

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
 GN01 – GALLERIA NATURALE HIRPINIA
 IMBOCCO LATO BARI
 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA
 RELAZIONE DI MONITORAGGIO

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio ORSARA - BOVINO AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 22/02/2023	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. M. Tanzini

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

IF3A	02	E	ZZ	RH	GA0100	002	D	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	E. Molina	10/01/2022	A. Lucia	10/01/2022	M. Tanzini	10/01/2022	Ing. A. Polli
B	C 08.01 a valle del contraddittorio	E. Molina	22/07/2022	A. Lucia	22/07/2022	M. Tanzini	22/07/2022	
C	C 08.02 a valle del contraddittorio	E. Molina	21/10/2022	A. Lucia	21/10/2022	M. Tanzini	21/10/2022	
D	C 08.04 a valle del contraddittorio	E. Molina	22/02/2023	M. Trezzi	22/02/2023	M. Tanzini	22/02/2023	

File: IF3A02EZZRHGA0100002D

n. Elab.: --

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D	FOGLIO 2 di 21

Indice

1	INTRODUZIONE	3
1.1	OGGETTO E SCOPO	3
1.2	BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	ELABORATI GENERALI.....	4
2.2	OPERE DI SOSTEGNO.....	4
2.3	SISTEMAZIONE DEFINITIVA	4
2.4	MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA.....	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3.1	NORMATIVE.....	5
4	GENERALITÀ SUL SISTEMA DI MONITORAGGIO	6
5	MONITORAGGIO DELLE OPERE DI IMBOCCO.....	7
6	STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO.....	9
6.1	MIRE OTTICHE – PARATIA.....	9
6.2	CELLE DI CARICO.....	9
6.3	INCLINOMETRI.....	10
6.4	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO	11
7	DEFINIZIONE DEI VALORI DI SOGLIA	13
7.1	VALORI DI SOGLIA	13
8	FREQUENZA DI LETTURA	19
8.1	MONITORAGGIO DELLE PARATIE.....	19
8.2	MONITORAGGIO DEGLI INCLINOMETRI	19
8.3	MONITORAGGIO DEI PIEZOMETRI	19
9	MISURE DI INTERVENTO	21

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. FOGLIO D 3 di 21

1 INTRODUZIONE

1.1 OGGETTO E SCOPO

Nella presente relazione si descrive la strumentazione di monitoraggio che si rende necessaria per la realizzazione dell'imbocco lato Bari della galleria naturale Hirpinia per quanto riguarda il controllo del corretto funzionamento delle opere di contenimento delle terre previste nel progetto della linea A.V. – Napoli – Bari.

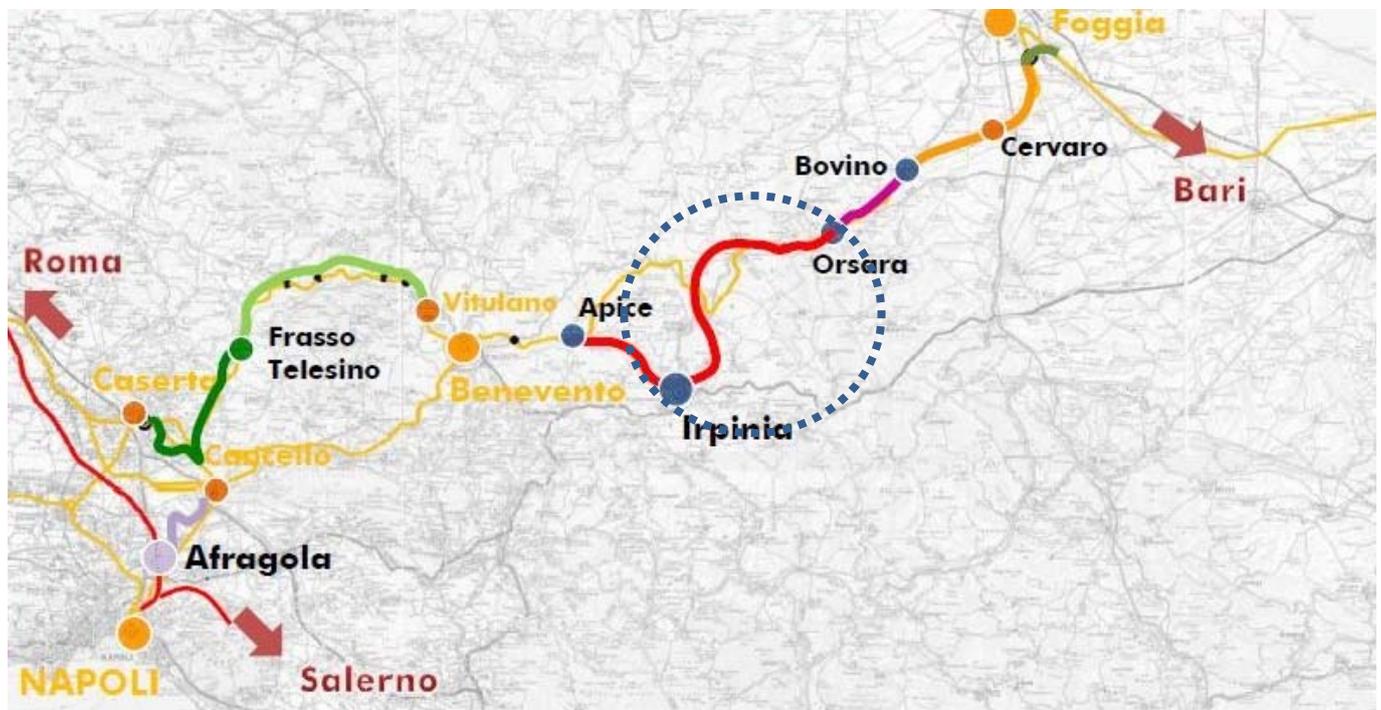


Figura 1-1. Corografia dell'intera tratta Napoli-Bari, con dettaglio della tratta Hirpinia-Orsara

1.2 BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il tracciato della tratta Hirpinia-Orsara, di lunghezza complessiva pari a circa 28 km, si sviluppa prevalentemente in sotterraneo con la Galleria "Hirpinia".

Per la realizzazione dell'imbocco lato Bari sono previsti scavi sostenuti da una paratia di micropali multi-tirantata, mentre per l'imbocco lato Napoli gli scavi sono sostenuti da una paratia di pali, anch'essa vincolata da più livelli di tiranti. A completamento degli imbocchi, è prevista la realizzazione di due tratte in galleria artificiale policentrica di lunghezza pari a 9 m e 27 m rispettivamente per l'imbocco lato Bari (in cui la galleria artificiale sarà a doppia canna singolo binario) e lato Napoli (configurazione singola canna doppio binario).

Per ulteriori dettagli sulle opere di imbocco si rimanda a quanto riportato negli specifici elaborati di progetto (Rif. [1] - Rif. [21]).

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D	FOGLIO 4 di 21

2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti documenti.

2.1 ELABORATI GENERALI

- [1] IF3A.02.E.ZZ.P9.GA.01.0.0.001 – Schema generale delle fasi esecutive
- [2] IF3A.02.E.ZZ.WB.GA.01.0.0.001 – Sezione di intradosso galleria artificiale
- [3] IF3A.02.E.ZZ.P9.GA.01.0.0.002 – Planimetria BOE
- [4] IF3A.02.E.ZZ.RG.GA.01.0.0.001 – Relazione tecnica generale
- [5] IF3A.02.E.ZZ.RB.GA.01.0.0.001 – Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- [6] IF3A.02.E.ZZ.RH.GA.01.0.0.001 – Relazione di calcolo della galleria artificiale
- [7] IF3A.02.E.ZZ.SP.GA.01.0.0.001 – Tabella materiali

2.2 OPERE DI SOSTEGNO

- [8] IF3A.02.E.ZZ.LA.GI.01.0.0.001 – Planimetria generale ed elementi di tracciamento
- [9] IF3A.02.E.ZZ.FA.GI.01.0.0.001 – Profilo longitudinale
- [10] IF3A.02.E.ZZ.WA.GI.01.0.0.001 – Sezioni trasversali – Tav 1/2
- [11] IF3A.02.E.ZZ.WA.GI.01.0.0.002 – Sezioni trasversali – Tav 2/2
- [12] IF3A.02.E.ZZ.PA.GI.01.0.0.001 – Sviluppo paratia
- [13] IF3A.02.E.ZZ.DZ.GI.01.0.0.001 – Tiranti di ancoraggio particolari costruttivi – Tav 1/2
- [14] IF3A.02.E.ZZ.DZ.GI.01.0.0.002 – Tiranti di ancoraggio particolari costruttivi – Tav 2/2
- [15] IF3A.02.E.ZZ.BZ.GI.01.0.0.001 – Scavo chiodato planimetria e dettagli
- [16] IF3A.02.E.ZZ.BZ.GI.01.0.0.002 – Sottofondo in misto cementato

2.3 SISTEMAZIONE DEFINITIVA

- [17] IF3A.02.E.ZZ.PA.GA.01.0.0.001 – Planimetria
- [18] IF3A.02.E.ZZ.FA.GA.01.0.0.001 – Profilo longitudinale
- [19] IF3A.02.E.ZZ.WA.GA.01.0.0.001 – Sezioni trasversali – Tav 1/2
- [20] IF3A.02.E.ZZ.WA.GA.01.0.0.002 – Sezioni trasversali – Tav 2/2

2.4 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

- [21] IF3A.02.E.ZZ.DZ.GA.01.0.0.001 – Installazione strumentazione

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D	FOGLIO 5 di 21

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

3.1 **NORMATIVE**

Il quadro normativo alla base della presente revisione progettuale viene nel seguito riportato:

- [22] D.M. Min. II. TT. 17/01/2018 – “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”;
- [23] Circolare LL.PP. n°7 21/01/2019 - “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 febbraio 2018”;
- [24] Legge 05.11.1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- [25] UNI EN 1992-1-1 novembre 2005 (EC2) “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici”
- [26] UNI EN 1998-5 gennaio 2005 (EC8) “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica– Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”
- [27] Regolamento U.E. nr. 1299/2014 della commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea. Pubblicato su Gazzetta Ufficiale anno 156° n°10 del 5 febbraio 2015.
- [28] Regolamento U.E. nr. 1303/2014 della commissione del 18 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea (*norma STI*)
- [29] AICAP-AGI (2012). Ancoraggi nei terreni e nelle rocce. Raccomandazioni

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. FOGLIO D 6 di 21

4 GENERALITÀ SUL SISTEMA DI MONITORAGGIO

Nel presente documento si espongono i criteri progettuali per l'allestimento e la messa in esercizio del sistema di monitoraggio strutturale dell'imbocco lato Bari della galleria naturale Hirpinia.

da una berlinese di micropali ($\varnothing 177.8$ mm, spessore 12.5 mm, acciaio S355), posti ad un interasse di 0.4 m con lunghezza compresa tra 12 m e 24 m. Il sistema di vincolo è costituito da tiranti: la berlinese presenta al massimo 5 ordini di tiranti spaziate tra loro di 2.4 m.

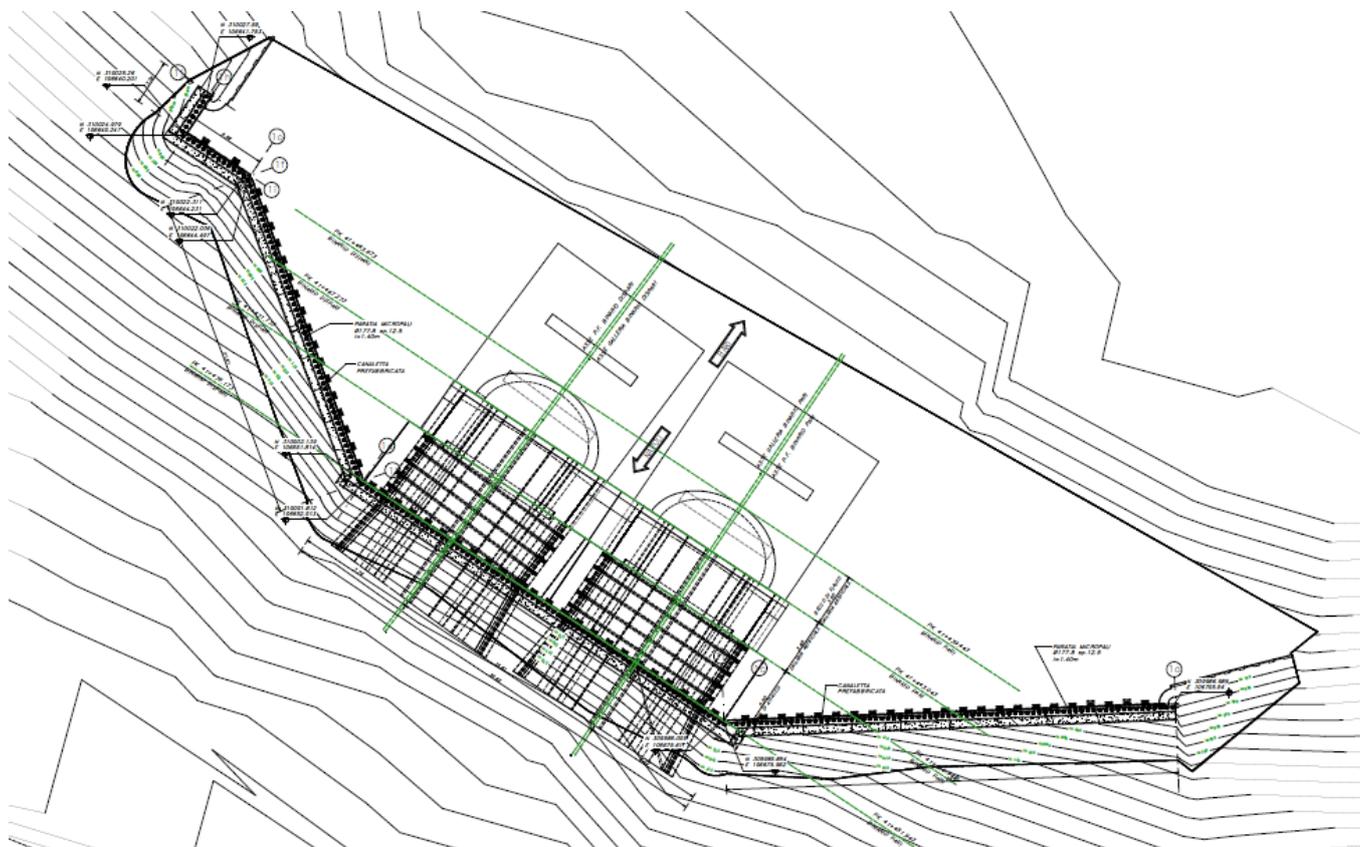


Figura 4-1: Planimetria della paratia di imbocco

I principali obiettivi progettuali sono quelli di consentire l'esecuzione degli scavi in assoluta sicurezza con minimizzazione delle perturbazioni nell'intorno; ovvero di non arrecare alcun danneggiamento alle infrastrutture poste nell'intorno dell'opera.

Il progetto delle strutture di sostegno è quindi mirato a ridurre le deformazioni orizzontali e quindi quelle verticali indotte, a valori del tutto trascurabili, compatibili con la tolleranza delle strutture e delle infrastrutture circostanti.

A tal fine è previsto un apposito sistema di monitoraggio finalizzato alla verifica sperimentale, in corso d'opera, delle ipotesi progettuali.

Nella presente Relazione Tecnica viene descritto il sistema di monitoraggio delle strutture di perimetrazione e delle zone retrostanti, individuandone le caratteristiche e la cadenza delle misure contestualmente alle fasi esecutive.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D	FOGLIO 7 di 21

5 MONITORAGGIO DELLE OPERE DI IMBOCCO

Per la realizzazione della galleria Hirpinia nel tratto relativo all'imbocco lato Bari si rende necessaria la realizzazione di una struttura di sostegno provvisoria, con funzione di contenimento scavi in fase di realizzazione delle opere.

La paratia prevista è realizzata con micropali trivellati di diametro perforazione Ø240, interasse $i=0.40$, armati con tubolari Ø177.8 x 12.5mm e solidarizzati in testa mediante una trave di collegamento in c.a. 0.50 m x 0.50 m (base x altezza). La posizione della falda durante le fasi di scavo è stata valutata circa 3.0m al di sotto del piano campagna sul lato di monte, mentre sul lato di valle pertanto è stata supposta a quota fondo scavo a favore di sicurezza.

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;
- controllo del livello di falda e sua evoluzione.

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

- 3 inclinometri posti in corrispondenza della paratia;
- 52 targets topografici provvisori per la rilevazione degli spostamenti, di cui 9 sui cordoli, 28 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;
- 3 piezometri con cella tipo Casagrande.

L'installazione degli inclinometri e dei target, 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 solamente 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 saranno messi a disposizione in un tempo massimo 24 ore su una piattaforma digitale dalla quale sarà possibile consultarli 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.

Si riporta le seguito la schematizzazione della strumentazione applicata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D	FOGLIO 8 di 21
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO						

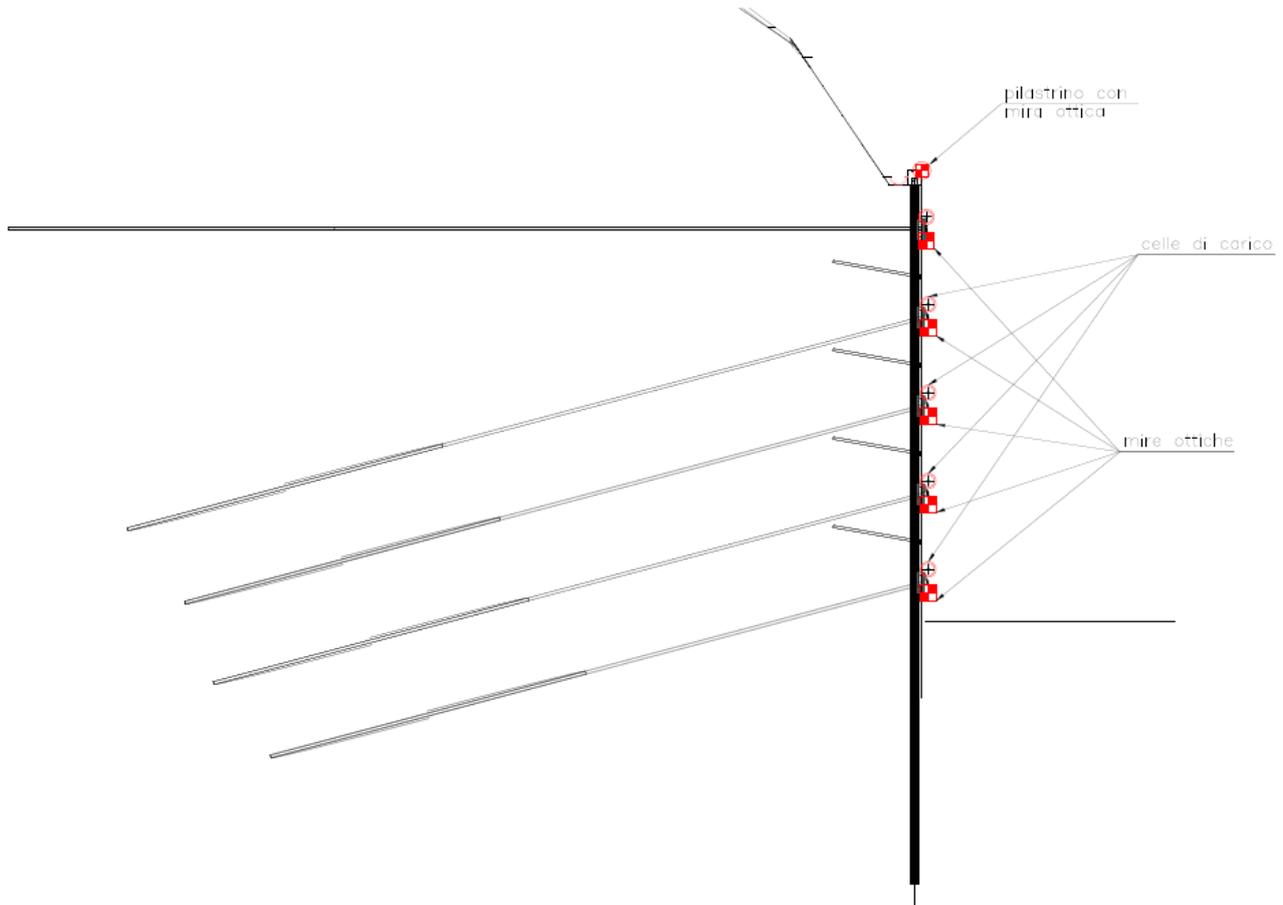


Figura 5-1: Schema della strumentazione – Sezione trasversale

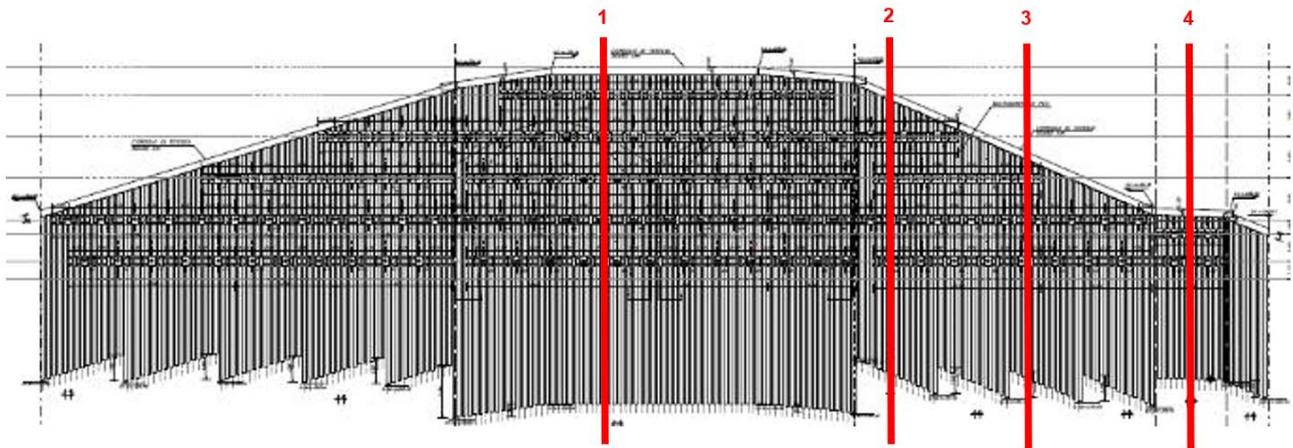


Figura 5-2: Schema della strumentazione – Prospetto dell'imbocco

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D	FOGLIO 9 di 21

6 STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO

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

Ulteriori dettagli sono riportati sui capitolati di appalto.

6.1 MIRE OTTICHE – PARATIA

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 ± 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.

6.1.1 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 50x50 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.

Le 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.

6.2 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.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D	FOGLIO 10 di 21

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.

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.

6.2.1 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.

6.3 INCLINOMETRI

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 sono 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.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D	FOGLIO 11 di 21

Caratteristiche tecniche sonda inclinometrica:

- tipo di sensore: sensore accelerometrico MEMS
- campi di misura $\pm 30^\circ$
- precisione sensore ± 0.1 mm / 500 mm
- sensibilità ± 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° .

6.3.1 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

6.4 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

Il monitoraggio piezometrico sarà effettuato mediante piezometri di tipo Casagrande che consentono il rilievo, mediante apposita sonda elettrica (freatimetro) munita di cavo graduato, della profondità della superficie piezometrica.

La precisione di lettura richiesta è legata al passo del cavo stesso ed in questo caso sarà di ± 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.

È previsto che la lettura del livello di falda avvenga in modalità manuale, con frequenza minima giornaliera durante la fase di ribasso.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 002</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">12 di 21</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 002	D	12 di 21
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 002	D	12 di 21													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO																		

6.4.1 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.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D	FOGLIO 13 di 21

7 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 subordinata alla preventiva valutazione positiva della stabilizzazione del monitoraggio.

Di seguito vengono riportati i valori di soglia finali.

7.1 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.

7.1.1 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 §4.

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:

$$\text{Soglia di allarme} \quad \Delta_{allarme} = 1.20 \cdot \Delta_{calcolo}$$

$$\text{Soglia di attenzione} \quad \Delta_{attenzione} = 0.95 \cdot \Delta_{calcolo}$$

in cui $\Delta_{calcolo}$ è il massimo spostamento secondo i risultati delle analisi numeriche riportate in [5].

Laddove gli spostamenti di progetto siano 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.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. FOGLIO D 14 di 21

Sezione 1			
FASE	SPOSTAMENTI DI PROGETTO, Δ_{calcolo} (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione quinto ordine	7	28	1
Massimo ribasso	7	28	5
FASE	SOGLIA DI ATTENZIONE (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione quinto ordine	6	26	5
Massimo ribasso	6	26	5
FASE	SOGLIA DI ALLARME (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione quinto ordine	8	33	8
Massimo ribasso	8	33	8

Tabella 7-1: Sintesi dei valori di soglia di spostamento – Sezione 1

Sezione 2			
FASE	SPOSTAMENTI DI PROGETTO, Δ_{calcolo} (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione quarto ordine	71	24	3
Massimo ribasso	71	24	3
FASE	SOGLIA DI ATTENZIONE (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione quarto ordine	67	22	5
Massimo ribasso	67	22	5
FASE	SOGLIA DI ALLARME (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione quarto ordine	85	28	8
Massimo ribasso	85	28	8

Tabella 7-2: Sintesi dei valori di soglia di spostamento – Sezione 2

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. FOGLIO D 15 di 21

Sezione 3			
FASE	SPOSTAMENTI DI PROGETTO, Δ_{calcolo} (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione terzo ordine	67	21	10
Massimo ribasso	67	20	4
FASE	SOGLIA DI ATTENZIONE (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione terzo ordine	63	19	9
Massimo ribasso	63	19	5
FASE	SOGLIA DI ALLARME (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione terzo ordine	80	25	12
Massimo ribasso	80	24	8

Tabella 7-3: Sintesi dei valori di soglia di spostamento – Sezione 3

Sezione 4			
FASE	SPOSTAMENTI DI PROGETTO, Δ_{calcolo} (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione secondo ordine	5	2	4
Massimo ribasso	6	1	4
FASE	SOGLIA DI ATTENZIONE (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione secondo ordine	5	5	5
Massimo ribasso	5	5	5
FASE	SOGLIA DI ALLARME (mm)		
	TESTA PARATIA	SETTORE CENTRALE	FONDO SCAVO
Ribasso per realizzazione secondo ordine	8	8	8
Massimo ribasso	8	8	8

Tabella 7-4: Sintesi dei valori di soglia di spostamento – Sezione 4

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

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. FOGLIO D 16 di 21

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.

7.1.2 Monitoraggio dei tiranti

Si riportano i valori di sforzo da assumersi quale riferimento in corso d'opera per le celle di carico indicate nel §4.

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:

$$\begin{aligned} \text{Soglia di allarme} & P_{allarme} = 1.20 \cdot T_{es} \\ \text{Soglia di attenzione} & P_{attenzione} = 0.95 \cdot T_{es} \end{aligned}$$

in cui T_{es} è il massimo tiro atteso in esercizio secondo i risultati delle analisi numeriche riportate in [5].

Sezione 1			
Ordine	T_{es} [kN]	Soglia di attenzione [kN]	Soglia di allarme [kN]
1	485	460	580
2	525	500	630
3	525	500	630
4	530	505	635
5	500	475	600

Tabella 7-5: Sintesi dei valori di soglia di tiro – Sezione 1

Sezione 2			
Ordine	T_{es} [kN]	Soglia di attenzione [kN]	Soglia di allarme [kN]
1	525	500	630
2	520	495	625
3	530	505	635
4	480	455	580

Tabella 7-6: Sintesi dei valori di soglia di tiro – Sezione 2

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D FOGLIO 17 di 21

Sezione 3			
Ordine	T _{es} [kN]	Soglia di attenzione [kN]	Soglia di allarme [kN]
1	525	500	630
2	515	490	615
3	485	460	580

Tabella 7-7: Sintesi dei valori di soglia di tiro – Sezione 3

Sezione 4			
Ordine	T _{es} [kN]	Soglia di attenzione [kN]	Soglia di allarme [kN]
1	485	460	585
2	485	460	585

Tabella 7-8: Sintesi dei valori di soglia di tiro – Sezione 4

I tiranti possono incorrere a fenomeni quali lo sfilamento del bulbo di ancoraggio che può 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 $T_{allarme} = 0.80 \cdot T_{registrato\ ultimazione\ scavi}$

Soglia di attenzione $T_{attenzione} = 0.90 \cdot T_{registrazione\ ultimazione\ scavi}$

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

7.1.3 Monitoraggio inclinometrico

Il monitoraggio inclinometrico dei pali della paratia di monte è previsto mediante inclinometri posti in corrispondenza dei pali ritenuti rappresentativi dei tratti considerati. Le soglie di attenzione e allarme degli strumenti sono pari a quelle indicate al paragrafo precedente per le mire ottiche con riferimento alla sezione di calcolo rappresentativa della zona

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.

7.1.4 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 PE, 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,

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 002</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">18 di 21</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 002	D	18 di 21
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 002	D	18 di 21													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO																		

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).

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.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 002</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">20 di 21</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 002	D	20 di 21
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 002	D	20 di 21													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO																		

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).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA – ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA – ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI MONITORAGGIO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 002	REV. D	FOGLIO 21 di 21

9 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.