

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:  
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:  
MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

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

GN01 - GALLERIA NATURALE GROTTAMINARDA DA KM 2+705 A KM 4+697

IMBOCCO LATO NAPOLI

MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio

APPALTATORE	DIRETTORE della PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 11/03/2022	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	V	ZZ	RH	GA0200	001	C	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	M.Mason	26/11/2021	A. Zimbaldi	26/11/2021	M. Gatti	26/11/2021	Ing. G. Cassani
B	C 09.01 - Emissione per revisione	M.Mason	07/12/2021	A. Zimbaldi	07/12/2021	M. Gatti	07/12/2021	
C	Emissione a seguito istruttoria	M. Mason	11/03/2022	A. Zimbaldi	11/03/2022	M. Gatti	11/03/2022	
								11/03/2022

File: IF2801VZZRHGA0200003C

n. Elab.: -

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO 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          I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RH	DOCUMENTO GA0200 001	REV. C	FOGLIO 2 di 22

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
2.1	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO.....	4
<b>3</b>	<b>MONITORAGGIO DELLE OPERE DI IMBOCCO.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>10</b>
4.1	MIRE OTTICHE .....	10
4.1.1	RESTITUZIONE DEI DATI .....	10
4.2	CELLE DI CARICO .....	10
4.2.1	RESTITUZIONE DEI DATI .....	11
4.3	INCLINOMETRO .....	11
4.3.1	RESTITUZIONE DATI.....	12
4.4	CAPISALDI DI LIVELLAZIONE.....	12
4.4.1	RESTITUZIONE DEI DATI .....	13
4.5	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO .....	13
4.5.1	RESTITUZIONE DEI DATI .....	13
<b>5</b>	<b>DEFINIZIONE DEI VALORI DI SOGLIA.....</b>	<b>14</b>
5.1	VALORI DI SOGLIA.....	14
5.1.1	MONITORAGGIO DELLA PARATIA .....	14
5.1.2	MONITORAGGIO TIRANTI .....	16
5.1.3	MONITORAGGIO LIVELLAZIONI A PIANO CAMPAGNA ED INCLINOMETRICO.....	17
5.1.4	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO .....	18
<b>6</b>	<b>FREQUENZA DI LETTURA.....</b>	<b>20</b>
6.1	MONITORAGGIO DELLE PARATIE .....	20
6.2	MONITORAGGIO SUBSIDENZE AL PIANO CAMPAGNA.....	20
6.3	MONITORAGGIO DEGLI INCLINOMETRI.....	20
6.4	MONITORAGGIO DEI PIEZOMETRI.....	21
<b>7</b>	<b>MISURE DI INTERVENTO.....</b>	<b>22</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. 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. ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0200 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">3 di 22</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	3 di 22
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	3 di 22													
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>																		

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la definizione del piano di monitoraggio per le opere dell'imbocco lato Napoli della galleria Grottaminarda.

La galleria Grottaminarda risulta ubicata fra le progressive km 2+705.35 (inizio imbocco lato Bari) e km 4+697.20 (imbocco lato Napoli) per una lunghezza totale di 1991.85 m (corrispondente alla lunghezza coperta). Il tratto in naturale è compreso fra le progressive km 2+715.60 e km 4+681.85 ed è caratterizzato da una lunghezza di 1966.25 m.

Il presente piano di monitoraggio è stato definito in funzione dei valori attesi in termini tenso-deformativi delle strutture di imbocco, quali opere provvisionali in fase costruttiva.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. 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. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 22</b>

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

IF2801VZZP9GA0200001	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Schema generale delle fasi esecutive
IF2801VZZP9GA0200002	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Schema generale delle fasi esecutive - Tav 2/2
IF2801VZZLAGA0200001	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Planimetria generale
IF2801VZZWAGA0200001	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Profilo longitudinale
IF2801VZZWAGA0200002	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Sezioni trasversali - Tav 1/2
IF2801VZZWAGA0200003	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Sezioni trasversali - Tav 2/2
IF2801VZZPZGA0200002	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Planimetria di tracciamento e sviluppata - Tav 2/3
IF2801VZZPZGA0200003	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Planimetria di tracciamento e sviluppata - Tav 3/3
IF2801VZZBZGA0200001	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Trave di testata - Armature - Tav 1/2
IF2801VZZBAGA0200001	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Pali - Armature - Quadro di unione
IF2801VZZBBGA0200005	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Pali - Armature - Tav 4/5
IF2801VZZBBGA0200006	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Pali - Armature - Tav 5/5
IF2801VZZP9GA0200003	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Planimetria di tracciamento - Pali plastici
IF2801VZZWAGA0200101	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Sezioni trasversali - Paratia pali dei pozzi strutturali
IF2801VZZPZGA0200101	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Planimetria di tracciamento e sviluppata - Paratia pali dei pozzi strutturali
IF2801VZZBBGA0200101	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Pali - Armature - Paratia pali dei pozzi strutturali
IF2801VZZDZGA0200003	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Installazione strumentazione - Tav 1/2
IF2801VZZDZGA0200004	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Installazione strumentazione - Tav 2/2
IF2801VZZP6GE0205001	VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Indagini integrative - Planimetria di inquadramento

<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 DI VARIANTE</b> <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>5 di 22</b>

### 3 MONITORAGGIO DELLE OPERE DI IMBOCCO

In corrispondenza delle opere di imbocco si prevede la predisposizione di un piano di monitoraggio finalizzato al controllo dei fenomeni deformativi indotti dagli scavi per la realizzazione delle opere.

La strumentazione predisposta è relativa al controllo dei seguenti parametri:

- deformazioni delle opere provvisorie; al fine di verificare la rispondenza con le previsioni di progetto e validare le assunzioni geotecniche in termini di caratterizzazione geotecnica e spinte sulle opere;
- tassi di lavoro dei tiranti di ancoraggio; al fine di verificare l'idoneità degli interventi di contrasto secondo le previsioni di progetto e di verificarne la funzionalità ed efficacia;
- deformazioni del versante; per verificare che gli scavi per la realizzazione delle nuove opere non inneschino fenomeni gravitativi nei versanti retrostanti;
- deformazioni superficiali del terreno, mediante riferimenti topografici; finalizzato a misurare i fenomeni di cedimenti sui versanti a tergo degli imbocchi;
- controllo del livello di falda e sua evoluzione.

A tal fine è stata prevista la messa in opera di:

- 10 inclinometri, di cui 2 in corrispondenza della paratia;
- 51 targets topografici provvisorie per la rilevazione degli spostamenti, di cui 13 sui cordoli, 23 sulle pareti, 15 in corrispondenza di tiranti.
- 15 celle di carico toroidali per la rilevazione del tasso di lavoro delle teste dei tiranti e per la loro evoluzione nel tempo, che coprono le sezioni di monitoraggio;
- 10 piezometri con cella tipo Casagrande;
- 5 capisaldi a piano campagna.

L'installazione degli inclinometri e dei capisaldi, così come la lettura dei rispettivi dati dovrebbe preferibilmente precedere di almeno qualche mese l'attivazione dei lavori (monitoraggio ante-operam); quelle relative agli altri strumenti procederanno contestualmente alla progressione dei lavori degli imbocchi.

La disposizione geometrica della strumentazione è indicata per via sintetica nelle figure di seguito riportate. L'ubicazione esatta della strumentazione potrà variare in funzione dei reali ingombri di cantiere.

I dati raccolti dagli strumenti verranno messi a disposizione in un tempo massimo 24 ore su una piattaforma digitale dalla quale sarà possibile visualizzarli e scaricarli in formato editabile. Il software includerà tutti i moduli relativi a:

- Monitoraggio geotecnico superficiale e profondo;
- Monitoraggio topografico;
- Monitoraggio ambientale.

I dati saranno consultabili via web e visualizzabili sia in forma tabellare che in forma grafica. Il software produrrà report personalizzabili che saranno inviati in automatico alle programmate liste di distribuzione e procederà all'invio di appositi messaggi di allarme qualora la generica soglia sia superata. I dati saranno inseriti su planimetrie georeferenziate.



APPALTATORE:  
 Consorzio Soci  
 HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.

# ITINERARIO NAPOLI – BARI

## RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

PROGETTAZIONE:  
 Mandataria Mandanti  
 ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	7 di 22

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE  
**VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio**

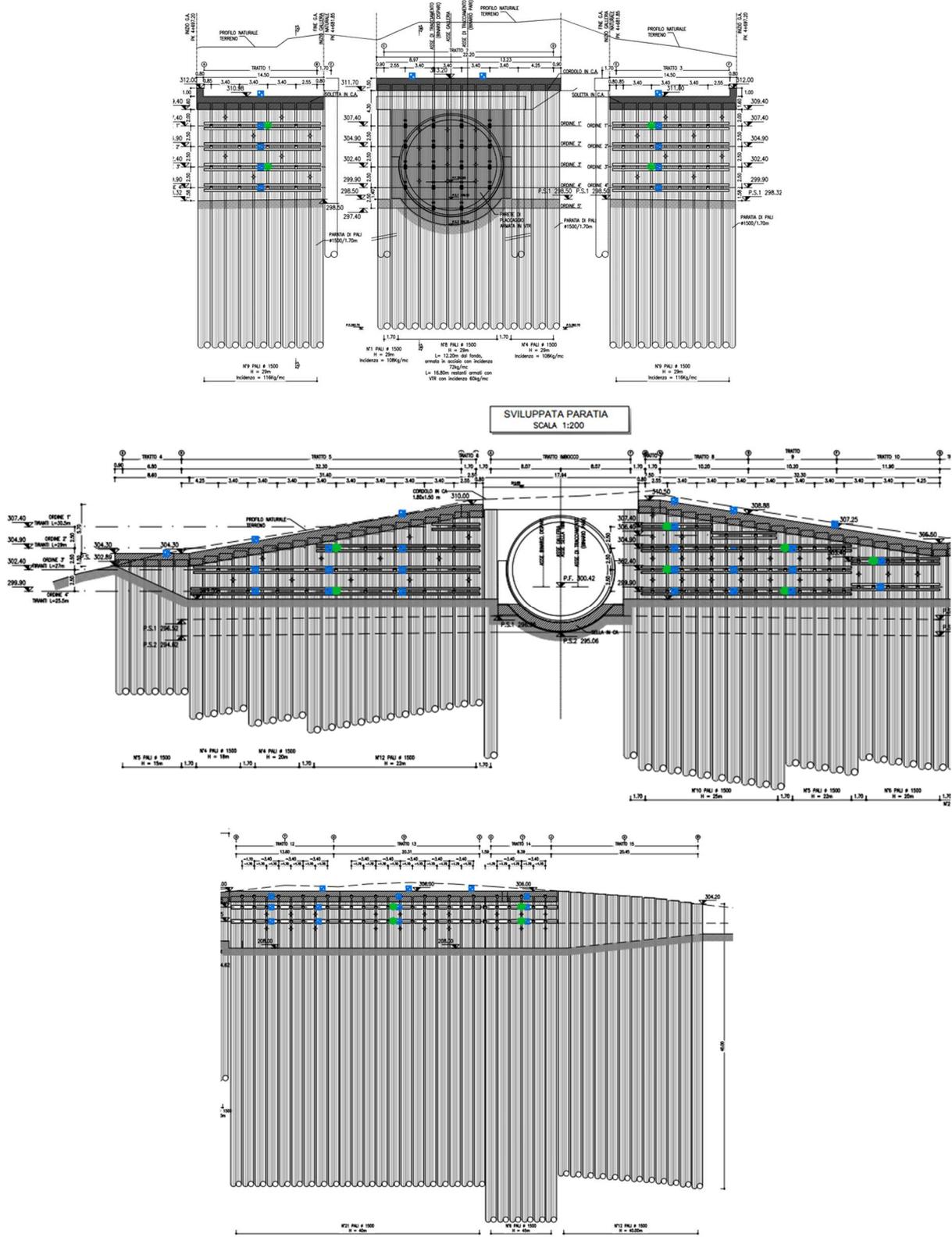


Figura 3-2. Monitoraggio paratia: posizionamento di parte delle mire ottiche (blu) e delle celle di carico toroidali (verdi)

APPALTATORE:  
 Consorzio Soci  
 HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.

**ITINERARIO NAPOLI – BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA**  
**I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA**

PROGETTAZIONE:  
 Mandataria Mandanti  
 ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	8 di 22

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE  
**VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio**

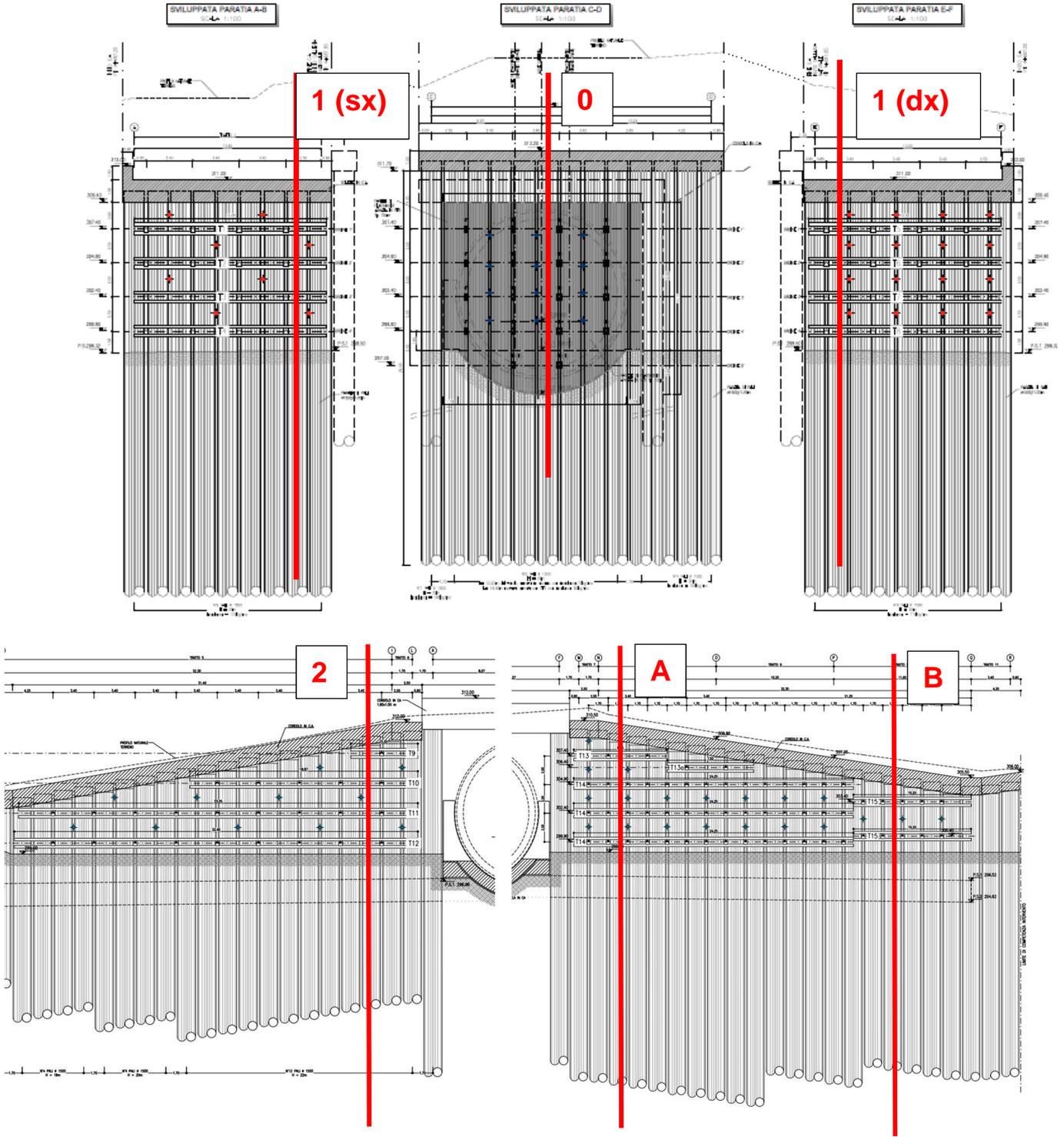


Figura 3-3. Sezioni di calcolo - 1di2

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    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> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>V ZZ RH</td> <td>GA0200 001</td> <td>C</td> <td>9 di 22</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	9 di 22
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	9 di 22													

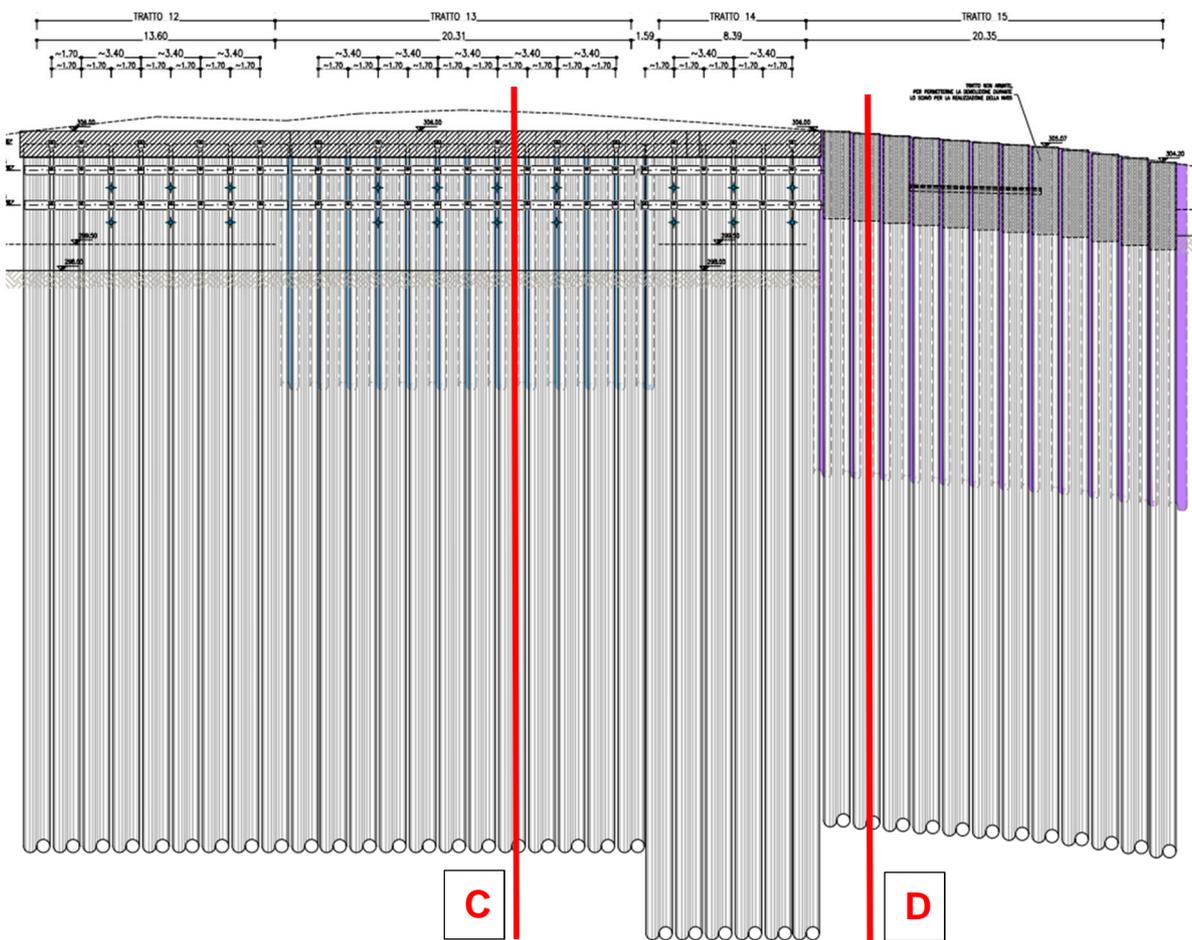


Figura 3-4. Sezioni di calcolo - 2di2

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 DI VARIANTE <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GA0200 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>10 di 22</b>

## 4 STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO

Si descrivono di seguito le caratteristiche salienti della strumentazione sopra descritta.

Ulteriori dettagli sono riportati sui capitolati di appalto.

### 4.1 MIRE OTTICHE

Le opere di sostegno dovranno essere strumentate attraverso la messa in opera di misuratori di spostamento topografici, al fine di confrontare deformazioni di sito e spostamenti attesi.

Sulla base degli spostamenti attesi, i riferimenti topografici saranno scelti in modo da garantire una risoluzione strumentale del decimo di millimetro. La precisione del sistema di target topografici - stazione totale, fortemente dipendente dalla distanza di lettura e dal puntamento manuale del target tape, si attesta mediamente a  $\pm 2$  mm.

L'installazione dei riferimenti di misura topografica dovrà essere realizzata secondo le consuete procedure in funzione della tipologia scelta, previo tracciamento topografico delle posizioni di installazione.

Al termine delle operazioni di posa potrà essere realizzata la prima livellazione topografica di riferimento per i successivi rilievi (lettura di zero). I capisaldi di riferimento dovranno essere in posizione stabile, scelta in modo tale che i capisaldi non risentano delle operazioni di scavo. Eventuali spostamenti dei capisaldi dovranno essere minimi e comunque controllabili topograficamente con altri riferimenti certi.

I capisaldi di riferimento dovranno essere installati prima dell'esecuzione dello scavo di sbancamento della paratia e controllati periodicamente in modo da accertare la loro condizione di stabilità.

#### 4.1.1 Restituzione dei dati

I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti nelle tre componenti: abbassamenti, spostamenti radiali e tangenziali della paratia, o in alternativa, abbassamenti, spostamenti N e spostamenti E.

Le mire ottiche per il monitoraggio dovranno essere dei target riflettenti con croce di mira delle dimensioni minime di 50 \* 50 mm. I target potranno essere montati su supporto plastico ancorato alla struttura mediante tassello o barra metallica filettata inghisata o essere di tipo adesivo ed applicati direttamente sulla struttura da monitorare.

Nel caso in cui le misure siano eseguite con stazioni totali dovranno garantire una precisione delle letture angolari di 1,5 cc (norma ISO 17123-3) e precisione di misura delle distanze di 1 mm + 1 ppm (norma ISO 17123-4) e provviste di regolare certificato di calibrazione.

### 4.2 CELLE DI CARICO

Le celle di carico devono essere disposte in testa ad alcuni tiranti con lo scopo di misurare i carichi trasmessi e l'evoluzione degli stessi nel tempo e col proseguire delle lavorazioni. Le celle devono essere dotate di target ottici per la misura degli spostamenti che eventualmente potranno subire.

Nel caso in esame dovranno essere disposte celle di carico di tipo toroidale, alloggiare tra la piastra di ripartizione e la testa di ancoraggio del tirante

Le celle di carico per tiranti strumentati sono costituite da:

- Un corpo in acciaio di forma toroidale sensibilizzato con strain-gauge di tipo resistivo in numero variabile ma dimensionati in modo tale da garantire una minore sensibilità ai carichi eccentrici, collegati in modo da permettere l'acquisizione dati su un unico canale di misura 4-20 mA;
- Una piastra in acciaio che permette una più omogenea ripartizione del carico sull'intero corpo della cella;
- Un cavo elettrico di opportune caratteristiche che realizzi il collegamento dello strumento all'unità di lettura.

Sotto carico la cella toroidale subisce una deformazione che viene rilevata dagli estensimetri, i quali variando il loro valore di resistenza generano in uscita un segnale elettrico proporzionale al carico applicato.

<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 DI VARIANTE</b> <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>11 di 22</b>

Le caratteristiche tecniche risultano essere le seguenti:

<i>Caratteristiche funzionali – CELLE DI CARICO</i>	
Campo di misura	0-3000 kN
Sensibilità nominale	2.0 mV/V +/-0.1%
Piatto cella	Sensibilizzata con 16 strain gauges
Ripetibilità	>+/- 0.02% F.S.
Carico ammesso	150% F.S.
Carico di rottura	300% F.S.
Grado di protezione	IP 67
Alimentazione elettrica	5-10 Vcc
Materiale	Acciaio inox
Temperatura di funzionamento	-20°C/+70°C
Freccia massima a carico	0.4mm
Isolamento	>5000 mΩ
Compensazione in temperatura	-10°C/+60°C
Effetto della temperatura sullo 0 (0.5°C)	<±0.02% F.S.
Effetto della temperatura sulla sensibilità (5°C)	<±0.005% F.S.

#### 4.2.1 Restituzione dei dati

Contemporaneamente alle letture dei carichi si dovranno eseguire le misure con cella termometrica.

I dati misurati saranno restituiti in forma di tabella e con i seguenti diagrammi:

- Variazioni di carico rispetto al tempo;
- Variazioni di carico rispetto alla temperatura.

#### 4.3 INCLINOMETRO

L'installazione di un tubo inclinometrico in un foro di sondaggio consente, attraverso misure ripetute nel tempo, la misura dello spostamento orizzontale del terreno lungo tutta la verticale.

Tali misure vengono effettuate introducendo nel tubo una apposita sonda inclinometrica che, dotata di sensori servoaccelerometrici di elevata precisione, consente di misurare l'inclinazione del tubo in corrispondenza di una determinata sezione. I tubi inclinometrici dovranno essere di alluminio o in ABS e dovranno avere una sezione circolare provvista di quattro scanalature con funzione di guida per la sonda inclinometrica.

Caratteristiche tecniche tubi:

- materiale ABS / alluminio
- diametro esterno min. 60mm
- max torsione ammissibile:
  - Alluminio: < 1°/3 m;
  - ABS: < 0,6°/3 m.

<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 DI VARIANTE</b> <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>12 di 22</b>

Caratteristiche tecniche sonda inclinometrica:

- tipo di sensore: sensore accelerometrico MEMS
- campi di misura  $\pm 30^\circ$
- precisione sensore  $\pm 0.1$  mm / 500 mm
- sensibilità  $\pm 0.05$  mm per 500mm
- precisione  $\pm 0.1\%$  f.s.

In ultimo, lo strumento dovrà presentare assoluta perpendicolarità delle sezioni terminali degli spezzoni di tubi rispetto all'asse del tubo, con la tolleranza di  $1^\circ$ .

#### 4.3.1 Restituzione dati

Si richiede la restituzione grafica e numerica dei seguenti dati:

- Grafico differenziale locale dello spostamento nel piano orizzontale;
- Grafico differenziale locale della direzione di spostamento (AZIMUT);
- Grafico differenziale integrale dello spostamento nel piano orizzontale;
- Grafico differenziale integrale della direzione di spostamento (AZIMUT);

I dati rilevati saranno elaborati mediante l'ausilio di un software dedicato che permetterà la restituzione tramite elaborati grafici da allegare ai tabulati numerici. Questi ultimi dovranno essere forniti anche su supporto informatico in formato testo

#### 4.4 CAPISALDI DI LIVELLAZIONE

Al fine raccogliere informazioni sulle deformazioni nel terreno a seguito delle perdite di volume connesse allo scavo delle gallerie occorrerà misurare lo spostamento di punti, identificati mediante caposaldi di livellazione, ubicati a piano campagna in corrispondenza di elementi ritenuti significativi o di allineamenti disposti, ove possibile, perpendicolarmente all'asse della galleria.

La distanza tra due allineamenti successivi sarà variabile e dipenderà dalla morfologia del contesto di installazione.

La strumentazione sarà scelta in modo da garantire una precisione coerente con le soglie di attenzione ed allarme. In questo caso, la precisione del sistema livello+stadia+borchia si attesta intorno a  $\pm 0,5$  mm. Tuttavia, la precisione totale dell'intero sistema di misura deve essere non inferiore a  $\pm 2$  mm.

I capisaldi dovranno presentare, ben visibile sulla parte superiore, una borchia metallica con l'indicazione del numero del caposaldo ed una testa emisferica per la battuta topografica. Ogni borchia dovrà essere collegata tramite bullonatura o elettro-saldatura ad una barra di ferro di idonea lunghezza, che verrà cementata all'interno di appositi fori in modo da garantire la solidarietà con il terreno.

Per la misura diretta dei dislivelli verrà utilizzato un livello ottico: lo strumento, attraverso una linea di mira orizzontale, effettua la misura del dislivello su una stadia graduata, che costituisce pertanto il campione di misura diretta.

Il livello impiegato nella livellazione dovrà avere un micrometro a lastra piana-parallela per la misura diretta delle frazioni di graduazione della stadia. L'ingrandimento dovrà essere non inferiore a 30x, la livella avrà centramento a coincidenza di sensibilità non inferiore a  $20''$  per 2 mm di spostamento o compensatore autolivellante di precisione equivalente.

Le coppie di stadie dovranno avere graduazione centimetrata o mezzo - centimetrata su nastro di acciaio sottoposto a tensione costante, lunghezza in un solo pezzo, bolla che ne permetta la posa verticale con l'approssimazione di qualche primo, puntale d'appoggio sui capisaldi sferici, piastra trasportabile per le battute intermedie di peso e stabilità sufficiente, stato di rettifica e taratura verificato e documentato

Saranno inoltre installati, per ciascun allineamento, alcune mire per la valutazione dello spostamento planimetrico.

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 DI VARIANTE <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GA0200 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>13 di 22</b>

#### 4.4.1 Restituzione dei dati

Le misure saranno effettuate con strumento topografico a lettura manuale.

I dati misurati verranno restituiti in forma di tabella e con i seguenti diagrammi:

- Variazioni di cedimento rispetto al tempo;
- Spostamenti assoluti delle mire nelle tre componenti (abbassamenti, spostamenti N e spostamenti E).

#### 4.5 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

Il monitoraggio piezometrico verrà effettuato mediante piezometri di tipo Casagrande che consentono il rilievo, mediante apposita sonda elettrica (freatimetro) munita di cavo graduato, della profondità della superficie piezometrica. I piezometri presenti nell'intorno delle paratie di imbocco saranno funzionali al controllo della falda durante i ribassi di scavo. Tale scelta è stata operata, per il presente imbocco, sulla base della natura dei terreni interessati dalle opere di sostegno, e considerata la funzione di monitoraggio attesa durante i ribassi di scavo. Tale strumentazione ha infatti il vantaggio di fornire informazioni, in tempi relativamente brevi, del livello di falda e della sua variazione a seguito degli interventi di drenaggio.

La precisione di lettura richiesta è legata al passo del cavo stesso ed in questo caso sarà di  $\pm 5$  mm.

La cella di Casagrande fornisce una misura locale delle pressioni interstiziali attraverso l'inserimento in un foro di sondaggio di un piezometro costituito da un filtro cilindrico collegato a due tubicini rigidi in PVC per il raccordo con la superficie. La cella tipo Casagrande è costituita da un cilindro poroso di materiale plastico (ad es. polietilene soffiato) o di ceramica, che dovrà avere un diametro minimo di 50 mm e una lunghezza non inferiore a 200 mm; il collegamento del cilindro poroso con la superficie è assicurato da due tubicini rigidi in PVC (andata e ritorno).

Il freatimetro è uno strumento costituito da un cavo piatto graduato montato su di un rullo alloggiante il circuito di segnalazione e la batteria, così da risultare facilmente trasportabile. Il puntale montato all'estremità inferiore del cavo, al contatto con l'acqua, chiude un circuito che attiva un segnale sonoro e luminoso: la posizione in cui si trova la sonda quando vengono attivati tali segnali di allarme corrisponde con il livello dell'acqua che viene così letto direttamente sul cavo graduato.

E' previsto che le letture del livello di falda avvenga in modalità manuale, con frequenza minima giornaliera durante la fase di ribasso.

##### 4.5.1 Restituzione dei dati

I dati misurati saranno restituiti in forma di tabella e con i seguenti diagrammi:

- Variazioni di falda rispetto al tempo.

I dati rilevati saranno forniti sia in forma grafica sia mediante tabulati numerici. Questi ultimi dovranno essere forniti anche su supporto informatico.

<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 DI VARIANTE</b> <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>14 di 22</b>

## 5 DEFINIZIONE DEI VALORI DI SOGLIA

È possibile stabilire a priori i valori delle soglie di attenzione e allarme relative a parametri chiave delle misurazioni effettuate, in termini di spostamenti e tensioni.

Al superamento di tali parametri limite, è necessario intervenire con opportune azioni cautelative descritte nel seguito.

L'effettuazione di un generico scavo di ribasso sarà subordinato alla preventiva valutazione positiva della stabilizzazione del monitoraggio.

Di seguito vengono riportati i valori di soglia finali.

### 5.1 VALORI DI SOGLIA

Per il monitoraggio delle opere si farà riferimento al controllo in termini di spostamento assoluto misurato lungo l'asse della paratia di imbocco, per il monitoraggio della stessa, ed in termini di tiro misurato dalle celle di carico toroidali, per i tiranti indicati. Inoltre, verranno indicati i valori di soglia relativamente al monitoraggio geotecnico.

#### 5.1.1 Monitoraggio della paratia

Si riportano i valori di deformazione da assumersi in corso d'opera per i riferimenti topografici, ovvero per le mire ottiche posizionate nelle sezioni di monitoraggio indicate in precedenza nel Capitolo 3.

Le soglie di attenzione e di allarme sono espresse con riferimento allo spostamento assoluto della paratia.

Spostamenti anomali del singolo riferimento topografico dovranno essere confermati attraverso una serie di letture ripetute in un arco temporale limitato.

Tali valori sono stati valutati in funzione del valore massimo di spostamento atteso dalle analisi numeriche, nel seguente modo:

$$\begin{aligned} \text{soglia di allarme} & \quad \Delta_{\text{allarme}} = 1.2 * \Delta_{\text{calcolo}} \\ \text{soglia di attenzione} & \quad \Delta_{\text{attenzione}} = 0.95 * \Delta_{\text{calcolo}} \end{aligned}$$

in cui  $\Delta_{\text{calcolo}}$  è il massimo spostamento secondo i risultati delle analisi numeriche riportate in "Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco".

Laddove gli spostamenti di progetto sono inferiori a mm 5 si sono individuati valori di soglia, attenzione e allarme in funzione della precisione garantita dal sistema di monitoraggio (soglia di attenzione 5 mm, soglia di allarme 8 mm). I valori effettivi potranno essere ritirati in funzione degli esiti delle letture reali effettuate immediatamente dopo l'installazione del sistema.

<b>Sezione 0</b>			
<b>FASE</b>	<b>SPOSTAMENTI DI PROGETTO (mm)</b>		
	<b>TESTA PARATIA</b>	<b>SETTORE CENTRALE</b>	<b>FONDO SCAVO</b>
	Ribasso per realizzazione terzo ordine	4	3
Massimo ribasso	2	7.5	5

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria 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 DI VARIANTE VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RH	DOCUMENTO GA0200 001	REV. C	FOGLIO 15 di 22

Sezione 1			
FASE	SPOSTAMENTI DI PROGETTO (mm)		
	TESTA PARATIA	ORDINE INTERMEDIO	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione terzo ordine (sx)	1.5	1	1
Massimo ribasso (sx)	1.5	1.5	2
Ribasso per realizzazione terzo ordine (dx)	1	1	1
Massimo ribasso (dx)	1.5	1.5	2

Sezione 2			
FASE	SPOSTAMENTI DI PROGETTO (mm)		
	TESTA PARATIA	ORDINE INTERMEDIO	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione terzo ordine	4	3	2
Massimo ribasso	17	16	12

Sezione A			
FASE	SPOSTAMENTI DI PROGETTO (mm)		
	TESTA PARATIA	ORDINE INTERMEDIO	FONDO SCAVO
Ribasso primo ordine	13	5	0
Massimo ribasso	45	33	12

Sezione B			
FASE	SPOSTAMENTI DI PROGETTO (mm)		
	TESTA PARATIA	ORDINE INTERMEDIO	FONDO SCAVO
Ribasso primo ordine	21	11	4
Massimo ribasso	32	25	17

Sezione C			
FASE	SPOSTAMENTI DI PROGETTO (mm)		
	TESTA PARATIA	ORDINE INTERMEDIO	FONDO SCAVO
Ribasso primo ordine	1	1	2
Massimo ribasso	10	18	21

Tabella 5-1. Sintesi dei valori di calcolo di spostamento

I pali della sezione D vengono demoliti in fase di ribasso per la realizzazione della strada.

Si tenga presente che i valori di spostamento sopra indicati non saranno valutati solo con riferimento al singolo riferimento topografico, ma verranno comparati anche con il valore medio dello spostamento registrato dal gruppo di riferimenti topografici appartenenti sia al medesimo settore di paratia in esame (inteso come parte d'opera che si ipotizza dia una risposta confrontabile ) sia allo stesso livello. Tale accortezza si ritiene necessaria in quanto il superamento puntuale di un valore di attenzione di un parametro può essere dovuto ad esempio a cause locali, e solo un attento esame di tutti i dati provenienti dall'intero "volume di controllo" e soprattutto all'evolversi nel tempo di tali valori, potrà dare un quadro coerente degli eventuali fenomeni in atto.

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      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>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RH	DOCUMENTO GA0200 001	REV. C	FOGLIO 16 di 22

### 5.1.2 Monitoraggio tiranti

Si riportano i valori di sforzo da assumersi quale riferimento in corso d'opera per le celle di carico indicate nel Capitolo 3.

Le soglie di attenzione e di allarme sono espresse con riferimento al tiro massimo misurato per il singolo tirante, tramite cella di carico.

Tali valori sono stati valutati in funzione del valore massimo di tiro atteso dalle analisi numeriche, nel seguente modo:

**soglia di allarme**                       $P_{allarme} = 1.2 * T_{esercizio}$   
**soglia di attenzione**                       $P_{attenzione} = 0.95 * T_{esercizio}$

in cui  $T_{esercizio}$  è il massimo tiro atteso in esercizio secondo i risultati delle analisi numeriche riportate in "Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco".

**Tabella 5-2. Sintesi dei valori soglia per il tiro**

<u>GA02</u>			
SEZIONE 0			
Ordine	T esercizio [kN]	Soglia attenzione [kN]	Soglia di allarme
1	109	105	135
2	112	110	135
3	212	205	255
4	210	200	255
5	201	195	245

<u>GA02</u>			
SEZIONE 1			
Ordine	T esercizio [kN]	Soglia attenzione [kN]	Soglia di allarme
1	300	285	360
2	301	290	365
3	352	335	425
4	405	385	490

<u>GA02</u>			
SEZIONE 2			
Ordine	T esercizio [kN]	Soglia attenzione [kN]	Soglia di allarme
1	310	295	375
2	468	445	565
3	470	450	565
4	467	445	565

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      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>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RH	DOCUMENTO GA0200 001	REV. C	FOGLIO 17 di 22

<u>GA02</u>			
SEZIONE A			
Ordine	T esercizio [kN]	Soglia attenzione [kN]	Soglia di allarme
1	399	379	479
2	451	428	541
3	454	432	545
4	451	429	541

<u>GA02</u>			
SEZIONE B			
Ordine	T esercizio [kN]	Soglia attenzione [kN]	Soglia di allarme
1	457	434	549
2	430	408	516

<u>GA02</u>			
SEZIONE C			
Ordine	T esercizio [kN]	Soglia attenzione [kN]	Soglia di allarme
1	339	322	407
2	436	414	523
3	521	495	625

La sezione D non è tirantata.

I tiranti possono incorrere a fenomeni quali lo sfilamento del bulbo di ancoraggio che possono comportare il malfunzionamento del sistema di opere di imbocco e necessitare pronti interventi. Pertanto, si definiscono i seguenti valori di soglia e allarme per decrementi del tiro massimo registrato al raggiungimento dell'ultimo ribasso :

**soglia di allarme**                       $T_{allarme} = 0.80 * T_{registrato\ ultimazione\ scavi}$

**soglia di attenzione**                       $T_{attenzione} = 0.90 * T_{registrato\ ultimazione\ scavi}$

Tali valori limite potranno variare in funzione della risposta dei terreni osservata nei campi prova effettuati.

### 5.1.3 Monitoraggio livellazioni a piano campagna ed inclinometrico

Si riportano i valori di cedimento da assumersi quale riferimento in corso d'opera per i capisaldi indicati nel Capitolo 3.

Tali valori sono stati valutati in funzione del valore massimo di cedimento atteso dalle analisi empiriche effettuate, nel seguente modo:

**soglia di allarme**                       $W_{allarme} = 1.2 * W_{max}$

**soglia di attenzione**                       $W_{attenzione} = 0.95 * W_{max}$

<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 DI VARIANTE</b> <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>18 di 22</b>

in cui  $W_{max}$  è il massimo cedimento atteso a galleria completamente passata, secondo i risultati delle analisi empiriche riportate in “Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie”.

I valori così ottenuti sono stati opportunamente arrotondati dal progettista e vengono indicati nella tabella seguente.

<b>GA02</b>		
Allineamenti di capisaldi		
Wmax [mm]	Soglia di Attenzione [mm]	Soglia di Allarme [mm]
65	55	75

**Tabella 5-3. Sintesi dei valori soglia per i capisaldi**

Per quanto riguarda il monitoraggio inclinometrico eseguito in corso d'opera con l'inclinometro posto a monte dell'imbocco, si definiscono i seguenti valori di soglia:

- Soglia di attenzione: 15 mm
- Soglia di allarme: 25 mm

I valori di soglia effettivi saranno tarati in funzione degli esiti delle letture reali effettuate immediatamente dopo l'installazione del sistema, nonché sulla base della posizione effettiva dello strumento.

Inoltre, si tenga presente che i valori di spostamento sopra indicati dovranno essere valutati non solo in relazione alla profondità alla quale vengono registrati, con riferimento al trend cumulato lungo l'intero tubo inclinometrico, ma anche alla direzione azimutale di spostamento per poter escludere spostamenti non strettamente legati alla realizzazione delle opere di imbocco.

**5.1.4 Monitoraggio piezometrico**

Il monitoraggio piezometrico ha il fine di valutare l'efficacia dell'intervento di drenaggio a tergo delle opere nel corso della fase di ribasso dello scavo.

In accordo a quanto previsto in PED, l'installazione delle aste drenanti avverrà in progressione con il ribasso dello scavo stesso.

La prosecuzione delle operazioni di ribasso, successivamente all'installazione delle aste drenanti, sarà regolata nei termini temporali e geometrici (altezze parziali di scavo) considerando gli effetti indotti dalle aste sulla falda a tergo, assieme con la reale risposta dell'opera alle operazioni di scavo già realizzate (nello spirito proprio dell'approccio osservazionale, avendo quale riferimento iniziale l'esito delle simulazioni numeriche condotte in sede di PED).

Allo scopo di individuare i valori attesi per le quote di falda in fase di ribasso, si formuleranno valutazioni specifiche considerando la quota di coda dei tubi drenanti, la permeabilità dei terreni interessati e la distanza dei piezometri dalle aste drenanti. Tali valori saranno comunicati in corso d'opera, con ragionevole anticipo rispetto alle lavorazioni interessate, anche considerando l'effettiva risposta del sistema nello spirito dell'approccio osservazionale.

Si forniscono, a seguire, per le sezioni di riferimento direttamente monitorate dai piezometri:

- la profondità di falda di progetto ante operam
- la soggiacenza massima attesa al raggiungimento del fondo scavo (ultimo ribasso) per le sezioni di calcolo, considerata immediatamente a tergo delle opere.

La profondità del livello di falda indisturbato (per le sezioni di riferimento) è pari a 1-3m da p.c.

Con riferimento alla soggiacenza attesa in corrispondenza dell'ultimo ribasso:

- per la sezione di calcolo 1 – paratia laterale all'altezza dima strutturale (di riferimento per il piezometro 8), valore atteso: 8 - 9 m da p.c.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. 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. 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;">V ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0200 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">19 di 22</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	19 di 22
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	19 di 22													
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>																		

- per la sezione di calcolo 2 – paratie laterali avanzate, all'altezza culla di traslazione (di riferimento per il piezometro 9), valore atteso: ca 8 m da p.c.
- per la sezione di calcolo A – paratie laterali avanzate, all'altezza culla di traslazione (di riferimento per il piezometro PZ21\_A03), valore atteso: ca 11 m da p.c.
- per la sezione di calcolo B – fine paratie laterali avanzate (di riferimento per il piezometro PZ21\_A03), valore atteso: ca 8 m da p.c.
- per la sezione di calcolo C – pali compenetrati dell'arco tra i pozzi strutturali (di riferimento per il piezometro PZ21\_A04), valore atteso: ca 8 m da p.c.
- per la sezione di calcolo D – paratia dell'arco terminale (di riferimento per il piezometro PZ21\_A04), valore atteso: ca 4 m da p.c.

Qualora si rilevasse una risposta del sistema dreni/falda non allineata alle attese progettuali, per effetto della quale si riscontrassero, in particolare, potenziali condizioni di criticità sulle opere, si potrà valutare di procedere all'installazione di aste drenanti integrative per il potenziamento del sistema di abbattimento della falda, al fine di garantire la regolarità delle operazioni di scavo e la regolare risposta prestazionale delle opere di sostegno.

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 DI VARIANTE <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GA0200 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>20 di 22</b>

## 6 FREQUENZA DI LETTURA

Di seguito vengono riportate le frequenze di lettura. Si specifica che le frequenze indicate potranno essere adeguate alle esigenze, in funzione degli esiti delle lavorazioni e del monitoraggio stesso. Nello specifico, per ogni tipologia di strumentazione, le frequenze di lettura verranno incrementate qualora si riscontrasse una situazione di rischio potenziale sulla base delle letture precedenti (linea di tendenza).

### 6.1 MONITORAGGIO DELLE PARATIE

La cadenza delle misure per quanto riguarda le **mire ottiche**, è quella di seguito elencata:

- N.1 misurazione ogni 3 giorni nella settimana successiva alla lettura di “zero”;

Ad inizio lavori:

- N. 1 lettura ogni fase di ribasso dello scavo;
- N. 1 lettura ogni 15 giorni in caso di fermi prolungati;
- N. 1 lettura ogni 7 giorni dopo il termine degli scavi per il primo mese;
- N. 1 lettura ogni 15 giorni dopo il termine degli scavi per il secondo mese;
- N. 1 lettura ogni 30 giorni fino a fine lavori.

Per quanto riguarda le **celle di carico**, durante la fase di collaudo del tirante devono essere eseguite letture ad ogni step di carico previsto dalla procedura di collaudo ed al termine della tesatura.

Per ogni tirante indicato, va eseguita una lettura al giorno (riconducibile a due letture alla settimana nel caso di valori sostanzialmente stabili)

### 6.2 MONITORAGGIO SUBSIDENZE AL PIANO CAMPAGNA

La cadenza delle misure per quanto riguarda il monitoraggio delle subsidenze al piano campagna, è quella di seguito elencata:

- N. 1 lettura al giorno con il fronte entro +/-20m dalla sezione di misura;
- N. 2 letture a settimana con il fronte entro +/-40m dalla sezione di misura;
- N. 1 lettura a settimana fino a completa stabilizzazione delle misure.

### 6.3 MONITORAGGIO DEGLI INCLINOMETRI

La cadenza delle misure è quella di seguito elencata:

Durante le fasi di scavo:

- N. 1 lettura al giorno degli spostamenti osservati;

A fine scavi:

- N. 2 letture per la prima settimana dal completamento dello scavo;
- N. 1 lettura settimanale per il successivo mese;
- N. 1 lettura ogni due settimane per i successivi mesi fino al ritombamento dell'opera.
- N. 2 letture a settimana qualora si riscontri una situazione di rischio potenziale sulla base delle letture precedenti (linea di tendenza).

<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="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">V ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0200 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">21 di 22</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	21 di 22													

## 6.4 MONITORAGGIO DEI PIEZOMETRI

La cadenza delle misure è quella di seguito elencata:

Durante le fasi di scavo:

- N. 1 letture al giorno;

A fine scavi:

- N. 2 letture per la prima settimana dal completamento dello scavo;
- N. 1 lettura settimanale per il successivo mese;
- N. 1 lettura ogni due settimane per i successivi mesi fino al ritombamento dell'opera.

N. 2 letture a settimana qualora si riscontri una situazione di rischio potenziale sulla base delle letture precedenti (linea di tendenza).

<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>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;">V ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0200 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">22 di 22</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	22 di 22
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	V ZZ RH	GA0200 001	C	22 di 22													
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>VARIANTE 21 - Opere di mitigazione movimenti franosi tra la PK 4+695 e PK 5+090 - Relazione di monitoraggio</b>																		

## 7 MISURE DI INTERVENTO

Le misure di intervento correttive previste al superamento delle precedenti soglie, sia relative ad aspetti deformativi che tensionali, sono:

- Raggiungimento soglia di attenzione:

Necessaria la verifica a breve termine della misurazione, la segnalazione alla direzione dei lavori, e proseguimento delle lavorazioni secondo le indicazioni di progetto, associato all'intensificazione delle letture di monitoraggio dell'opera per controlli ed approfondimenti.

- Raggiungimento della soglia di allarme:

Temporanea interruzione delle lavorazioni in atto, ad esempio sospensione dei ribassi di scavo, per consentire l'interpretazione dei fenomeni deformativi in atto e la definizione delle necessarie misure correttive aggiuntive durante l'esecuzione dei lavori.

Controllo sul posto della zona del superamento della soglia di allerta ed immediata segnalazione alla Direzione Lavori.

Nel caso si rilevassero delle reali anomalie riscontrabili a vista, il progettista ha il compito di valutare le misure correttive e sottoporre le stesse all'approvazione della Direzione Lavori. Tali misure correttive saranno valutate non solo in relazione ai valori assoluti delle misure ma anche al trend evolutivo delle stesse. Sarà necessaria una temporanea interruzione delle lavorazioni per consentire l'interpretazione dei fenomeni deformativi in atto.