

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

GN01 - GALLERIA NATURALE HIRPINIA

IMBOCCO LATO NAPOLI

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio ORSARA - BOVINO AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 22/07/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. M. Tanzini

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF3A	02	E	ZZ	RH	GN0100	011	A	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	S. Cimetta	22/07/2022	A. Lucia	22/07/2022	M. Tanzini	22/07/2022	Ing. A. Poli
								22/07/2022

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 3 di 109

Indice

1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	6
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	6
1.2	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA - GALLERIA ARTIFICIALE E CONCIO DI ATTACCO	7
1.3	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA –STRUTTURE INTERNE AL POZZO	9
1.1	NORMATIVE	11
1.2	CONSIDERAZIONI SU ASPETTI NORMATIVI.....	12
2	CRITERI DI CALCOLO	15
2.1	COMBINAZIONI DI CARICO	15
2.1.1	COMBINAZIONI PER LA VERIFICA ALLO SLU	15
2.1.2	COMBINAZIONI PER LA VERIFICA ALLO SLE	15
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	16
3.1	CALCESTRUZZO PER MAGRONE.....	16
3.2	CALCESTRUZZO	16
3.3	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	16
4	PARAMETRI GEOTECNICI	16
5	VERIFICA AL FUOCO	18
5.1	METODOLOGIA DI CALCOLO.....	18
5.2	PROPRIETÀ TERMICHE.....	19
5.2.1	CALCESTRUZZO	19
5.2.2	ACCIAIO PER ARMATURA	20
5.3	SPALLING	20
5.4	PROPRIETÀ MECCANICHE	22
5.4.1	CALCESTRUZZO (AGGREGATI SILICEI).....	22
5.4.2	ACCIAIO PER ARMATURA	23
5.5	APPLICAZIONE CARICHI.....	24
1.3.1	IMBOCCO	24
1.3.2	TUNNEL	24
6	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	25
7	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	27
7.1	MODELLO STRUTTURALE GALLERIA	27

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 4 di 109

7.2	MODELLO STRUTTURALE TUNNEL TIPO 1 E 2	29
8	ANALISI DELLA TEMPERATURA NEL TEMPO	30
8.1	GALLERIA ARTIFICIALE.....	30
8.2	TUNNEL TIPO 1.....	38
8.3	TUNNEL TIPO 2.....	40
9	RISULTATI DELLE ANALISI	41
9.1	SEZIONE GALLERIA ARTIFICIALE.....	41
9.1.1	RISULTATI AL TEMPO T = 0-60SEC.....	41
9.1.2	RISULTATI AL TEMPO T = 30 MIN.....	43
9.1.3	RISULTATI AL TEMPO T = 60 MIN.....	45
9.1.4	RISULTATI AL TEMPO T = 90 MIN.....	47
9.1.5	RISULTATI AL TEMPO T = 120 MIN.....	49
9.2	TUNNEL TIPO 1.....	51
9.2.1	RISULTATI AL TEMPO T = 0-60SEC.....	51
9.2.2	RISULTATI AL TEMPO T = 30 MIN.....	53
9.2.3	RISULTATI AL TEMPO T = 60 MIN.....	55
9.2.4	RISULTATI AL TEMPO T = 90 MIN.....	57
9.2.5	RISULTATI AL TEMPO T = 120 MIN.....	59
9.3	TUNNEL TIPO 2.....	61
9.3.1	RISULTATI AL TEMPO T = 0-60SEC.....	61
9.3.2	RISULTATI AL TEMPO T = 30 MIN.....	63
9.3.3	RISULTATI AL TEMPO T = 60 MIN.....	65
9.3.4	RISULTATI AL TEMPO T = 90 MIN.....	67
9.3.5	RISULTATI AL TEMPO T = 120 MIN.....	69
10	VERIFICA IN PRESENZA DI SPALLING	71
10.1	SEZIONI SOGGETTE A SPALLING	71
10.1.1	SEZIONE GALLERIA.....	71
10.1.2	TUNNEL TIPO 1	79
10.1.3	TUNNEL TIPO 2	80
11	RISULTATI DELL'ANALISI CON SPALLING	81
11.1	SEZIONE GALLERIA	81
11.1.1	RISULTATI AL TEMPO T = 30 MIN.....	81
11.1.2	RISULTATI AL TEMPO T = 60 MIN.....	83
11.1.3	RISULTATI AL TEMPO T = 90 MIN.....	85
11.1.4	RISULTATI AL TEMPO T = 120 MIN.....	87
11.2	TUNNEL TIPO 1.....	89

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 6 di 109

1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il presente documento è emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del raddoppio ferroviario della Linea Napoli - Bari nella tratta Hirpinia - Orsara.

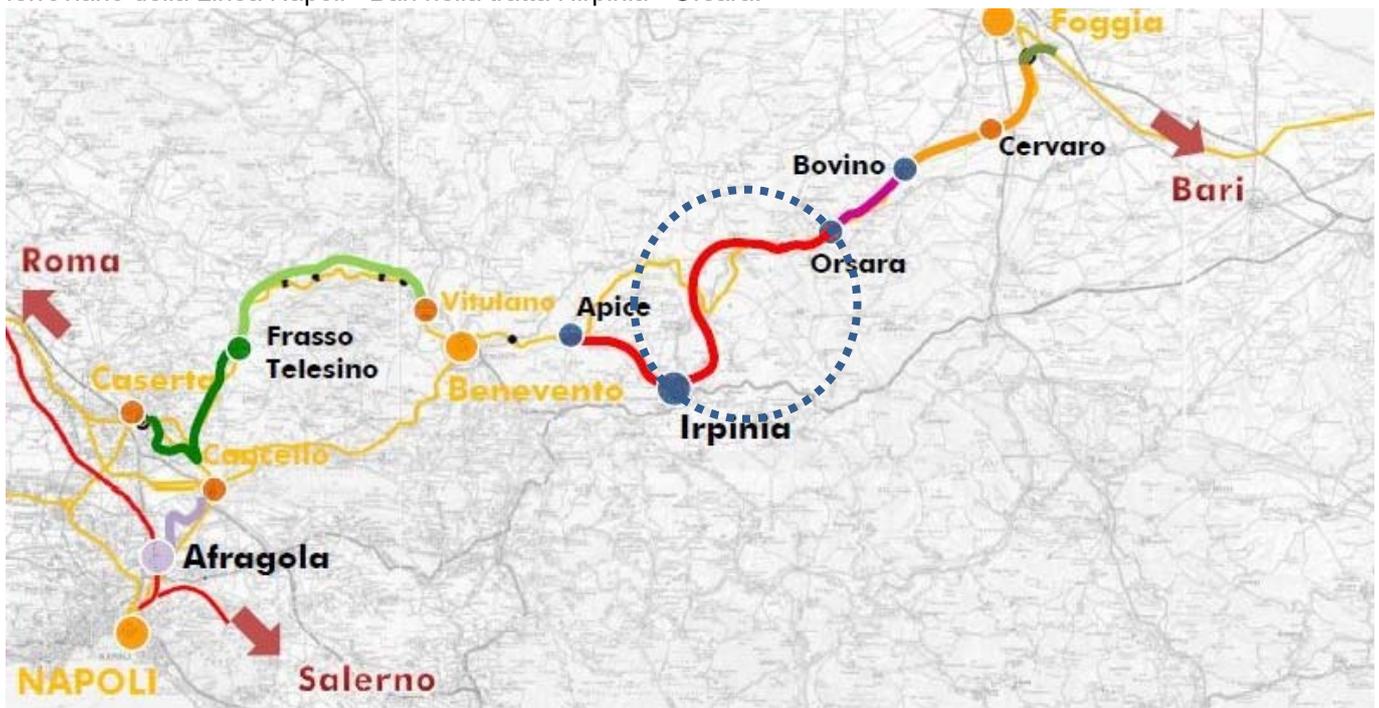


Figura 1-1. Corografia dell'intera tratta Napoli Bari, con dettaglio della tratta Hirpinia-Orsara

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

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

L'opera si colloca fra le progressive 41+436 (imbocco lato Bari) e km 68+557 (imbocco lato Napoli) e presenta una lunghezza della tratta in naturale pari a 27.065,65 m e una lunghezza delle tratte in artificiale pari a 36 m. Le coperture massime sono dell'ordine dei 370 m. A partire dall'imbocco lato Bari, la configurazione della galleria Hirpinia è a doppia canna singolo binario (configurazione presente per la quasi totalità del suo sviluppo) interessando le massime coperture della galleria pari a 370 m.

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

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 7 di 109

1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA - GALLERIA ARTIFICIALE E CONCIO DI ATTACCO

Preventivamente all'attacco del tratto in naturale, a contrasto della paratia frontale, è prevista l'esecuzione di una dima in calcestruzzo, di lunghezza pari a 5.00m, armata all'intradosso con centine in profilati d'acciaio e all'estradosso con una doppia rete elettrosaldata successivamente gettata con calcestruzzo. Il collegamento della dima con il terreno a tergo della paratia viene garantito da un ombrello di infilaggi metallici, realizzati partendo dal fronte esterno della paratia.

Il tratto in artificiale della galleria di linea ha una lunghezza complessiva di 27.00m, di cui 5.00m sotto dima e 22.00m di galleria artificiale, e termina con un muro portale oltre il quale la linea prosegue in trincea tra muri ad "U".

La galleria artificiale ha geometria policentrica di larghezza 13.20m al piano dei centri e altezza 11.45m da estradosso calotta ad estradosso arco rovescio; calotta ed arco rovescio hanno spessore di 1.00m mentre i piedritti presentano spessore variabile, con minimo di 1.20m al piano dei centri.

Il ritombamento della galleria artificiale, nel piano trasversale, è massimo in corrispondenza dell'inizio del concio d'attacco e pari a circa 5.5 m.

Il concio d'attacco ha geometria policentrica di altezza 11.95m da estradosso calotta ad estradosso arco rovescio; calotta ed arco rovescio hanno spessore rispettivamente pari a 1.00m ed 1.10m...

La configurazione definitiva, il profilo longitudinale e la sezione trasversale sono riportati nelle figure seguenti:

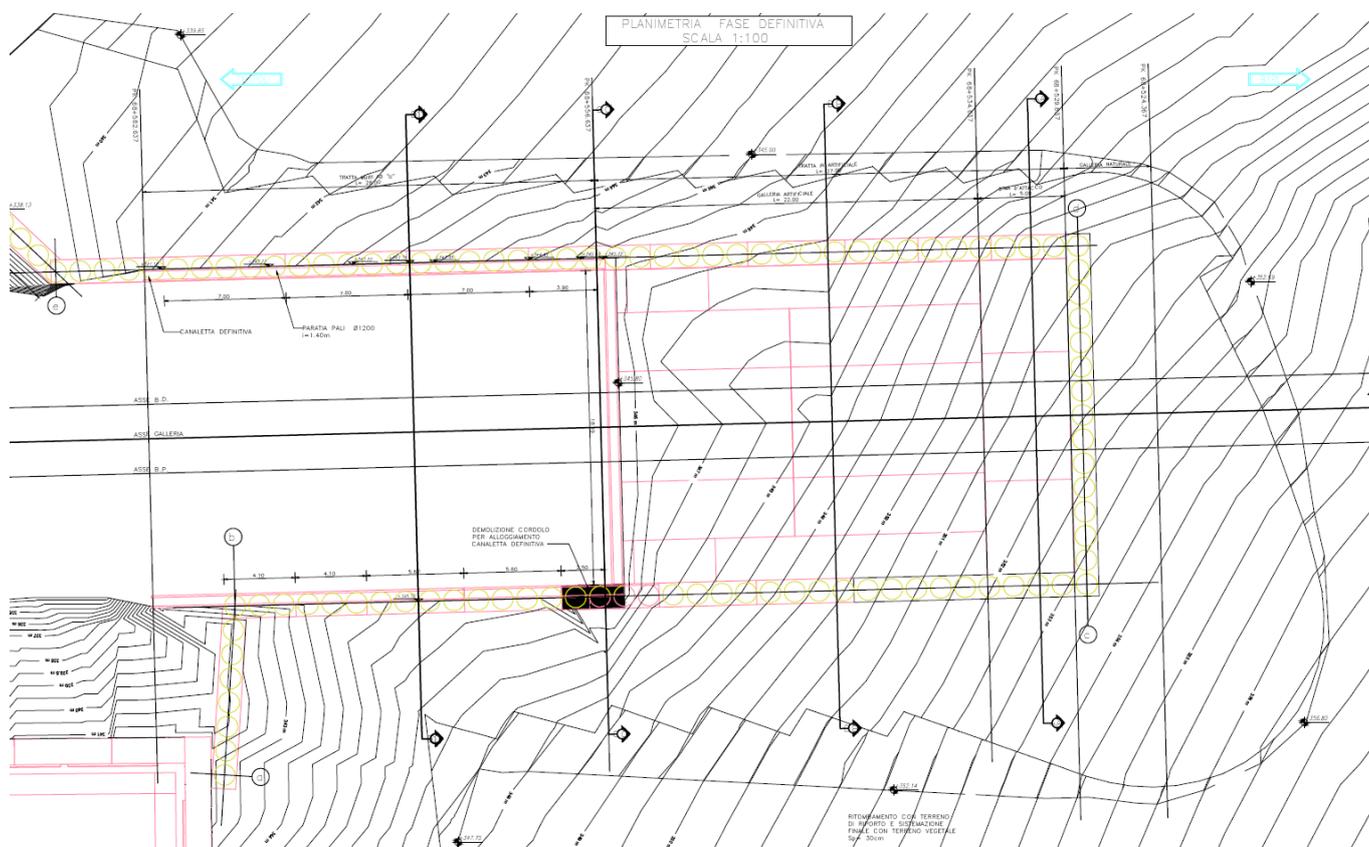


Figura 1-2. Planimetria delle opere di imbocco della galleria Hirpinia lato Napoli – Configurazione definitiva

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 8 di 109
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO							

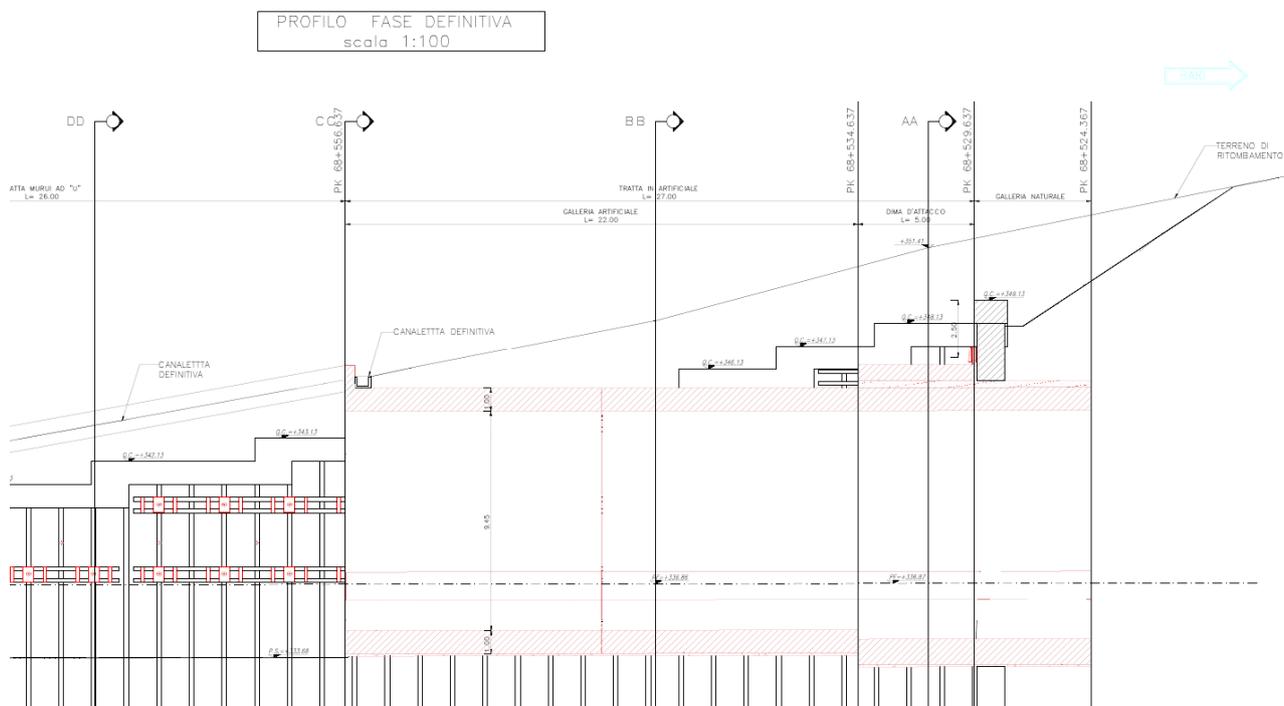


Figura 1-3. Profilo longitudinale delle opere di imbocco della galleria Hirpinia lato Napoli – Configurazione definitiva

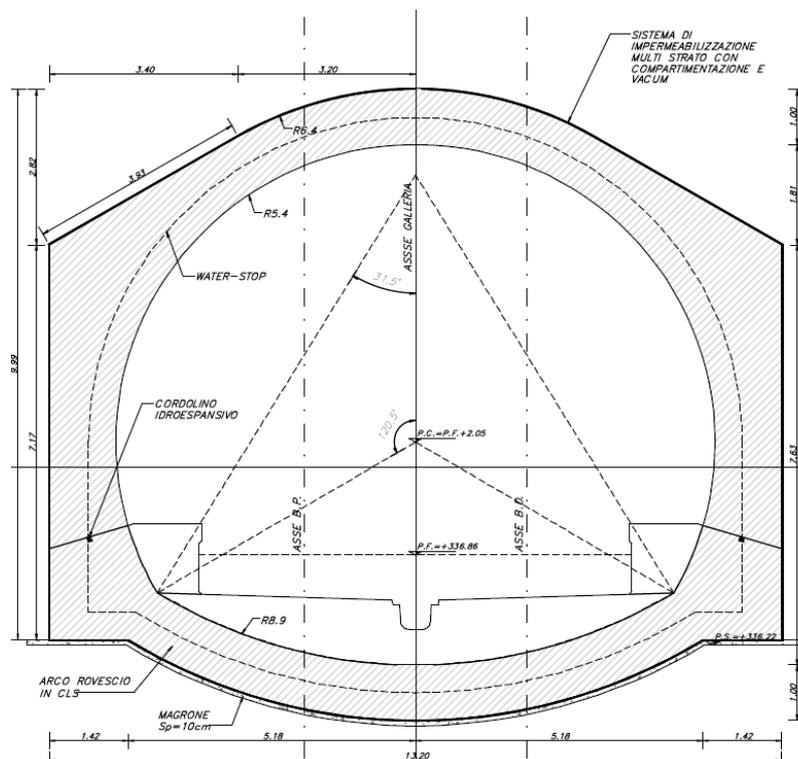


Figura 1-4. Sezione tipo galleria artificiale

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 9 di 109

1.3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA –STRUTTURE INTERNE AL POZZO

La presente relazione è parte integrante del progetto esecutivo per il raddoppio della linea ferroviaria Apice – Orsara; tale progetto si inserisce nel più ampio ambito di riqualificazione e potenziamento dell'itinerario ferroviario Roma - Napoli – Bari. La tratta Hirpinia – Orsara costituisce il 2° Lotto Funzionale del progetto di raddoppio e potenziamento della tratta Apice – Orsara, compreso tra la Stazione di Orsara e la nuova fermata di Hirpinia per una estensione complessiva di circa 28 Km di linea.



Fig. 1-1: Stralcio planimetrico galleria Hirpinia lato Napoli con indicazione dell'ubicazione del pozzo di lancio TBM

La presente relazione si riferisce al progetto esecutivi delle strutture del Pozzo di Lancio TBM.

Per l'inquadramento generale delle opere si rimanda alla documentazione del progetto definitivo.

In questo documento si descrivono le analisi e le verifiche relative alle strutture interne del pozzo che delimitano i tunnel di passaggio dei convogli.

Si distinguono due tipologie di tunnel entrambi di altezza netta interna di 6.15m

- Tunnel tipo 1 ubicato nella parte ovest in cui i due binari sono contenuti nello stesso tunnel di larghezza netta variabile da 15.7m a 12.9m
- Tunnel tipo 2 ubicato nella parte est in cui il singolo binario è contenuto all'interno del tunnel di larghezza interna di circa 6.20m

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ RH</td> <td>GN0100 011</td> <td>A</td> <td>11 di 109</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 011	A	11 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 011	A	11 di 109													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO																		

1.1 NORMATIVE

- **RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 D** " Manuale di Progettazione delle opere civili " (20/04/2019)
- **RFI, doc RFI DTC SI SP IFS 001 C** " Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili " (21/12/2018)
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28 Ottobre 2005 «Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie"
- **Legge 05.11.1971 n. 1086** "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- **D.P.R. n. 380/2001** e s.m.i. "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- **D. M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 (NTC 2018)** "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"
- **CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP** "Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
- **UNI EN 1992-1-1 novembre 2005 (EC2)** "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici"
- **UNI EN 1992-1-2 aprile 2005 (EC2 "Progettazione strutturale contro l'incendio")** "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio"
- **UNI EN 1998-5 gennaio 2005 (EC8)** "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica– Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici"
- **Regolamento U.E. nr. 1303/2014 della commissione del 18 novembre 2014** relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea (*norma STI*)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 12 di 109

1.2 CONSIDERAZIONI SU ASPETTI NORMATIVI

In primo luogo, di seguito sono richiamate le indicazioni proposte al p.to 4.9.2 nel Manuale di Progettazione delle opere civili, Parte II – Sezione 4 – Gallerie:

“Si riportano a seguire alcune considerazioni sulla differente impostazione attualmente riscontrabile nella normativa di settore, a livello nazionale ed europeo.

Mentre infatti la più datata normativa nazionale (DM 28/10/2005) richiede il soddisfacimento di condizioni deterministiche, imponendo alle strutture delle gallerie ferroviarie caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a R120, da valutare con la curva di incendio 11076 (RWS), a livello europeo la più recente incarnazione delle Specifiche tecniche di interoperabilità (STI SRT - Reg. UE n. 1303/2014) sposta l'attenzione sugli scenari di evacuazione e di emergenza, commisurando a questi le caratteristiche di resistenza al fuoco dei tunnel ferroviari.

Anche i campi di applicazione delle due norme non risultano direttamente sovrapponibili; infatti il DM 28-10-2005 si applica a tutte le gallerie di lunghezza superiore ai 2 km, mentre le STI SRT 2014 fanno riferimento solo a gallerie nuove e ristrutturata, di lunghezza superiore a 100 metri.

Nelle more di una compiuta armonizzazione della normativa di settore nazionale e sovranazionale, la legge 27/2012 ha stabilito che non possono essere applicati alla progettazione e costruzione delle nuove infrastrutture ferroviarie nazionali parametri e standard tecnici e funzionali più stringenti rispetto a quelli previsti dagli accordi e dalle norme dell'Unione Europea.

Ciò premesso, nel prosieguo si farà riferimento soprattutto alle indicazioni contenute nel più recente disposto normativo delle STI SRT 2014, ritenuto ad oggi il principale riferimento disponibile. Per il requisito di resistenza al fuoco essa richiede, al p.to 4.2.1.2, il rispetto di due principali condizioni riferite esclusivamente alla salvaguardia delle vite umane:

a) “l'integrità del rivestimento definitivo deve mantenersi (punto 6.2.7.2 - ‘a una temperatura di 450°C a livello del soffitto’) per un periodo di tempo sufficientemente lungo da consentire l'autosoccorso e l'evacuazione dei passeggeri e del personale, nonché l'intervento delle squadre di emergenza. Tale periodo di tempo deve essere conforme agli scenari di evacuazione considerati e essere indicato nel piano di emergenza.”

b) “Nel caso di gallerie sommerse o di gallerie che possano causare il cedimento di importanti significative strutture adiacenti, la struttura principale della galleria deve resistere alla temperatura dell'incendio (‘conformemente a un'idonea curva di incendio scelta dal richiedente’) per un periodo di tempo sufficiente a consentire l'evacuazione delle zone a rischio della galleria e delle strutture adiacenti. Tale periodo di tempo deve essere indicato nel piano di emergenza.”

Si nota che, a differenza di quanto riportato nel DM 28-10-2005 dove curva di incendio e durata del cimento termico sono prefissati, tali parametri non sono stabiliti univocamente.

E', quindi, compito del progettista definire la curva di incendio tempo-Temperatura ed ‘il periodo di tempo’ da considerare nelle verifiche, che dovrà essere calibrato in funzione dello scenario di evacuazione e riportato nel piano di emergenza.

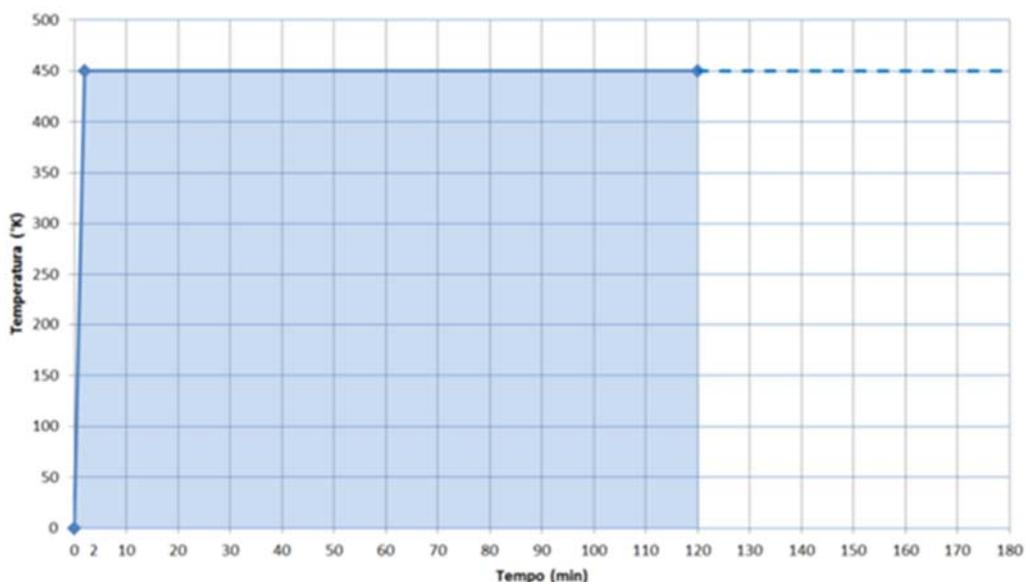
Si nota che, a differenza di quanto riportato nel DM 28-10-2005 dove curva di incendio e durata del cimento termico sono prefissati, tali parametri non sono stabiliti univocamente.

E', quindi, compito del progettista definire la curva di incendio tempo-Temperatura ed ‘il periodo di tempo’ da considerare nelle verifiche, che dovrà essere calibrato in funzione dello scenario di evacuazione e riportato nel piano di emergenza.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 13 di 109

In particolare:

- per tutte le gallerie ricadenti nel caso a) risulta plausibile ipotizzare (con riferimento anche a norme di altri stati europei) che la soglia di temperatura indicata (450°C) venga utilizzata, solo ai fini della valutazione dell'integrità del rivestimento, salvaguardando quindi l'esodo dei passeggeri e l'intervento delle squadre di soccorso. Pertanto, la verifica delle strutture della galleria deve essere eseguita con una curva di incendio tempo-Temperatura che avrà il tratto iniziale con pendenza pari e/o simile alle curve nominali - Principali curve di incendio nominali, fino a 450°C per poi rimanere costante a tale temperatura per tutta la durata di verifica, fissata generalmente in 120 minuti a meno che dal piano di emergenza della galleria emergano differenti indicazioni.



- per tutte le gallerie ricadenti nel caso b) la norma consente di verificare la resistenza delle strutture con una curva di incendio tempo-Temperatura idonea, scelta caso per caso in ragione dello scenario di incendio specifico. Tale verifica andrà condotta per una durata generalmente pari a 120 minuti, a meno che dal piano di emergenza e coordinamento della galleria emergano differenti indicazioni.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 011</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">15 di 109</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 011	A	15 di 109													

2 CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 17.01.2018 (Nuove norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

2.1 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle NTC.

Per la verifica delle azioni eccezionali, si applica la sola “Combinazione eccezionale”

2.1.1 Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrate si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l’opera.

Le combinazioni di carico vengono effettuate adottando i gruppi di azioni indicati in tabella 5.2.IV delle N.T.C. con i coefficienti parziali di sicurezza ferroviari indicati in tabella 5.2.V e i coefficienti di combinazione dei carichi ferroviari della tabella 5.2.VI, presenti al capitolo 5.2.3.3.1 delle N.T.C.; per quanto riguarda i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, si fa riferimento alla tabella 6.2.II delle N.T.C.

Ai fini delle verifiche degli stati limiti ultimi per condizioni eccezionali di carico, si definisce la seguente combinazione delle azioni:

Combinazione eccezionale:

$$G1+G2 + Ad + \sum \psi_2 i \cdot Q_{ki}$$

Con Ad azione eccezionale di progetto.

2.1.2 Combinazioni per la verifica allo SLE

Nel caso delle verifiche in caso di incendio, trattandosi di uno stato limite ultimo della struttura, non vengono prese in considerazione combinazioni agli SLE.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 17 di 109

FYR 1	Argille, argille marnose	5	20.0	15	23	0.61	30
FYR 2	Argille, argille marnose	10	20.0	15	23	0.61	50
FYR 3	Argille, argille marnose	20	20.0	20	23	0.61	80
FYR 4	Argille, argille marnose	30	20.0	20	23	0.61	100
FYR 5	Argille, argille marnose	>30	20.0	20	23	0.61	180

Tabella 1. Valori caratteristici dei parametri **geotecnici utilizzati** nelle analisi per l'imbocco

Dove:

- γ = peso di volume naturale;
- ϕ' = angolo di resistenza al taglio;
- c' = coesione drenata;
- k_0 = coefficiente di spinta a riposo;
- E = modulo di deformazione.

I parametri geotecnici caratteristici inerenti i materiali per i rinterri, come indicato nella Relazione geotecnica sono i seguenti:

angolo di attrito interno caratteristico	ϕ'_k	35-36	°
Peso specifico	γ_d	20	kN/m ³
Peso specifico immerso	γ'	10	kN/m ³
Modulo di Young	EVC	50	MPa
Modulo di Poisson	ν	0.30	-

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 19 di 109

FASE2: DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI STRUTTURALI E VERIFICA DI RESISTENZA

L'analisi strutturale è eseguita a valle dell'analisi termica e, in determinati casi, dopo l'analisi torsionale. Una struttura può essere discretizzata con elementi BEAM, TRUSS e SHELL. La risposta della struttura è valutata considerando i carichi statici applicati e l'evoluzione del campo termico, il comportamento dei materiali dipendente dalla temperatura, gli effetti delle deformazioni termiche e la presenza di effetti del secondo ordine. Il meccanismo di danno del calcestruzzo durante la fase di scarico elastico può eventualmente essere tenuto in conto adottando un opportuno modello costitutivo. Dal punto di vista computazionale, l'analisi è svolta in maniera incrementale, cioè per incrementi successivi di tempo; pertanto, per ogni istante in cui la convergenza è raggiunta, è possibile ottenere le seguenti informazioni (output):

- gli spostamenti in ogni nodo della struttura;
- le azioni assiali, le forze di taglio e i momenti flettenti nei punti di integrazione di ogni elemento finito;
- gli sforzi, le deformazioni e il modulo tangente nei punti di integrazione di ogni elemento finito

L'analisi termina al raggiungimento del tempo prefissato (2 ore) o in caso di divergenza dell'analisi, ovvero quando le sollecitazioni/deformazioni eccedono il limite del materiale. Le condizioni al contorno e i carichi statici permanenti dovuti al peso proprio e ai carichi portati sono determinati assumendo considerazioni analoghe a quelle assunte per il calcolo statico delle WBS in oggetto, e pertanto per ulteriori dettagli si rimanda alle relative relazioni di calcolo. Per la modellazione del distacco esplosivo del calcestruzzo (spalling) si è deciso di decurtare la sezione del tratto interessato dal fenomeno; quindi, esse risulteranno più corte e prive dello strato di armatura adiacente al lembo esposto all'incendio.

5.2 PROPRIETÀ TERMICHE

Per la determinazione delle distribuzioni di temperatura nelle sezioni è necessario definire le proprietà meccaniche e termiche dei materiali.

5.2.1 Calcestruzzo

Il materiale utilizzato è il SILCONC_EN, tale denominazione fa riferimento al modello costitutivo uniassiale ad aggregati silicei definito nell'UNI EN 1992-1-2 (2005), i parametri utilizzati sono i seguenti:

- massa specifica: 2400 kg/m³
- contenuto di umidità: 46 kg/m³
- coefficiente convettivo su profili caldi: 25 W/m²K
- coefficiente convettivo su profili freddi: 4 W/m²K
- emissività relativa: 0.7
- parametro per la conduttività termica α : 0.5

In accordo col paragrafo 3.3.3 delle EN-1992-1-2, la conduttività termica viene determinata all'interno di un intervallo attraverso il parametro α tramite la relazione:

$$k(T) = k_{lower}(T) + \alpha \left(k_{upper}(T) - k_{lower}(T) \right) \text{ con } \alpha \text{ compreso tra } [0,1]$$

Il parametro α , inoltre, varia con la temperatura secondo le espressioni:

- $\alpha(\theta) = (-1.80 \times 10^{-4} + 9 \times 10^{-6} \times \theta + 2.3 \times 10^{-11} \times \theta^3) / \theta$ per $20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \theta \leq 700 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\alpha(\theta) = (140 \times 10^{-3}) / \theta$ per $700 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 1200 \text{ }^\circ\text{C}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 20 di 109

5.2.2 Acciaio per armatura

Il materiale utilizzato è lo STEELEC2EN, ovvero acciaio al carbonio le cui proprietà termiche seguono le equazioni presenti nell'Eurocodice EN 1993-1-2, i parametri utilizzati sono:

- coefficiente convettivo su profili caldi: 25 W/m²K
- coefficiente convettivo su profili freddi: 4 W/m²K
- emissività relativa: 0.7

5.3 SPALLING

Il procedimento sopra esposto andrà percorso anche valutando l'influenza del fenomeno dello spalling sulla risposta strutturale. A tal proposito, infatti, l'Eurocodice 2 [2] (UNI EN 1992-1-2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2 - Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio, Sezione 4 Procedure di progettazione, p.to 4.1 Generalità) richiede che "...il distacco del calcestruzzo deve essere evitato per mezzo di misure appropriate oppure si deve tenere conto della sua influenza sui requisiti prestazionali (R e/o E I)...".

Pertanto, al fine di quantificare l'entità dello spalling da considerare nelle analisi, si potrà far riferimento al criterio sviluppato, per conto di RFI, nel documento "Considerazioni sul fenomeno dello spalling ai fini dell'esecuzione delle verifiche in condizioni di incendio delle strutture di rivestimento di opere in sotterraneo" (E. Cartapati – maggio 2012).

Tale criterio, basato su evidenze sperimentali e di incendi realmente avvenuti, che hanno coinvolto strutture prive di accorgimenti nei riguardi dei fenomeni dello spalling, definisce che:

- per le strutture non armate la riduzione media di spessore da utilizzare nelle analisi e verifiche può essere valutata pari a 15 cm;
- per le strutture armate la riduzione media di spessore da utilizzare nelle analisi e verifiche è ricavabile dalla formula:

$$s = c + \varnothing r + \varnothing f + i/10;$$

dove c è il copriferro e i l'interasse delle armature di forza; $\varnothing r$ e $\varnothing f$ sono rispettivamente i diametri delle armature di ripartizione (r) e di forza (f).

Tale valore è determinato dalla somma di diversi contributi:

- distacco del calcestruzzo per tutto lo spessore del copriferro;
- distacco del calcestruzzo per tutto lo spessore corrispondente all'ingombro delle armature (somma dei diametri dei due ordini di armature: principali e trasversali);
- spessore medio aggiuntivo che tiene conto del possibile distacco di schegge di calcestruzzo non contrastato dalla presenza delle barre di armatura; tale spessore aggiuntivo può essere valutato mediamente dell'ordine di 1/10 dell'interasse fra le armature principali, La profondità massima non può essere superiore a quella di sezioni non armate ($s \leq 150$ mm).

L'applicazione del criterio presuppone che l'armatura principale abbia un comportamento favorevole, ovvero armatura sufficientemente ripartita ed efficacemente trattenuta da staffe e spillature dirette verso l'interno della sezione. La validità del criterio è riferita ad un intervallo di variabilità dell'interasse fra le armature dell'ordine di 100 ÷ 250 mm; per interassi superiori a 200 mm è opportuno incrementare (fino al 50%) il contributo dello spessore medio aggiuntivo.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 011</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">24 di 109</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 011	A	24 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 011	A	24 di 109													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO																		

5.5 APPLICAZIONE CARICHI

Facendo riferimento alla sola combinazione eccezionale

$$G1+G2 + Ad + \Sigma\psi2i\cdot Qki$$

I carichi statici applicati alle sezioni risultano:

1.3.1 Imbocco

- Peso proprio strutture
- Carichi permanenti portati (Spinta del terreno)

1.3.2 Tunnel

- Peso proprio strutture
- pressione/depressione per il passaggio del convoglio $p = 10 \text{ kPa}$ (valore superiore a quanto prescritto dalle NTC 2018 cap.5.2.2.6) (si considera tale azione moltiplicata per il coefficiente moltiplicativo 0.2 come da normativa, vedi relazione IF3A02ERHPZ010000001°)

Per i valori delle sollecitazioni si rimanda alla 'relazione di calcolo IF2O00EZZRHGA0200001B e IF3A02ERHPZ010000001°

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 28 di 109

– per l'arco rovescio

$$k = \frac{E'}{B(1-v^2)c_t} i$$

con:

R_{eq} = raggio di curvatura del tratto di carpenteria curvilinea considerata

B = lunghezza del tratto rettilineo di carpenteria.

i = interasse tra le bielle

v = coefficiente di Poisson

E' = modulo elastico del mezzo di contorno

c_t = coefficiente di forma della fondazione; relazioni cfr. Bowles (1960), con L = lato maggiore della fondazione

Fondazione rettangolare con $L/B \leq 10$

$$c_t = 0.853 + 0.534 \ln \left(\frac{L}{B} \right)$$

Fondazione rettangolare con $L/B > 10$

$$c_t = 2 + 0.0089 \frac{L}{B}$$

Per il calcolo della rigidezza delle molle dei piedritti si simula la presenza del materiale di ritombamento e non del terreno in sito, quindi il modulo è pari a 50 MPa.

La rigidezza delle molle al contorno è riassunta nella seguente immagine:

	calotta - 1	rettilineo - 2	piedritto - 3	arco rovescio - 4
B [m]	0,00	3,20	6,30	10,04
R [m]	5,90	0,00	0,00	0,00
E [kN/m ²]	25000	25000	25000	40000
v	0,30	0,30	0,30	0,30
c_t	1,00	1,00	1,00	1,27
L [m]	0,00	0,00	0,00	22,00
L/B	0,00	0,00	0,00	2,19
k [kN/m ³]	3259	8585	4361	3442

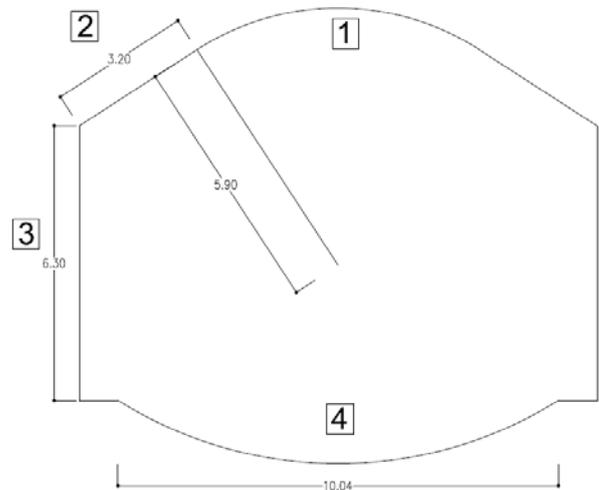


Figura 7-2 Rigidezza molle

Per approfondimenti vedere documento IF3A02EZZRHGA0200001B.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 29 di 109

7.2 MODELLO STRUTTURALE TUNNEL TIPO 1 E 2

A seguire si riporta una vista della linea baricentrica del portale.

Per la sezione tipologica della galleria sono state modellate sezioni in calcestruzzo armato associate agli elementi beam componenti il modello riportate nelle figure precedenti



Figura 7-3 Sezione tunnel tipo 1 rappresentata tramite elementi 'beam'

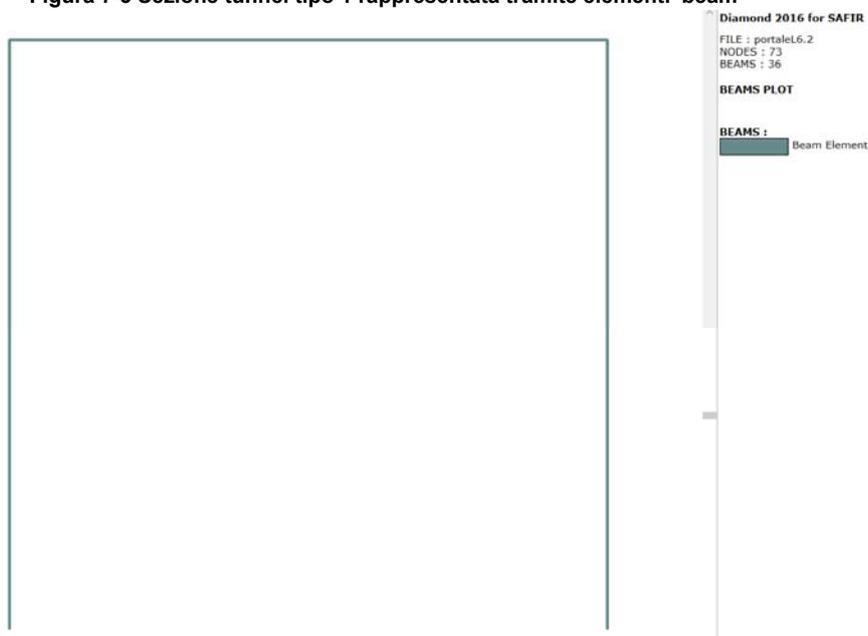
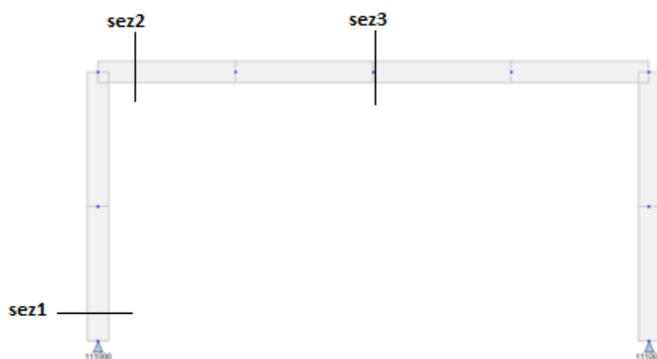


Figura 7-4 Sezione tunnel tipo 2 rappresentata tramite elementi 'beam'

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT								
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 38 di 109

8.2 TUNNEL TIPO 1



- sez.1 e sez.2, sp= 0.8m
 Armatura = 10Ø24 superiori ; 5Ø20 inferiori

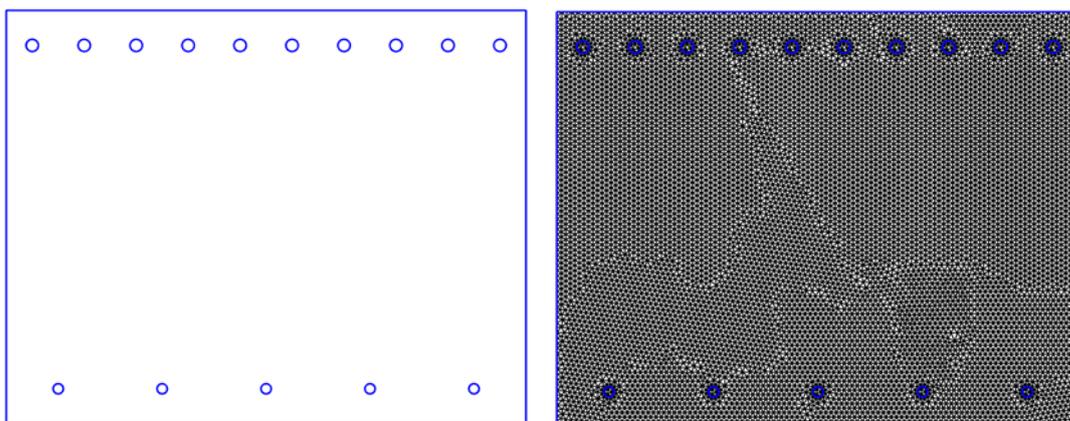


Figura 8-17. Modello geometrico (sx) – Mesh di calcolo (dx)

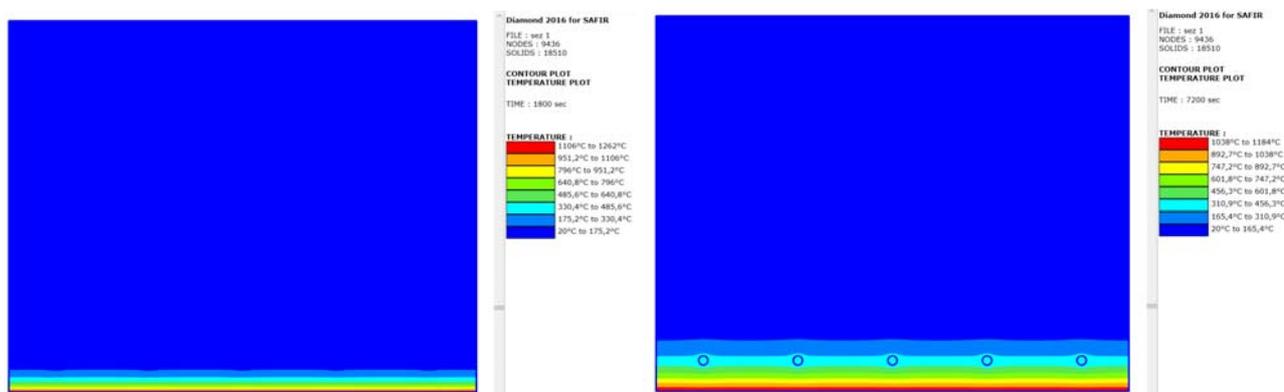


Figura 8-18. Contour temperature 1800 s (sx) - Contour temperature 7200 s (dx)

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 67 di 109

9.3.4 Risultati al tempo t = 90 min

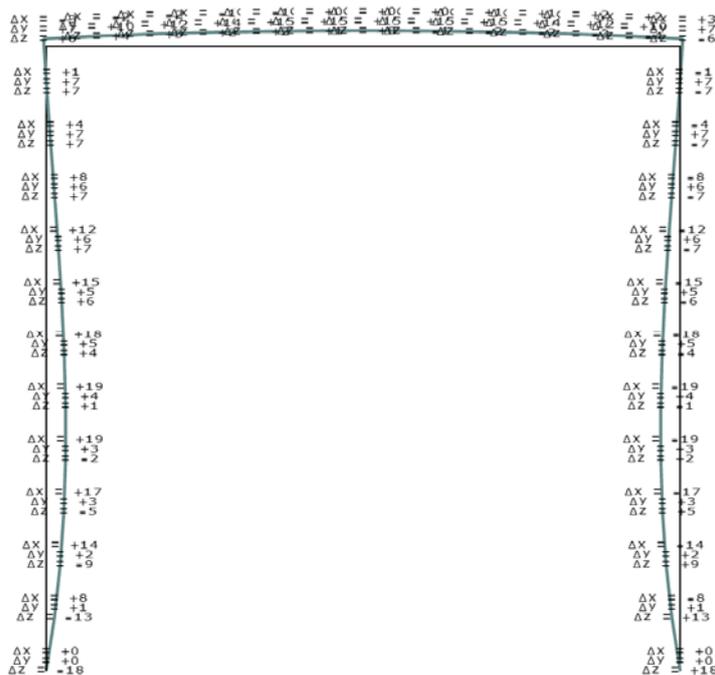


Figura 9-53. Configurazione deformata

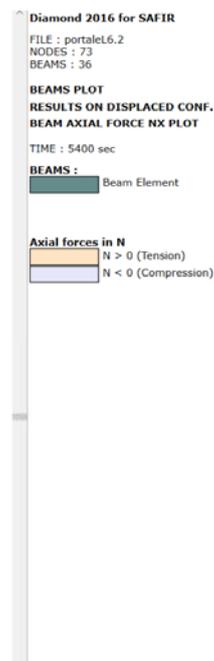
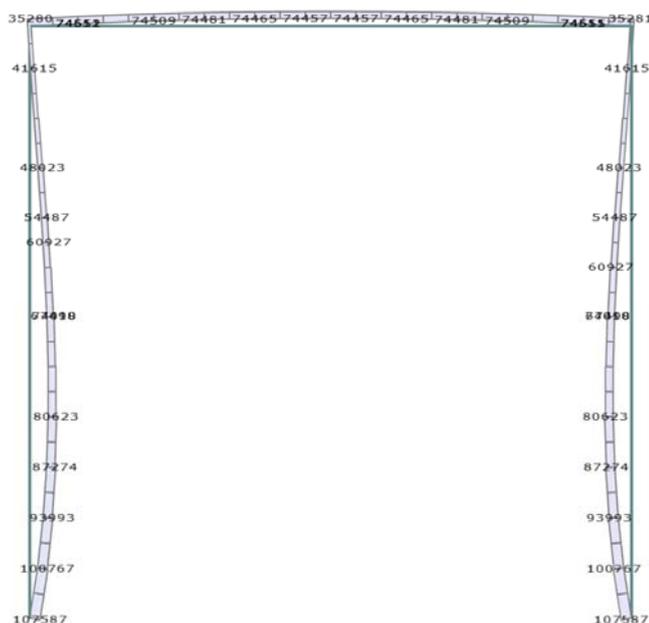


Figura 9-54. Sforzo normale agente

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 75 di 109

- Piedritto: sez. 1.70m esposta fuoco

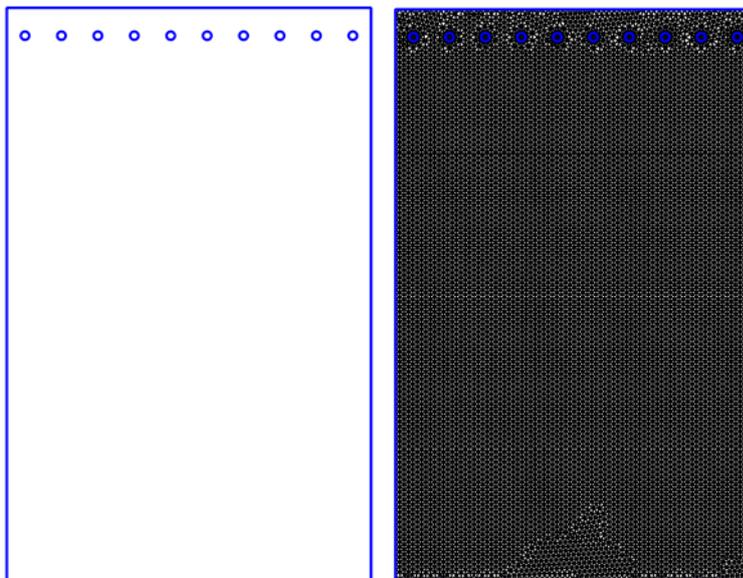


Figura 10-9. Modello geometrico (sx) – Mesh di calcolo (dx)

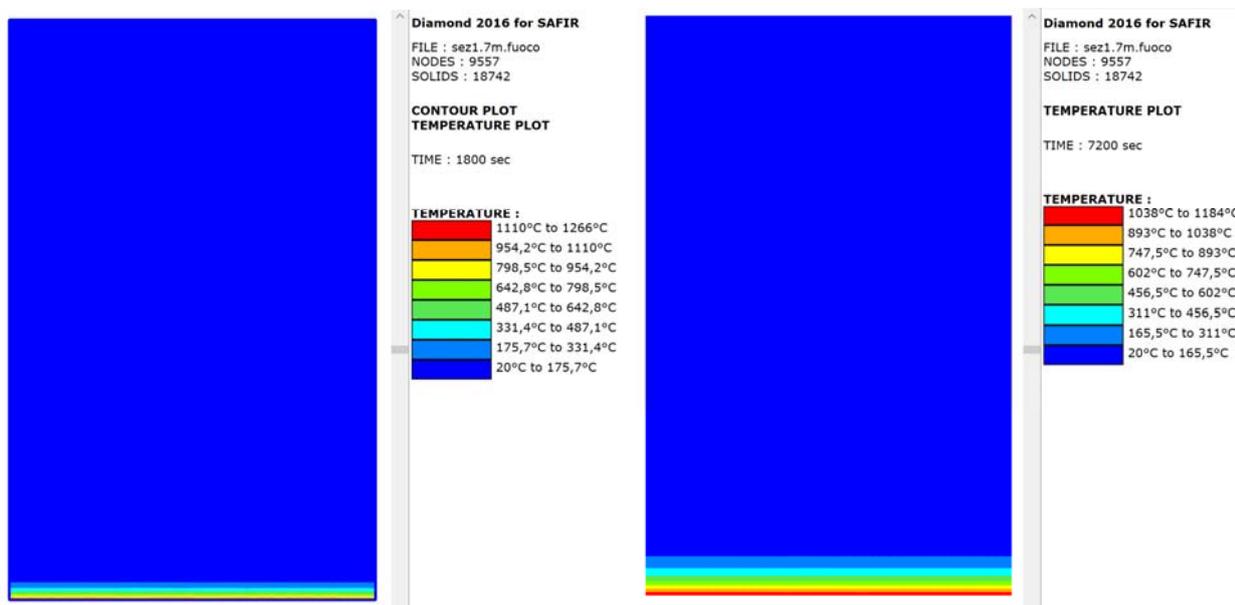


Figura 10-10. Contour temperature 1800 s (sx) - Contour temperature 7200 s (dx)

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 011	REV. A	FOGLIO 99 di 109

11.3 TUNNEL TIPO 2

11.3.1 Risultati al tempo t = 0-60sec

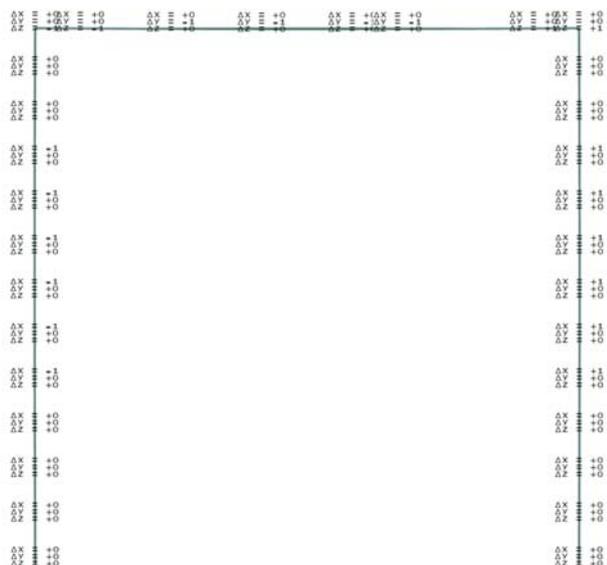


Figura 11-37. Configurazione deformata

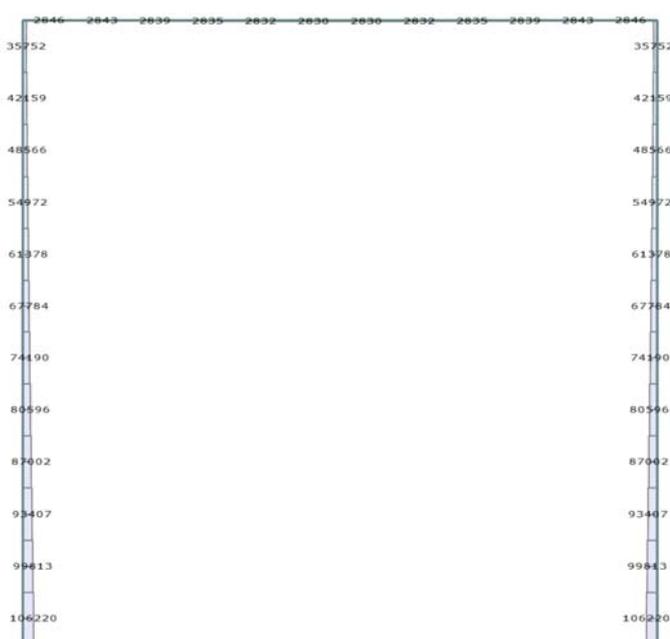


Figura 11-38. Sforzo normale agente

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ RH</td> <td>GN0100 011</td> <td>A</td> <td style="text-align: center;">109 di 109</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 011	A	109 di 109												
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E DEL POZZO																	

12 CONCLUSIONI

Dai risultati delle analisi è possibile constatare come la struttura sia sempre in grado di resistere alle sollecitazioni e al degrado delle caratteristiche meccaniche generate da una curva d'incendio di tipo RWS per un tempo superiore alle 2 ore. In questo lasso di tempo la struttura infatti è sempre in grado trovare nuove configurazioni equilibrate che garantiscono la sicurezza strutturale della galleria e del tunnel tipo 1 e 2.