO .....	15
5.7	INDAGINI GEOFISICHE .....	17
<b>6</b>	<b>UBICAZIONE INDAGINI</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>CAPITOLATO E SPECIFICHE TECNICHE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>18</b>

<b>APPALTATORE:</b> Mandatario                      Mandante SALINI IMPREGILO S.p.A.      ASTALDI S.p.A.		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> ROCKSOIL.              NET ENGINEERING              ALPINA							
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b> <b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b> <b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>		<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ RG	<b>DOCUMENTO</b> GE0105001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 2 di 18

## INDICE DEGLI ALLEGATI

### ALLEGATO 1

Quadro sinottico indagini in situ e prove in foro – Tratte in sotterraneo

### ALLEGATO 2

Quadro sinottico prove di laboratorio – Tratte in sotterraneo

### ALLEGATO 3

Quadro sinottico indagini in situ, prove in foro – Tratte all'aperto

### ALLEGATO 4

Quadro sinottico prove di laboratorio – Tratte all'aperto

### ALLEGATO 5

Quadro sinottico installazione piezometri

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>						
Mandatario	Mandante							
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>						
PROGETTISTA:								
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA						
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b> <b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b> <b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	3 di 18

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento illustra la campagna indagini geognostiche integrative propedeutiche alla Progettazione Esecutiva della I Lotto funzionale Apice – Hirpinia della tratta Apice Orsaria, compresa nell'itinerario Napoli-Bari.

La suddetta campagna è funzionale all'approfondimento conoscitivo degli elementi geologici / geotecnici caratterizzanti le formazioni interagenti con le opere in sotterraneo (gallerie, finestre di accesso, aree di imbocco, versanti potenzialmente instabili interferenti con il tracciato) e le opere all'aperto (viadotti, stazioni, rilevati, fabbricati). Le indagini si sviluppano, pertanto, lungo l'intero tracciato ferroviario e nell'intorno delle opere ad esso connesse.

La Campagna risulta essere integrativa rispetto al corpus indagini e prove condotte nell'ambito delle precedenti fasi progettuali, nonché rispetto ai contenuti del Piano Indagini propedeutico alla Progettazione Esecutiva e specificatamente associato all'approfondimento conoscitivo della formazione del Flysch Rosso (IF28.0.1.E.ZZ.RG.GE.03.0.5.001.A) e dei depositi di frana interagenti con lo scavo della galleria Grottaminarda (IF28.0.1.E.ZZ.RG.GE.02.0.5.001.A).

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 strumenti in foro per il monitoraggio geotecnico/piezometrico (inclinometri, piezometri). Sono state effettuate altresì perforazioni a distruzione di nucleo specificatamente dedicate all'installazione di piezometri ed inclinometri, ovvero finalizzate all'esecuzione di prove sismiche in foro tipo Cross Hole. Sono inoltre pozzetti esplorativi in corrispondenza dei futuri rilevati ferroviari e stradali.
- Indagini indirette costituite da sismiche da superficie (sismica a rifrazione), prove sismiche in foro tipo down hole e tipo cross hole da svolgere in verticali di perforazione opportunamente condizionate;
- Prove di laboratorio utili alla determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni (prove di compressione in cella triassiale, prove di taglio diretto, prove edometriche) e delle rocce (prova di compressione monoassiale, di trazione indiretta "Brasiliana", prova di compressione triassiale in cella di Hoek, Point Load Test) e il loro comportamento nel tempo (prove di creep, prove di rigonfiamento).  
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 della galleria Rocchetta (in analogia al PD) sia per la realizzazione delle Gallerie Grottaminarda e Melito (proposta migliorativa introdotta nel PE).
- Analisi per la determinazione del livello di aggressività dei terreni;

Nei seguenti paragrafi sono illustrate le finalità e le procedure operative di dettaglio per le differenti attività previste, rispettivamente per la campagna integrativa inerente la tratta all'aperto e la campagna integrativa inerente la tratta in sotterraneo.

APPALTATORE: Mandatario Mandante SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>					
PROGETTISTA: ROCKSOIL. NET ENGINEERING ALPINA		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA' RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	4 di 18

## 2 DESCRIZIONE GENERALE DEL CONTESTO DI INDAGINE

Il tracciato in progetto si sviluppa tra la stazione Hirpinia (in comune di Ariano Irpino), alla pk 0+000, e la stazione di Apice, alla pk 18+713. Il tracciato è prevalentemente in sotterraneo, infatti la somma delle lunghezze delle gallerie in progetto (gallerie Grottaminarda, Melito e Rocchetta) porta ad un totale di circa 12970 m di tracciato in sotterraneo comprensivo degli imbocchi delle gallerie artificiali.

Tratta di linea	da pk (m)	a pk (m)	L (m)
Tratta all'aperto Isca Girasole	0+275	2+705	2430
Galleria Grottaminarda (GA + GN)	2+705	4+695	1990
Tratta all'aperto valle Ufita	4+695	5+090	395
Galleria Melito (GA + GN)	5+090	9+550	4460
Tratta all'aperto Castel del Fiego	9+550	10+090	540
Galleria Rocchetta (GA + GN)	10+090	16+610	6520
Tratta all'aperto Iscalonga	16+610	18+713	2103

Tabella 2.1 – Prospetto riassuntivo suddivisione del tracciato in progetto

La galleria Grottaminarda presenta coperture prevalentemente basse (inferiori a 30 m) con la massima copertura pari a 65 m in corrispondenza della pk 3+350. La galleria Melito riporta ricoprimenti medi di poco superiori (60m ÷ 110 m) con la massima copertura prevista alla pk 7+700 e 8+700 circa. La galleria Rocchetta, al contrario, ha coperture estremamente variabili: si attestano su valori generalmente superiori ai 100 metri, con la massima copertura pari a circa 390 metri alla pk 12+650 circa, in località Monte Rocchetta.

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>																
Mandatario	Mandante																	
SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																
PROGETTISTA:																		
ROCKSOIL. NET ENGINEERING ALPINA		<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0105001</td> <td>A</td> <td>5 di 18</td> </tr> </tbody> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	5 di 18
COMMESSA	LOTTO						CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01						E ZZ RG	GE0105001	A	5 di 18								
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE																		
AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'																		
RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA																		

### 3 CENNI GENERALI SUL CONTESTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO

#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRATIGRAFICO

Nell'area oggetto di studio, si distinguono varie formazioni geologiche che possono essere raggruppate in unità stratigrafico-strutturali differenziate tra loro per la collocazione paleogeografica e l'evoluzione geodinamica; di seguito vengono descritti i caratteri principali delle unità individuate lungo lo sviluppo del tracciato della linea in progetto:

Unità tettonica di Frigento: nell'area in esame, l'unità tettonica di Frigento è rappresentata dal Flysch Rosso e dai suoi membri. Tale unità rappresenta la prevalente formazione attraversata dalle gallerie Grottaminarda e Melito.

- **Flysch Rosso - FYR** (Cretacico Superiore – Burdigaliano Superiore): argille marnose policrome. Comprende una litofacies calcareo clastica (FYRa).
- **Flysch Rosso - membro calcareo - FYR2** (Cretacico Superiore – Eocene Superiore): calcari con subordinate intercalazioni di marne, marne argillose ed argilliti rossastre e verdastre.

Unità tettonica del Fortore: nell'area in esame, l'unità tettonica del Fortore è rappresentata dal Flysch Numidico, osservato nell'area di imbocco della galleria Grottaminarda.

- **Flysch Numidico - FYN** (Burdigaliano Superiore? - Langhiano): quarzareniti in strati medi e spessi talora gradati.

Unità sin-orogeniche del Miocene medio-superiore: nell'area in esame, le unità sin-orogeniche sono rappresentate unicamente dalla Formazione di Vallone Ponticello.

- **Formazione di Vallone Ponticello - PCL** (Serravalliano Medio – Tortonian Medio-Sup.): alternanze di arenarie, marne e marne calcaree. Subordinatamente sono diffuse intercalazioni di breccie calcaree con elementi centimetrici. Formazione riscontrata per un breve tratto (inferiore a 300 m) durante lo scavo della galleria Melito.
- **Molasse di Anzano - Membro di Flumeri - ANZ2** (Messiniano Superiore): arenarie alternate ad argille marnose. Nella parte alta (**ANZ2a**) argille marnose. Si prevede che la galleria Grottaminarda attraversi la formazione ANZ2-ANZ2a in corrispondenza dell'imbocco lato Bari.

Supersintema di Ariano Irpino: nell'area di studio, il Supersintema di Ariano Irpino è rappresentato unicamente dalla Formazione della Baronia appartenente alla successione del ciclo sedimentario del Pliocene inferiore. In questa sede le successioni del ciclo sedimentario del Pliocene inferiore sono indicate come Unità della Baronia, mentre quelle del ciclo del Pliocene medio sono denominate Unità di Sferracavallo (assenti nell'area di studio).

- **Membro dei conglomerati e delle sabbie di S. Sossio Baronia - BNA1** (Pliocene Inferiore): la formazione è costituita da due litofacies principali, considerate eteropiche: la prima litofacies è formata da conglomerati cui si intercalano lenti di arenarie e sabbie (BNA1a). La seconda litofacies, sabbiosa, è formata da sabbie con intercalazioni siltoso-argillose (BNA1b). Affioramenti riportati lungo il tracciato della galleria Rocchetta e Melito.
- **Membro pelitico - arenaceo del F. Miscano - BNA2** (Pliocene Inferiore): marne ed argille marnose di colore grigiastro. Prevalente unità geologica attraversata dalla galleria Rocchetta e galleria Melito.
- **Membro sabbioso di Apollosa - BNA3** (Pliocene Inferiore): Sabbie alternate ad areniti giallastre a grana media e fine, poco cementate. Formazione riportata nella zona di imbocco della galleria Rocchetta.

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b>		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A
<b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>						FOGLIO
						6 di 18

### Depositi continentali quaternari

In cartografia sono riportate unità quaternarie continentali legate a fenomeni di versante e a fenomeni fluviali in atto. In particolare sono riportati depositi franosi costituiti da accumuli gravitativi caotici, la cui litologia è affine al substrato. A loro volta sono stati suddivisi in funzione dello stato di attività:

- quiescente (Fq);
- attivo, riattivato o sospeso (Fa);
- stabilizzato (Fs);
- indeterminato (Fi).

## **3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

L'assetto geomorfologico dell'area è prevalentemente collinare, fatta eccezione per il Monte Rocchetta, posto ad una quota di circa 630 metri slm.

Numerosi fenomeni franosi sono stati individuati nella fase di progettazione definitiva in corrispondenza di alcuni imbocchi delle gallerie afferenti al presente lotto e in corrispondenza del tracciato delle gallerie Grottaminarda, Melito e Rocchetta (studio geomorfologico di PD elaborato anche con riferimento al Progetto IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, i cui dati sono aggiornati al 2007). Dalle indagini svolte durante il Progetto Definitivo le superfici di scorrimento di tali corpi franosi non intersecano il tracciato delle gallerie, tuttavia, alla data di emissione del presente documento sono in fase di sviluppo gli studi propedeutici all'aggiornamento / approfondimento del Modello Geologico – Geomorfologico di riferimento.

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b>		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A
<b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>					FOGLIO	7 di 18

## 4 PIANO DELLE ATTIVITA' PER LE TRATTE ALL'APERTO

### 4.1 OBIETTIVI DI INDAGINE E INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITA'

Il piano indagini geognostiche integrative previsto nell'ambito generale della linea in progetto e in particolare per le tratte allo scoperto, è stato approntato per studiare specifiche necessità di approfondimento geognostico emerse dall'analisi degli elaborati geologici e geomorfologici.

Si è rilevata la necessità di caratterizzare geotecnicamente gli strati superficiali interessati dalla realizzazione delle opere, qualora i sondaggi esistenti risultino più corti rispetto al volume significativo interessato dall'opera, con particolare riferimento ai viadotti (VI01, VI02, VI03, VI04) e connesse opere provvisorie di sostegno degli scavi, ai rilevati (RI02), alla stazione di Hirpinia, alla fermata di Apice. In particolare, per i viadotti si rende necessario approfondire la risposta tenso-deformativa delle fondazioni profonde nei primi metri sottostanti i plinti delle pile al fine di sviluppare una modellazione di dettaglio della risposta dei terreni. Pertanto, il piano indagini prevede la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo con esecuzione di prove in foro (prove SPT e prove di permeabilità Lefranc), prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati per prove di laboratorio. Alcune perforazioni saranno opportunamente predisposte per l'esecuzione di prove sismiche in foro (Cross- Hole e Down-Hole) e installazione di strumentazione piezometrica e inclinometrica.

In corrispondenza della Stazioni di Hirpinia, della Fermata di Apice e dei fabbricati di servizio disposti lungo il tracciato, sono previsti sondaggi a carotaggio continuo e pozzetti esplorativi con prove di carico su piastra e prelievo di campioni di terreno per prove di caratterizzazione fisica dei terreni;

Lungo il tracciato compreso tra la stazione di Hirpinia e il viadotto VI01, sono state previste delle prove penetrometriche statiche con punta piezoconica per meglio definire i possibili problemi di liquefazione evidenziati dal Progetto Definitivo.

In corrispondenza del viadotto VI01 si è prevista l'esecuzione di uno stendimento sismico longitudinale che comprende il tratto di scavalco del Fiume Ufita e di uno stendimento trasversale al tracciato nel settore di opera posto in sinistra idrografica.

In corrispondenza dei tratti delle viabilità da adeguare o di nuova realizzazione sono previsti sondaggi a carotaggio continuo e/o pozzetti esplorativi con prove di carico e prelievo di campioni di terreno per prove di caratterizzazione fisica dei terreni e lo studio preliminare della compatibilità dei terreni al trattamento di miscelazione con calce / cemento. In particolare è prevista l'esecuzione di prove di carico su piastra almeno a due quote (la necessità della 3° prova dipenderà dalla bontà dei risultati ottenuti rispetto a quelli attesi). Da ogni pozzetto si prevede il prelievo di campioni di terreno su cui si eseguiranno prove di caratterizzazione fisica dei materiali e si condurranno le prove finalizzate all'accertamento della compatibilità dei terreni al trattamento di miscelazione con calce / cemento, inclusa la determinazione del contenuto iniziale di calce (prova CIC).

In corrispondenza dei piazzali RI56, RI58 e RI59, RI62 secondo le prescrizioni dell'Ordinanza 35 è previsto un sondaggio a carotaggio continuo per ogni piazzale attrezzato con piezometro a tubo aperto per il monitoraggio piezometrico prima e durante lo scavo dell'opera.

In corrispondenza di tutte le opere all'aperto si prevede l'approfondimento conoscitivo del regime delle falde freatiche presenti e interagenti con le opere di interesse con l'obiettivo di ricostruire l'andamento della falda superficiale e di conoscere, laddove sono previste fondazioni su pali all'interno di formazioni meno permeabili, la presenza di una eventuale seconda falda freatica. Sono previsti, infatti, piezometri a tubo aperto sia con tratto finestrato variabile da piano campagna (5-15m da pc) sia con tratti finestrati più profondi per isolare tratti di terreno afferenti a formazioni che giacciono sotto depositi di superficie al fine di fornire un quadro quanto più esaustivo sulle condizioni idrogeologiche riscontrabili durante le attività progettuali. Si prevede inoltre l'installazione di una cella di Casagrande nella verticale VI03-6.

In corrispondenza dei fenomeni di frana attiva e/o quiescenti o faglie che intersecano il tracciato si prevede l'esecuzione delle seguenti indagini:

- indagini geofisiche da superficie con relativi sondaggi di appoggio e indagini sismiche in foro lungo il tracciato di tutti i viadotti con particolare riguardo ai versanti interessati dalla

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b>		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A
<b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>						FOGLIO
						8 di 18

costruzione delle spalle (e, più a monte dagli imbocchi delle gallerie). Gli stendimenti sismici per misura delle onde Vs e Vp sono previsti sia longitudinalmente che trasversalmente al tracciato;

- in corrispondenza del viadotto VI02, al fine dell'approfondimento conoscitivo delle faglie comprese nel tratto 4+800 e 5+100 circa (imbocco lato Napoli, galleria Grottaminarda) e della fascia di alterazione compresa al loro interno (ricostruzione geologica riportata nel profilo geologico di previsione del PD), sono previste n°5 perforazioni a carotaggio continuo nell'area di competenza del VI02- Di queste la VI02-3 è inclinata di 25° sull'orizzontale allo scopo di intercettare il sistema di faglie che il profilo geologico di previsione del PD riporta ai margini del settore di fondo valle / alveo Ufita.
- in corrispondenza del viadotto VI03, si è prevista l'esecuzione di 6 verticali geognostiche con relativa strumentazione inclinometrica (n°4 inclinometri) e piezometrica (n°1 piezometro), per una più approfondita ricostruzione geometrica e caratterizzazione geotecnica delle coltri, dei fenomeni franosi potenziali censiti nel PD, delle condizioni geo.meccaniche del substrato sul quale si intestano le fondazioni profonde del viadotto medesimo.

In corrispondenza dei viadotti VI02 e VI03, in seguito ai rilevamenti registrati in fase di progettazione definitiva (sondaggi ENS5 e S19 con riferimento al membro pelitico-arenaceo della formazione della Baronina – BNA2), si effettuerà il rilevamento gas metano, in continuo, a boccaforo, in fase di perforazione. Tale rilevamento sarà condotto su tutti i sondaggi del VI02 e VI03 per tutta la profondità di perforazione.

## 4.2 VERTICALI GEOGNOSTICHE E PROVE IN FORO

La campagna indagini integrative per le opere all'aperto prevede l'esecuzione delle seguenti verticali di indagini geognostiche:

- n°25 sondaggi a carotaggio continuo (per un tot di 855m di perforazione) ad andamento verticale;
- n°5 perforazioni a distruzione di nucleo, (per un tot di 150m di perforazione) di cui n°3 in prossimità della stazione Hirpinia finalizzate all'esecuzione delle prove sismiche Cross Hole, e n°2 in corrispondenza del viadotto VI03 strumentate con piezometri.

Nello specifico le verticali di sondaggio previste per ogni opera oggetto di studio sono le seguenti:

- Stazione Hirpinia (HI): n°2 perforazioni a carotaggio continuo e n°3 perforazioni a distruzione di nucleo;
- Rilevato RI02: n°1 perforazioni a carotaggio continuo;
- Viadotto VI01: n°3 perforazioni a carotaggio continuo;
- Viadotto VI02: n°5 perforazioni a carotaggio continuo;
- Viadotto VI03: n°4 perforazioni a carotaggio continuo e n°2 perforazioni a distruzione di nucleo;
- Viadotto VI04: n°4 perforazioni a carotaggio continuo, di cui uno inclinato di 25° sull'orizzontale (VI02\_3);
- Stazione Apice (AP): n°2 perforazioni a carotaggio continuo;
- Piazzale RI56 in corrispondenza della Finestra F4: n°1 perforazione a carotaggio continuo;
- Piazzale RI58 in corrispondenza della Finestra F5: n°1 perforazione a carotaggio continuo;
- Piazzale RI59 in corrispondenza della Finestra F6: n°1 perforazione a carotaggio continuo;
- Piazzale RI62: n°1 perforazione a carotaggio continuo.

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b>		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A
<b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>						FOGLIO
						9 di 18

Lungo tali verticali sono state previste le seguenti attività:

- prelievo di campioni indisturbati (n°100) e rimaneggiati (n°107) da sondaggio a carotaggio continuo;
- prelievo di campioni di terreno per valutare livello di aggressività dei terreni (n°24) prelievi d'acqua (n°21) (analisi ambientali);
- prove in foro di sondaggio:
  - prove SPT (n°330)
  - prove permeabilità Lefranc (n°37)
- prove penetrometriche statiche con punta piezoconica CPTU (n°14) localizzate in corrispondenza della stazione di Hirpinia (n°4), del Rilevato RI02 (n°4) e del viadotto VI01 (n°6);
- prove sismiche in foro downhole (n°6 verticali: HI\_2; VI01-3; VI02\_4; VI04\_2; VI04\_4; AP02) e cross-hole (n°3 verticali nell'area di realizzazione della stazione Hirpinia).

#### 4.3 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.

Si prevede:

- installazione di piezometri a tubo aperto (n° 11), a lettura manuale quindicinale per la durata della progettazione esecutiva (con intensificazione delle letture nelle settimane immediatamente successive all'installazione);
- Installazione di celle di Casagrande (n° 1) con trasduttore a corda vibrante collegato a centralina nelle verticali: VI03-6

Per la profondità di installazione delle celle di Casagrande e la profondità di realizzazione del tratto finestrato si rimanda alla Tabella in Allegato.

#### 4.4 STRUMENTAZIONE INCLINOMETRICA IN FORO

Il monitoraggio geotecnico consta della seguente strumentazione:

- Tubi inclinometri (n°7), concentrati nei depositi superficiali in corrispondenza del viadotto VI02 e VI03, a lettura manuale quindicinale per la durata della progettazione esecutiva.

La lunghezza degli strumenti corrisponde alla lunghezza delle perforazioni di sondaggio.

#### 4.5 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 in corrispondenza dei viadotti VI02 e VI03 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.

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b>		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A
<b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>						FOGLIO
						10 di 18

## 4.6 PROVE DI LABORATORIO

Il piano delle prove di laboratorio si articola in una serie prove di caratterizzazione fisico-meccanica per la caratterizzazione delle proprietà indice e delle caratteristiche di resistenza e deformabilità degli ammassi coinvolti negli scavi.

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 e/o su campioni lapidei:

- 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 triassiale (CIU, UU, CD)
- prove di taglio diretto (Prova consolidata rapida, Prova consolidata lenta)
- prove di taglio residuo
- prova edometrica
- prove geotecniche per la determinazione del comportamento rigonfiante (pressione ed indice di rigonfiamento con prova Huder Amberg);
- Prove geotecniche per la caratterizzazione meccanica in campo dinamico (Colonna risonante).

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

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

## 4.7 INDAGINI GEOFISICHE

La campagna di indagini geofisiche prevede l'esecuzione di:

- Sismiche da superficie: tomografia a rifrazione (misura Vp e Vs) nel numero di 15 stendimenti collocati lungo il tracciato della linea:
  - o n°1 stendimento longitudinale in corrispondenza del Rilevato RI02 (SIS\_PE\_1) di 500 m di lunghezza;
  - o n°1 stendimento longitudinale (SIS\_PE\_2) in aggiunta ad uno trasversale (SIS\_PE\_3) in corrispondenza del viadotto VI01 per una lunghezza totale di 550 m;
  - o n° 1 stendimento longitudinale (SIS\_PE\_4) associato a n°3 trasversali (SIS PE \_5/6/7) laddove è in progetto il viadotto VI02, per una lunghezza complessiva di 1300m;
  - o n°2 stendimenti longitudinali (SIS\_PE\_8, SIS\_PE\_9), rispettivamente lato Est e lato Ovest del viadotto VI03 in aggiunta a n° 2 stendimenti trasversali per lato (lunghezza totale 1600m);
  - o n° 1 stendimento longitudinale (SIS\_PE\_14) e n° 1 trasversale (SIS PE 15) in prossimità del viadotto VI04.
- Sismiche in foro: prove downhole (n°6 verticali) e cross-hole (n°3 verticali).

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>					
Mandatario	Mandante						
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTISTA:							
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING ALPINA						
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA' RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	11 di 18

## 4.8 POZZETTI ESPLORATIVI

La campagna di indagini integrativa per le opere all'aperto prevede lo scavo di pozzetti esplorativi (n°43) di dimensioni 1.5m x 1.5m x 1.5m con abbinate prove di carico su piastra (Normativa U NI EN 1997-2:2007 e Manuale di Progettazione ITALFERR), in numero minimo di 2 per ogni pozzetto previsto da eseguire alla quota di base dello scotico e a profondità di 0.4m – 0.8m da questa.

Da ogni pozzetto è previsto il prelievo di campioni di terreno sia nel volume di scotico, se la profondità di questo risulta maggiore a 0.4m, sia al di sotto di quest'ultima, corrispondentemente ai volumi di terreno asportati per il raggiungimento delle profondità di prova a -0.4m e - 0.8m rispetto al piano esposto dalle operazioni di scotico. Su tali campioni si prevede l'esecuzione delle seguenti prove di prequalifica dei terreni per la verifica compatibilità al trattamento di stabilizzazione con calce/cemento:

- Prove di caratterizzazione fisica dei terreni:
  - o Classificazione geotecnica visiva / descrizione del campione
  - o Analisi granulometrica con vagliatura meccanica a umido (AGI 1994, ASTM D422-63)
  - o Aerometria (AGI 1994, ASTM D422-63)
  - o Limiti di Atterberg (CNR UNI 10014, ASTM D 4318)
  - o Classificazione dei terreni (CNR UNI 10006)
  - o Contenuto naturale d'acqua (ASTM D2216-98)
  - o Consumo iniziale a calce (ASTM C6276 - SACA)
  - o Contenuto in solfati solubili in acido (UNI EN 1744-1:2013)
  - o Contenuto in solfuri solubili in acido (UNI EN 1744-1:2013)
  - o Contenuto in nitrati (EPA 9056 A 2007)
  - o Contenuto in sostanza organica (ASTM D 2974-00 – Method C)
- Determinazione del contenuto Iniziale di Calce (CIC) su n° 2 campioni. Normativa di riferimento: ASTM D6276-99° e Manuale di Progettazione ITALFERR.

In particolare si prevede lo scavo di:

- n°15 pozzetti nell'area di realizzazione della Stazione Hirpinia (ID pozzetti progressivo da POZ\_HI\_01 a POZ\_HI\_15);
- n°3 pozzetti esplorativi in corrispondenza del rilevato RI02 (ID pozzetti progressivo da POZ\_S1 a POZ\_S3);
- n° 3 pozzetti esplorativi in corrispondenza della Stazione di Apice (ID pozzetti progressivo da POZ\_AP1 a POZ\_AP3);
- n°2 pozzetti esplorativi per ognuno dei seguenti piazzali: RI56,RI58,RI59 (ID pozzetti piazzale RI56: POZ\_F4\_1 e POZ\_F4\_2; piazzale RI58: POZ\_F5\_1 e POZ\_F5\_2; piazzale RI59: POZ\_F6\_1 e POZ\_F6\_2);
- n°8 pozzetti esplorativi in corrispondenza del piazzale RI62 (ID pozzetti progressivo da POZ\_RI1 a POZ\_RI8).
- n°8 pozzetti esplorativi in corrispondenza di nuove viabilità e laddove risulta necessario verificare le condizioni di portanza dei piani di posa dei rilevati e la compatibilità dei terreni in situ nei confronti di un eventuale trattamento di stabilizzazione con calce/cemento (ID pozzetti progressivo da POZ 1 a POZ 8)

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>					
Mandatario	Mandante						
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTISTA:							
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING ALPINA						
INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	12 di 18
RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA							

## 5 PIANO DELLE ATTIVITA' PER LO SCAVO DELLE OPERE IN SOTTERRANEO

### 5.1 OBIETTIVI DI INDAGINE E INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITA'

Il piano indagini geognostiche integrative previsto per le tratte in sotterraneo è stato approntato allo scopo di raccogliere elementi conoscitivi essenziali per l'approfondimento dello studio geologico / geomorfologico / geomeccanico dei contesti maggiormente critici presenti lungo il tracciato o comunque meritevoli di un affinamento conoscitivo appropriato alla fase di progettazione corrente.

L'analisi di dettaglio di tutte le indagini geognostiche eseguite nelle precedenti fasi progettuali, in aggiunta alla documentazione redatta in fase di progettazione definitivo, ha costituito la base per la redazione della presente campagna di indagini geognostica. Ulteriori studi sulle carte geologiche e geotematiche CARG, IFFI congiunti a rilievi geologici sul campo, hanno evidenziato la necessità di valutare la presenza di criticità progettuali non segnalate, quali strutture morfologiche di più ampia estensione connesse a movimenti tettonici antichi, e di approfondirne il grado di informazioni di dettaglio a disposizione. Le indagini volte allo studio di tali fattori di rischio sono condizionate ai risultati ottenuti sul campo e pertanto le lunghezze di perforazione, così come le prove in foro e di laboratorio e la strumentazione di monitoraggio installata, potranno essere riviste in estensione e numero se gli esiti dei carotaggi dovessero raggiungere gli obiettivi prefissi in fase di pianificazione.

Gli obiettivi di indagine sono finalizzati all'approfondimento dei seguenti aspetti:

- approfondimento conoscitivo fenomeni di frana attiva e/o quiescenti che intersecano il tracciato. In particolare sono previsti:
  - o un sondaggio (SGR3) per approfondire le informazioni in possesso sul corpo di frana presente in corrispondenza della finestra F1 mediante carotaggio e installazione di tubo inclinometrico. Nell'area in oggetto è presente soltanto il sondaggio 19 (Campagna Indagini 1984-1995) a carotaggio continuo predisposto per sismica in foro;
  - o un sondaggio (SME2) per il monitoraggio inclinometrico della zona in frana (fenomeno quiescente da classificazione adottata nel PD) localizzata nell'intorno della progressiva 7+450. Nell'area in oggetto è presente il sondaggio G4 (Campagna Indagini 2017) a carotaggio continuo strumentato con piezometro cella di Casagrande installata a profondità elevate (124.5m da quota boccaforo);
  - o un sondaggio (SME4) nella zona di imbocco della finestra F3 attrezzato con inclinometro (L=20m) al fine di monitorare la frana quiescente che lambisce il piazzale di imbocco. Le informazioni sui movimenti dei terreni potranno essere integrate con quelle provenienti dal piezometro a tubo aperto installato nella verticale di sondaggio S14 (Campagna Indagini 2015) per correlare eventuali dinamiche dei depositi franosi alla variabilità stagionale della falda;
  - o un sondaggio a distruzione (SME5) per monitorare il fenomeno attivo compreso tra le pk 7+900 e 8+500, già individuato nella fase di Progetto Definitivo, mediante installazione di inclinometro. L'ubicazione del sondaggio è volutamente scelta in prossimità del carotaggio G12 (realizzato nel 2017) e a valle del tracciato della galleria Melito, per poter correlare gli spostamenti misurati antecedenti e successivi allo scavo con la stratigrafia riportata del vicino G12;
  - o n. 2 sondaggi inclinati (SME8, SME9) al fine di ottenere una approfondita ricostruzione geometrica delle coltri interessate da fenomeni di dissesto in prossimità dell'imbocco della galleria Melito lato Napoli, i sondaggi sono disposti alla destra e a sinistra del cavo e hanno direzione trasversale al tracciato con inclinazione di 20° sull'orizzontale. Inoltre, si prevede l'esecuzione un ulteriore sondaggio profondo al piede del versante (SME10) per valutare la presenza di un potenziale corpo di frana a scala maggiore dei colamenti superficiali finora individuati, e poterne in questo modo ricostruirne la geometria in profondità.

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>												
Mandataria	Mandante													
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
PROGETTISTA:														
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA												
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA' RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0105001</td> <td>A</td> <td>13 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	13 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO									
IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	13 di 18									

- n°2 sondaggi, a carotaggio continuo (SROC0, SROC1) attrezzati con inclinometri, estesi fino alla profondità di 80 m da quota boccaforo per acquisire, prudenzialmente, informazioni utili alla definizione delle condizioni geomorfologiche ad una scala superiore rispetto a quella dei fenomeni censiti dal PD, anche in considerazione dell'estensione del versante sul quale si collocano l'imbocco lato Bari e la prima tratta in sotterraneo della Galleria Rocchetta. I sondaggi limitrofi, come il G13 (Campagna Indagini 2017) e l'S20 (Campagna Indagini 2015), si arrestano a profondità ridotte (massima profondità raggiunta 40m);
- approfondimento conoscitivo passaggi litologici progettualmente più significativi: sondaggi previsti in corrispondenza del passaggio tra il membro arenaceo ed il membro argillo-marnoso della Formazione della Baronina lungo la galleria Rocchetta (SROC5, SROC6, SROC7) e lungo il tracciato della finestra F3 (SME3);
- approfondimento conoscitivo elementi geologici/strutturali, come la faglia localizzata alla pk approssimativa di 11+700, per la quale sono previsti l'esecuzione di un sondaggio inclinato di 45° rispetto all'orizzontale (SROC4) per intercettare la superficie di faglia e uno stendimento sismico da superficie (SISROC2) con misura delle onde Vp e Vs.
- approfondimento conoscitivo dei settori posti in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie laddove è necessario integrare le informazioni ad oggi disponibili con sondaggi conoscitivi, come ad esempio l'imbocco della galleria Grottaminarda lato Bari (SGR1). Sono inoltre, previste delle indagini geofisiche da superficie in corrispondenza dei versanti degli imbocchi della galleria Grottaminarda lato Bari (SISGR1) e l'imbocco della galleria Rocchetta lato Bari (SISROC3).
- approfondimento conoscitivo di ogni finestra di accesso e/o emergenza non adeguatamente coperta nel corso delle campagne indagini pregresse, sono previsti uno o due sondaggi geognostici. Inoltre, sono previste indagini sismiche da superficie con sismica a rifrazione in corrispondenza delle finestre F1 e F5 (SISGR2, SISROC1).
- analisi e monitoraggio del regime falde freatiche nelle formazioni presenti lungo il tracciato mediante l'installazione di piezometri a tubo aperto e/o celle di Casagrande ed adempiere ai seguenti principali obiettivi:
  - approfondimento conoscitivo delle condizioni idrogeologiche a quota cavo (SME6, SME7 e piezometri profondi SROC6, SROC7);
  - approfondimento conoscitivo del regime idrogeologico associato alle falde più superficiali anche al fine di valutare i possibili risentimenti indotti dallo scavo delle gallerie (SGR1, SME1, SROC2, SROC9);
  - approfondimento conoscitivo delle condizioni idrogeologiche in prossimità delle opere di imbocco (SGR1, SME1, SROC9);
- approfondimento conoscitivo sulla presenza di gas metano nelle litologie coinvolte dal processo di scavo alla luce dei rilevamenti riportati in fase di progettazione definitiva (sondaggi ENS5 e S19 con riferimento al membro pelitico-arenaceo della formazione della Baronina – BNA2) e in previsione dello scavo con metodo meccanizzato a piena sezione che potrebbe rendere attivi flussi di gas verso la galleria in costruzione: si prevede il rilievo con registrazione in continuo di eventuale gas metano a boccaforo in fase di perforazione da eseguire per tutti i sondaggi previsti nell'ambito della campagna indagini in argomento – tratta in sotterraneo, su tutta la profondità di perforazione.
- Prove di laboratorio per la definizione delle caratteristiche di fresabilità ed abrasività delle formazioni interagenti con lo scavo meccanizzato della galleria Rocchetta e del settore della galleria Melito escluso dalla campagna indagini finalizzata all'approfondimento conoscitivo della Formazione del Flysch Rosso nelle sue varie facies (analisi petrografiche, diffrattometriche, prove di abrasione, frammentazione etc). Le prove saranno eseguite su un set di campioni rappresentativo delle litologie prevalenti attraversate in fase di scavo.

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b>		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A
<b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>						FOGLIO 14 di 18

## 5.2 VERTICALI GEOGNOSTICHE E PROVE IN FORO

La campagna indagini integrative in sottterraneo l'esecuzione delle seguenti verticali di indagini geognostiche:

- n°15 sondaggi a carotaggio continuo ad andamento verticale ed inclinato (n°3: SME8, SME9, SROC4); i sondaggi inclinati di 20° o 45° rispetto all'orizzontale sono funzionali alla ricostruzione geometrica dei corpi di frana e/o alla migliore definizione dei contatti litologici.

A tal proposito si precisa come il sondaggio SROC7 previsto di lunghezza pari a 100m dovrà essere spinto fino ad intercettare le marne e ad intestarsi per almeno 10m in questa formazione.

- n°3 sondaggi parzialmente effettuati a carotaggio continuo e parzialmente a distruzione di nucleo (SME6 - SROC5 – SROC 6);
- n°2 perforazioni interamente a distruzione di nucleo (SME2, SME5).

Per un totale complessivo di 860 m di perforazione carotata e 370 m di perforazione a distruzione, distribuita nel seguente modo tra le tre gallerie oggetto dell'incarico:

- galleria Grottaminarda: n° 2 sondaggi a carotaggio continuo (per un totale di 70m di perforazione);
- galleria Melito: n° 7 sondaggi a carotaggio continuo (per un totale di 300m di perforazione) più n°1 sondaggio parzialmente carotato (30m di lunghezza) e a distruzione (90m), più n°2 perforazioni a distruzione (per un totale di 70m);
- galleria Rocchetta: n° 6 sondaggi interamente a carotaggio continuo (per un totale di 380m di perforazione) più n°2 sondaggi parzialmente carotati (80m di lunghezza) e a distruzione (per un tot di 210m);

Lungo tali verticali sono state previste le seguenti attività:

- prelievo di campioni indisturbati (n°43) e rimaneggiati (n°124) da sondaggio a carotaggio continuo;
- prelievo di campioni di terreno per valutare livello di aggressività dei terreni (n°36) e per svolgere analisi chimiche (n°27) (analisi ambientali);
- prove in foro di sondaggio:
  - prove SPT (n°91)
  - prove permeabilità Lefranc (n°12)
  - prove permeabilità Lugeon (n°20)
  - prove pressiometriche (n°7)
  - prove dilatometriche (n°17),
  - prove di fratturazione idraulica (n°4).

## 5.3 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.

Si prevede l'installazione di più piezometri di tipologia differente all'interno dello stesso foro di sondaggio (SROC5, SROC6, SROC7), a diverse profondità (configurazione con tubo aperto superiore ad intercettare la falda superficiale e cella di Casagrande a fondo foro ovvero quota cavo / opzione con doppia cella di Casagrande).

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>					
Mandatario	Mandante						
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTISTA:							
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA					
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b>		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	15 di 18
<b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>							

E' prevista l'installazione di piezometri a tubo aperto (diam. 4") nei sondaggi SGR1, SME1, SME3, SME7, SROC2, SROC9 per l'effettuazione di prelievi di acqua per analisi ambientali.

In corrispondenza di sezioni di scavo in materiale pressoché impervio e omogeneo (es. BNA2) si prevede l'installazione di celle di Casagrande (SME6, SROC2, SROC5, SROC6, SROC7).

In sintesi è pertanto prevista:

- l'installazione di piezometri a tubo aperto (n° 6) a lettura manuale quindicinale (da verificare in corso d'opera, probabili misure più frequenti subito dopo l'installazione) per la durata della progettazione esecutiva nelle verticali: SGR1, SME1, SME3, SME7, SROC2, SROC9. Tali piezometri sono da 4" per consentire lo svolgimento di indagini ambientali. Il tratto finestrato per l'acquisizione delle misure non supera i 40 m di profondità;
- l'installazione di piezometri a tubo aperto (n° 1 con tratto finestrato a quota cavo) con trasduttore a corda vibrante collegato a centralina nella verticale SROC7 in combinazione con la cella di Casagrande installata in superficie.
- l'installazione di celle di Casagrande (n° 6) con trasduttore a corda vibrante collegato a centralina nelle verticali: SME6 (n°1), SROC5 (n°2), SROC6 (n°2), SROC7 (n°1), quest'ultimo in combinazione con 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.

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.

Le celle di Casagrande e il piezometro a tubo aperto da installare in coppia con la cella nel sondaggio SROC7, saranno equipaggiati con trasduttori del tipo a corda vibrante collegati ad una centralina per l'acquisizione e la registrazione dei dati, nonché la trasmissione degli stessi.

## 5.4 STRUMENTAZIONE INCLINOMETRICA IN FORO

Si prevede l'installazione di inclinometri (n°7) a lettura manuale quindicinale per la durata della progettazione esecutiva nelle verticali: SGR3, SME2, SME4, SME5, SME10, SROC0, SROC1.

La lunghezza dei tubi inclinometrici è pari alla lunghezza della perforazione per i sondaggi SGR3, SME2, SME4, SME5, e pari a 40m per i sondaggi SME10, SROC0, SROC1.

## 5.5 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, stante la necessità di approfondire il quadro conoscitivo inerente la possibilità di incontrare ammassi potenzialmente grisutosi o di rendere attivi, con lo scavo meccanizzato a piena sezione, flussi di gas verso la galleria in costruzione.

Il rilievo è previsto su almeno un sondaggio per tutta la lunghezza della perforazione.

## 5.6 PROVE DI LABORATORIO

Il piano delle prove di laboratorio si articola in una serie prove di caratterizzazione fisico-meccanica per la caratterizzazione delle proprietà indice e delle caratteristiche di resistenza e deformabilità degli ammassi coinvolti negli scavi.

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b>		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A
<b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>						FOGLIO 16 di 18

Si riporta a seguire un quadro di sintesi della tipologia di prove di laboratorio previste nel piano in oggetto e si rimanda alla Tabella in Allegato 2 per ulteriori dettagli:

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 e/o su campioni lapidei:

- 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 in cella triassiale (CIU, UU)
- prove di taglio diretto
- prova edometrica
- Prove geotecniche per la caratterizzazione meccanica in campo dinamico (compressione triassiale ciclica ).
- prove geotecniche per la determinazione del comportamento meccanico a lungo termine (Creep in cella triassiale)
- 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.

APPALTATORE: Mandatario SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante ASTALDI S.p.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>					
PROGETTISTA: ROCKSOIL. NET ENGINEERING ALPINA		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA' RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A	17 di 18

## 5.7 INDAGINI GEOFISICHE

La campagna di indagini geofisiche prevede l'esecuzione di n°5 stendimenti sismici da superficie per complessivi 2400 m indagati finalizzati alla ricostruzione per tomografia a rifrazione 2D.

Gli stendimenti sismici interesseranno le gallerie:

- Grottaminarda (n° 2 stendimenti):
  - SISGR\_1: lunghezza 300m (stendimento longitudinale di 200m, trasversale 100m) alla pk approx. 2+700,
  - SISGR\_2: lunghezza 500m (stendimento longitudinale di 300m, trasversale 200m) alla pk approx. 3+700;
  
- Rocchetta (n°3 stendimenti):
  - SISROC\_1: lunghezza 800m (stendimento longitudinale di 500m, trasversale 300m) alla pk approx. 11+300;
  - SISROC\_2: lunghezza 500m (stendimento longitudinale di 500m) alla pk approx. 11+700;
  - SISROC\_3: lunghezza 300m (stendimento longitudinale di 200m, trasversale 100m) alla pk approx. 16+600;

APPALTATORE:		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario	Mandante					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
ROCKSOIL.	NET ENGINEERING	ALPINA				
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
<b>AMBITO GENERALE DI LINEA – PIANO DELLE ATTIVITA'</b>		IF28	01	E ZZ RG	GE0105001	A
<b>RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA</b>						FOGLIO 18 di 18

## 6 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 riportano i sondaggi in asse galleria e quota parte dei sondaggi fuori asse (fino a una distanza approssimativa di 500 m dall'asse del tracciato), indicando per ciascuno lo scostamento da questo.

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..)

- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.001.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.002.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.003.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.004.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.005.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.006.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.007.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.008.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.009.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.010.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.011.A
- IF28.0.1.E.ZZ.P6.GE.01.0.5.012.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.001.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.002.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.003.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.004.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.005.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.006.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.007.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.008.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.009.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.010.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.011.A
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.GE.01.0.5.012.A

## 7 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 GENERALE DI LINEA

ALLEGATO 1  
Quadro sinottico indagini in situ e prove in foro - Tratte in sotterraneo

ID Sondaggio	Lunghezza perforazione			Prelievo campioni				Prove in foro						Strumentazione in foro								
	Lungh. tot	distr.	carotaggio	Campioni rimaneggiati	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati per prove lab. aggressività terreni	Campioni rimaneggiati per prove lab. analisi chimiche ambientali	Dilatometrica	Pressiometrica	Fratturaz. Idraulica	SPT	Lefranc	Lugeon	INCLINOMETRI		PIEZOMETRO cella Casagrande+corda vibrante		PIEZOMETRI a tubo aperto			PIEZOMETRI a 4" per ind. Ambientali	
	(m)	(m)	(m)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(m)	(n°)	profondità (m da pc)	a lettura manuale (n°)	con trasduttore corda vibrante (n°)	lunghezza tratto cieco (m)	lunghezza tratto finestrato (m)	(n°)
SGR1	30		30	6	4	2	3	1	1		6	1	1					1		0-5m	5-20m	1
SGR3	40		40	6	4	2		1	1		7	1	1	1	40							
SME1	30		30	6	4	2	3	1			6	1	1					1		0-5m	5-25m	1
SME2	20	20												1	20							
SME3	30		30	6	4	2	3	1	1		6	1	1					1		0-20m	20-30m	1
SME4	20		20	4	3	2	3	1			5	1	1	1	20							
SME5	50	50												1	50							
SME6	120	90	30	5		2							1			1	112					
SME7	40		40	5	4	2	3	1			7	1	1					1		0-25m	25-40m	1
SME8	50		50	10		2																
SME9	50		50	10		2																
SME10	80		80	6	5	2		1	1		8		2	1	40							
SROC0	80		80	6	4	2		1	1		8	1	1	1	40							
SROC1	10		80	6	4	2		1	1		8		2	1	40							
SROC2	30		30	5	3	2	3	1			6		2					1		0-20m	20-30m	1
SROC4	60		60	10		2																
SROC5	150	100	50	10		2	6	2		2	9	1	2			2	50(**) e 150					
SROC6	140	110	30	7		2							1	1		2	50(**) e 135					
SROC7 (*)	100		100	14	1	2		4		2	9	2	2			1	30(**)		1	0-80m	80-100m	
SROC9	30		30	6	3	2	3	1	1		6	1	1					1		0-5m	5-25m	1
<b>TOTALE</b>	<b>1160</b>	<b>370</b>	<b>860</b>	<b>128</b>	<b>43</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>91</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>250</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>1</b>			<b>6</b>

(\*) SROC7 deve essere spinto fino ad intercettare contatto con marne (intestazione nelle marne per alimento 10m)

(\*\*) profondità cella da definire in funzione delle risultanze dei sondaggi in corso d'opera

ID Indagine	Tomografia elettrica	Tomografia rifrazione	Sismica a riflessione	cross-hole	Note tomografia a rifrazione
	(m)	(m)	(m)	(m)	
SISGR_1		300			La tomografia a rifrazione si compone di uno stendimento longitudinale (L=200m ) e uno stendimento trasversale (L=100 m)
SISGR_2		500			La tomografia a rifrazione si compone di uno stendimento longitudinale (L=300m ) e uno stendimento trasversale (L=200 m)
SISROC_1		800			La tomografia a rifrazione si compone di uno stendimento longitudinale (L=500m ) e uno stendimento trasversale (L=300 m)
SISROC_2		500			
SISROC_3		300			La tomografia a rifrazione si compone di uno stendimento longitudinale (L=200m ) e uno stendimento trasversale (L=100 m)
<b>TOTALE</b>		<b>2400</b>			

ITINERARIO NAPOLI - BARI  
RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA  
1° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA  
PIANO INDAGINI GEONOSTICHE INTEGRATIVE - AMBITO GENERALE DI LINEA

ALLEGATO 2  
Quadro sinottico prove di laboratorio - Tratte in sottoterraneo

ID Sondaggio	Campioni prelevati			proprietà indice					proprietà meccaniche										caratteristiche di rigonfiamento		Analisi chimiche terreni		Prove fresabilità								
	Campioni rimaneggiati	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati per prove lab. aggressività terreni	γ	γ <sub>s</sub>	wN	analisi granulom	limiti Atterberg	Resist. a trazione	Compr. Monoassiale	Misura di V <sub>p</sub> e V <sub>s</sub> su carota	Compress. In cella di Hoek	Point Load test	compr. TxCIU	compr. TxUU	pr.taglio diretto	compr. Tx ciclica	prova creep	prova EDO	indice rigonfiamento	pressione di rigonfiamento	Acidità Baumann-Gully	Solfati solubili in acido	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
	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)
SGR1	6	4	2	4	2	10	10	10					2	1	1	1	1		1	1	2	2									
SGR3	6	4	2	4	2	10	10	10	1	1	1		2	1	1	1		1	1	1	1	2	2								
SME1	6	4	2	4	2	10	10	10					2	1	1	1	1		1	1	2	2									
SME3	6	4	2	4	2	10	10	10	1	1	1		2	1	1	1					2	2									
SME4	4	3	2	3	1	7	7	7					2	1	1	1					2	2									
SME6	5		2			5	5	5	2	2	2	2	2								2	2									
SME7	5	4	2	4	2	7	7	7	1	1	1	1	3		1	1		1	1	1	1	2	2								
SME8	10		2			10	10	10	2	2	2	2	6								2	2									
SME9	10		2			10	10	10	2	2	2	2	6								2	2									
SME10	6	5	2	5	2	10	10	10	2	2	2	2	5	1	1	1		1	1	1	1	2	2								
SROC0	6	4	2	4	2	10	10	10	2	2	2	2	4	1	1		1		1	1	2	2									
SROC1	6	4	2	4	2	9	4	4	2	2	2	2	4	1	1	1		1	1	1	1	2	2								
SROC2	5	3	2	3	1	7	7	7					4	1	1	1					2	2									
SROC4	10		2			10	10	10	3	3	3	2	6								2	2									
SROC5	10		2			10	10	10	4	4	4	3	6								2	2									
SROC6	7		2			7	7	7	4	4	4	3	6								2	2									
SROC7	10	1	2	1	1	11	11	11	3	3	3	3	8			1					2	2									
SROC9	6	3	2	1	1	9	9	9	1	1	1		2	1		1					2	2									
TOTALE	124	43	36	41	20	162	157	157	30	30	30	24	72	10	10	11	3	4	7	7	7	36	36	16	16	16	48	32	32	32	32



ITINERARIO NAPOLI - BARI  
RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA  
1° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA  
PIANO INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE - AMBITO GENERALE (LINEA)

ALLEGATO 4  
Quadro sinottico prove di laboratorio - Tratte all'aperto

ID SONDAGGIO	profondità sondaggio	Campioni prelevati			Proprietà indice					Proprietà meccaniche							Caratteristiche di rigonfiamento		Analisi chimiche terreni		
		Campioni rimaneggiati	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati per prove lab. aggressività terreni	γ	γs	wN	analisi granulom	limiti Atterberg	compr. TxCIU	compr. TxUU	compr. TxCID	pr.taglio diretto - consolidata rapida	pr.taglio diretto - consolidata lenta	pr.taglio diretto - consolidata rapida + RESIDUO	Colonna risonante	prova Edometrica	indice rigonfiamento	pressione di rigonfiamento	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°)
HI_1	30	4	4	2	4	1	2	4	4	1	1	0	1	2	0	0	0	0	2	2	
HI_2	30	4	5	2	4	2	3	4	4	1	2	1	1	1	0	0	1	0	2	2	
HI_3	30	4	5	1	4	2	3	4	4	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	
VI01-3	50	5	5	1	6	2	4	4	5	1	2	1	1	1	0	0	1	0	1	1	
VI01-2	50	5	5	1	5	1	2	6	6	1	2	1	0	2	0	1	0	0	1	1	
VI01-1	50	5	6	1	6	1	2	6	6	1	2	1	1	2	0	0	0	0	1	1	
VI02_1	30	4	5	1	5	2	3	5	5	1	2	2	1	1	0	0	0	2	2	1	1
VI02_2	30	4	4	1	5	1	2	4	5	2	1	1	1	0	1	0	2	0	0	1	1
VI02_4	50	6	6	1	7	2	3	6	7	2	4	0	0	3	1	0	0	2	2	1	1
VI02_5	30	4	5	0	4	1	2	4	5	1	2	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0
VI03-1	30	4	4	2	4	2	3	4	4	3	1	0	2	1	2	0	1	0	0	1	1
VI03-2	30	4	4	2	4	1	2	4	4	3	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	
VI03-4	30	4	4	0	3	1	2	4	4	1	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
VI03-5	30	4	4	2	5	2	3	4	4	1	2	0	0	1	1	0	0	0	1	1	
VI04_1	30	4	6	2	6	1	2	6	6	1	2	1	1	1	1	0	2	0	0	1	1
VI04_2	40	6	6	0	6	1	3	6	6	2	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
VI04_3	40	6	6	2	6	1	2	5	6	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	1	1
VI04_4	40	6	5	2	5	1	1	5	5	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	1	1
AP_01	30	4	5	0	4	0	2	3	4	1	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0
AP_02	30	4	5	1	5	0	3	5	5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
Piazzale RI62	30	4	1	0	2	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Piazzale RI56	15	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piazzale RI58	15	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piazzale RI59	15	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>785</b>	<b>107</b>	<b>100</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>18</b>

**ITINERARIO NAPOLI - BARI  
RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA  
1° LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA  
PIANO INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE - AMBITO GENERALE (LINEA)**

**ALLEGATO 5  
Quadro sinottico installazione piezometri**

Sondaggio	Lunghezza sondaggio [m]	Tipologia piezometro da installare		Piezometro a scopi ambientali	Profondità cella Casagrande [m da pc]	Tratto cieco [m da pc]	Tratto Finestrato [m da pc]
<b>Ambito generale - sotterraneo</b>							
SGR1	30	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 5m	5 - 20m
SME1	30	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 5m	5 - 25m
SME3	30	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 20m	20 - 30m
SME6	120	Piezometro cella Casagrande - corda vibrante			112		
SME7	40	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 25m	25 - 40 m
SROC2	30	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 20 m	20 - 30m
SROC5	150	Piezometro cella Casagrande - corda vibrante	Diametro Perforazione		50 (*)		
		Piezometro cella Casagrande - corda vibrante	178 mm		150		
SROC6	140	Piezometro cella Casagrande - corda vibrante	Diametro Perforazione		50 (*)		
		Piezometro cella Casagrande - corda vibrante	178 mm		135		
SROC7	100	Piezometro cella Casagrande - corda vibrante	Diametro Perforazione		30 (*)		
		Piezometro a tubo aperto - corda vibrante	178 mm			0 - 80m	80 - 100m
SROC9	30	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 5m	5 - 25m
<b>Ambito generale - aperto</b>							
HI_1	30	Piezometro a tubo aperto		SI		0-1m	1 - 10m
HI_3	30	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 10m	10 - 30m
VI01-2	50	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 8m	8 - 50m
VI01-1	50	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 0.5m	0.5 - 11m
VI03-3	30	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 2m	2 - 17 m
VI03-6	30	Piezometro cella Casagrande - corda vibrante			30		
VI04-3	40	Piezometro a tubo aperto		SI		0-1m	1 - 15m
AP_01	30	Piezometro a tubo aperto		SI		0 - 10m	10 - 30 m
PiazzaleRI62	30	Piezometro a tubo aperto				0-1m	1 - 10m
PiazzaleRI56	15	Piezometro a tubo aperto				0-1m	1 - 14m
PiazzaleRI58	15	Piezometro a tubo aperto				0-1m	1 - 14m
PiazzaleRI59	15	Piezometro a tubo aperto				0-1m	1 - 14m

(\*) profondità cella da definire in funzione delle risultanze del sondaggio in corso d'opera