

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

GN07 - NICCHIE

ELABORATI GENERALI

GN Meccanizzato - Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 16/01/2023	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:

IF3A 02 E ZZ BZ GN0700 002 D -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C.08.00 - Emissione 180gg	M.Mason	08/02/2022	A. Sirchia	08/02/2022	M. Gatti	08/02/2022	Ing. G. Cassani
B	C08.01 - A valle del contraddittorio	M. Mason	08/06/2022	A. Zimbaldi	08/06/2022	M. Gatti	08/06/2022	
C	C08.03 - A valle del contraddittorio	M. Mason	30/09/2022	A. Zimbaldi	30/09/2022	M. Gatti	30/09/2022	
D	C 08.04 - A valle del contraddittorio	P. Poli	16/01/2023	A. Zimbaldi	16/01/2023	M. Gatti	16/01/2023	

File: IF3A02EZZBZGN0700002D.docx

n. Elab.: -

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 M INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 2 di 79

Indice

1	INTRODUZIONE	4
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	4
2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	6
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
3.1	LEGGI E NORMATIVE COGENTI.....	7
3.2	NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI	7
3.3	PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)	7
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	7
4.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	7
4.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	7
4.3	DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO	8
5	ALLEGATI.....	9
6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI	10
7	FASE DI DIAGNOSI.....	15
7.1	CATEGORIE DI COMPORTAMENTO	15
7.2	DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO.....	16
8	FASE DI TERAPIA.....	26
8	NICCHIA – MODELLO 3D	37
8.1	MODELLO DI CALCOLO	37
8.1	APPLICAZIONE DEI CARICHI.....	40
8.2	OUTPUT DI CALCOLO	41
8.3	VERIFICHE STRUTTURALI.....	46
8.3.1	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE SLE.....	50
8.3.2	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE SLU	54
8.3.3	VERIFICHE A TAGLIO SLU	62
9	SEZIONE INNESTO – MODELLO 2D.....	66
9.1	MODELLO DI CALCOLO	66
8.4	APPLICAZIONE DEI CARICHI.....	67

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA							<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 BZ</td> <td style="text-align: center;">GN0700 002</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">3 di 79</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ BZ	GN0700 002	D	3 di 79													

8.5	OUTPUT DI CALCOLO	68
8.6	VERIFICHE STRUTTURALI	70
10	TELAIO REGGICONCI	75
11	ABBASSAMENTO PRESSIONE IDRAULICA	78

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 4 di 79

1 INTRODUZIONE

Il presente documento è parte integrante del progetto esecutivo della galleria Hirpinia inclusa nel raddoppio ferroviario della tratta compresa tra Hirpinia ed Orsara, itinerario Napoli – Bari.

La galleria Hirpinia risulta ubicata tra le progressive km 68+529.44 (imbocco lato Napoli) e km 41+477.37 (imbocco lato Bari) per il binario Dispari e tra le progressive km 68+527.14 (imbocco lato Napoli) e km 41+453.10 (imbocco lato Bari) per il binario Pari.

In particolare è oggetto della relazione la descrizione e verifica delle nicchie lungo la galleria di linea, scavate con metodo tradizionale.

Nel seguito sono illustrate le soluzioni progettuali e le verifiche strutturali.

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Nell'ambito dell'Itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Hirpinia-Orsara che rappresenta il secondo lotto della tratta in variante Apice-Orsara, il cui primo lotto (Apice-Hirpinia) si trova attualmente in fase di esecuzione da parte del Consorzio Hirpinia AV.

La riqualificazione e lo sviluppo dell'itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l'aumento dell'offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l'accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.

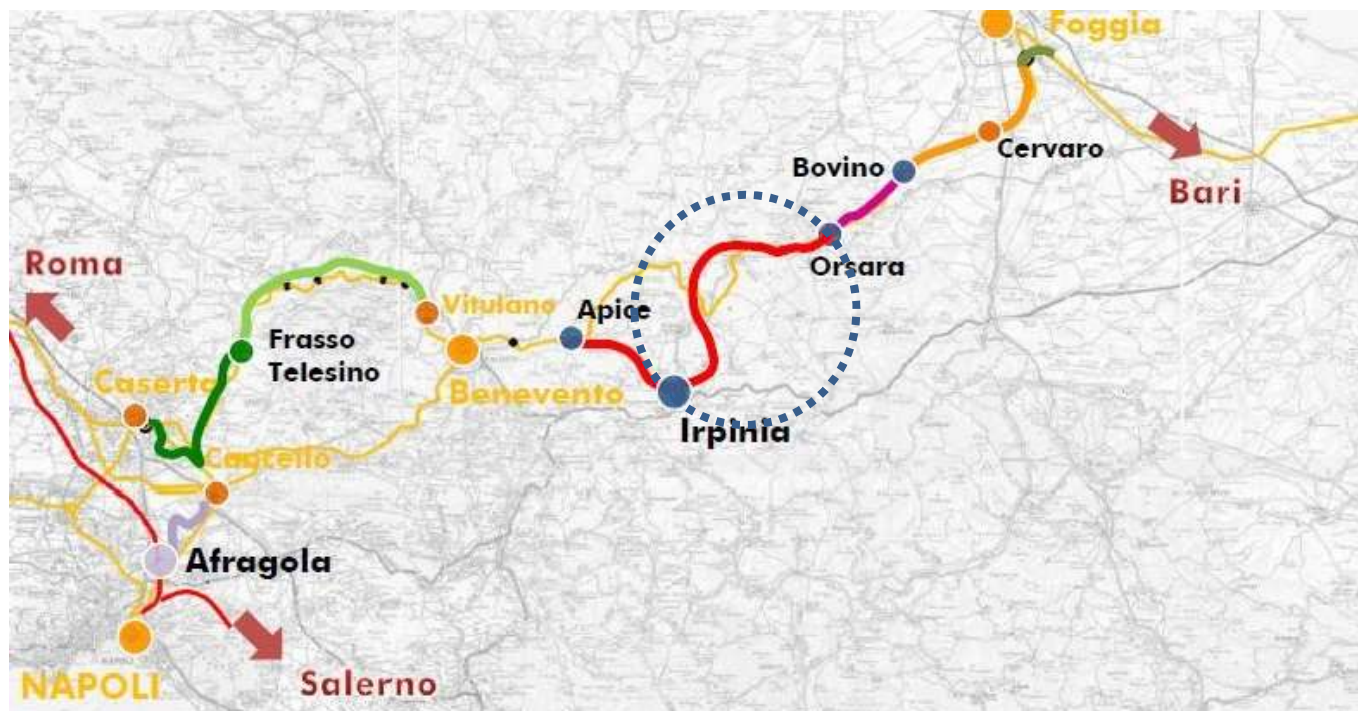


Figura 1-1. Corografia dell'intera tratta Napoli Bari, con dettaglio della tratta Hirpinia-Orsara

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 M INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 5 di 79

La variante oggetto del presente documento interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari e risulta strategica nel riassetto complessivo dei collegamenti metropolitani, regionali e lunga percorrenza previsto con la realizzazione di tutto il potenziamento. Si colloca in territorio campano e pugliese ed i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Flumeri, Savignano Irpino e Montaguto; per la provincia di Foggia: Panni e Orsara di Puglia.

Il tracciato della Bovino – Orsara - Hirpinia è stato progressivato rispetto all'orientamento della Linea Storica partendo da Bovino con la pk 29+050 (fine tratta Cervaro-Bovino) fino ad Orsara con pk 40+889 (imbocco galleria Orsara) dove inizia la tratta oggetto del presente progetto esecutivo che si estende fino ad Hirpinia con pk 68+955.

La linea AV/AC si sviluppa prevalentemente in galleria con una velocità compresa tra 200 e 250 Km/h ed ha una lunghezza complessiva L=28,06 km.

Il nuovo tracciato ferroviario ha inizio alla pk 40+889.793 (BP) in corrispondenza dell'inizio del collegamento di 1^ fase della tratta Bovino – Orsara, per il quale in questo progetto è prevista la dismissione.

Il tracciato prosegue come prolungamento della nuova linea a doppio binario inizialmente con l'interasse a 4m per poi divergere fino all'imbocco dalla galleria naturale Hirpinia (lato Bari) per la quale è previsto l'imbocco a canne separate.

Il corpo ferroviario compreso tra l'inizio del progetto e la pk 41+046.85 è già realizzato nell'ambito degli interventi della tratta Bovino – Orsara, come lo sono anche i piazzali tecnologici Nord e Sud, la SSE e il sottopasso di collegamento tra la viabilità di accesso alla stazione e i piazzali suddetti.

Dal km 41+046.85 dopo un breve tratto in rilevato inizia lo scatolare che si collega direttamente al viadotto VI01 sul torrente Cervaro di L=313.65m.

In questo contesto si colloca anche la nuova Stazione di Orsara (pk 40+074.95).

La galleria "Hirpinia" inizia alla pk 41+435.91 a pochi metri dalla spalla del viadotto VI01 (pk 41+428.29) e finisce alla pk 68+537.41. La galleria lato Bari imbuca direttamente con le canne separate e prosegue a doppia canna fino ad Hirpinia dove attraverso un camerone di collegamento in prossimità dell'uscita lato Napoli diventa a singola canna doppio binario per consentire ai binari di avvicinarsi all'interasse di 4m e collegarsi con i binari di corsa della stazione di Hirpinia, già realizzata nella tratta Apice - Hirpinia.

Lo sviluppo complessivo della galleria è di 27 Km circa.

L'interasse delle due canne è prevalentemente di 40 m ad eccezione di un tratto compreso tra le pk 48+000 e pk 57+800 circa all'interno del quale l'interasse è stato allargato a 50 m; per l'intera galleria le canne sono collegate tra di loro da by-pass trasversali a passo 500 m per consentire l'esodo dei passeggeri.

Tra le pk 57+195 e 57+605 è stato inserito un luogo sicuro intermedio dotato di marciapiedi FFP di lunghezza L=410 m. L'esodo all'aperto dei passeggeri avviene attraverso la finestra F1 direttamente collegata con la viabilità locale attraverso un piazzale di sicurezza.

L'uscita della finestra F1 si trova in località Contrada Stratola, in corrispondenza dell'uscita della galleria sono stati ubicati anche i piazzali tecnologici e la nuova SSE di Ariano Irpino.

La linea AV/AC è progettata nel tratto allo scoperto (stazione di Orsara) con una velocità di tracciato di 200 Km/h, con una velocità di 250 Km/h per tutto il restante tracciato in galleria per poi riscendere a 200 Km/h in corrispondenza del camerone di Hirpinia proprio per l'approssimarsi alla stazione di Hirpinia.

Lungo la galleria sono previste alcune finestre costruttive necessarie per la realizzazione con il metodo tradizionale dei tratti di galleria.

Uscito dalla galleria il tracciato termina alla pk 68+953.375 (BP), coincidente con la pk 0+700 della tratta Apice – Hirpinia, in prossimità dei tronchini per l'attestamento dei treni da e per Napoli previsti nella stazione di Hirpinia di 1^ fase.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 6 di 79

2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Nel presente documento si illustrano le analisi svolte per la realizzazione delle nicchie lungo la galleria di linea.

In particolare, la tratta in esame presenta 2 diverse macrotipologie in funzione della posizione di ciascuna nicchia:

- lato interno tra le due canne (raggiungibili dal marciapiede di esodo)
- lato esterno (raggiungibili dal marciapiede stradello).

Le nicchie lato marciapiede di esodo si suddividono ulteriormente in funzione della lunghezza e dimensione della sezione di scavo in 3 tipologie (1, 2, 3) in base alla funzionalità di ciascuna nicchia. Le nicchie lato stradello presentano una unica lunghezza e dimensione. La descrizione di dettaglio delle tipologie e delle modalità realizzative è riportata nella “Relazione tecnico illustrativa”, documento IF3A02EZZBZGN0700001.

Per tutti gli aspetti descrittivi delle opere, inquadramenti geologico e geomorfologico, indagini svolte e prove in sito, caratterizzazione geotecnica e definizione delle sezioni tipo si rimanda alle Relazioni Geologica, Geomorfologica, Idrogeologica e Geotecnica.

In generale la progettazione delle opere in sotterraneo, condotta secondo il metodo ADECO-RS, è composta dalle seguenti fasi:

Fase conoscitiva: è finalizzata allo studio e all’analisi del contesto geologico e geotecnico in cui sarà realizzata la galleria; i risultati dello studio geologico sono descritti nelle specifiche Relazioni Geologica, Geomorfologica ed Idrogeologica, alle quali si rimanda per l’illustrazione del modello geologico; lo studio geotecnico con la definizione del modello geotecnico di sottosuolo e dei parametri di progetto è illustrata nella relazione geotecnica.

Fase di diagnosi: si esegue la valutazione della risposta deformativa dell’ammasso allo scavo in assenza di interventi di stabilizzazione per la determinazione delle categorie di comportamento.

Fase di terapia: sulla base dei risultati delle precedenti fasi progettuali, si individuano le modalità di scavo e gli interventi di stabilizzazione idonei (sezioni tipo) per realizzare l’opera in condizioni di sicurezza. Le soluzioni progettuali sono state analizzate per verificarne l’adeguatezza: vengono illustrati metodi e risultati delle analisi condotte per la verifica della stabilità globale della cavità, per il dimensionamento/verifica degli interventi di stabilizzazione e dei rivestimenti, nelle diverse fasi costruttive e in condizioni di esercizio.

Fase di verifica e messa a punto: il progetto è completato dal piano di monitoraggio da predisporre ed attuare nella fase realizzativa, come in dettaglio presentato nella relazione di monitoraggio. Nel piano di monitoraggio sono individuati i valori delle grandezze fisiche a cui riferirsi in corso d’opera per controllare la risposta deformativa dell’ammasso al procedere dello scavo, verificare la rispondenza con le previsioni progettuali e mettere a punto le soluzioni progettuali nell’ambito delle variabilità previste in progetto.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 7 di 79

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI

- Rif. [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018: "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (pubblicato sulla G.U. n.42 del 20 febbraio 2018);
- Rif. [2] Circolare 7 – 21/01/2019;
- Rif. [3] Decreto Ministeriale 28/10/2005. "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie";
- Rif. [4] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1303/2014 - relativa alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente "la sicurezza nelle gallerie ferroviarie" nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- Rif. [5] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1300/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente le "persone a mobilità ridotta" nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- Rif. [6] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1299/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

3.2 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI

- Rif. [7] SIG, "Linee guida per la progettazione, l'appalto e la costruzione di opere in sotterraneo", 1997;
- Rif. [8] ITA, "Guidelines for the design of tunnels", 1988;
- Rif. [9] AGI, "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche", 1977

3.3 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)

- Rif. [10] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 D "Manuale di Progettazione delle opere civili" datato 31/12/2019;
- Rif. [11] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA.0002403 "Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali" datato Dicembre 2015.
- Rif. [12] RFI, doc RFI DTC SI SP IFS 001 C "Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili" datato 21/12/2018

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti elaborati:

- Rif. [13] "Relazione di caratterizzazione geotecnica / geomeccanica generale" n° IF2O00EZZRHGE0206001A.

4.2 DOCUMENTI CORRELATI

- Rif. [14] Lunardi P. (2006). Progetto e Costruzione di Gallerie: Analisi delle deformazioni controllate nelle rocce e nei suoli - ADECO-RS – (Hoepli Ed.).
- Rif. [15] Bernaud D., Benamar I., Rousset G. (1994). La "nouvelle méthode implicite" pour le calcul des tunnel dans les milieux élastoplastiques et viscoplastiques – Revue Francaise de Géotechnique, N° 68.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 8 di 79

Rif. [16] Bernaud D., Rousset G. (1992). La « nouvelle méthode implicite » pour l'étude du dimensionnement des tunnels – Revue Francaise de Géotechnique, N° 60.

Rif. [17] Tamez E. (1984) “Estabilidad de tuneles excavados en suelos” - Mexican Engineering Academy.

4.3 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

I contenuti della presente relazione sono utilmente completati e arricchiti dai seguenti elaborati di progetto:

Rif. [18] GN Meccanizzato - Planimetria ubicazione nicchie e by-pass 1/7 - IF3A02EZZP7GN0700001

Rif. [19] GN Meccanizzato - Planimetria ubicazione nicchie e by-pass 2/7 - IF3A02EZZP7GN0700002

Rif. [20] GN Meccanizzato - Planimetria ubicazione nicchie e by-pass 3/7 - IF3A02EZZP7GN0700003

Rif. [21] GN Meccanizzato - Planimetria ubicazione nicchie e by-pass 4/7 - IF3A02EZZP7GN0700004

Rif. [22] GN Meccanizzato - Planimetria ubicazione nicchie e by-pass 5/7 - IF3A02EZZP7GN0700005

Rif. [23] GN Meccanizzato - Planimetria ubicazione nicchie e by-pass 6/7 - IF3A02EZZP7GN0700006

Rif. [24] GN Meccanizzato - Planimetria ubicazione nicchie e by-pass 7/7 - IF3A02EZZP7GN0700007

Rif. [25] GN Meccanizzato - Pianta e sezioni trasversali tipologiche nicchie - IF3A02EZZBZGN0700005B.ZIP

Rif. [26] GN Meccanizzato - Particolari costruttivi e impermeabilizzazione - IF3A02EZZDZGN0700001

Rif. [27] Nicchie 1 - Tipo A - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700101

Rif. [28] Nicchie 1 - Tipo A - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700101

Rif. [29] Nicchie 1 - Tipo B - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700102

Rif. [30] Nicchie 1 - Tipo B - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700102

Rif. [31] Nicchie 1 - Tipo C - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700103

Rif. [32] Nicchie 1 - Tipo C - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700103

Rif. [33] Nicchie 2 - Tipo A - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700104

Rif. [34] Nicchie 2 - Tipo A - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700104

Rif. [35] Nicchie 2 - Tipo B - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700105

Rif. [36] Nicchie 2 - Tipo B - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700105

Rif. [37] Nicchie 2 - Tipo C - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700106

Rif. [38] Nicchie 2 - Tipo C - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700106

Rif. [39] Nicchie 3 - Tipo A - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700107

Rif. [40] Nicchie 3 - Tipo A - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700107

Rif. [41] Nicchie 3 - Tipo B - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700108

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA	<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 BZ</td> <td style="text-align: center;">GN0700 002</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">9 di 79</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ BZ	GN0700 002	D	9 di 79
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ BZ	GN0700 002	D	9 di 79													
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo																		

- Rif. [42] Nicchie 3 - Tipo B - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700108
- Rif. [43] Nicchie 3 - Tipo C - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700109
- Rif. [44] Nicchie 3 - Tipo C - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700109
- Rif. [45] Nicchie NC - Tipo A - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700110
- Rif. [46] Nicchie NC - Tipo A - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700110
- Rif. [47] Nicchie NC - Tipo B - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700111
- Rif. [48] Nicchie NC - Tipo B - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700111
- Rif. [49] Nicchie NC - Tipo C - Carpenteria, scavi e consolidamenti - IF3A02EZZBBGN0700112
- Rif. [50] Nicchie NC - Tipo C - Carpenteria centina e dettagli costruttivi - IF3A02EZZBZGN0700112

5 ALLEGATI

Il documento è corredato dai seguenti allegati, inseriti nella relazione IF3A02EZZBZGN0700003:

- Allegato 1 – SAP sezione corrente;
- Allegato 2 – SAP innesto.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 10 di 79

6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 17/01/2018 e della Circolare 7 – 21/01/2019.

Con riferimento ai rivestimenti in calcestruzzo, si sottolinea che la classe di resistenza riportata nelle tabelle che seguono è quella utilizzata ai fini della modellazione numerica e delle verifiche strutturali. Per la completa e puntuale definizione delle caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione dell'opera si rimanda all'elaborato dedicato.

Rivestimento provvisorio

CALCESTRUZZO PROIETTATO (FIBRORINFORZATO)	
Classe di resistenza	C 25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = f_{ck}/1.5 = 16.66 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto a compressione a 2 giorni	$f_{cd} = f_{ck}/1.5 = 9.33 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 31476 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 2 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 17888 \text{ MPa}$

ACCIAIO PER CENTINE	
Tipo	S 275
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 430 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 275 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} \geq 261.9 \text{ MPa}$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 11 di 79

Rivestimenti definitivi

CALCESTRUZZO ARMATO	
Classe di resistenza di calcolo	C 25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 14.17 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 (f_{cm} / 10)^{0.3} = 31476 \text{ MPa}$
Tensione massima in condizioni di esercizio (NTC 2018.)	$\sigma_c = 0,6f_{ck} = 15,00 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara) $\sigma_c = 0,45f_{ck} = 11,25 \text{ MPa}$ combinazione quasi permanente

ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA	
Tipo	B450C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,3 \text{ MPa}$
Tensione massima in condizioni di esercizio (NTC 2018.)	$\sigma_{lim} = 0,80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

In fase di verifica si considerano i limiti a compressione in combinazione quasi permanente.

Il valore del copriferro nominale e delle specifiche per il mix-design vengono valutate in funzione delle condizioni ambientali attese lungo il tracciato.

Per quanto riguarda il copriferro nominale, questo viene calcolato in accordo alla formula 4.1 della UNI EN 1992-1-1_2005, dove al copriferro minimo c_{min} si somma lo scostamento Δc_{dev} , preso pari a 10mm come suggerito nella norma (formula 4.4N).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 12 di 79

(2)P Il copriferro nominale deve essere specificato sui disegni. Esso è definito come il copriferro minimo, c_{min} (vedere punto 4.4.1.2), più un margine di progetto per gli scostamenti, Δc_{dev} (vedere punto 4.4.1.3):

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (4.1)$$

4.4.1.2

Copriferro minimo, c_{min}

(1)P Un copriferro minimo, c_{min} , deve essere assicurato al fine di garantire:

- la corretta trasmissione delle forze di aderenza (vedere anche le Sezioni 7 e 8);
- la protezione dell'acciaio contro la corrosione (durabilità);
- un'adeguata resistenza al fuoco (vedere EN 1992-1-2).

(2)P Deve essere utilizzato il massimo valore di c_{min} che soddisfi sia i requisiti relativi all'aderenza, sia quelli relativi alle condizioni ambientali.

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm} \} \quad (4.2)$$

dove:

$c_{min,b}$ copriferro minimo dovuto al requisito di aderenza, vedere punto 4.4.1.2 (3);

$c_{min,dur}$ copriferro minimo dovuto alle condizioni ambientali, vedere punto 4.4.1.2 (5);

$\Delta c_{dur,\gamma}$ margine di sicurezza, vedere punto 4.4.1.2 (6);

$\Delta c_{dur,st}$ riduzione del copriferro minimo quando si utilizza acciaio inossidabile, vedere punto 4.4.1.2 (7);

$\Delta c_{dur,add}$ riduzione del copriferro minimo quando si ricorre a protezione aggiuntiva, vedere punto 4.4.1.2 (8).

(3) Per far sì che le forze di aderenza siano trasmesse adeguatamente, e che il calcestruzzo sia sufficientemente compatto, si raccomanda che il copriferro minimo non sia inferiore ai valori di $c_{min,b}$ dati nel prospetto 4.2.

prospetto 4.2 **Copriferro minimo, $c_{min,b}$, richiesto con riferimento all'aderenza**

Requisito relativo all'aderenza	
Disposizione delle armature	Copriferro minimo $c_{min,b}$ ^{*)}
Isolate	Diametro della barra
Raggruppate	Diametro equivalente (ϕ_e) (vedere punto 8.9.1)
*) Se la dimensione nominale massima dell'aggregato è maggiore di 32 mm, si raccomanda di aumentare $c_{min,b}$ di 5 mm.	

La classe di esposizione considerata per la galleria è XC2, relativa alle tratte dove la fluttuazione della falda comporta il passaggio da condizione di asciutto a bagnato e viceversa, mentre la maggior parte della galleria è in XC1. La classe strutturale di partenza è S4, incrementata di 2 classi per tener conto che la vita utile di progetto è di 75 anni (prospetto 4.3N). essendo previsto un calcestruzzo C32/40 non è possibile ridurre la classe in funzione della resistenza del calcestruzzo.

Per la classe strutturale S6 e classe di esposizione XC2, $c_{min,dur}$ è pari a 35 (prospetto 4.4N), che implica un copriferro minimo di 45mm. Per le nicchie si prescrive un copriferro minimo di 50mm.

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 M INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 13 di 79

prospetto 4.3N **Classificazione strutturale raccomandata**

Classe Strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
Vita utile di progetto di 100 anni	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi
Classe di resistenza ^{1) 2)}	≥C30/37 ridurre di 1 classe	≥C30/37 ridurre di 1 classe	≥C35/45 ridurre di 1 classe	≥C40/50 ridurre di 1 classe	≥C40/50 ridurre di 1 classe	≥C40/50 ridurre di 1 classe	≥C45/55 ridurre di 1 classe
Elemento di forma simile ad una soletta (posizione delle armature non influenzata dal processo costruttivo)	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe
È assicurato un controllo di qualità speciale della produzione del calcestruzzo	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe

prospetto 4.4N **Valori del copriferro minimo, $c_{min,dur}$, requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080**

Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Copriferro nominale da UNI EN 1992-1-1_2005 - par. 4.4.1

c_{nom}	45 [mm]	(4.1)
c_{min}	35	(par. 4.4.1.2)
Δc_{dev}	10 suggerito 10	(par. 4.4.1.3)
$c_{min,b}$	16 \emptyset barra	(4.4.1.2 (3))
$c_{min,dur}$	35 da tabella 4.3N e 4.4N	(4.4.1.2 (5))
$\Delta c_{dur,y}$	0 suggerito 0	(4.4.1.2 (6))
$\Delta c_{dur,st}$	0 suggerito 0	(4.4.1.2 (7))
$\Delta c_{dur,add}$	0 suggerito 0	(4.4.1.2 (8))

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 M INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 14 di 79

Come riportato nella "Relazione di caratterizzazione geotecnica/geomeccanica generale" IF3A02EZZRBGE0206001 delle opere in sotterraneo, per la galleria Orsara si prevedono condizioni di esposizione ad ambienti aggressivi prevalentemente di classe XA1, tranne che in corrispondenza delle pk 42+400, 44+750, 48+200, 50+000, 51+300, 52+500, 54+250, 55+950, 57+900, 60+100, 63+150, dove si prevede una classe di esposizione XA2. Con riferimento alla UNI EN 206-1 e alla UNI 11104, considerando la condizione peggiore XA2, è necessario un rapporto a/c massimo di 0.50, una classe di resistenza minima C32/40 e almeno 320kg/m³ di cemento: per il progetto in esame si prescrive a/c massimo di 0.45 e 340kg/m³ di quantitativo minimo di cemento.

M

prospetto F.1 Valori limite raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

UNI EN 206-1:2001

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi		
						Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ^{a)}	4,0 ^{a)}	4,0 ^{a)}	-	-	-
Altri requisiti												Agregati conformi al prEN 12620:2000 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati ^{b)}		

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.
b) Qualora la presenza di SO₂ comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.

M

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

UNI 11104:2004

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza ^{a)}	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ^{a)}					
Altri requisiti												Agregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}		

^{a)} Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.
a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.
b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

La classe di esposizione ambientale XA2 rientra nelle condizioni ambientali aggressive, per le quali è richiesta un'apertura massima delle fessure pari a $w_1 = 0.2\text{mm}$.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA						
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	<table><tr><td>COMMESSA IF3A</td><td>LOTTO 02</td><td>CODIFICA E ZZ BZ</td><td>DOCUMENTO GN0700 002</td><td>REV. D</td><td>FOGLIO 15 di 79</td></tr></table>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 15 di 79
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 15 di 79		

7 FASE DI DIAGNOSI

Nella fase di diagnosi si è proceduto alla valutazione della risposta deformativa del cavo basandosi sui risultati delle analisi presentate per lo scavo della galleria di linea nella relazione di calcolo IF3A02EZZRHGN0100001 e tenendo conto delle dimensioni ridotte dell'area di scavo delle nicchie, oltre che della lunghezza ridotta delle stesse.

Prima di riportare i risultati delle valutazioni svolte, si descrivono le categorie di comportamento possibili.

7.1 CATEGORIE DI COMPORTAMENTO

Secondo l'approccio ADECO-RS, la previsione dell'evoluzione dello stato tensionale a seguito dell'apertura di una galleria è possibile attraverso l'analisi dei fenomeni deformativi, che forniscono indicazioni sul comportamento della cavità nei riguardi della stabilità a breve e a lungo termine. Dati sperimentali e analisi teoriche hanno dimostrato che il comportamento della cavità è significativamente condizionato, oltre che dalle caratteristiche geometriche della galleria stessa e dai carichi litostatici, anche dalle caratteristiche di resistenza e di rigidità del nucleo d'avanzamento, inteso come il volume di terreno a monte del fronte di scavo. Se il nucleo non è costituito da materiale sufficientemente rigido e resistente da mantenere in campo elastico il proprio comportamento tensio-deformativo, si sviluppano fenomeni deformativi e plasticizzazioni rilevanti in avanzamento, a cui consegue l'evoluzione verso condizioni di instabilità del fronte e del cavo. Se, invece, il comportamento del nucleo d'avanzamento si mantiene in campo elastico, il nucleo stesso svolge un'azione di precontenimento del cavo, che si mantiene a sua volta in condizioni elastiche, conservando le caratteristiche di massima resistenza del materiale attraversato e quindi configurazioni di stabilità.

Sulla base di tali considerazioni, il comportamento del nucleo-fronte di scavo, al quale è legato quello della cavità, può essere sostanzialmente ricondotto alle seguenti tre categorie:

Categoria A: nucleo-fronte stabile

Tale categoria corrisponde alla condizione in cui lo stato tensionale nel terreno al fronte e al contorno della cavità non supera le caratteristiche di resistenza dell'ammasso; in tal caso le deformazioni sono prevalentemente elastiche, di piccola entità e tendono ad esaurirsi rapidamente con la distanza dal fronte. Il fronte di scavo e il cavo sono stabili e quindi non si rendono necessari interventi preventivi di stabilizzazione, se non localizzati e in misura ridotta. Il rivestimento definitivo costituisce il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

Categoria B: nucleo-fronte stabile a breve termine

Tale categoria corrisponde alla condizione in cui lo stato tensionale nel terreno al fronte e al contorno della cavità, a seguito delle operazioni di scavo, raggiunge la resistenza dell'ammasso. I fenomeni deformativi tensionali sono di tipo elasto-plastico, di maggiore entità rispetto al caso precedente. Nell'ammasso può prodursi una eventuale riduzione delle caratteristiche di resistenza con decadimento verso i parametri residui. La risposta tensio-deformativa può essere opportunamente controllata con adeguati interventi di preconsolidamento del fronte e/o di consolidamento al contorno del cavo. In tal modo si fornisce l'opportuno contenimento all'ammasso perché mantenga un comportamento stabile. Nel caso non si prevedano interventi, lo stato tensio-deformativo può evolvere verso situazioni di instabilità del cavo in fase di realizzazione. Il rivestimento definitivo costituisce il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

Categoria C: nucleo-fronte instabile

Tale categoria corrisponde alla condizione in cui, superata la resistenza del terreno, i fenomeni deformativi evolvono molto rapidamente in campo plastico, producendo la progressiva instabilità del fronte di scavo e un incremento dell'estensione della zona dell'ammasso decompressa e plasticizzata al contorno della cavità, con rapido decadimento delle caratteristiche meccaniche del materiale. L'espansione della fascia di materiale decompresso al contorno del cavo deve essere contenuta prima dell'arrivo del fronte di scavo, mediante interventi di preconsolidamento in avanzamento, che consentono di creare artificialmente l'effetto arco per far evolvere la risposta tensio-deformativa verso configurazioni di stabilità.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 16 di 79

7.2 DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO

La definizione delle sezioni analizzate è stata eseguita sulla base dei risultati della caratterizzazione geotecnica, in funzione delle condizioni idrauliche previste e della distribuzione delle diverse classi di copertura lungo il tracciato, valutando il possibile comportamento deformativo del fronte e del cavo.

Le tabelle seguenti riportano le progressive delle varie tipologie di nicchie, la formazione ed il range di copertura, che viene utilizzato per individuare la corrispondente sezione di riferimento lungo la galleria di linea. Le diagnosi lungo la galleria di linea forniscono solo un'indicazione della risposta del cavo al variare della copertura e dei parametri geotecnici in quanto si riferiscono ad un raggio di scavo di quasi 5m e ad uno scavo completo. Nel caso delle nicchie i raggi di scavo risultano molto più piccoli (2.2m per Tipo 1 e NC, 2.4m per Tipo 2 e inferiore a 2.6m per Tipo 3) e lo scavo avanza solo per pochi metri (1.3m per Tipo 1 e NC, 3.1m per Tipo 2 e 3.8m per Tipo 3): considerato che l'effetto fronte non viene annullato dal completamento dello scavo in avanzamento, le convergenze risulteranno inferiori rispetto a quelle della galleria di linea. La categoria di comportamento riportata in tabella tiene quindi conto di questo effetto scala tra la galleria di linea e la nicchia.

Per una maggiore chiarezza, nella prima tabella vengono riportate le nicchie realizzate in corrispondenza del binario pari e nella seconda quelle del binario dispari.

Si segnala che per la nicchia NS-5/D è stato considerato valido il calcolo della nicchia NS-4/D stante la vicinanza delle due.

Tabella 1 – Categorie di comportamento – Nicchie - Binario Pari

Nicchia BP	PK BP [m]	Tipologia	Formazione BP	Copertura [m]	Sezione di riferimento	Comportamento
NC-1/P	41624.15	NC	FAE/ma	68-79	FAEma_2	A
NT-1/P	41648.74	3	FAE/ma	68-79	FAEma_2	A
NL-2/P	41697.15	1	FAE/ma	68-79	FAEma_2	A
NP-1/P	41939.24	2	FAE/ma	68-79	FAEma_2	A
NC-2/P	41964.83	NC	FAE/ma	68-79	FAEma_2	A
NL-3/P	42189.24	1	FAE/ma	70-78	FAEma_2	A
NC-3/P	42384.83	NC	FAE/ma	95-114	FAEma_2	A
NP-2/P	42439.24	2	FAE/ma	114-209	FAEma_3	A
NC-4/P	42524.83	NC	FAE/ma	114-209	FAEma_3	A
NL-4/P	42689.24	1	FAE/ma	114-209	FAEma_3	A
NP-3/P	42939.24	2	FAE/ma	234-370	FAEma_5	A
NL-5/P	43189.24	1	FAE/ma	234-370	FAEma_5	A
NP-4/P	43439.24	2	FAE/c	204-245	FAEc_2	A
NL-6/P	43689.24	1	BVNb	120-182	BVNb_5	B/C
NC-5/P	43784.83	NC	BVNb	120-182	BVNb_5	B/C
NP-5/P	43939.24	2	BVNb	120-182	BVNb_5	B/C

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 17 di 79

Nicchia BP	PK BP [m]	Tipologia	Formazione BP	Copertura [m]	Sezione di riferimento	Comportamento
NC-6/P	44024.83	NC	BVNb	120-182	BVNb_5	B/C
NL-7/P	44189.24	1	BVNb	50-120	BVNb_3	C
NP-6/P	44439.24	2	BVNb	50-120	BVNb_3	C
NL-8/P	44689.24	1	BVNb	20-50	BVNb_2	C
NP-7/P	44939.24	2	BVNb	20-110	BVNb_3	C
NL-9/P	45189.24	1	BVNb	20-110	BVNb_3	C
NC-7/P	45284.83	NC	BVNb	20-110	BVNb_3	C
NP-8/P	45439.24	2	BVNb	20-110	BVNb_3	C
NT-2/P	45462.74	3	BVNb	20-110	BVNb_3	C
NL-10/P	45690.15	1	BVNb	20-110	BVNb_3	C
NC-8/P	45825.74	NC	BVNb	110-140	BVNb_3	C
NP-9/P	45939.24	2	BVNb	110-140	BVNb_3	C
NL-11/P	46189.24	1	BVNb	110-140	BVNb_3	C
NP-10/P	46439.24	2	BVNb	60-35	BVNb_2	C
NC-9/P	46684.83	NC	TPC	95-106	TPC_1 - TPC_2	C
NL-12/P	46689.24	1	TPC	95-106	TPC_1 - TPC_2	C
NP-11/P	46934.74	2	TPC	120-193	TPC_1 - TPC_2	C
NL-13/P	47179.74	1	TPC	120-193	TPC_1 - TPC_2	C
NC-10/P	47225.33	NC	TPC	120-193	TPC_1 - TPC_2	C
NB-4/P	47324.74	2	TPC	120-193	TPC_1 - TPC_2	C
NP-12/P	47424.74	2	FAE/ma	196-222	FAEma_4	A
NL-14/P	47669.74	1	FAE/c	227-370	FAEc_3	A
NP-13/P	47914.74	2	FAE/c	227-370	FAEc_3	A
NL-15/P	48159.74	1	FAE/c	227-370	FAEc_3	A
NP-14/P	48404.74	2	FAE/c	227-370	FAEc_3	A
NL-16/P	48649.74	1	FAE/c	227-370	FAEc_3	A
NP-15/P	48894.74	2	FAE/am	331-370	FAEam_4	A
NL-17/P	49139.74	1	FAE/c	280-308	FAEc_3	A
NP-16/P	49384.74	2	FAE/c	280-308	FAEc_3	A
NL-18/P	49629.74	1	FAE/am	251-286	FAEam_2	A

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 18 di 79

Nicchia BP	PK BP [m]	Tipologia	Formazione BP	Copertura [m]	Sezione di riferimento	Comportamento
NT-3/P	49711.74	3	FAE/am	251-286	FAEm_2	A
NP-17/P	49876.74	2	FAE/c	235-251	FAEc_2	A
NL-19/P	50119.24	1	FAE/c	235-251	FAEc_2	A
NC-11/P	50284.44	NC	FAE/ma	232-238	FAEm_4	A
NP-18/P	50368.74	2	FAE/ma	232-238	FAEm_4	A
NL-20/P	50618.74	1	FAE/ma	232-238	FAEm_4	A
NC-12/P	50623.94	NC	FAE/ma	232-238	FAEm_4	A
NP-19/P	50866.74	2	FAE/am	215-232	FAEm_4	A
NL-21/P	51116.74	1	FAE/am	165-185	FAEm_3	A
NP-20/P	51366.74	2	FYR	120-165	FYR_4	C
NL-22/P	51616.74	1	FYR	120-165	FYR_4	C
NC-13/P	51782.33	NC	FYR	120-165	FYR_4	C
NP-21/P	51866.74	2	FYR	120-165	FYR_4	C
NC-14/P	52022.33	NC	FYR	70-120	FYR_1	C
NL-23/P	52116.74	1	FYR	70-120	FYR_1	C
NP-22/P	52366.74	2	FYR	60-90	FYR_1	C
NL-24/P	52616.74	1	FYR	60-90	FYR_1	C
NB-7/P	52843.33	2	FYR	75-130	FYR_2	C
NP-23/P	52866.74	2	FYR	75-130	FYR_2	C
NL-25/P	53116.74	1	FYR2	118-130	FYR2_1	C
NP-24/P	53366.74	2	FYR	110-140	FYR_3	C
NC-15/P	53582.33	NC	FYR	80-110	FYR_2	C
NL-26/P	53614.24	1	FYR	80-110	FYR_2	C
NC-16/P	53822.33	NC	FYR	70-120	FYR_2	C
NP-25/P	53864.74	2	FYR	70-120	FYR_2	C
NT-4/P	53963.74	3	FYR	70-120	FYR_2	C
NL-27/P	54109.74	1	FYR	120-180	FYR_4	C
NP-26/P	54354.74	2	FYR	120-180	FYR_4	C
NL-28/P	54599.74	1	FYR	120-180	FYR_4	C
NP-27/P	54844.74	2	FYR	140-180	FYR_4	C

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 21 di 79

Nicchia BP	PK BP [m]	Tipologia	Formazione BP	Copertura [m]	Sezione di riferimento	Comportamento
NL-52/P	65042.74	1	ANZ2	105-170	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NP-48/P	65282.74	2	ANZ2	105-170	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NL-53/P	65521.15	1	TFR	55-105	TFR_2	C
NP-49/P	65768.74	2	TFR	12-55	TFR_1	C
NL-54/P	66008.74	1	TFRa	15	TFRa_1	C
NB-14/P	66222.74	2	APC	15-60	APC_2	C
NP-50/P	66258.74	2	APC	15-60	APC_2	C
NL-55/P	66498.74	1	APC	15-60	APC_2	C
NC-28/P	66504.33	NC	APC	15-60	APC_2	C
NC-29/P	66654.33	NC	APC	15-60	APC_2	C
NT-8/P	66714.74	3	APC	15-60	APC_2	C
NP-51/P	66748.74	2	APC	15-60	APC_2	C
NL-56/P	66988.74	1	APC	15-60	APC_2	C
NP-52/P	67238.74	2	APC	15-60	APC_2	C
NL-57/P	67478.74	1	APC	15-60	APC_2	C
NP-53/P	67728.74	2	APC	15-60	APC_2	C
NL-58/P	67968.74	1	APC	15-60	APC_2	C
NC-30/P	68084.33	NC	APC	15-60	APC_2	C
NB-15-16/P	68160	2	APC	15-60	APC_2	C
NL-59/P	68172	1	APC	15-60	APC_2	C

Tabella 2 – Categorie di comportamento – Nicchie - Binario Dispari

Nicchia BD	PK BD [m]	Tipologia	Formazione BD	Copertura	Sezione di riferimento	Comportamento
NC-1/D	41647.79	NC	FAE/ma	55-70	FAEma_1	A
NT-1/D	41671.49	3	FAE/ma	55-70	FAEma_1	A
NL-2/D	41720.79	1	FAE/ma	55-70	FAEma_1	A
NP-1/D	41962.66	2	FAE/ma	55-70	FAEma_1	A
NC-2/D	41988.14	NC	FAE/ma	55-70	FAEma_1	A
NL-3/D	42210.49	1	FAE/ma	70-90	FAEma_2	A
NC-3/D	42403.74	NC	FAE/am	100-110	FAEma_2	A

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA	
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ BZ GN0700 002 D 22 di 79

Nicchia BD	PK BD [m]	Tipologia	Formazione BD	Copertura	Sezione di riferimento	Comportamento
NP-2/D	42457.49	2	FAE/ma	110-200	FAEma_3	A
NC-4/D	42542.05	NC	FAE/ma	200-225	FAEma_4	A
NL-4/D	42704.49	1	FAE/ma	200-225	FAEma_4	A
NP-3/D	42951.49	2	FAE/ma	200-300	FAEma_5	A
NL-5/D	43198.49	1	FAE/ma	300-370	FAEma_6	A
NP-4/D	43445.49	2	FAE/c	200-235	FAEma_5	A
NL-6/D	43692.49	1	BVNb	125-180	BVNb_5	B/C
NC-5/D	43786.94	NC	BVNb	125-180	BVNb_5	B/C
NP-5/D	43939.49	2	BVNb	125-180	BVNb_5	B/C
NC-6/D	44024.06	NC	BVNb	125-180	BVNb_5	B/C
NL-7/D	44186.50	1	BVNb	75-125	BVNb_3	C
NP-6/D	44433.50	2	BVNb	75-125	BVNb_3	C
NL-8/D	44680.50	1	BVNb	20-40	BVNb_2	C
NP-7/D	44927.51	2	BVNb	20-45	BVNb_2	C
NL-9/D	45174.51	1	BVNb	65-125	BVNb_3	C
NC-7/D	45268.95	NC	BVNb	65-125	BVNb_3	C
NP-8/D	45421.51	2	BVNb	65-125	BVNb_3	C
NT-2/D	45499.49	3	BVNb	25-65	BVNb_2	C
NL-10/D	45670.99	1	BVNb	65-125	BVNb_3	C
NC-8/D	45806.58	NC	BVNb	65-125	BVNb_3	C
NP-9/D	45920.08	2	BVNb	125-135	BVNb_4	B/C
NL-11/D	46170.08	1	BVNb	135	BVNb_4	B/C
NP-10/D	46420.08	2	BVNb	65-110	BVNb_3	C
NC-9/D	46665.67	NC	BVNb	65-110	BVNb_3	C
NL-12/D	46670.08	1	BVNb	65-110	BVNb_3	C
NP-11/D	46915.61	2	TPC	120-130	TPC_1 - TPC_2	C
NL-13/D	47162.78	1	TPC	120-200	TPC_1 - TPC_2	C
NC-10/D	47208.95	NC	TPC	120-200	TPC_1 - TPC_2	C
NP-12/D	47410.96	2	FAE/ma	200-220	FAEma_4	A
NL-14/D	47659	1	FAE/c - faglia	220	FAEc_2	B
NP-13/D	47907.78	2	FAE/c	220-370	FAEc_3	A
NL-15/D	48156.36	1	FAE/c	220-370	FAEc_3	A
NP-14/D	48404.98	2	FAE/c	220-370	FAEc_3	A
NL-16/D	48653.59	1	FAE/c	220-370	FAEc_3	A
NP-15/D	48902.18	2	FAE/am	325-370	FAEam_4	A
NL-17/D	49150.77	1	FAE/c	280-295	FAEc_3	A
NP-16/D	49399.37	2	FAE/c	280-295	FAEc_3	A
NL-18/D	49647.96	1	FAE/am	250-280	FAEam_2	A

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA					
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo					
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 23 di 79

Nicchia BD	PK BD [m]	Tipologia	Formazione BD	Copertura	Sezione di riferimento	Comportamento
NT-3/D	49734.49	3	FAE/am	250-280	FAEm_2	A
NP-17/D	49898.59	2	FAE/c	235-250	FAEc_2	A
NL-19/D	50144.65	1	FAE/c	235-250	FAEc_2	A
NC-11/D	50312.28	NC	FAE/ma	230-235	FAEm_4	A
NP-18/D	50397.71	2	FAE/ma	230-235	FAEm_4	A
NL-20/D	50648.36	1	FAE/ma	230-235	FAEm_4	A
NC-12/D	50653.56	NC	FAE/ma	230-235	FAEm_4	A
NP-19/D	50896.36	2	FAE/ma	190-210	FAEm_4	A
NL-21/D	51146.36	1	FAE/am	170-190	FAEm_3	A
NP-20/D	51396.36	2	FYR	125-170	FYR_4	C
NL-22/D	51646.36	1	FYR	125-170	FYR_4	C
NC-13/D	51811.95	NC	FYR	125-170	FYR_4	C
NP-21/D	51896.36	2	FYR	125-170	FYR_4	C
NC-14/D	52051.95	NC	FYR	70-125	FYR_1	C
NL-23/D	52146.36	1	FYR	70-125	FYR_1	C
NP-22/D	52396.36	2	FYR	70	FYR_1	C
NL-24/D	52646.36	1	FYR	110-115	FYR_1	C
NP-23/D	52896.36	2	FYR	110-115	FYR_2	C
NL-25/D	53146.36	1	FYR2	115-130	FYR2_1	C
NP-24/D	53396.36	2	FYR	110-135	FYR_3	C
NC-15/D	53611.95	NC	FYR	80-110	FYR_2	C
NL-26/D	53643.86	1	FYR	80-110	FYR_2	C
NC-16/D	53851.95	NC	FYR	80-130	FYR_2	C
NP-25/D	53894.36	2	FYR	80-130	FYR_2	C
NT-4/D	53985.49	3	FYR	80-130	FYR_2	C
NL-27/D	54139.36	1	FYR	130-190	FYR_4	C
NP-26/D	54384.36	2	FYR	130-190	FYR_4	C
NL-28/D	54629.36	1	FYR	130-190	FYR_4	C
NP-27/D	54874.36	2	FYR	130-190	FYR_4	C
NC-17/D	55104.95	NC	FYR	130-190	FYR_4	C
NL-29/D	55116.86	1	FYR	130-190	FYR_4	C
NP-28/D	55360.36	2	FYR	130-190	FYR_4	C
NL-30/D	55601.07	1	FYR	130-190	FYR_4	C
NC-18/D	55657.39	NC	FYR	130-190	FYR_4	C
NP-29/D	55844.44	2	FYR	130-190	FYR_4	C
NL-31/D	56087.87	1	FYR	130-190	FYR_4	C
NP-30/D	56323.18	2	CTLa	100-140	CTLa_1	C
NICCHIA	56370.04	3	STF2	115	STF2_1	C

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA													
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ BZ</td> <td>GN0700 002</td> <td>D</td> <td>24 di 79</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ BZ	GN0700 002	D	24 di 79
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ BZ	GN0700 002	D	24 di 79								

Nicchia BD	PK BD [m]	Tipologia	Formazione BD	Copertura	Sezione di riferimento	Comportamento
NICCHIA	56378.82	3	STF2	105-115	STF2_1	C
NICCHIA	56386.49	3	STF2	105-115	STF2_1	C
NT-5/D	56538.21	3	STF2	110-215	STF2_2	C
NL-32/D	56577.77	1	STF2	110-215	STF2_2	C
NS-4/D	56796.49	3	STF2	110-215	STF2_2	C
NS-5/D	56804.49	3	STF2	110-215	STF2_2	C
NL-33/D	56847.57	1	STF2	110-215	STF2_2	C
NL-34/D	57011.89	1	STF2	110-215	STF2_2	C
NL-35/D	57116.36	1	STF2	110-215	STF2_2	C
NP-30b/D	57195.47	2	STF2	110-215	STF2_2	C
NL-36/D	57418.62	1	STF2	110-215	STF2_2	C
NP-31/D	57651.90	2	STF2	110-215	STF2_2	C
NL-37/D	57851.73	1	STF2	155-200	STF2_3	C
NC-19/D	58053.06	NC	STF2	155-200	STF2_3	C
NP-33/D	58138.15	2	STF2	155-200	STF2_3	C
NT-6/D	58238.49	3	STF2	155-200	STF2_3	C
NL-38/D	58377.91	1	STF2	155-200	STF2_3	C
NC-20/D	58593.62	NC	STF2	155-200	STF2_3	C
NP-34/D	58617.99	2	STF2	155-200	STF2_3	C
NL-39/D	58857.87	1	STF2	160-175	STF2_3	C
NP-35/D	59097.87	2	BNA2	175-130	BNA2_3	B
NL-40/D	59337.87	1	BNA2	175-130	BNA2_3	B
NC-21/D	59553.46	NC	BNA2	75-130	BNA2_2	B
NP-36/D	59577.87	2	BNA2	75-130	BNA2_2	B
NL-41/D	59818.28	1	BNA2	75-130	BNA2_2	B
NP-37/D	60057.87	2	BNA2	35-75	BNA2_1	B
NC-22/D	60093.46	NC	BNA2	35-75	BNA2_1	B
NL-42/D	60297.87	1	BNA2	35-120	BNA2_2	B
NP-38/D	60537.87	2	BNA2	35-120	BNA2_2	B
NC-23/D	60753.46	NC	BNA2	35-120	BNA2_2	B
NL-43/D	60777.87	1	BNA2	35-120	BNA2_2	B
NP-39/D	61017.87	2	BNA2	80-120	BNA2_2	B
NL-44/D	61257.87	1	BNA2	80-200	BNA2_2	B
NP-40/D	61497.87	2	BNA2	80-200	BNA2_2	B
NL-45/D	61737.87	1	BNA2	80-200	BNA2_2	B
NP-41/D	61977.87	2	BNA2	80-200	BNA2_2	B
NL-46/D	62210.78	1	BNA2	100-135	BNA2_2	B
NC-24/D	62253.87	NC	BNA2	75-100	BNA2_2	B

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA					
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo					
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 25 di 79

Nicchia BD	PK BD [m]	Tipologia	Formazione BD	Copertura	Sezione di riferimento	Comportamento
NP-42/D	62457.58	2	BNA2	85-140	BNA2_2	B
NT-7/D	62487.49	3	BNA2	85-140	BNA2_2	B
NC-25/D	62591.79	NC	BNA2	85-140	BNA2_2	B
NL-47/D	62697.42	1	BNA2	85-140	BNA2_2	B
NP-43/D	62937.01	2	BNA2	85-100	BNA2_2	B
NL-48/D	63176.61	1	BNA2	75-125	BNA2_2	B
NP-44/D	63416.21	2	BNA2	125-145	BNA2_3	B
NL-49/D	63653.33	1	BNA2	125-145	BNA2_3	B
NP-45/D	63890.46	2	ANZ2	115-155	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NC-26/D	64073.82	NC	ANZ2	115-175	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NL-50/D	64127.58	1	ANZ2	115-175	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NP-46/D	64364.71	2	ANZ2	115-175	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NL-51/D	64601.83	1	ANZ2	120-160	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NP-47/D	64838.96	2	ANZ2	120-160	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NC-27/D	65022.33	NC	ANZ2	120-160	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NL-52/D	65076.09	1	ANZ2	115-130	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NP-48/D	65313.21	2	ANZ2	115-130	ANZ2_1 - ANZ2_2	C
NL-53/D	65548.77	1	TFR	75-115	TFR_2	C
NP-49/D	65793.39	2	TFR	35-75	TFR_1	C
NL-54/D	66030.52	1	TFRa	15-20	TFRa_1	C
NP-50/D	66277.52	2	APC	15-50	APC_2	C
NL-55/D	66514.65	1	APC	15-50	APC_2	C
NC-28/D	66520.17	NC	APC	15-50	APC_2	C
NC-29/D	66668.38	NC	APC	15-50	APC_2	C
NT-8/D	66737.49	3	APC	15-50	APC_2	C
NP-51/D	66761.65	2	APC	15-50	APC_2	C
NL-56/D	66998.78	1	APC	15-50	APC_2	C
NP-52/D	67245.79	2	APC	15-50	APC_2	C
NL-57/D	67482.91	1	APC	15-50	APC_2	C
NP-53/D	67730.78	2	APC	15-50	APC_2	C
NL-58/D	67970.76	1	APC	15-50	APC_2	C
NC-30/D	68086.35	NC	APC	15-50	APC_2	C
NB-15-16/D	68168.50	2	APC	15-50	APC_2	C
NL-59/D	68178.00	1	APC	15-50	APC_2	C

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 26 di 79

8 FASE DI TERAPIA

Nel presente capitolo sono definiti gli interventi necessari per garantire la stabilità del cavo a breve e a lungo termine, in accordo con le indicazioni provenienti dalla fase conoscitiva e dall'analisi del comportamento allo scavo in assenza di interventi (fase di diagnosi). I risultati ottenuti dalla fase di diagnosi sono stati analizzati ingegneristicamente, considerando non solo il comportamento dello scavo risultante dalle analisi effettuate lungo la galleria di linea, ma anche la minore area da scavare, la forma della curva, i valori assoluti della convergenza radiale, nonché attingendo all'esperienza di scavi in contesti simili.

Come descritto in dettaglio nella "Relazione tecnico illustrativa" IF3A02EZZBZGN0700001, in funzione del contesto geomeccanico presente, sono state previste 3 tipologie (A, B e C) di intervento e apprestamenti per ciascuna tipologia di nicchia (NC, 1, 2 e 3), con misure di crescente importanza al fine di contenere le deformazioni del cavo.

Gli approcci per la valutazione delle modalità di scavo e rivestimento di prima fase sono i medesimi già definiti per le categorie della galleria di linea e dei by-pass. Nella seguente tabella si riporta indicazione, per ciascuna nicchia, della modalità esecutiva. Nei capitoli successivi si riportano le analisi statiche per la verifica dei rivestimenti definitivi.

Per una maggiore chiarezza, nella prima tabella vengono riportate le nicchie realizzate in corrispondenza del binario pari e nella seconda quelle del binario dispari.

Si segnala che per la nicchia NS-5/D è stato preso considerato valido il calcolo della nicchia NS-4/D stante la vicinanza delle due.

Nel tratto compreso tra le Progressive 50+300 e 51+100 del binario pari e tra le Progressive 50+200 e 51+250 del binario dispari occorrerà valutare in dettaglio la localizzazione delle nicchie in relazione ai contesti geomeccanici locali individuati in fase di avanzamento degli scavi; qualora interessino porzioni di ammasso francamente argilloso potrà rendersi necessaria l'applicazione della sezione tipo B.

Tabella 3 – Tipologia – Nicchie - Binario Pari

Nicchia BP	PK BP [m]	Tipologia	Formazione BP	Copertura [m]	Tipologia di scavo
NC-1/P	41624.15	NC	FAE/ma	68-79	A
NT-1/P	41648.74	3	FAE/ma	68-79	A
NL-2/P	41697.15	1	FAE/ma	68-79	A
NP-1/P	41939.24	2	FAE/ma	68-79	A
NC-2/P	41964.83	NC	FAE/ma	68-79	A
NL-3/P	42189.24	1	FAE/ma	70-78	A
NC-3/P	42384.83	NC	FAE/ma	95-114	A
NP-2/P	42439.24	2	FAE/ma	114-209	A
NC-4/P	42524.83	NC	FAE/ma	114-209	A
NL-4/P	42689.24	1	FAE/ma	114-209	A
NP-3/P	42939.24	2	FAE/ma	234-370	A
NL-5/P	43189.24	1	FAE/ma	234-370	A
NP-4/P	43439.24	2	FAE/c	204-245	A

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo							COMMESSA IF3A	LOTTO 02

Nicchia BP	PK BP [m]	Tipologia	Formazione BP	Copertura [m]	Tipologia di scavo
NL-6/P	43689.24	1	BVNb	120-182	C
NC-5/P	43784.83	NC	BVNb	120-182	C
NP-5/P	43939.24	2	BVNb	120-182	C
NC-6/P	44024.83	NC	BVNb	120-182	C
NL-7/P	44189.24	1	BVNb	50-120	C
NP-6/P	44439.24	2	BVNb	50-120	C
NL-8/P	44689.24	1	BVNb	20-50	C
NP-7/P	44939.24	2	BVNb	20-110	C
NL-9/P	45189.24	1	BVNb	20-110	C
NC-7/P	45284.83	NC	BVNb	20-110	C
NP-8/P	45439.24	2	BVNb	20-110	C
NT-2/P	45462.74	3	BVNb	20-110	C
NL-10/P	45690.15	1	BVNb	20-110	C
NC-8/P	45825.74	NC	BVNb	110-140	C
NP-9/P	45939.24	2	BVNb	110-140	C
NL-11/P	46189.24	1	BVNb	110-140	C
NP-10/P	46439.24	2	BVNb	60-35	C
NC-9/P	46684.83	NC	TPC	95-106	C
NL-12/P	46689.24	1	TPC	95-106	C
NP-11/P	46934.74	2	TPC	120-193	C
NL-13/P	47179.74	1	TPC	120-193	C
NC-10/P	47225.33	NC	TPC	120-193	C
NB-4/P	47324.74	2	TPC	120-193	C
NP-12/P	47424.74	2	FAE/ma	196-222	A
NL-14/P	47669.74	1	FAE/c	227-370	A
NP-13/P	47914.74	2	FAE/c	227-370	A
NL-15/P	48159.74	1	FAE/c	227-370	A
NP-14/P	48404.74	2	FAE/c	227-370	A
NL-16/P	48649.74	1	FAE/c	227-370	A
NP-15/P	48894.74	2	FAE/am	331-370	A

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 28 di 79

Nicchia BP	PK BP [m]	Tipologia	Formazione BP	Copertura [m]	Tipologia di scavo
NL-17/P	49139.74	1	FAE/c	280-308	A
NP-16/P	49384.74	2	FAE/c	280-308	A
NL-18/P	49629.74	1	FAE/am	251-286	A
NT-3/P	49711.74	3	FAE/am	251-286	A
NP-17/P	49876.74	2	FAE/c	235-251	A
NL-19/P	50119.24	1	FAE/c	235-251	A
NC-11/P	50284.44	NC	FAE/ma	232-238	A
NP-18/P	50368.74	2	FAE/ma	232-238	A
NL-20/P	50618.74	1	FAE/ma	232-238	A
NC-12/P	50623.94	NC	FAE/ma	232-238	A
NP-19/P	50866.74	2	FAE/am	215-232	A
NL-21/P	51116.74	1	FAE/am	165-185	A
NP-20/P	51366.74	2	FYR	120-165	C
NL-22/P	51616.74	1	FYR	120-165	C
NC-13/P	51782.33	NC	FYR	120-165	C
NP-21/P	51866.74	2	FYR	120-165	C
NC-14/P	52022.33	NC	FYR	70-120	C
NL-23/P	52116.74	1	FYR	70-120	C
NP-22/P	52366.74	2	FYR	60-90	C
NL-24/P	52616.74	1	FYR	60-90	C
NB-7/P	52843.33	2	FYR	75-130	C
NP-23/P	52866.74	2	FYR	75-130	C
NL-25/P	53116.74	1	FYR2	118-130	C
NP-24/P	53366.74	2	FYR	110-140	C
NC-15/P	53582.33	NC	FYR	80-110	C
NL-26/P	53614.24	1	FYR	80-110	C
NC-16/P	53822.33	NC	FYR	70-120	C
NP-25/P	53864.74	2	FYR	70-120	C
NT-4/P	53963.74	3	FYR	70-120	C
NL-27/P	54109.74	1	FYR	120-180	C

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 29 di 79

Nicchia BP	PK BP [m]	Tipologia	Formazione BP	Copertura [m]	Tipologia di scavo
NP-26/P	54354.74	2	FYR	120-180	C
NL-28/P	54599.74	1	FYR	120-180	C
NP-27/P	54844.74	2	FYR	140-180	C
NC-17/P	55075.33	NC	FYR	140-180	C
NL-29/P	55087.24	1	FYR	140-180	C
NP-28/P	55330.74	2	FYR	140-180	C
NL-30/P	55570.74	1	FYR	140-180	C
NC-18/P	55626.33	NC	FYR	140-180	C
NP-29/P	55810.74	2	FYR	140-180	C
NL-31/P	56050.74	1	FYR	140-180	C
NP-30/P	56282.74	2	CTLa	100-133	C
NICCHIA	56328.94	3	CTLa	100-133	C
NICCHIA	56337.59	3	CTLa	100-133	C
NT-5/P	56494.74	3	STF2	105-165	C
NL-32/P	56533.74	1	STF2	105-165	C
NL-33/P	56799.74	1	STF2	165-220	C
NL-34/P	56961.74	1	STF2	165-220	C
NL-35/P	57064.74	1	STF2	165-220	C
NP-30b/P	57142.74	2	STF2	165-220	C
NL-36/P	57362.74	1	STF2	180-220	C
NP-31/P	57592.74	2	STF2	174	C
NL-37/P	57789.74	1	STF2	140-193	C
NC-19/P	57988.33	NC	STF2	140-193	C
NP-33/P	58072.74	2	STF2	140-193	C
NT-6/P	58214.74	3	STF2	140-193	C
NL-38/P	58312.33	1	STF2	140-193	C
NC-20/P	58528.33	NC	STF2	140-193	C
NP-34/P	58552.74	2	STF2	140-193	C

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 31 di 79

Nicchia BP	PK BP [m]	Tipologia	Formazione BP	Copertura [m]	Tipologia di scavo
NB-13/P	64296.33	2	ANZ2	105-170	C
NP-46/P	64322.74	2	ANZ2	105-170	C
NL-51/P	64562.74	1	ANZ2	105-170	C
NP-47/P	64802.74	2	ANZ2	105-170	C
NC-27/P	64988.33	NC	ANZ2	105-170	C
NL-52/P	65042.74	1	ANZ2	105-170	C
NP-48/P	65282.74	2	ANZ2	105-170	C
NL-53/P	65521.15	1	TFR	55-105	C
NP-49/P	65768.74	2	TFR	12-55	C
NL-54/P	66008.74	1	TFRa	15	C
NB-14/P	66222.74	2	APC	15-60	C
NP-50/P	66258.74	2	APC	15-60	C
NL-55/P	66498.74	1	APC	15-60	C
NC-28/P	66504.33	NC	APC	15-60	C
NC-29/P	66654.33	NC	APC	15-60	C
NT-8/P	66714.74	3	APC	15-60	C
NP-51/P	66748.74	2	APC	15-60	C
NL-56/P	66988.74	1	APC	15-60	C
NP-52/P	67238.74	2	APC	15-60	C
NL-57/P	67478.74	1	APC	15-60	C
NP-53/P	67728.74	2	APC	15-60	C
NL-58/P	67968.74	1	APC	15-60	C
NC-30/P	68084.33	NC	APC	15-60	C
NB-15-16/P	68160.00	2	APC	15-60	C
NL-59/P	68172.00	1	APC	15-60	C

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 M INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 32 di 79

Tabella 4 – Tipologia – Nicchie - Binario Dispari

Nicchia BD	PK BD [m]	Tipologia	Formazione BD	Copertura	Tipologia di scavo
NC-1/D	41647.79	NC	FAE/ma	55-70	A
NT-1/D	41671.49	3	FAE/ma	55-70	A
NL-2/D	41720.79	1	FAE/ma	55-70	A
NP-1/D	41962.66	2	FAE/ma	55-70	A
NC-2/D	41988.14	NC	FAE/ma	55-70	A
NL-3/D	42210.49	1	FAE/ma	70-90	A
NC-3/D	42403.74	NC	FAE/am	100-110	A
NP-2/D	42457.49	2	FAE/ma	110-200	A
NC-4/D	42542.05	NC	FAE/ma	200-225	A
NL-4/D	42704.49	1	FAE/ma	200-225	A
NP-3/D	42951.49	2	FAE/ma	200-300	A
NL-5/D	43198.49	1	FAE/ma	300-370	A
NP-4/D	43445.49	2	FAE/c	200-235	A
NL-6/D	43692.49	1	BVNb	125-180	C
NC-5/D	43786.94	NC	BVNb	125-180	C
NP-5/D	43939.49	2	BVNb	125-180	C
NC-6/D	44024.06	NC	BVNb	125-180	C
NL-7/D	44186.50	1	BVNb	75-125	C
NP-6/D	44433.50	2	BVNb	75-125	C
NL-8/D	44680.50	1	BVNb	20-40	C
NP-7/D	44927.51	2	BVNb	20-45	C
NL-9/D	45174.51	1	BVNb	65-125	C
NC-7/D	45268.95	NC	BVNb	65-125	C
NP-8/D	45421.51	2	BVNb	65-125	C
NT-2/D	45499.49	3	BVNb	25-65	C
NL-10/D	45670.99	1	BVNb	65-125	C
NC-8/D	45806.58	NC	BVNb	65-125	C
NP-9/D	45920.08	2	BVNb	125-135	C
NL-11/D	46170.08	1	BVNb	135	C
NP-10/D	46420.08	2	BVNb	65-110	C
NC-9/D	46665.67	NC	BVNb	65-110	C
NL-12/D	46670.08	1	BVNb	65-110	C
NP-11/D	46915.61	2	TPC	120-130	C
NL-13/D	47162.78	1	TPC	120-200	C
NC-10/D	47208.95	NC	TPC	120-200	C
NP-12/D	47410.96	2	FAE/ma	200-220	A
NL-14/D	47659	1	FAE/c	220	B

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 33 di 79

Nicchia BD	PK BD [m]	Tipologia	Formazione BD	Copertura	Tipologia di scavo
NP-13/D	47907.78	2	FAE/c	220-370	A
NL-15/D	48156.36	1	FAE/c	220-370	A
NP-14/D	48404.98	2	FAE/c	220-370	A
NL-16/D	48653.59	1	FAE/c	220-370	A
NP-15/D	48902.18	2	FAE/am	325-370	A
NL-17/D	49150.77	1	FAE/c	280-295	A
NP-16/D	49399.37	2	FAE/c	280-295	A
NL-18/D	49647.96	1	FAE/am	250-280	A
NT-3/D	49734.49	3	FAE/am	250-280	A
NP-17/D	49898.59	2	FAE/c	235-250	A
NL-19/D	50144.65	1	FAE/c	235-250	A
NC-11/D	50312.28	NC	FAE/ma	230-235	A
NP-18/D	50397.71	2	FAE/ma	230-235	A
NL-20/D	50648.36	1	FAE/ma	230-235	A
NC-12/D	50653.56	NC	FAE/ma	230-235	A
NP-19/D	50896.36	2	FAE/ma	190-210	A
NL-21/D	51146.36	1	FAE/am	170-190	A
NP-20/D	51396.36	2	FYR	125-170	C
NL-22/D	51646.36	1	FYR	125-170	C
NC-13/D	51811.95	NC	FYR	125-170	C
NP-21/D	51896.36	2	FYR	125-170	C
NC-14/D	52051.95	NC	FYR	70-125	C
NL-23/D	52146.36	1	FYR	70-125	C
NP-22/D	52396.36	2	FYR	70	C
NL-24/D	52646.36	1	FYR	110-115	C
NP-23/D	52896.36	2	FYR	110-115	C
NL-25/D	53146.36	1	FYR2	115-130	C
NP-24/D	53396.36	2	FYR	110-135	C
NC-15/D	53611.95	NC	FYR	80-110	C
NL-26/D	53643.86	1	FYR	80-110	C
NC-16/D	53851.95	NC	FYR	80-130	C
NP-25/D	53894.36	2	FYR	80-130	C
NT-4/D	53985.49	3	FYR	80-130	C
NL-27/D	54139.36	1	FYR	130-190	C
NP-26/D	54384.36	2	FYR	130-190	C
NL-28/D	54629.36	1	FYR	130-190	C
NP-27/D	54874.36	2	FYR	130-190	C
NC-17/D	55104.95	NC	FYR	130-190	C

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<p align="center">ITINERARIO NAPOLI – BARI</p> <p align="center">RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</p> <p align="center">II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</p>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo						
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 35 di 79	

Nicchia BD	PK BD [m]	Tipologia	Formazione BD	Copertura	Tipologia di scavo
NL-43/D	60777.87	1	BNA2	35-120	B
NP-39/D	61017.87	2	BNA2	80-120	B
NL-44/D	61257.87	1	BNA2	80-200	B
NP-40/D	61497.87	2	BNA2	80-200	B
NL-45/D	61737.87	1	BNA2	80-200	B
NP-41/D	61977.87	2	BNA2	80-200	B
NL-46/D	62210.78	1	BNA2	100-135	B
NC-24/D	62253.87	NC	BNA2	75-100	B
NP-42/D	62457.58	2	BNA2	85-140	B
NT-7/D	62487.49	3	BNA2	85-140	B
NC-25/D	62591.79	NC	BNA2	85-140	B
NL-47/D	62697.42	1	BNA2	85-140	B
NP-43/D	62937.01	2	BNA2	85-100	B
NL-48/D	63176.61	1	BNA2	75-125	B
NP-44/D	63416.21	2	BNA2	125-145	B
NL-49/D	63653.33	1	BNA2	125-145	B
NP-45/D	63890.46	2	ANZ2	115-155	C
NC-26/D	64073.82	NC	ANZ2	115-175	C
NL-50/D	64127.58	1	ANZ2	115-175	C
NP-46/D	64364.71	2	ANZ2	115-175	C
NL-51/D	64601.83	1	ANZ2	120-160	C
NP-47/D	64838.96	2	ANZ2	120-160	C
NC-27/D	65022.33	NC	ANZ2	120-160	C
NL-52/D	65076.09	1	ANZ2	115-130	C
NP-48/D	65313.21	2	ANZ2	115-130	C
NL-53/D	65548.77	1	TFR	75-115	C
NP-49/D	65793.39	2	TFR	35-75	C
NL-54/D	66030.52	1	TFRa	15-20	C
NP-50/D	66277.52	2	APC	15-50	C
NL-55/D	66514.65	1	APC	15-50	C
NC-28/D	66520.17	NC	APC	15-50	C
NC-29/D	66668.38	NC	APC	15-50	C
NT-8/D	66737.49	3	APC	15-50	C
NP-51/D	66761.65	2	APC	15-50	C
NL-56/D	66998.78	1	APC	15-50	C
NP-52/D	67245.79	2	APC	15-50	C

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 37 di 79

8 NICCHIA – MODELLO 3D

Per la verifica strutturale della sezione corrente delle nicchie, si analizza la nicchia 3, con le dimensioni geometriche maggiori. Si procede alla verifica della nicchia di tipo C e, filtrando la tabella della fase di terapia, si individua la condizione di carico più gravosa: in particolare la nicchia NT-6/P verrà impiegata nell' STF2 a una profondità di 155m.

Nicchia BP	PK BP [m]	Tipologia	Formazione BP	Copertura [m]	Tipologia di scavo
NT-2/P	45462.74	3	BVNb	20-110	C
NT-4/P	53963.74	3	FYR	70-120	C
NICCHIA	56328.94	3	CTLa	100-133	C
NICCHIA	56337.59	3	CTLa	100-133	C
NT-5/P	56494.74	3	STF2	105-165	C
NT-6/P	58214.74	3	STF2	140-193	C
NT-8/P	66714.74	3	APC	15-60	C

Le nicchie tipo 1 non hanno praticamente sviluppo al di fuori della galleria. Le nicchie tipo 2 hanno invece estensione longitudinale superiore ai 2m, circa mezzo metro in meno rispetto alle tipo 3, ma hanno dimensioni ridotte in sezione trasversale, 3.1m x 3.3m, contro 3.6m x 4.3m della tipo 3.

Dato che per tutte le nicchie è previsto un tubo di drenaggio sopra la soletta di fondo che permette di abbassare il battente idraulico a lungo termine al più a 50m, il calcolo della nicchia tipo 3 è valido anche per le nicchie tipo 2.

8.1 MODELLO DI CALCOLO

Per la verifica strutturale è stato implementato un modello tridimensionale agli elementi finiti mediante il programma SAP2000. Il corpo della nicchia è stato simulato per mezzo di elementi shell di spessore pari a 60 cm tali da simulare la geometria dell'opera oggetto di analisi.

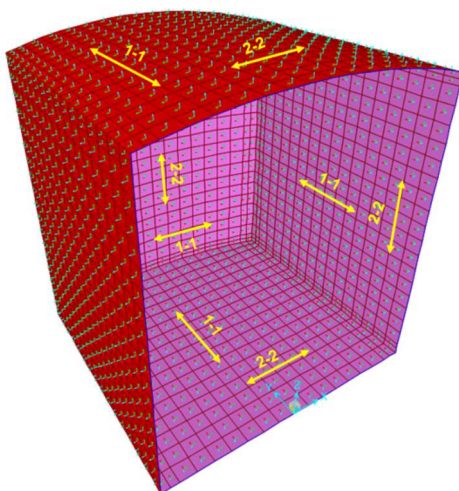


Figura 2 – Modello 3D Vista frontale – Direzioni Orientamento Assi Locali

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 38 di 79

Il materiale di tali elementi è C25/30.

I risultati delle analisi svolte e le relative verifiche sono state fatte considerando le sollecitazioni agenti nelle due direzioni principali 1-1 e 2-2 come indicato nell'immagine seguente.

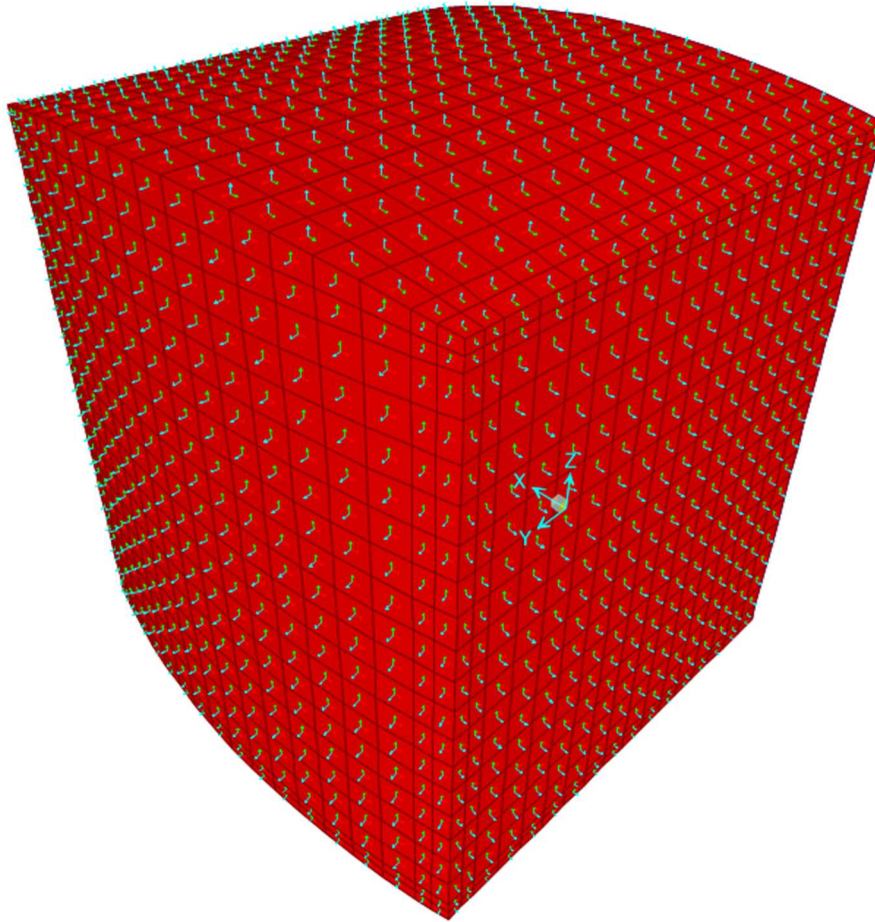


Figura 3 – Modello 3D Vista posteriore – Direzioni Orientamento Assi Locali

Il vincolo alla traslazione orizzontale offerto dalla presenza della galleria principale è stato simulato con molle non lineari reagenti solo a compressione uniformemente distribuite lungo la superficie di contatto tra la nicchia e la galleria. La rigidezza di tali molle è stata posta uguale a 10^6 kN/mc in modo tale da massimizzare le sollecitazioni agenti sulla nicchia soggetta alle spinte esterne di acqua e terreno.

La presenza del terreno al contorno è simulata per mezzo di molle non lineari reagenti solo a compressione uniformemente distribuite sugli elementi shell.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 40 di 79

8.1 APPLICAZIONE DEI CARICHI

Come per i by-pass, in corrispondenza delle nicchie il carico idraulico è limitato a 500kPa (equivalenti a 50m d'acqua) grazie alla presenza dei drenaggi.

L'estensione dello scavo delle nicchie è al più pari ad un diametro di scavo e si assume che sul rivestimento definitivo della nicchia a lungo termine si scarichi tra il 5% e il 10% del carico geostatico, tenendo conto dei rilassamenti già operati nelle analisi 2D per la verifica del rivestimento in conci prefabbricati e della presenza del rivestimento definitivo della galleria di linea e del terreno davanti alla nicchia.

Nella condizione analizzata, con 155m di copertura e falda drenata a 50m, σ'_v è pari a circa 2900kPa, per $\gamma=22\text{kN/m}^3$.

La pressione agente sul rivestimento è pari quindi a 717kPa, ossia 500kPa di carico idraulico a cui si sommano 217kPa di spinta del terreno, considerando il 7.5% di σ'_v .

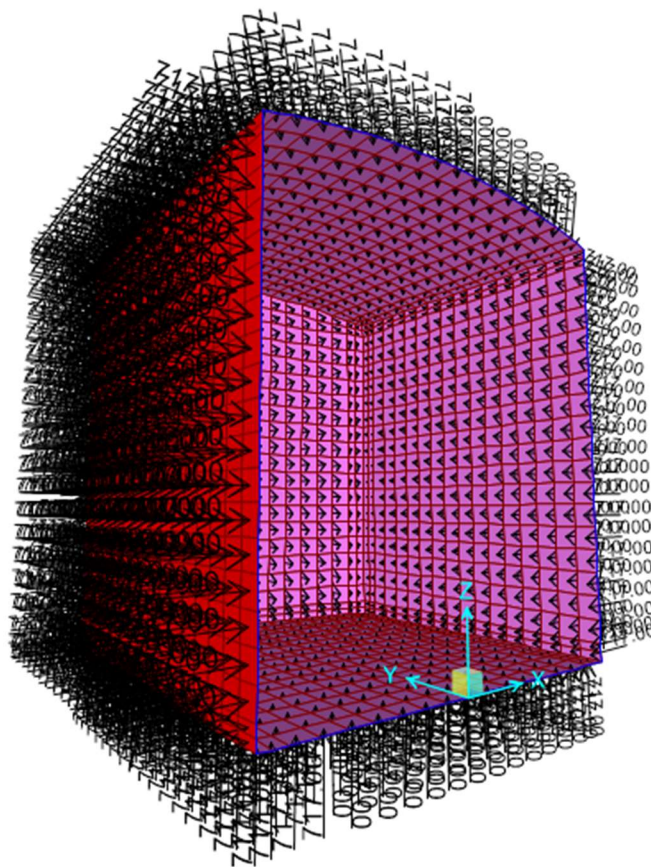


Figura 5 – Carico Idrostatico applicato al rivestimento definitivo della nicchia – Modello SAP2000

L'analisi strutturale viene eseguita verificando allo SLE lo stato tensionale e l'apertura delle fessure, considerando le sollecitazioni caratteristiche provenienti dal modello.

Le sollecitazioni allo SLU, utilizzate per le verifiche a pressoflessione e a taglio, sono state ricavate amplificando con un coefficiente pari a 1.3 le sollecitazioni caratteristiche: $SLU = 1.30 \times SLE$.

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 M INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 48 di 79

Figura 16 – Modello 3D Vista frontale – Sezioni di verifica – Direzione di Sollecitazione 1-1 (Mappa delle sollecitazioni M11-SLE)

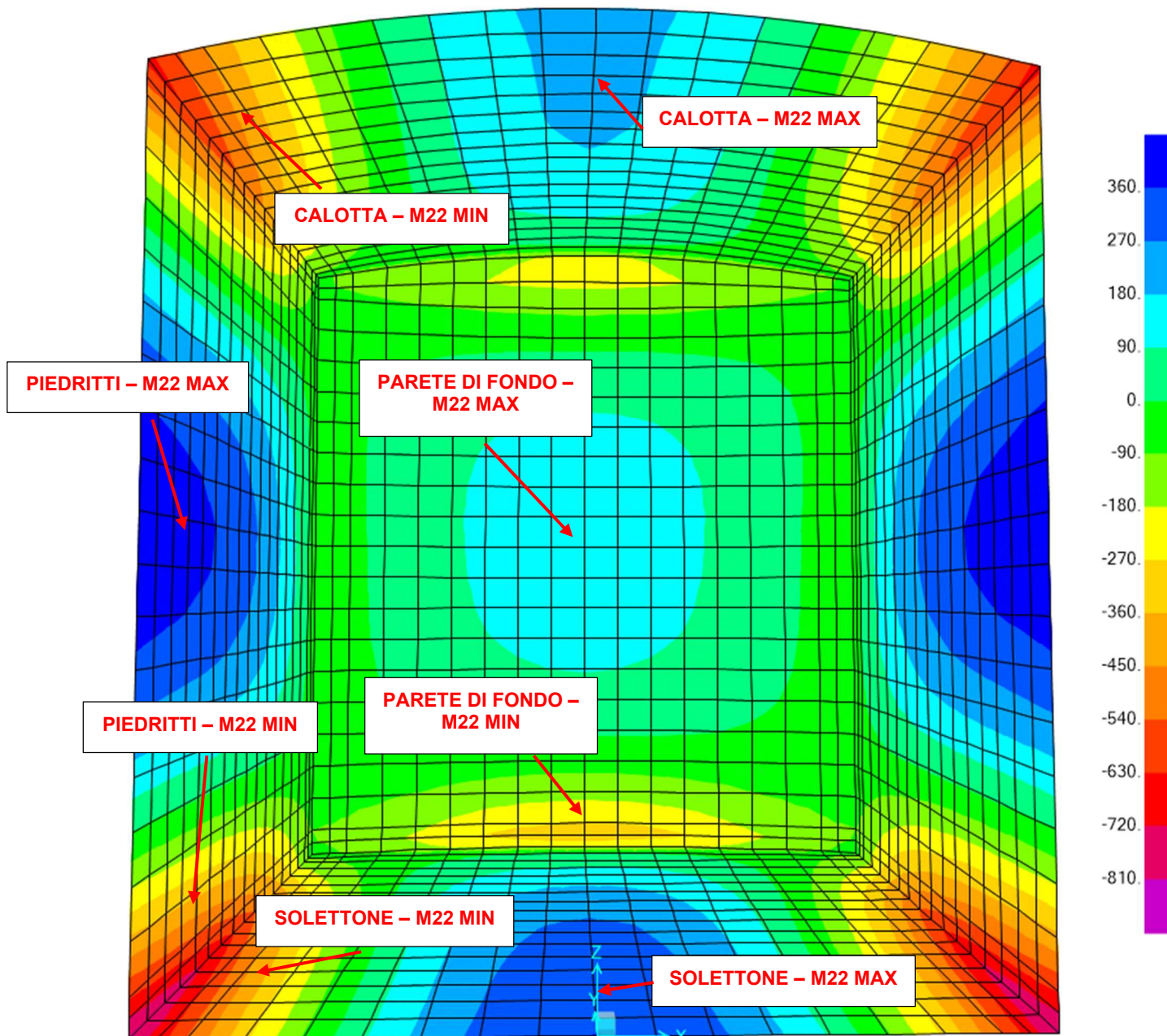


Figura 17 – Modello 3D Vista frontale – Sezioni di verifica – Direzione di Sollecitazione 2-2 (Mappa delle sollecitazioni M22-SLE)

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 51 di 79

STATO LIMITE DI ESERCIZIO - SLE						
COMB	N	M12	M13	σ_c	σ_s	w_k
	<i>kN</i>	<i>kNm</i>	<i>kNm</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	<i>mm</i>
SLE - M max	-650	0	130	-3.9	-46.7	0.000
SLE - M min	-870	0	-210	-7.1	119.8	0.000

Valori limite		
σ_c lim	σ_s lim	w_k lim
<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	<i>mm</i>
-11.25	360	0.200
-11.25	360	0.200

Tabella 9 – Verifiche statiche SLE – Solettone di Fondo – Dir 1-1

STATO LIMITE DI ESERCIZIO - SLE						
COMB	N	M12	M13	σ_c	σ_s	w_k
	<i>kN</i>	<i>kNm</i>	<i>kNm</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	<i>mm</i>
SLE - M max	-1000	0	165	-4.7	-59.2	0.000
SLE - M min	-1290	0	-260	-7.8	-93.4	0.000

Valori limite		
σ_c lim	σ_s lim	w_k lim
<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	<i>mm</i>
-11.25	360	0.200
-11.25	360	0.200

Tabella 10 – Verifiche statiche SLE – Parete di Chiusura – Dir 1-1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 60 di 79

	N_{ed} [kN/m]	M_{ed} [kNm/m]
SLU-M_{max}	2015	455
SLU-M_{min}	2002	-507

Tabella 21 – Coppie di valori M-N sollecitanti – Solettone di Fondo – Dir 2-2

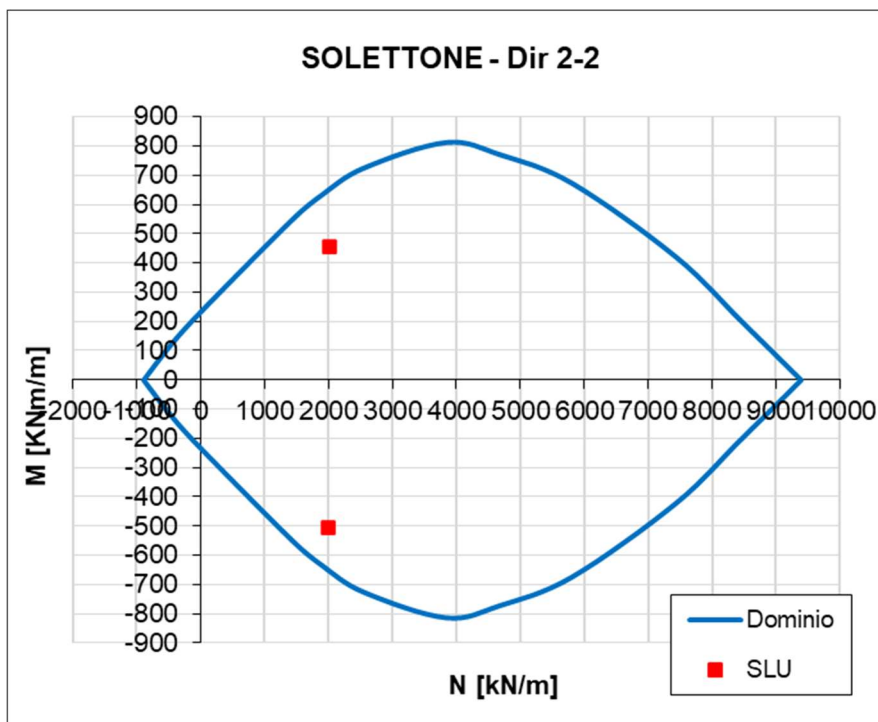


Figura 25 Dominio resistente M-N – Solettone di Fondo – Dir 2-2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 62 di 79

8.3.3 Verifiche a Taglio SLU

Di seguito vengono riportate le verifiche di resistenza a taglio per le principali sezioni di verifica, soggette al taglio massimo (considerando l'azione assiale corrispondente alla stessa combinazione di calcolo), come descritto al paragrafo precedente.

Sollecitazioni		
V_{ed}	1070	[kN]
N_{ed} (+ = compressione)	930	[kN]
Proprietà materiali strutturali		
Calcestruzzo		
f_{ck} (resistenza caratteristica cls)	25	[MPa]
f_{cd} (resistenza di progetto cls)	14.2	[MPa]
Acciaio		
f_{yk} (resistenza caratteristica acciaio)	450	[MPa]
f_{yd} (resistenza di progetto acciaio)	391.3	[MPa]
Geometria sezione di verifica		
b_w (larghezza minima sezione in zona tesa)	1000	[mm]
h (altezza sezione)	600	[mm]
Armatura longitudinale		
n_s (numero di barre long. in zona tesa)	5	[-]
Φ_s (diametro barre long.)	12	[mm]
c (ricoprimento A_s)	72	[mm]
d (altezza utile sezione) = $h - c - \Phi_s / 2$	522	[mm]
A_s (area dell'armatura long. tesa)	565	[mm ²]
ρ_l (percentuale geometrica di armatura long. tesa)	0.00108	[-]
σ_{cp} (tensione di compressione) = N_{ed} / A_c	1.55	[MPa]
Verifica sezione non armata a taglio		
$\{0.18 * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}\} * b_w * d$	263	[kN]
$(v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$	310	[kN]
$V_{Rd,0}$	310	[kN]
$V_{ed} / V_{Rd,0} \leq 1$	3.46	[-]
Armatura trasversale		
n_b (numero di bracci dell'armatura trasversale)	5.0	[-]
Φ_{sw} (diametro armatura trasversale)	12	[mm]
A_{sw} (area dell'armatura trasversale)	565	[mm ²]
s (passo armatura trasversale)	200	[mm]
α	90	[°]
θ	24.0	
$1 \leq \cot \theta \leq 2.5$	2.25	[-]
Verifica sezione armata a taglio		
$V_{Rd,s}$ (resistenza a taglio - armatura tras.)	1167	[kN]
$V_{Rd,c}$ (resistenza a taglio - sezione cls armata)	1372	[kN]
$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,c})$	1167	[kN]
$V_{ed} / V_{Rd} \leq 1$	0.92	[-]

Tabella 23 – Verifiche di Resistenza a Taglio – Calotta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 63 di 79

Sollecitazioni		
V_{ed}	1090	[kN]
N_{Ed} (+ = compressione)	820	[kN]
Proprietà materiali strutturali		
Calcestruzzo		
f_{ck} (resistenza caratteristica cls)	25	[MPa]
f_{cd} (resistenza di progetto cls)	14.2	[MPa]
Acciaio		
f_{yk} (resistenza caratteristica acciai)	450	[MPa]
f_{yd} (resistenza di progetto acciaio)	391.3	[MPa]
Geometria sezione di verifica		
b_w (larghezza minima sezione in zona tesa)	1000	[mm]
h (altezza sezione)	600	[mm]
Armatura longitudinale		
n_s (numero di barre long. in zona tesa)	5	[-]
Φ_s (diametro barre long.)	16	[mm]
c (ricoprimento A_s)	72	[mm]
d (altezza utile sezione) = $h - c - \Phi_s / 2$	520	[mm]
A_s (area dell'armatura long. tesa)	1005	[mm ²]
ρ_l (percentuale geometrica di armatura long. tesa)	0.00193	[-]
σ_{cp} (tensione di compressione) = N_{Ed} / A_c	1.37	[MPa]
Verifica sezione non armata a taglio		
$\{0.18 * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}\} * b_w * d$	278	[kN]
$(V_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$	294	[kN]
$V_{Rd,0}$	294	[kN]
$V_{Ed} / V_{Rd,0} \leq 1$	3.70	[-]
Armatura trasversale		
n_b (numero di bracci dell'armatura trasversale)	5.0	[-]
Φ_{sw} (diametro armatura trasversale)	12	[mm]
A_{sw} (area dell'armatura trasversale)	565	[mm ²]
s (passo armatura trasversale)	200	[mm]
α	90	[°]
θ	24.0	
$1 \leq ctg\theta \leq 2.5$	2.25	[-]
Verifica sezione armata a taglio		
$V_{Rd,s}$ (resistenza a taglio - armatura tras.)	1163	[kN]
$V_{Rd,c}$ (resistenza a taglio - sezione cls armata)	1351	[kN]
$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,c})$	1163	[kN]
$V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1$	0.94	[-]

Tabella 24 – Verifiche di Resistenza a Taglio – Piedritti

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 64 di 79

Sollecitazioni		
V_{ed}	1120	[kN]
N_{ed} (+ = compressione)	840	[kN]
Proprietà materiali strutturali		
Calcestruzzo		
f_{ck} (resistenza caratteristica cls)	25	[MPa]
f_{cd} (resistenza di progetto cls)	14.2	[MPa]
Acciaio		
f_{yk} (resistenza caratteristica acciaio)	450	[MPa]
f_{yd} (resistenza di progetto acciaio)	391.3	[MPa]
Geometria sezione di verifica		
b_w (larghezza minima sezione in zona tesa)	1000	[mm]
h (altezza sezione)	600	[mm]
Armatura longitudinale		
n_s (numero di barre long. in zona tesa)	5	[-]
Φ_s (diametro barre long.)	12	[mm]
c (ricoprimento A_s)	72	[mm]
d (altezza utile sezione) = $h - c - \Phi_s / 2$	522	[mm]
A_s (area dell'armatura long. tesa)	565	[mm ²]
ρ_l (percentuale geometrica di armatura long. tesa)	0.00108	[-]
σ_{cp} (tensione di compressione) = N_{ed}/A_c	1.40	[MPa]
Verifica sezione non armata a taglio		
$\{0.18 * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}\} * b_w * d$	251	[kN]
$(V_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$	298	[kN]
$V_{Rd,0}$	298	[kN]
$V_{ed}/V_{Rd,0} \leq 1$	3.76	[-]
Armatura trasversale		
n_b (numero di bracci dell'armatura trasversale)	5.0	[-]
Φ_{sw} (diametro armatura trasversale)	12	[mm]
A_{sw} (area dell'armatura trasversale)	565	[mm ²]
s (passo armatura trasversale)	200	[mm]
α	90	[°]
θ	24.0	
$1 \leq \text{ctg}\theta \leq 2.5$	2.25	[-]
Verifica sezione armata a taglio		
$V_{Rs,d}$ (resistenza a taglio - armatura tras.)	1167	[kN]
$V_{Rc,d}$ (resistenza a taglio - sezione cls armata)	1359	[kN]
$V_{Rd} = \min(V_{Rs,d}; V_{Rc,d})$	1167	[kN]
$V_{ed}/V_{Rd} \leq 1$	0.96	[-]

Tabella 25 – Verifiche di Resistenza a Taglio – Solettone di Fondo

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 65 di 79

Sollecitazioni		
V_{Ed}	760	[kN]
N_{Ed} (+ = compressione)	580	[kN]
Proprietà materiali strutturali		
Calcestruzzo		
f_{ck} (resistenza caratteristica cls)	25	[MPa]
f_{cd} (resistenza di progetto cls)	14.2	[MPa]
Acciaio		
f_{yk} (resistenza caratteristica acciaio)	450	[MPa]
f_{yd} (resistenza di progetto acciaio)	391.3	[MPa]
Geometria sezione di verifica		
b_w (larghezza minima sezione in zona tesa)	1000	[mm]
h (altezza sezione)	600	[mm]
Armatura longitudinale		
n_s (numero di barre long. in zona tesa)	5	[-]
Φ_s (diametro barre long.)	10	[mm]
c (ricoprimento A_s)	70	[mm]
d (altezza utile sezione) = $h - c - \Phi_s / 2$	525	[mm]
A_s (area dell'armatura long. tesa)	393	[mm ²]
ρ_l (percentuale geometrica di armatura long. tesa)	0.00075	[-]
σ_{cp} (tensione di compressione) = N_{Ed} / A_c	0.97	[MPa]
Verifica sezione non armata a taglio		
$\{0.18 * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}\} * b_w * d$	202	[kN]
$(v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$	265	[kN]
$V_{Rd,0}$	265	[kN]
$V_{Ed} / V_{Rd,0} \leq 1$	2.87	[-]
Armatura trasversale		
n_b (numero di bracci dell'armatura trasversale)	5.0	[-]
Φ_{sw} (diametro armatura trasversale)	10	[mm]
A_{sw} (area dell'armatura trasversale)	393	[mm ²]
s (passo armatura trasversale)	200	[mm]
α	90	[°]
θ	24.0	
$1 \leq \text{ctg}\theta \leq 2.5$	2.25	[-]
Verifica sezione armata a taglio		
$V_{Rs,d}$ (resistenza a taglio - armatura tras.)	815	[kN]
$V_{Rc,d}$ (resistenza a taglio - sezione cls armata)	1328	[kN]
$V_{Rd} = \min(V_{Rs,d}; V_{Rc,d})$	815	[kN]
$V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1$	0.93	[-]

Tabella 26 – Verifiche di Resistenza a Taglio – Parete di Chiusura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 67 di 79

Lateralmente il modello è vincolato da molle resistenti solo a compressione con rigidezza elevata (K pari a 10^9kN/m^3) per simulare la presenza del rivestimento della galleria; sopra e sotto sono presenti molle resistenti solo a compressione (K pari a 10^6kN/m^3) per simulare la presenza dei conchi tagliati in corrispondenza dell'innesto.

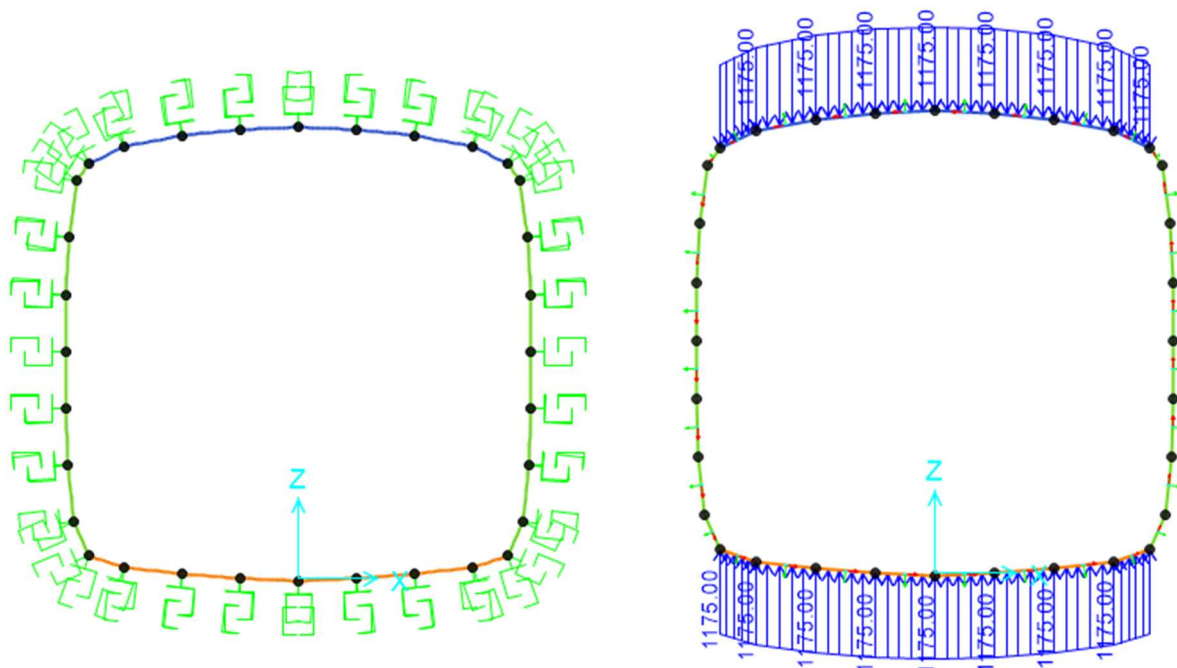


Figura 29 – Vincoli (a sinistra) e applicazione dei carichi (a destra)

8.4 APPLICAZIONE DEI CARICHI

In fase di apertura dello scavo per la nicchia, la stabilità dei conchi tagliati è assicurata dalla presenza di un telaio metallico che favorisce la redistribuzione degli sforzi sugli anelli vicini. In generale il rivestimento definitivo di galleria è verificato per reggere il carico idrostatico dovuto a 100m di battente piezometrico, oltre a quello del terreno circostante, e quindi è in grado di assorbire l'incremento di sforzo assiale ai fianchi dell'apertura delle piccole nicchie, tenuto conto che a lungo termine in corrispondenza delle nicchie il battente idraulico massimo previsto è di 50m d'acqua stante l'azione di drenaggio operata anche dalla nicchia.

Secondo la formula di Mariotte per tubi in pressione, l'azione assiale sul rivestimento definitivo di galleria a lungo termine dovuta a 50m d'acqua è pari a:

$$N = p \cdot D/2 = (50\text{m} \cdot 10\text{kN/m}^3) \cdot 9.4\text{m}/2 = 2350\text{kN/m}$$

Tenuto conto della maggiore rigidezza assiale dell'anello ai lati dell'apertura con modulo elastico $E=34\text{GPa}$ (C35/45) rispetto a $E=31\text{GPa}$ della sezione di innesto (C25/30) e della presenza del foro che ne riduce la rigidezza assiale, si considera gravante sull'innesto un carico pari al 50%, ossia 1750kN/m .

L'analisi strutturale viene eseguita verificando allo SLE lo stato tensionale e l'apertura delle fessure, considerando le sollecitazioni caratteristiche provenienti dal modello.

Allo SLU le sollecitazioni trovate vengono amplificate per 1.3 e si eseguono le verifiche a pressoflessione e a taglio.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 72 di 79

Sollecitazioni		
V_{Ed-SLU}	1399.7	[kN]
N_{Ed-SLU}	1822.0	[kN]
Proprietà materiali strutturali		
Calcestruzzo		
f_{ck} (resistenza caratteristica cls)	25.0	[MPa]
f_{cd} (resistenza di progetto cls)	14.2	[MPa]
Acciaio		
f_{yk} (resistenza caratteristica acciaio)	450.0	[MPa]
f_{yd} (resistenza di progetto acciaio)	391.3	[MPa]
Geometria sezione di verifica		
b_w (larghezza minima sezione in zona tesa)	500	[mm]
h (altezza sezione)	1000	[mm]
Armatura longitudinale		
n_s (numero di barre long. in zona tesa)	5	[-]
Φ_s (diametro barre long.)	26	[mm]
c (ricoprimento A_s)	62	[mm]
d (altezza utile sezione) = $h - c - \Phi_s / 2$	925	[mm]
A_s (area dell'armatura long. tesa)	2655	[mm ²]
ρ_l (percentuale geometrica di armatura long. tesa)	0.00574	[-]
σ_{cp} (tensione di compressione) = N_{Ed}/A_c	3.64	[MPa]
Verifica sezione non armata a taglio		
$\{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d$	394.1	[kN]
$(v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	340.1	[kN]
$V_{Rd,0}$	394.1	[kN]
$V_{Ed}/V_{Rd,0} \leq 1$	3.55	[-]
Armatura trasversale		
n_b (numero di bracci dell'armatura trasversale)	2.0	[-]
Φ_{sw} (diametro armatura trasversale)	20	[mm]
A_{sw} (area dell'armatura trasversale)	628	[mm ²]
s (passo armatura trasversale)	200	[mm]
α	90	[°]
θ	35.0	
$1 \leq \text{ctg}\theta \leq 2.5$	1.43	[-]
Verifica sezione armata a taglio		
$V_{Rs,d}$ (resistenza a taglio - armatura tras.)	1462	[kN]
$V_{Rc,d}$ (resistenza a taglio - sezione cls armata)	1732	[kN]
$V_{Rd} = \min(V_{Rs,d}; V_{Rc,d})$	1462	[kN]
$V_{Ed}/V_{Rd} \leq 1$	0.96	[-]

Figura 37 – Verifica a taglio SLU - CALOTTA

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 74 di 79

Sollecitazioni		
V_{Ed-SLU}	1427.1	[kN]
N_{Ed-SLU}	1875.4	[kN]
Proprietà materiali strutturali		
Calcestruzzo		
f_{ck} (resistenza caratteristica cls)	25.0	[MPa]
f_{cd} (resistenza di progetto cls)	14.2	[MPa]
Acciaio		
f_{yk} (resistenza caratteristica acciaio)	450.0	[MPa]
f_{yd} (resistenza di progetto acciaio)	391.3	[MPa]
Geometria sezione di verifica		
b_w (larghezza minima sezione in zona tesa)	500	[mm]
h (altezza sezione)	850	[mm]
Armatura longitudinale		
n_s (numero di barre long. in zona tesa)	10	[-]
Φ_s (diametro barre long.)	26	[mm]
c (ricoprimento A_s)	62	[mm]
d (altezza utile sezione) = $h - c - \Phi_s / 2$	775	[mm]
A_s (area dell'armatura long. tesa)	5309	[mm ²]
ρ_l (percentuale geometrica di armatura long. tesa)	0.01370	[-]
σ_{cp} (tensione di compressione) = N_{Ed}/A_c	4.41	[MPa]
Verifica sezione non armata a taglio		
$\{0.18 * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}\} * b_w * d$	392.4	[kN]
$(V_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$	290.3	[kN]
$V_{Rd,0}$	392.4	[kN]
$V_{Ed} / V_{Rd,0} \leq 1$	3.64	[-]
Armatura trasversale		
n_b (numero di bracci dell'armatura trasversale)	2.0	[-]
Φ_{sw} (diametro armatura trasversale)	20	[mm]
A_{sw} (area dell'armatura trasversale)	628	[mm ²]
s (passo armatura trasversale)	100	[mm]
α	90	[°]
θ	35.0	
$1 \leq ctg\theta \leq 2.5$	1.43	[-]
Verifica sezione armata a taglio		
$V_{Rd,s}$ (resistenza a taglio - armatura tras.)	2449	[kN]
$V_{Rd,c}$ (resistenza a taglio - sezione cls armata)	1451	[kN]
$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,c})$	1451	[kN]
$V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1$	0.98	[-]

Figura 39 – Verifica a taglio SLU – ARCO ROVESCIO

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO GN Meccanizzato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ BZ	DOCUMENTO GN0700 002	REV. D	FOGLIO 76 di 79

Il dimensionamento della struttura viene fatto considerando la condizione di carico peggiore per la nicchia tipo 3, di dimensioni maggiori. Per lo scavo nell' STF2 nella relazione di calcolo della galleria di linea IF3A02EZZRHGN0100001 si ottiene a lungo termine un'azione assiale di circa 10000kN ad anello, di cui oltre 8460kN dovuti ai 100m di carico idraulico (calcolati con formula di Mariotte $N = (100m * 10kN/m^3) * 4.7m$). Considerato che in fase di apertura della nicchia la falda verrà temporaneamente drenata completamente, sul concio si considera agente un'azione assiale di 6000kN, riducendo di circa 1/3 la N da calcolo. Dato che i conci tagliati sono 3, su ciascun lato dell'apertura verranno deviati 9000kN. Il carico verrà in parte assorbito del rivestimento in conci della galleria ed in parte dalle centine anulari del telaio reggiconci. Confrontando la rigidità assiale del concio al lato dell'apertura e delle 2HEB200 previste, risulta che le 2 centine più prossime all'apertura supportano maggiormente i carichi deviati. Considerando che hanno una rigidità inferiore al 10% rispetto alla struttura in calcestruzzo, l'azione assiale sulla singola centina viene quindi assunta pari al 10% dei 9000kN individuati in precedenza.

Il carico amplificato allo SLU per 1.3 diventa quindi N_{ed} , che risulta inferiore a $N_{c,Rd}$, calcolato in accordo al punto 4.2.6 del DM2018, considerando $f_{yk}=235MPa$ e γ_{M0} pari a 1.05.

N a concio LT [kN]	10000
R_{ext} anello [m]	4.7
N per 100m falda [kN]	8460
N a concio [kN]	6000
N° anelli tagliati	3
N a lato [kN]	9000
N° HEB 200 a lato	2
E*A 2HEB [MN m2]	3123
E*A anello [MN m2]	30600
E*A 2HEB / E*A anello	10%
% N a lato a centina	10%
N per HEB200 [kN]	900
N_{ed} [kN]	1170
$N_{c,Rd}$ [kN]	1748

Figura 42 – Verifica pilastri

Per quanto riguarda le travi HEB300 sopra e sotto l'apertura, che interessa al più 3 anelli, si osserva come l'azione assiale nei conci tagliati verrà deviata direttamente sugli anelli laterali, che risulteranno più rigidi rispetto alla parte tagliata. Il trasferimento del carico sarà favorito dalla presenza delle centine accoppiate a C opposte al foro e collegate alle centine anulari laterali e del collegamento con i connettori tra anelli.

Si considera quindi sulle travi il peso gravante della porzione di concio che risulta al di sotto della zona nei conci tagliati dove si crea l'effetto arco, permettendo di scaricare l'azione assiale ai 2 lati. Dato che l'apertura è larga 5.4m (3 conci), si considera l'arco alto 2.7m: lo sviluppo medio del concio sotto l'arco viene preso pari a 2/3 di 2.7m, ossia 1.8m. La trave risulta avere una luce di 7.2m, considerando i soli vincoli agli estremi costituiti dalle HEB200 accoppiate. Il peso proprio P dei conci appesi viene distribuito sulla luce: $(25kN/m^3 * 0.5m * 1.8m * 5.4m) / 7.2m$.

Si trova quindi il taglio sollecitante V_{ed} amplificando per 1.3 il taglio calcolato come $P * L / 2$ e si verifica che sia inferiore al 50% di $V_{c,Rd}$, calcolato in accordo al punto 4.2.17 del DM2018.

