

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

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

GN08 - GALLERIA ROCCHETTA – USCITA PEDONALE F5 pk 11+075 E CUNICOLO PEDONALE pk 12+000

IMBOCCO

MONITORAGGIO IN ESERCIZIO

Relazione di monitoraggio

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 23/12/2019	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	GA1100	060	A	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	M. Mason	10/06/2020	B. Spigarelli	10/06/2020	M. Gatti	10/06/2020	Ing. G. Cassani

<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 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>GA1100 060</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 9</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
2.1	<b>DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>MONITORAGGIO DELLE OPERE DI IMBOCCO.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>7</b>
4.1	<b>MIRE OTTICHE .....</b>	<b>7</b>
4.1.1	<b>RESTITUZIONE DEI DATI .....</b>	<b>7</b>
4.2	<b>INCLINOMETRO .....</b>	<b>7</b>
4.2.1	<b>RESTITUZIONE DATI.....</b>	<b>8</b>
4.3	<b>MONITORAGGIO PIEZOMETRICO .....</b>	<b>8</b>
4.3.1	<b>RESTITUZIONE DEI DATI .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>DEFINIZIONE DEI VALORI DI SOGLIA.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>FREQUENZA DI LETTURA.....</b>	<b>9</b>
6.1	<b>MONITORAGGIO DELLE MIRE OTTICHE .....</b>	<b>9</b>
6.2	<b>MONITORAGGIO DEGLI INCLINOMETRI E DEI PIEZOMETRI .....</b>	<b>9</b>

<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 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>GA1100 060</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 9</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la definizione del piano di monitoraggio nella condizione di esercizio per le opere dell'imbocco della finestra F5, che si innesta con la galleria Rocchetta alla pk 11+075.

L'opera in oggetto è parte integrante del progetto della galleria Rocchetta, inclusa nel raddoppio ferroviario della tratta compresa tra Apice ed Orsara, sulla linea Caserta – Foggia, itinerario Napoli – Bari.

La galleria Rocchetta risulta ubicata fra le progressive km 10+074 (inizio imbocco lato Bari) e km 16+623 (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 considerazione della presenza, in prossimità dell'imbocco, di problematiche geomorfologiche, che hanno suggerito di mantenere sotto controllo le strutture definitive delle opere di imbocco e di prolungare le attività di monitoraggio della strumentazione inclinometrica e piezometrica già installata durante le fasi costruttive dell'imbocco.

<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</b> <b>Relazione 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>GA1100 060</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 9</b>

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

<b>IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.11.0.0.001</b>	<b>Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco</b>
<b>IF28.0.1.E.ZZ.LA.GA.11.0.0.001</b>	<b>Planimetria</b>
<b>IF28.0.1.E.ZZ.FA.GA.11.0.0.001</b>	<b>Profilo longitudinale</b>
<b>IF28.0.1.E.ZZ.WA.GA.11.0.0.001</b>	<b>Sezioni trasversali</b>
<b>IF28.0.1.E.ZZ.PA.GA.11.0.0.001</b>	<b>Sviluppata paratia e planimetria di tracciamento paratia</b>
<b>IF28.0.1.E.ZZ.WA.GA.11.0.0.002</b>	<b>Sezioni tipo e particolari</b>
<b>IF28.0.1.E.ZZ.DZ.GA.11.0.0.050</b>	<b>Installazione strumentazione - Tav 1/2</b>
<b>IF28.0.1.E.ZZ.DZ.GA.11.0.0.060</b>	<b>Installazione strumentazione - Tav 2/2</b>
<b>IF28.0.1.E.ZZ.RH.GA.11.0.0.060</b>	<b>Relazione di monitoraggio</b>
<b>IF28.0.1.E.ZZ.DZ.GA.11.0.0.070</b>	<b>Installazione strumentazione</b>

<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 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>GA1100 060</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>5 di 9</b>

### 3 MONITORAGGIO DELLE OPERE DI IMBOCCO

In corrispondenza delle opere di imbocco si prevede la predisposizione di un piano di monitoraggio da eseguirsi in esercizio, finalizzato al controllo degli eventuali fenomeni deformativi di lungo termine delle opere di imbocco, principalmente legate al contesto geomorfologico dell'area di intervento.

La strumentazione predisposta è relativa al controllo dei seguenti parametri:

- deformazioni del versante; per verificare l'eventuale evoluzione dei 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;
- capisaldi topografici sulle opere definitive di imbocco.

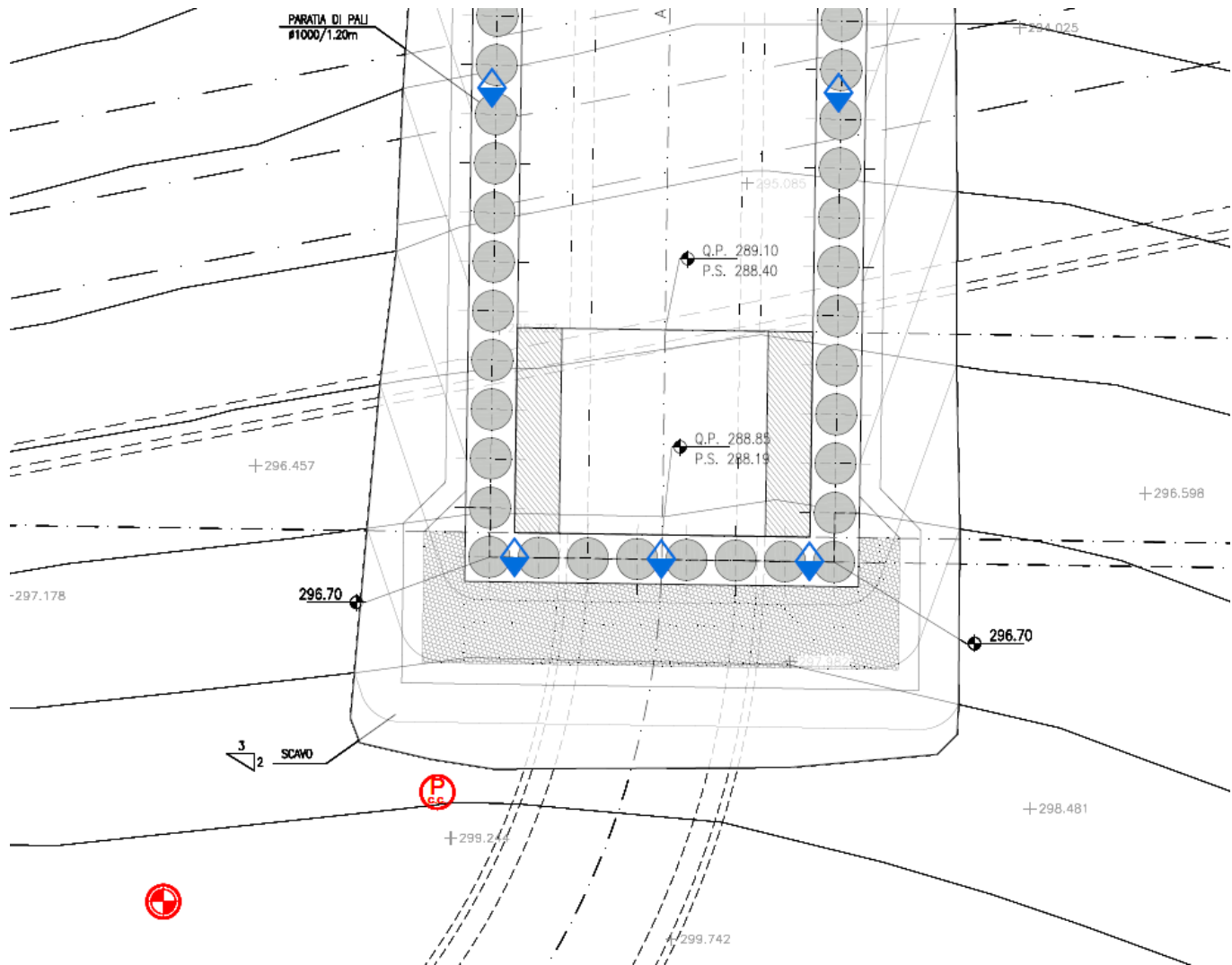
A tal fine è stata prevista la messa in opera di:

- 2 inclinometri in corrispondenza della paratia;
- 7 targets topografici e mire ottiche per la rilevazione degli spostamenti sui cordoli delle opere definitive.
- 1 piezometro con cella tipo Casagrande;

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), per poi procedere durante i lavori e nella fase di esercizio (post-operam).

La disposizione geometrica della strumentazione è solamente indicata per via sintetica nelle figure di seguito riportate. La posizione finale della strumentazione verrà definita compiutamente in fase di progetto esecutivo di dettaglio, così come richiamato dalle note degli elaborati grafici.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      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> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GA1100 060</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>6 di 9</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di monitoraggio</b>						



**Figura 3-1 – Posizionamento di inclinometri e piezometri (in rosso) e capisaldi/mire topografiche**

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 di monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GA1100 060</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>7 di 9</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.

I riferimenti topografici saranno scelti in modo da garantire una precisione coerente con le soglie di attenzione ed allarme. Ulteriori dettagli in merito saranno forniti in fase di progetto esecutivo di dettaglio.

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 in testa alla paratia nelle tre componenti: abbassamenti, spostamenti radiali e tangenziali della paratia, o in alternativa, abbassamenti, spostamenti N e spostamenti E.

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da un teodolite accoppiato a un distanziometro elettronico di precisione. La precisione risponderà ai requisiti prestazionali richiesti dal "Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili" e saranno comunque dettagliate in sede di progetto esecutivo di dettaglio.

### 4.2 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 PVC
- diametro esterno min. 60mm
- max torsione ammissibile % della lunghezza spezzone

Caratteristiche tecniche sonda inclinometrica:

- tipo di sensore: servoaccelerometro biassiale
- campi di misura +-30°
- precisione sensore  $\pm 0.1$  mm / 500 mm

<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 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>GA1100 060</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>8 di 9</b>

- 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°.

La strumentazione sarà scelta in modo da garantire una precisione coerente con le soglie di attenzione ed allarme. Ulteriori dettagli in merito saranno forniti in sede di progetto esecutivo di dettaglio

#### 4.2.1 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

#### 4.3 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, 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.

Il freatimetro è uno strumento costituito da un cavo 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.

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 piezometro potrà eventualmente essere automatizzato, con l'installazione al suo interno di un trasduttore di pressione.

La strumentazione sarà scelta in modo da garantire una precisione coerente con le soglie di attenzione ed allarme. Ulteriori dettagli in merito saranno forniti in sede di progetto esecutivo di dettaglio

##### 4.3.1 Restituzione dei dati

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

- Variazioni di falda rispetto al tempo.



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> 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: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di monitoraggio	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA1100 060	REV. A	FOGLIO 9 di 9

## 5 DEFINIZIONE DEI VALORI DI SOGLIA

Non è possibile al momento stabilire a priori dei valori di soglia, in quanto il monitoraggio ha solo lo scopo di tenere sotto controllo una situazione che potrebbe potenzialmente evidenziare evoluzioni deformative in fase di esercizio. Alcune considerazioni di maggior dettaglio saranno effettuate a valle della costruzione delle opere, potendo disporre della risposta deformativa del versante e delle opere di sostegno raccolte durante le fasi di esecuzione dell'imbocco.

Così come non è possibile ora definire eventuali misure di intervento.

## 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.

### 6.1 MONITORAGGIO DELLE MIRE OTTICHE

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

- N. 1 lettura al mese per il primo anno, 1 lettura ogni 3 mese per i successivi anni fino a verifica dell'assenza di possibili evoluzioni.

### 6.2 MONITORAGGIO DEGLI INCLINOMETRI E DEI PIEZOMETRI

La cadenza delle misure è quella di seguito elencata:

- N. 1 lettura al mese per il primo anno, 1 lettura ogni 3 mese per i successivi anni fino a verifica dell'assenza di possibili evoluzioni.

Le misure potranno essere modificate in funzione delle evidenze via via raccolte dal sistema di monitoraggio predisposto.