

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

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

GN01 - GALLERIA NATURALE Grottaminarda DA KM 2+705 A KM 4+695

MONITORAGGIO DEPOSITI DI FRANA

Relazione tecnica Piano di monitoraggio

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. G. Cassani

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF28	01	E	ZZ	RH	GN0100	005	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	G. Lodigiani	21/02/2020	B. Spigarelli	21/02/2020	M. Gatti	21/02/2020	Ing. G. Cassani    10/06/2020
B	Revisione per istruttoria	G. Lodigiani	10/06/2020	B. Spigarelli	10/06/2020	M. Gatti	10/06/2020	

File: IF2801EZZRHGN0100005B.docx

n. Elab.:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnica Piano di monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 005</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 12</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CENNI GENERALI SUL CONTESTO GEOLOGICO- GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>6</b>
3.1	<b>OBIETTIVI DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>6</b>
3.2	<b>STRUMENTAZIONE PIEZOMETRICA IN FORO .....</b>	<b>7</b>
3.3	<b>STRUMENTAZIONE INCLINOMETRICA IN FORO .....</b>	<b>7</b>
3.4	<b>STRUMENTAZIONE TOPOGRAFICA DI SUPERFICIE .....</b>	<b>8</b>
3.5	<b>STAZIONE PLUVIO-VOLUMETRICA.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>UBICAZIONE STRUMENTAZIONE PRINCIPALE .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>FREQUENZA DI LETTURA E AZIONI CORRETTIVE .....</b>	<b>12</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<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;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 005</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">3 di 12</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RH	GN0100 005	B	3 di 12
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RH	GN0100 005	B	3 di 12													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnica Piano di monitoraggio</b>																		

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento illustra le attività di monitoraggio da attuare per il deposito di frana sotto-attraversato dalla Galleria Grottaminarda, opera del I Lotto funzionale Apice – Hirpinia della tratta Apice Orsaria, compresa nell'itinerario Napoli-Bari.

Al fine di effettuare una ricostruzione il più accurata possibile del fenomeno franoso, in sede di campagna di indagine per la redazione del presente Progetto Esecutivo, sono state svolte attività di approfondimento geognostico prevedente indagini dirette, indagini indirette e prove di laboratorio.

In particolare sono state eseguiti sondaggi geognostici a carotaggio continuo e/o a distruzione finalizzato al prelievo di campioni, all'esecuzione di prove in foro ed all'installazione di strumentazione di monitoraggio, quali verticali inclinometriche del tipo "vertical array" e piezometri.

Le indagini eseguite hanno permesso ad oggi la redazione del quadro geologico-geotecnico, una cui sintesi è descritta al capitolo 2 della presente relazione.

Tale strumentazione di monitoraggio ha fornito alcune prime risultanze, ma è molto importante procedere con l'esecuzione delle letture, al fine di raccogliere informazioni utili a valutare la situazione presente e l'eventuale evoluzione del quadro deformativo a seguito della realizzazione dei lavori di costruzione della galleria.

Nella presente relazione si riportano le specifiche per l'esecuzione del monitoraggio inclinometrico e piezometrico.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnica Piano di monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 005</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 12</b>

## 2 CENNI GENERALI SUL CONTESTO GEOLOGICO- GEOMORFOLOGICO

La zona di frana di Grottaminarda è una porzione di versante nella quale diverse tipologie di movimenti gravitativi concorrono a formare una estesa zona di instabilità attiva; in planimetria, il settore in frana si colloca indicativamente tra la pk 3+925 e la pk 4+250 (cfr. Figura 1). L'inquadramento geomorfologico del settore di frana è riportato nella "Relazione geomorfologica generale" (IF2801EZZRGG0103001B), a cui si rimanda per una descrizione di dettaglio, sia delle tipologie di movimenti gravitativi riconosciuti al suo interno, sia dell'estensione degli elementi morfologici caratterizzanti (es. nicchie di distacco, corpi di accumulo, etc.).

La zona di frana si sviluppa tra la dorsale di Colle Saudone, il fondovalle del Fiume Ufita e il Vallone dei Fossi. Tale area è caratterizzata dalla presenza di un esteso corpo franoso, geometricamente articolato e di circa 350.000 m<sup>2</sup> di estensione, che si sviluppa dalla parte alta del rilievo fino al fondovalle del Fiume Ufita, a valle della confluenza dei due corsi d'acqua suddetti. Nella zona di monte, il movimento franoso è caratterizzato dalla presenza di una evidente nicchia di distacco con scarpata di altezza variabile tra 5 e 10 m circa. Il bordo destro del corpo d'accumulo è delimitato per l'intera estensione dall'incisione del Vallone dei Fossi.

Probabilmente uno dei fattori predisponenti, che hanno favorito l'innescò del fenomeno franoso, è legato all'intersezione tra due sistemi di faglie, orientati rispettivamente NE-SW e NNW-SSE.

Il corpo principale della zona di frana di Grottaminarda è formato da un deposito di natura prevalentemente limoso-argilloso e contenente clasti e blocchi di varia pezzatura di calcari e calcareniti. Nella parte alta, l'elemento morfologico più pronunciato è rappresentato dalla nicchia di distacco, entro cui si imposta una scarpata sommitale piuttosto acclive. Alla base della scarpata è possibile riconoscere chiaramente l'inizio del corpo di accumulo, in corrispondenza del quale si assiste ad una riduzione di pendenza del versante. Sul lato sinistro della nicchia la scarpata causa il locale denudamento del substrato sottostante, in questo settore costituito da calcari e da breccie tettoniche cementate associate a zone di faglia normali.

Nel corso delle varie fasi progettuali, sulla zona di frana di Grottaminarda sono stati realizzati i seguenti sondaggi a carotaggio continuo BH1, BH2, BH3, G1, S8, CH\_02, CH\_06, CH\_07, SN\_01, SN\_02, SN\_03, SN\_04 e SN-GR-05. Inoltre, sulla frana sono state realizzate numerose indagini geofisiche, tra cui indagini di sismica a riflessione e a rifrazione, indagini di geoelettrica e indagini "cross-hole". Sono inoltre presenti diversi sondaggi a distruzione attrezzati con inclinometri, sistemi inclinometrici di tipo Vertical Array basati su tecnologia MUMS (Modular Underground Monitoring System) ad acquisizione automatizzata, progettati per la misura dei movimenti orizzontali o verticali del terreno e piezometri..

L'analisi multidisciplinare riportata in dettaglio nella Relazione Geomorfologica ha portato alla ricostruzione del modello geomorfologico di questo settore, in termini di estensione areale, profondità della e/o delle superfici di movimento, spessore del corpo di frana e grado di attività dei fenomeni. Il corpo di frana ricostruito non interferisce con la galleria. Infatti, tra la calotta della galleria e la base della frana sussiste un franco pari a ca. 6 m. Tuttavia, un aspetto importante da sottolineare riguarda il fatto che sia gli inclinometri tradizionali sia i sistemi basati su Vertical Array, necessitano di tempistiche piuttosto lunghe, dell'ordine di diversi mesi, prima che gli effetti di assestamento siano completamente superati e che quindi le misure siano rappresentative dei processi gravitativi di versante in corso. Attualmente, si può affermare che solo l'inclinometro G1, installato nel 2017, stia fornendo delle misure di movimento inequivocabili, mentre per gli altri sensori MUMS, installati a inizio 2020, sussistono ancora probabili assestamenti. Pertanto, risulta chiaro come sia più che mai opportuno proseguire, come anche riportato nei capitoli seguenti, senza interruzioni con il monitoraggio sia degli inclinometri sia dei Vertical Array, per verificare che il modello della frana qui ricostruito risulti verificato anche successivamente e preliminarmente all'inizio della fase costruttiva.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO 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>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnica Piano di monitoraggio		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 005	REV. B	FOGLIO 5 di 12

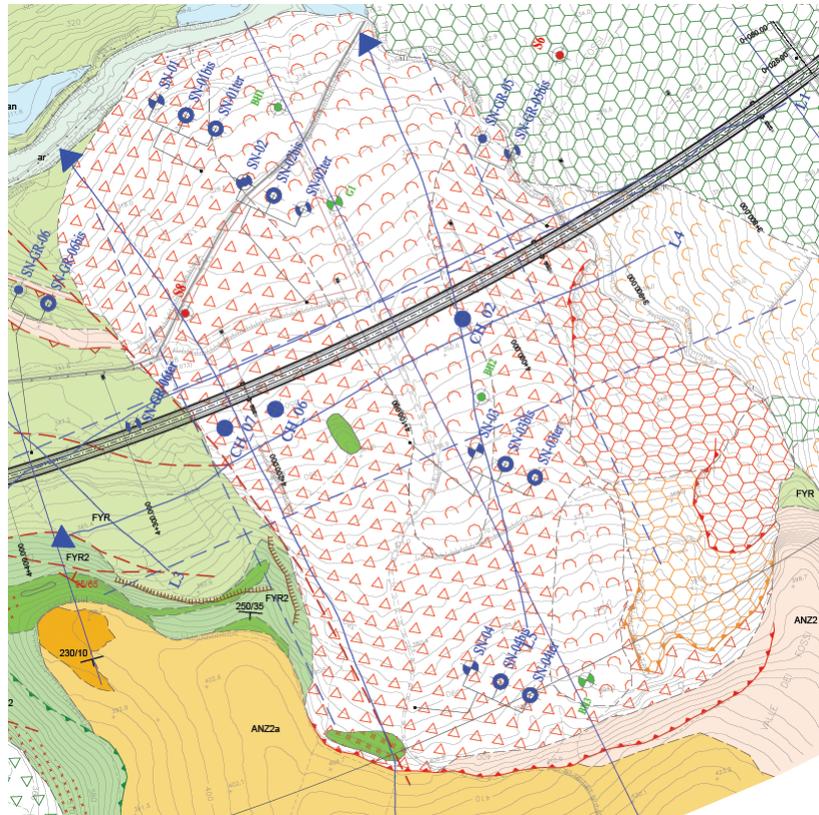


Figura 1. Stralcio non in scala della carta geologica della zona di frana di Grottaminarda.

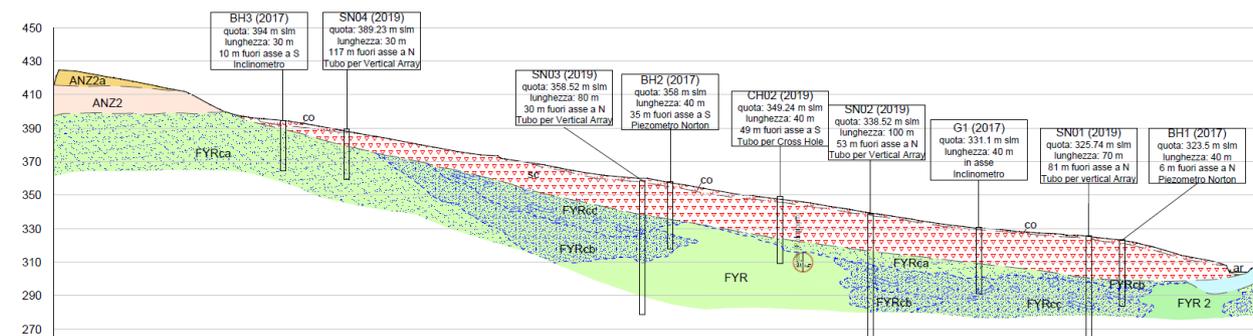


Figura 2. Stralcio non in scala della sezione geologica realizzata sulla zona di frana di Grottaminarda alla pk 4+075

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnica Piano di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 005	REV. B	FOGLIO 6 di 12

### 3 DESCRIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Al fine di procedere agli approfondimenti geologico-geomorfologici dell'area sono state individuate specifiche posizioni ritenute particolarmente rappresentative ai fini dell'indagine del contesto geologico-geomorfologico, dislocate lungo un allineamento trasversale al tracciato della galleria (muovendo dal settore di monte del corpo di frana al piede dello stesso) in numero di n°4, presso le quali realizzare coppie di perforazioni. Ciascuna coppia è costituita da una perforazione a carotaggio continuo strumentata con colonna multiparametrica tipo Vertical Array ed una seconda perforazione a distruzione di nucleo all'interno della quale è stato installato una cella tipo Casagrande con piezometro a corda vibrante.

Tale strumentazione, predisposta nell'ambito della campagna di indagine per la ricostruzione del modello geologico-geotecnico, verrà mantenuta attiva anche durante la fase di realizzazione delle opere, al fine di monitorare lo stato di attività dei fenomeni censiti, l'evoluzione temporale nel corso di realizzazione dei lavori, con particolare attenzione alla correlazione tra condizioni idrauliche e cinematismo dei depositi. Le coppie di perforazioni sono state attrezzate con la seguente strumentazione in foro:

- Vertical Array modulare costituito da sensori MEMS collocati in posizioni fisse (per un totale di sensori fino ad 80 sulla verticale di lunghezza maggiore - SN02), per il monitoraggio di deformazioni, velocità ed accelerazioni del corpo franoso. I sensori risultano ubicati con passo variabile da 0.50 m a 2.00m lungo le verticali di indagine con raffittimento previsto nei tratti superficiali laddove si prevedono spostamenti maggiori,
- Celle di Casagrande (2 celle per verticale a distruzione) equipaggiati con trasduttore a corda vibrante, finalizzati al monitoraggio del regime freatico nel corpo di frana.

#### 3.1 OBIETTIVI DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO

La strumentazione predisposta in fase di indagine per la definizione del modello geologico-geotecnico verrà mantenuta in opera fino al termine dei lavori di realizzazione della Galleria Grottaminarda, consentendo quindi di effettuare un'attività di monitoraggio nelle fasi di ante-operam (ovvero fino all'inizio dei lavori di scavo nel settore in esame), corso d'opera, durante il passaggio in corrispondenza dell'area di frana della TBM e post-operam, così da valutare le condizioni della frana a valle della fase di disturbo operata dallo scavo della galleria.

Gli obiettivi del sistema di monitoraggio predisposto sono pertanto molteplici; nel dettaglio le finalità della strumentazione predisposta sono:

- Approfondire e verificare il modello geologico-geotecnico di progetto, alla luce delle misure via via raccolte dalla strumentazione Vertical Arrey. La strumentazione installata ha infatti richiesto un periodo di assestamento ed ha consentito di raccogliere informazioni utili alla definizione del modello per un periodo di alcuni mesi. E' quindi necessario, come descritto in dettaglio nelle relazioni geologica e geomorfologica, proseguire nell'acquisizione dei dati così da disporre di serie stagionali complete e poter mettere in relazione quanto osservato, in termini di spostamenti, dalla strumentazione inclinometrica con le escursioni di falda legate ad eventi atmosferici. Al riguardo sono importanti le letture piezometriche, descritte al capitolo 3.2., ed i rilievi pluvio-volumetrici della stazione già installata (si veda capitolo 3.4.). La definizione di un modello geologico-geotecnico richiede infatti tempi di osservazione piuttosto lunghi, non del tutto compatibili con il tempo a disposizione per la messa a punto del progetto, così che la prosecuzione del monitoraggio, nello spirito del metodo osservazionale per condizioni complesse come quella in esame, risulta sicuramente necessaria.
- Monitorare lo stato della frana prima dell'inizio dei lavori. La strumentazione consentirà di condurre una fase di back-ground monitoring prima dell'avvio dei lavori, consentendo di valutare con attenzione il livello di attività della frana e stabilire gradienti di movimento (mm/mese) in condizioni naturali, dove gli elementi di disturbo risulano eventi naturali, principalmente di natura meteorica.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione tecnica Piano di monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 005</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>7 di 12</b>

- Verificare l'interazione tra lo scavo della galleria ed il versante. Le analisi numeriche condotte hanno mostrato come lo scavo della galleria determinerà un disturbo contenuto al corpo di frana, stante le modalità di scavo con "sistema meccanizzato" in gradi di ridurre al minimo i volumi persi in fase di avanzamento. Si verificherà comunque una fase di accelerazione dei movimenti in funzione del progressivo avvicinamento del fronte di scavo ed una progressiva attenuazione, via via che il fronte di scavo si sarà allontanato e si sarà proceduto alla posa dei rivestimenti definitivi e quindi alla stabilizzazione definitiva del cavo. La verifica dell'andamento dei movimenti sulla superficie di scorrimento consentirà anche di tarare gli eventuali interventi di drenaggio di lungo termine, da eseguire dall'interno della galleria con la finalità di dissipare pressioni idrostatiche entro la superficie di scorrimento.
- Osservare il comportamento della frana nella fase di esercizio dell'opera, così da verificare l'assenza di interazioni e la sicurezza dell'infrastruttura nel lungo termine.

Le seguenti finalità possono essere tutte raggiunte impiegando la medesima strumentazione di monitoraggio, descritta nei capitoli seguenti, che ha previsto l'installazione di:

- Strumentazione piezometrica in foro
- Strumentazione inclinometrica in foro
- Strumentazione topografica
- Stazione pluviometrica

### 3.2 STRUMENTAZIONE PIEZOMETRICA IN FORO

E' stata effettuata l'installazione di n°2 cella di Casagrande dotate di trasduttore a corda vibrante all'interno delle perforazioni a distruzione (2 per verticale, per un totale di n°8 celle) dotati di centralina per l'acquisizione automatica delle misure. E' previsto che la suddetta strumentazione rimanga in attività anche durante l'esercizio della linea ferroviaria.

### 3.3 STRUMENTAZIONE INCLINOMETRICA IN FORO

E' stata effettuata l'installazione di dispositivi tipo Array per il monitoraggio inclinometrico automatizzato all'interno della perforazione a carotaggio continuo (n° 4 verticali dislocate sul corpo di frana). Il dispositivo tipo Array è modulare e include differenti sensori collocati in posizioni fisse per il monitoraggio di deformazioni, velocità ed accelerazioni del corpo franoso, temperatura del terreno, connessi da un cavo di resistenza meccanica e da un unico cavo elettrico quadripolare.

La lunghezza degli strumenti e il passo degli strumenti è indicata nella tabella seguente:

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnica Piano di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 005	REV. B	FOGLIO 8 di 12

SIGLA SONDAGGIO	carotaggio (m)	profondità vertical array (m)	MEMS passo 50 cm		MEMS passo 100 cm		MEMS passo 200 cm		Baro link collegato a centralina
			tra le prof. (m)	(n°)	tra le prof. (m)	(n°)	tra le prof. (m)	(n°)	
SN_01	70	70	0 - 25 m	50	25 - 30 m	5	30 - 70 m	20	1
SN_02	100	80	0 - 25 m	50	25 - 35 m	10	35 - 80 m	22	
SN_03	80	80	0 - 15 m	30	15 - 25 m	10	25 - 80 m	27	
SN_04	30	30	0 - 10 m	20	10 - 15 m	5	15 - 30 m	7	

Tabella 3.1 – Caratteristiche Vertical Array

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

### 3.4 STRUMENTAZIONE TOPOGRAFICA DI SUPERFICIE

Il versante è oggetto anche di una campagna di indagini topografiche di superficie mediante "stazione topografica totale", per mezzo di stazione robotizzata (tipo Leica TCA2003, elaborati con programma di calcolo GEOMOS NOW, di Leica Geosystems). L'immagine di seguito mostra la planimetria generale delle aree, con indicati i punti monitorati, in numero di 20.

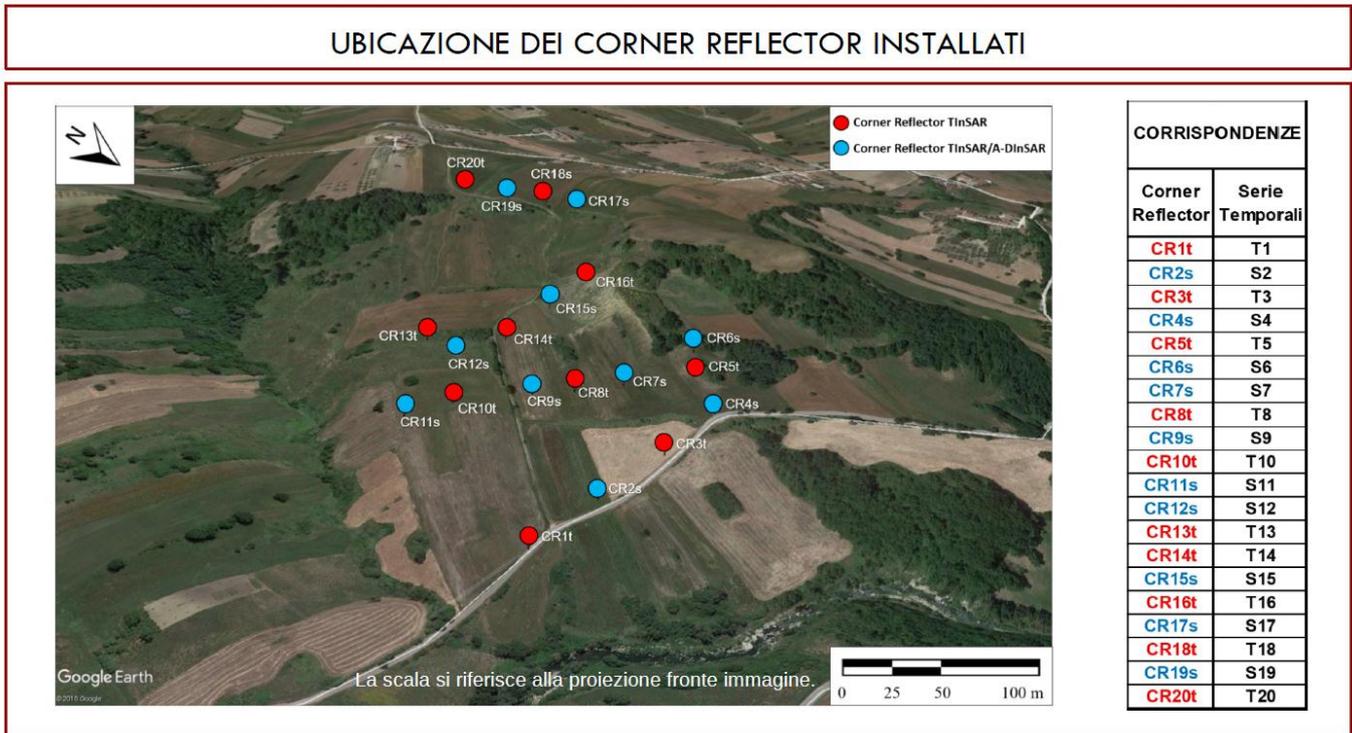


Figura 3. Ubicazione planimetrica della strumentazione topografica (stazione totale)

Tale attività è stata ad oggi svolta per la definizione del modello geologico-geotecnico (si veda la descrizione dei risultati descritti nella Relazione geomorfologica). In funzione dei dati via via registrati si procederà anche nel corso dei lavori ad acquisire tali dati di monitoraggio, così da avere una visione generale dei fenomeni.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnica Piano di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 005	REV. B	FOGLIO 9 di 12

Inoltre, in fase di definizione del modello geologico-geotecnico, ci si è avvalsi anche dei dati derivati da una campagna basata sulla tecnica dell'interferometria SAR terrestre (TSAR). Sul versante della frana di Grottaminarda sono stati installati 20 *corner reflector* che vengono utilizzati come "bersagli" per misurare gli spostamenti differenziali e quindi per individuare i diversi cinematismi, come indicato nella figura seguente.



**Figura 4. Ubicazione planimetrica della strumentazione corner reflector**

Anche i risultati di tale campagna di indagine sono commentati in dettaglio nella Relazione Geomorfologica. Periodicamente, in funzione del quadro generale (ovvero delle evidenze raccolte dalla strumentazione inclinometrica e di topografia tradizionale) si valuerà di effettuare campagne di restituzione dati anche per la strumentazione "corner reflector", così di disporre di ulteriori dati per la comprensione dei fenomeni in atto. Appare necesario effettuare alcuni restituzioni poco prima del passaggio della TBM e in periodi successivi, così da valutare l'evoluzione dei movimenti connessi alla costruzione delle opere.

### 3.5 STAZIONE PLUVIO-VOLUMETRICA

Il monitoraggio pluviometrico ha lo scopo di misurare, nel tempo, la quantità delle precipitazioni nell' area in oggetto, mediante l' installazione di una stazione meteorologica termo-igrometrica e pluviometrica. Il monitoraggio idrometrico, con lo scopo di misurare la portata del fiume Ufita, è installato in corrispondenza della località Ponte Melito. La strumentazione sopra citata è stata posizionata sul ponte di servizio idrico a valle del ponte stradale della SP n° 49, installata sulla struttura esistente tramite tubi in acciaio e morsetti metallici e bulloni. La figura seguente riporta l'ubicazione della stazione.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnica Piano di monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 005</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>10 di 12</b>

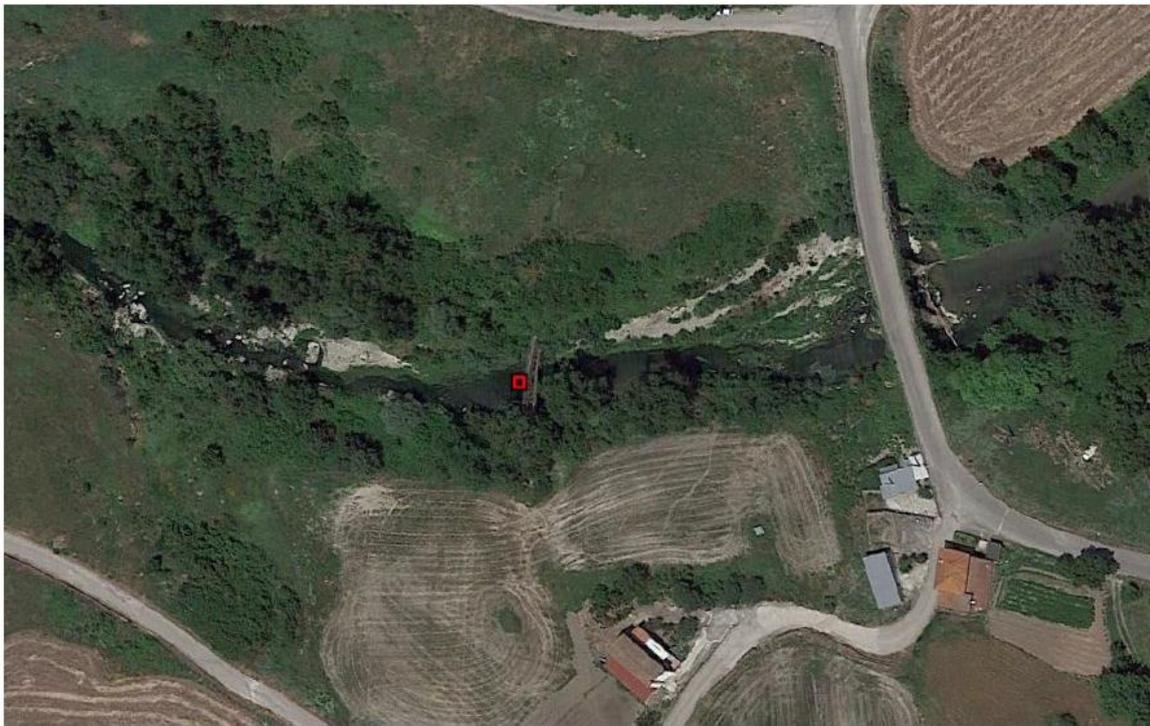


Figura 5. Ubicazione planimetrica della stazione pluvio-volumetrica e idrometrica

#### 4 UBICAZIONE STRUMENTAZIONE PRINCIPALE

L'ubicazione strumentazione di monitoraggio per lo studio dei depositi di frana della galleria Grottaminarda è riportata nelle seguenti planimetrie e profili di riferimento:

- IF28.0.1.E.ZZ.P8.GN.01.0.0.001.B Planimetria generale di inquadramento
- IF28.0.1.E.ZZ.W8.GN.01.0.0.001.B Sezioni trasversali Un inquadramento è riportato nelle Figure seguenti.

Una rappresentazione è riportata anche nelle seguenti figure.



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<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>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH</td> <td>GN0100 005</td> <td>B</td> <td>12 di 12</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RH	GN0100 005	B	12 di 12
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RH	GN0100 005	B	12 di 12													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnica Piano di monitoraggio</b>																		

## 5 FREQUENZA DI LETTURA E AZIONI CORRETTIVE

Per la strumentazione in esame l'acquisizione delle verticali inclinometriche e piezometriche avviene in automatico con centralina; è pertanto possibile disporre in tempo reale degli esiti della strumentazione, così da facilmente correlare i dati rilevati con le condizioni meteorologiche e con le attività per la costruzione della galleria. Anche l'acquisizione dei dati della stazione pluvio-volumetrica avviene con continuità.

La frequenza circa l'attività di monitoraggio topografico e restituzione dei dati (con stazioni totale e interferometria SAR terrestre) sarà valutata in corso d'opera in funzione dei dati derivati dalla strumentazione profonda; andranno necessariamente effettuate letture prima e dopo il passaggio della TBM per lo scavo della galleria.

Le analisi effettuate ad oggi sui dati della strumentazione installata hanno consentito di valutare una prima ipotesi di gradiente di spostamento, illustrato nella relazione Geomorfologica. Il sistema di monitoraggio topografico sembra confermare quanto già appurato attraverso il rilevamento geologico, ovvero che la parte alta del versante sembra essere quella maggiormente attiva (con movimenti di ca. 4-5 mm), mentre quella medio-bassa sembra essere relativamente meno attiva (con movimenti di ca. 2-3 mm) nel periodo dall' 11/12/19 al 22/05/20. La strumentazione inclinometrica deve invece essere soggetta ad un ulteriore periodo di osservazione per avere dati chiari circa i trend evolutivi in corso. Pertanto valori di soglia potranno essere definiti solo nell'ambito del Progetto Esecutivo di dettaglio, a valle di un maggiore periodo di osservazione.

Le azioni correttive riguarderanno sia la frequenza di lettura (con una intensificazione delle restituzioni ed interpretazioni in corrispondenza della fase di attraversamento ed allorchè si evidenzino gradienti in incremento), sia le modalità di guida della TBM calibrando in particolare le pressioni in camera di scavo e la velocità di avanzamento.