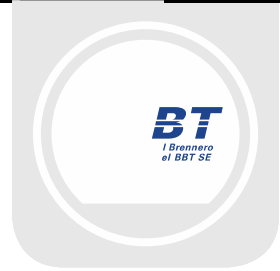




Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona

BRENNER BASISTUNNEL

Ausführungsplanung

Potenziamiento asse ferroviario Monaco-Verona

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Progettazione esecutiva

D0700: Baulos Mauls 2-3

D0700: Lotto Mules 2-3

Projekteinheit

Nothaltestelle

WBS

Fermata di Emergenza

Dokumentenart

Statische Berechnung

Tipo Documento

Calcolo statico

Titel

Statische Berechnung FdE-CcT-T2/T3
(von km 44.5+15.0 bis 45.3+ 75.0)

Titolo

Relazione di calcolo FdE-CcT-T2/T3
(da km 44.5+15.0 a 45.3+ 75.0)



Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P
oh Pro.Rer S.r.l., Via G.B. Sommariva 5, 20125 Milano, Tel: +39 026779711, Fax: +39 0267112612

Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche
Ing. Enrico Maria Pizzarotti
Ord. Ingg. Milano N° A 29470

Mandataria



Mandante



Mandante



Mandante



Fachplaner / il progettista specialista
Ing. Davide Merlini
Ord. Ingg. Como N° 2354 A

Datum / Data

Name / Nome

Gesellschaft / Società

Bearbeitet / Elaborato

30.01.2015

A. Battaglia / M. Falanesca

Pini Swiss

Geprüft / Verificato

30.01.2015

D. Merlini

Pini Swiss



Name / Nome
R. Zurlo

Name / Nome
K. Bergmeister

Projekt-kilometer /
Chilometro progetto
von / da 32.0+88
bis / a 54.0+15
bei / al

Projekt-kilometer /
Chilometro opera
von / da 0.0+00
bis / a 0.6+90
bei / al

Status
Dokument /
Stato documento

Massstab /
Scala -

Staat
Stato

Los
Lotto

Einheit
Unità

Nummer
Numero

Dokumentenart
Tipo Documento

Vertrag
Contratto

Nummer
Codice

Revision
Revisione

02

H61

OP

060

KST

D0700

22909

21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
00	Vorläufige Abgabe / Consegna preliminare	A.Battaglia / M. Falanese	27.03.2014
01	Revision formale Aspekte / Revisione aspetti formali	A.Battaglia / M. Falanese	22.05.2014
10	Endgültige Abgabe / Consegna definitiva	A.Battaglia / M. Falanese	31.07.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	A.Battaglia / M. Falanese	09.10.2014
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	A.Battaglia / M. Falanese	04.12.2014
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	A.Battaglia	30.01.2015

1	EINFÜHRUNG	
1	INTRODUZIONE	7
2	MATERIALIEN	
2	MATERIALI	8
2.1	SPRITZBETON	
2.1	BETONCINO PROIETTATO	8
2.2	ANKER	
2.2	ANCORAGGI	9
2.3	BETON	
2.3	CALCESTRUZZO	9
2.4	BEWEHRUNGSSTAHL	
2.4	ACCIAIO D'ARMATURA	9
3	GEOTECHNISCHES MODELL	
3	MODELLO GEOTECNICO	10
3.1	GEOLOGIE UND GEOMECHANIK	
3.1	GEOLOGIA E GEOMECCANICA	10
3.2	TRENNFLÄCHENORIENTIERUNG	
3.2	ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ	12
3.3	TRENNFLÄCHENPARAMETER	
3.3	PARAMETRI DELLE DISCONTINUITÀ	12
4	METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER GEBIRGSLAST	
4	COMPORAMENTO DELLA ROCCIA	12
4.1	ABSCHÄTZUNG DES GEBIRGSVERHALTENS	
4.1	VALUTAZIONE DEL COMPORAMENTO DELLA ROCCIA	13
5	AUßENSCHALE	
5	RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE	14
5.1	BRUCHKÖRPERANALYSE	
5.1	ANALISI DEI BLOCCHI	14
5.1.1	Gebirgslast bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten	
5.1.1	Carichi dell'ammasso altamente fratturato	14
5.1.2	Nachweisverfahren	
5.1.2	Procedura di verifica	14
5.1.3	Untersuchte Fälle und Ergebnisse	
5.1.3	Casi analizzati e risultati	15
5.2	ANALYSE DER AUSBRUCHPHASEN	
5.2	ANALISI DELLE FASI DI SCAVO	16
5.2.1	Untersuchte Ausbruchquerschnitte	
5.2.1	Sezione analizzata	16
5.2.2	Gebirgsmodell	
5.2.2	Modello costitutivo dell'ammasso	17
5.2.3	Modellgeometrie und anfänglicher Spannungszustand	
5.2.3	Geometria del modello e stato tensionale iniziale	17
5.2.4	Eigenschaften der Außenschale	
5.2.4	Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase	19
5.2.5	Laststufe	
5.2.5	Step di carico	19
5.2.6	Nachweisverfahren	
5.2.6	Procedura di verifica	21

5.2.7	Ergebnisse	
5.2.7	Risultati.....	21
5.3	ANALYSE DER STANDSICHERHEIT DER ORTBRUST	
5.3	ANALISI DELLA STABILITÀ DEL FRONTE	22
5.3.1	Nachweisverfahren	
5.3.1	Procedura di verifica.....	22
5.3.2	Ergebnisse	
5.3.2	Risultati.....	22
6	INNENSCHALE	
6	RIVESTIMENTO DEFINITIVO	23
6.1	METHODE DER STATISCH ÜBERBESTIMMTEN REAKTIONEN	
6.1	METODO DELLE REAZIONI IPERSTATICHE	23
6.2	INTERAKTION TRAGWERK-BAUGRUND	
6.2	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA	23
6.2.1	Modellierung der Bettung	
6.2.1	Rigidezza radiale.....	24
6.2.2	Federkonstanten Auflagerbereich/Sohle	
6.2.2	Costante della molla nelle zone di appoggio / fondo	24
6.3	EINWIRKUNGEN	
6.3	ANALISI DEI CARICHI	25
6.3.1	Eigengewicht G1	
6.3.1	Peso proprio G1	25
6.3.2	Kettenwerk G2	
6.3.2	Catenaria G2	25
6.3.3	Auffüllung mit Beton oberhalb des Sohlgewölbes G3	
6.3.3	Riempimento in cls al di sopra dell'arco rovescio G3	26
6.3.4	Wasserdruck G4	
6.3.4	Pressione idraulica G4	26
6.3.5	Gebirgslast G5	
6.3.5	Carico dell'ammasso G5	26
6.3.6	Kriechen und Schwinden des Betons G6	
6.3.6	Viscosità e ritiro del calcestruzzo G6.....	27
6.3.7	Temperatur Q1	
6.3.7	Temperatura Q1	27
6.3.8	Erdbebeneinwirkung E1	
6.3.8	Azione sismica E1	28
6.3.9	Druck / Sog infolge Zugfahrt A1	
6.3.9	Pressione aerodinamica A1.....	28
6.3.10	Anpralllast A2	
6.3.10	Urto A2	28
6.3.11	Brand A3	
6.3.11	Incendio A3	29
6.4	LASTFALLKOMBINATIONEN	
6.4	COMBINAZIONE DI CARICO	29
6.5	NACHWEISVERFAHREN	
6.5	VERIFICHE	29
6.5.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)	
6.5.1	Stati Limite Ultimi (SLU)	30
6.5.1.1	Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen	
6.5.1.1	Coefficienti parziali di sicurezza per le azioni	30

6.5.1.2	Kombinationsbeiwerte der Einwirkungen	
6.5.1.2	Coefficienti di combinazione delle azioni.....	30
6.5.1.3	Lastfallkombinationen	
6.5.1.3	Combinazione delle azioni.....	30
6.5.1.4	Teilsicherheitsfaktoren Festigkeit	
6.5.1.4	Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	30
6.5.1.5	Bemessung auf Biegung und Druck	
6.5.1.5	Verifica a pressoflessione.....	31
6.5.1.6	Bemessung Querkraft	
6.5.1.6	Verifica a taglio.....	31
6.5.2	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	
6.5.2	Stati Limite Esercizio (SLE).....	32
6.5.2.1	Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen	
6.5.2.1	Coefficienti parziali di sicurezza delle azioni.....	32
6.5.2.2	Kombinationsbeiwerte Einwirkungen	
6.5.2.2	Coefficienti di combinazione delle azioni.....	32
6.5.2.3	Lastfallkombinationen	
6.5.2.3	Combinazioni delle azioni.....	32
6.5.2.4	Teilsicherheitsfaktoren der Festigkeiten	
6.5.2.4	Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	32
6.5.2.5	Ermittlung der Verformungen	
6.5.2.5	Calcolo delle deformazioni	33
6.5.2.6	Begrenzung der Rissbreiten	
6.5.2.6	Limitazione dello spessore delle fessure.....	33
6.6	BAULICHE DURCHBILDUNG	
6.6	STRUTTURA COSTRUTTIVA	34
6.6.1	Expositionsklasse und Mindestbetondeckungen	
6.6.1	Classe di esposizione e copriferro minimo	34
6.6.2	Mindestbewehrung	
6.6.2	Armatura minima	34
6.7	ERGEBNISSE	
6.7	RISULTATI.....	35
7	VERZEICHNISSE	
7	ELENCHI.....	36
7.1	TABELLENVERZEICHNIS	
7.1	ELENCO DELLE TABELLE.....	36
7.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
7.2	ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI.....	36
7.3	ANLAGENVERZEICHNIS	
7.3	ELENCO APPENDICI	37
7.4	REFERENZDOKUMENTE	
7.4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	37
7.4.1	Eingangsdokumente	
7.4.1	Documenti in ingresso.....	37
7.4.1.1	Ausführungsprojekt Baulos Muls 2-3	
7.4.1.1	Progetto Esecutivo Lotto Muls 2-3.....	37
7.4.1.2	Technische Projektaufbereitung	
7.4.1.2	Elaborazione tecnica del progetto	38
7.4.2	Normen und Richtlinien	
7.4.2	Normativa.....	38

7.4.3	Literatur	
7.4.3	Letteratura	38
ANHANG 1 - GEOMECHANISCHE KARTEN		
APPENDICE 1 - SCHEDE GEOMECCANICHE		40
ANHANG 2 - KENNLINIENVERFAHREN		
APPENDICE 2 - CURVE CARATTERISTICHE		47
ANHANG 3 - BRUCHKÖRPERANALYSE		
APPENDICE 3 - ANALISI DEI BLOCCHI		48
ANHANG 4 - FEM ANALYSE DER AUßENSCHALE		
APPENDICE 4 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE		67
ANHANG 5 - FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE		
APPENDICE 5 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO		72
ANHANG 6 - BEMESSUNG DER ZWISCHENPLATTE		
APPENDICE 6 – DIMENSIONAMENTO SOLETTA INTERMEDIA		148
1	EINFÜHRUNG	
1	INTRODUZIONE	149
2	NORMEN UND RICHTLINIEN	
2	NORMATIVA	149
3	MATERIALIEN	
3	MATERIALI	150
3.2	BETON	
3.1	CALCESTRUZZO	150
3.3	BEWEHRUNGSSTAHL	
3.2	ACCIAIO DA ARMATURA	150
4	BERECHNUNGSMODELL	
4	MODELLO DI CALCOLO	150
4.1	BELASTUNGSANALYSE	
4.1	ANALISI DEI CARICHI	150
4.1.1	Eigengewicht G1	
4.1.1	Peso proprio G1	150
4.1.2	Lüftung Q1	
4.1.2	Ventilazione Q1	150
4.1.3	Nutzung Q2	
4.1.3	Utilizzazione Q2	151
4.1.4	Brand A1	
4.1.4	Incendio A1	151
4.1.4.1	Temperatur-Zeitkurve im Tunnelbau [UNI 11076]	
4.1.4.1	Curva della temperatura/tempo per tunnel [UNI 11076]	151
4.1.4.2	Koeffizienten zur Bewertung der temperaturbedingten Festigkeitsminderung der Materialien	
4.1.4.2	Coefficienti per la valutazione della diminuzione delle caratteristiche di resistenza dei materiali in funzione della temperatura	153
4.2	NACHWEISVERFAHREN	
4.2	VERIFICHE	154
4.2.1	Grenzzustand der Tragsicherheit (GZT) und der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	
4.2.1	Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite di Esercizio (SLE)	154

4.2.1.1	Kombinations- und Teilkoeffizienten der Sicherheit der Wirkungen	
4.2.1.1	Coefficienti di combinazione e parziali di sicurezza per le azioni	154
4.2.1.2	Teilsicherheitskoeffizienten der Festigkeit	
4.2.1.2	Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	154
4.3	ERGEBNISSE	
4.3	RISULTATI	155
4.3.1	Grenzzustand der Tragsicherheit (GZT)	
4.3.1	Sollecitazioni Stati Limite Ultimi (SLU).....	155
4.3.2	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	
4.3.2	Sollecitazioni Stati Limite d'Esercizio (SLE).....	155
4.3.3	Brandlastfall (GZT)	
4.3.3	Sollecitazioni incendio (SLU).....	156
4.4	NACHWEISVERFAHREN	
4.4	VERIFICHE	156
4.4.1	Prüfungen des Grenzzustandes der Tragsicherheit	
4.4.1	Verifiche Stati Limite Ultimi.....	156
4.4.1.1	Prüfung auf Biegung	
4.4.1.1	Verifica a flessione	156
4.4.1.2	Prüfung auf Querkraft	
4.4.1.2	Verifica a taglio	156
4.4.2	Prüfungen der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	
4.4.2	Verifiche Stati Limite d'Esercizio.....	157
4.4.3	Prüfungen auf Rissbildung	
4.4.3	Verifiche a fessurazione	157
4.4.4	Prüfungen auf Verformung	
4.4.4	Verifica di deformabilità	157
4.4.5	Prüfung auf Ermüdung durch Biegung	
4.4.5	Verifica a fatica a flessione.....	158
4.4.6	Prüfung auf Ermüdung auf Querkraft	
4.4.6	Verifica a fatica a taglio	158
4.4.7	Brandprüfung (GZT)	
4.4.7	Verifica incendio (SLU).....	158
5	VERANKERUNGEN	
5	ANCORAGGI	159
	ANLAGE 1	
	ALLEGATO 1	160
	ANLAGE 2	
	ALLEGATO 2	161
	ANLAGE 3	
	ALLEGATO 3	162
	ANLAGE 4	
	ALLEGATO 4	163
	ANLAGE 5	
	ALLEGATO 5	164
	ANLAGE 6	
	ALLEGATO 6	165

1 EINFÜHRUNG

Das vorliegende Dokument beinhaltet die Erläuterung zur Bemessung der Außen- und Innenschalen des Mitteltunnels Trens (CcT), der zwischen Kilometrierung km 44.5+15.0 und 45.1+31.6 (Oströhre) und zwischen km 44.4+77.819 und 45.0+94.5 (Weströhre) konventionell vorgetrieben wird.

Für die Strecke zwischen Kilometrierung 45.1+31.6 und 45.1+92.537 (Oströhre) und zwischen 45.0+94.5 und 45.1+55.363 (Weströhre), in der der CCR oberhalb der GL West verläuft, wird ein eigener Bericht, D070022906 "Statischer Bericht Interferenz GL-West - FdE-CcT (km)", verfasst.

Der CcT entwickelt sich in diesem Abschnitt hauptsächlich innerhalb des Bündnerschieferkomplexes (geomechanische Zonen 11 - 13 [2]) mit einer Überdeckung, die von 1025 m bis 1115 m reicht. Am südlichen Ende befindet er sich im Amphibolit-Paragneis Komplex (geomechanische Zone 14 [2]), Abbildung 1.

Der Ausbruchsquerschnitt in Ausbruchsklasse III (für die Gebirge aus Abschnitt 4.1), FdE-CcT T3 genannt, weist eine Ausbruchsquerschnittsfläche von 89.87 m², und sieht radiale Anker des Typs Superswellex Pm24, 4.5 m lang, mit Querabstand 1.5 m und Längsabstand 1.8 m, vor. Der Spritzbeton hat Gesamtstärke von 15 cm.

Falls beim Ausbruch die geologischen Bedingungen zeigen, dass das Gefahrenszenario für das Gebirge geringe Felsabbrüche vorsieht, wurde auch der Ausbruchsquerschnitt FdE-CcT-T2 analysiert, der radiale Anker des Typs Superswellex Pm16, von 3.0 m Länge, Querabstand 1.5 m und Längsabstand 1.8 m und Spritzbeton von 15 cm Gesamtstärke.

Der Innenausbau ist nur an der Platte und längs der Ulmen (bis zur Höhe der Zwischenplatte) bewehrt und besteht aus Beton der Klasse C30/37 mit Mindeststärken, die die Bautoleranzen in Bauphase berücksichtigen, von 35 und 60 cm jeweils an der Kalotte und an der Sohlplatte.

Die statische Bemessung für die Regelquerschnitte FdE-CcT T4/T6 sind im Bericht D0700-22910 "Statischer Bericht Ausbau FdE-CcT (T4-T6) (von km 44.5+15.0 bis 45.3+ 75.0) angegeben

1 INTRODUZIONE

La seguente relazione riporta il dimensionamento dei rivestimenti di prima fase e definitivi del cunicolo centrale di Trens (CcT), realizzata mediante avanzamento in scavo tradizionale tra le progr. 44.5+15.0 e 45.1+31.6 ca. (Canna Est) e tra le progr. 44.4+77.819 e 45.0+94.5 ca. (Canna Ovest).

Per la tratta tra le progr. 45.1+31.6 ca. e 45.1+92.537 (Canna Est) e tra le progr. 45.0+94.5 ca. e 45.1+55.363 (Canna Ovest) in cui vi è il passaggio tra CcT al di sopra della GL ovest viene redatto un rapporto specifico D070022906 "Relazione di calcolo interferenza GL-Ovest - FdE-CcT (km)".

La CcT in questa tratta si sviluppa prevalentemente all'interno del complesso dei calcescisti (zone geomeccaniche omogenee 11 - 13 [2]) con coperture variabili da 1025 m a 1115 m e nella parte terminale a sud, nel complesso delle Anfiboliti-Paragneiss (zona geomeccanica omogenea 14 [2]), Figura 1.

La sezione prevista per affrontare lo scavo in classe III (per gli ammassi riportati al Par.4.1), è denominata FdE-CcT T3, avente sezione di scavo 89.87 m², e prevede chiodature radiali costituite da Superswellex Pm24, lunghezza 4.5 m, con passo trasversale 1.5 m e longitudinale 1.8 m e uno spessore di betoncino proiettato totale di 15 cm.

Nel caso il riscontro geologico durante lo scavo evidenzia un ammasso roccioso con scenario di pericolo limitato al distacco dei blocchi, si è analizzato anche il profilo tipo FdE-CcT-T2, che prevede chiodature radiali costituite da Superswellex Pm16, lunghezza 3.0 m, con passo trasversale 1.5 m e longitudinale 1.8 m e uno spessore di betoncino proiettato totale di 15 cm.

Il rivestimento definitivo è armato solo in platea e lungo i paramenti (fino all'altezza della soletta intermedia) ed è costituito da calcestruzzo C30/37 con spessori minimi, che tengono conto delle tolleranze in fase di costruzione, pari a 35 e 60 cm rispettivamente in calotta ed in platea di fondazione.

I dimensionamenti statici per i profili tipo FdE-CcT T4/T6 sono riportati nel rapporto D0700-22910 "Relazione di calcolo rivestimenti FdE-CcT (T4-T6) (da km 44.5+15.0 a 45.3+ 75.0).

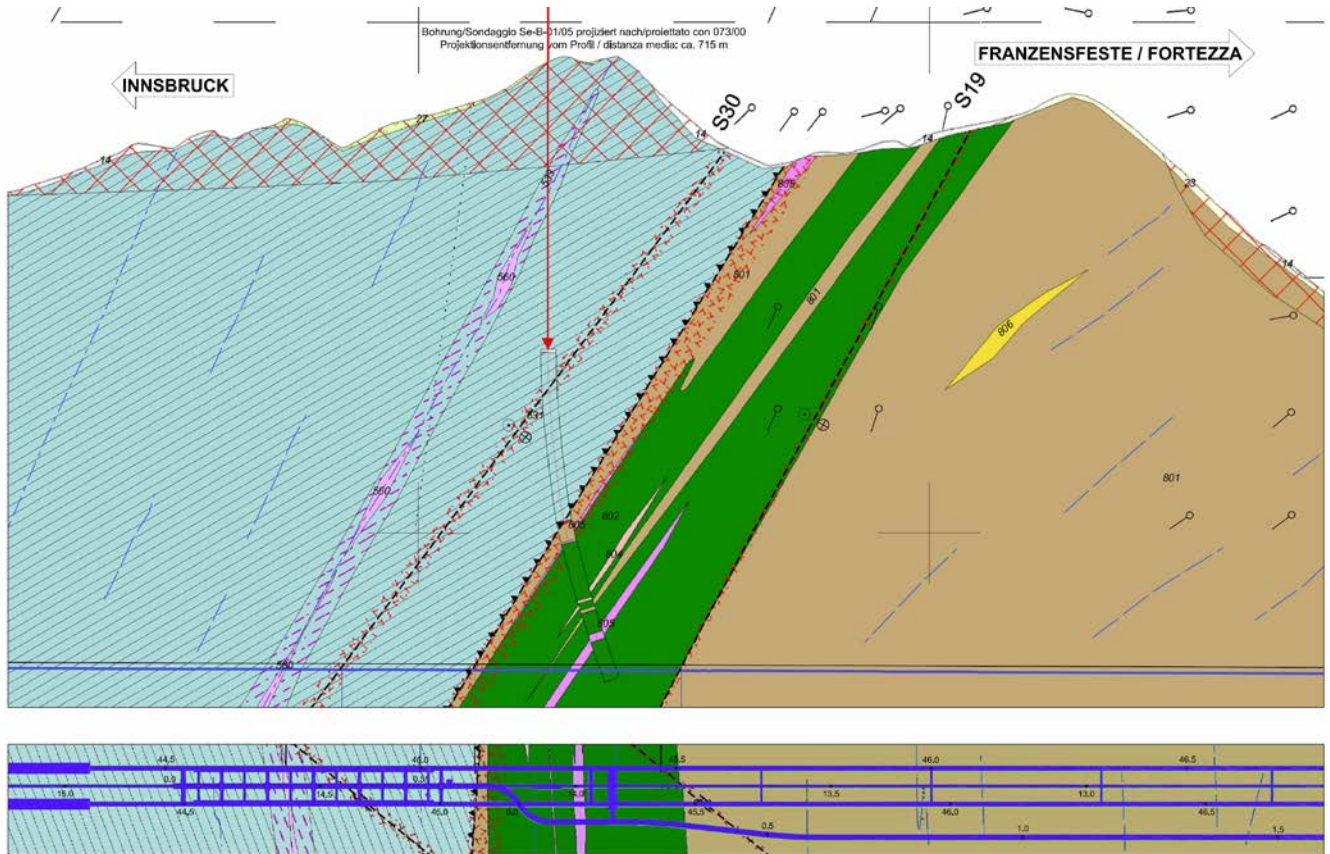


Abbildung 1: Auszug aus dem geomechanischen Längsprofil und des geologischen Lageplans [3] mit Angabe des Untersuchungsgebietes.

Figura 1: Estratto del profilo geomeccanico longitudinale e della planimetria geologica [3] con indicazione dell'area di studio.

2 MATERIALIEN

2.1 SPRITZBETON

Für die Bemessung der Spritzbetonaußenschale ist in der Regel ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen:

$$E_{cm} = 32000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Hierbei sind:

- E_{cm} = Mittelwert Sekantenmodul
- f_{ck} = charakteristische Druckfestigkeit Spritzbeton nach 28 Tagen

2 MATERIALI

2.1 BETONCINO PROIETTATO

Per il dimensionamento del rivestimento di prima fase in betoncino proiettato si considera un calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 con le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_{cm} è il valore medio del modulo elastico secante
- f_{ck} è la resistenza caratteristica a compressione del betoncino proiettato a 28 giorni

2.2 ANKER

Es wird der Einsatz von Anker des Typs Superswellex Pm 16 (FdE-CcT-T2) und Superswellex Pm24 (Fde-CcT-T3) vorgesehen, mit folgenden Eigenschaften:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$N_{yk} = 140 \text{ kN (Pm16)}$$

$$N_{yk} = 200 \text{ kN (Pm24)}$$

Wobei:

- E_s = Elastizitätsmodul
- N_y = Ermüdungslast der Niete

2.2 ANCORAGGI

Si prevede l'utilizzo di ancoraggi tipo Superswellex Pm 16 (FdE-CcT T2) e Superswellex Pm24 (Fde-CcT T3) aventi le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_s è il modulo elastico
- N_y è il carico di snervamento del chiodo

2.3 BETON

Für die Bemessung der Innenschale ist in der Regel ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen:

$$E_{cm} = 32000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Hierbei sind:

- E_{cm} = Mittelwert Sekantenmodul
- f_{ck} = charakteristische Druckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen

2.3 CALCESTRUZZO

Per il dimensionamento del rivestimento definitivo si considera un calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 con le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_{cm} è il valore medio del modulo elastico
- f_{ck} è la resistenza a compressione caratteristica del calcestruzzo dopo 28 giorni

2.4 BEWEHRUNGSSTAHL

Folgende Betonstähle sind für die Bemessung der Außenschale heranzuziehen:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ MN/m}^2$$

Hierbei ist:

- E_s = Sekantenmodul
- f_{yk} = charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls

2.4 ACCIAIO D'ARMATURA

Per il dimensionamento dell'anello si utilizza l'acciaio tipo B450C:

dove:

- E_s = modulo elastico
- f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento acciaio per cemento armato

3 GEOTECHNISCHES MODELL

3.1 GEOLOGIE UND GEOMECHANIK

Der FdE-CcT wird konventionell vorgetrieben und befindet sich hauptsächlich innerhalb des Bündnerschieferkomplexes und am südlichen Ende im Bereich der Amphibolite.

Laut geomechanischen Profilen und den Detailprojektschnitten [3] durchquert der CcT zwischen Kilometrierung 44.5+15.0 e 45.1+31.6 (Oströhe) 4 geomechanische Homogenbereiche mit Bedeckungen, die von 1025 m bis 1200 m reichen.

3 MODELLO GEOTECNICO

3.1 GEOLOGIA E GEOMECCANICA

Il FdE-CcT è scavato in tradizionale e si sviluppa prevalentemente all'interno del complesso dei calcescisti e nella parte terminale a sud nel complesso delle anfiboliti.

In accordo con il profili geomeccanico e progettuali di dettaglio [3] il CcT tra la progressive 44.5+15.0 e 45.1+31.6 ca. (canna est), attraversano 4 zone geomeccaniche omogenee con coperture variabili da 1025 m a 1200 m.

Zone number	Zone initial pk (approx.)	Zone final pk (approx.)	Zone length	Zone max overburden	Zone min overburden	Rock mass name	Rock mass Length	
	[km]	[km]	[m]	[m]	[m]		[% of zone length]	[m]
11	43.8	44.6	335	1060	905	GA-BST-KS-8f	100%	335
12	44.6	44.7	75	1080	1060	GA-BST-KPH-8f	87%	65.25
						GA-T-R-8f	0-13%	0-9.75
						GA-T-A-8f	0-13%	0-9.75
13	44.7	45.1	346	1115	1025	GA-BST-KS-8f	100%	346
14	45.1	45.5	390	1200	1095	GA-BCA-A-10g	85%	331.5
						GA-BCA-GS-10g	15%	58.5

Tabelle 1 Geomechanische Homogenbereiche

Tabella 1: Zone geomeccaniche omogenee

Folgende Tabellen zeigen die geomechanischen Grundparameter für die Definition der geomechanisch homogenen Zonen und die Wahrscheinlichkeitsverteilung nach Bieniawski [2] der unterschiedlichen Klassen.

Le seguenti tabelle riportano i parametri geomeccanici di base che caratterizzano ciascuna zona geomeccanica omogenea e la distribuzione probabilistica delle diverse classi secondo la classificazione di Bieniawski [2]

Zone number	11		12		13	14	
Rock mass name	GA-BST-KS-8f	GA-BST-KPH-8f	GA-T-R-8f	GA-T-A-8f	GA-BST-KS-8f	GA-BCA-A-10g	GA-BCA-GS-10g
$\gamma(m)$ [kN/m ³]	26.6	27.3	25	28.2	26.6	27.8	27.3
$\gamma(\sigma)$ [kN/m ³]	0.36	0.04	0.5	0.45	0.36	0.52	1.49
$\sigma_{ci}(m)$ [MPa]	41	54	15	48	41	140	75
$\sigma_{ci}(\sigma)$ [MPa]	18	13	10	16	18	48	5
$m_i(m)$	12	8	7	13	12	20	17
$m_i(\sigma)$	2	1	2	2	2	6	3
$E_i(m)$ [GPa]	43	39	5	46	43	53	56
$E_i(\sigma)$ [GPa]	11.1	5.5	3	1.3	11.1	8	10.9
RMR(m)	60	45	30	60	60	70	60
RMR(σ)	5	5	5	5	5	5	5
GSI(m)	50	40	25	60	50	65	50
GSI(σ)	5	5	5	10	5	10	5

Zone number	11		12		13	14	
Rock mass name	GA-BST-KS-8f ^(**)	GA-BST-KPH-8f ^(*)	GA-T-R-8f ^(*)	GA-T-A-8f ^(*)	GA-BST-KS-8f ^(**)	GA-BCA-A-10g	GA-BCA-GS-10g ^(*)
p(class I)	-	-	-	-	-	-	-
p(class II)	-	-	-	-	-	100%	-
p(class III)	100%	100%	-	100%	100%	-	100%
p(class IV)	-	-	100%	-	-	-	-
p(class V)	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 2: Charakterisierung des Gebirges jeder homogenen Zone und Wahrscheinlichkeitsverteilung der unterschiedlichen Klassen (die mit [*] angegebenen Gebirge haben vorgesehene Längen von unter ca. 100m, während für die mit [**] angegebenen Gebirge stellte sich heraus, dass die Literaturwechselbeziehungen zwischen RMR und nicht gültig sind; in beiden Fällen wurden die RMR und GSI Mittelwerte angewandt).

Tabella 2: Caratterizzazione degli ammassi di ciascuna zona omogenea e distribuzione probabilistica delle diverse classi (gli ammassi indicati con [*] hanno lunghezze previste inferiori a circa 100m, mentre per quelli indicati con [**] non risultano valide le correlazioni da letteratura tra RMR e GSI; in entrambi i casi sono stati adottati i valori medi di RMR e GSI).

Wobei:

- γ = spezifisches Gewicht des Gebirges
- σ_{ci} = einaxiale Druckfestigkeit der Gesteinsmatrix
- m_i = Krümmungsparameter aus triaxialem Druckversuch des Gebirgsmaterial
- E_i = Verformungsmodul der Gesteinsmatrix
- RMR = *Rock Mass Rating 1989*
- GSI = *Geological Strength Index*

Die typischen Verformungs- und Festigkeitsparameter jeder Strecke wurden gemäß dem Bruchkriterium nach Hoek & Brown [22] berechnet, welches im allgemeinen geomechanischen Bericht [1] näher beschrieben wird.

Dove:

- γ è il peso di volume naturale dell'ammasso roccioso.
- σ_{ci} è la resistenza a compressione monoassiale di matrice.
- m_i è un parametro di curvatura dell'involuppo di rottura triassiale del materiale roccia.
- E_i è il modulo di deformazione di matrice.
- RMR è il *Rock Mass Rating 1989*.
- GSI è il *Geological Strength Index*.

I parametri di deformabilità e di resistenza caratteristici di ciascuna tratta sono stati calcolati in accordo al principio di linearizzazione dell'involuppo di rottura proposto da Hoek & Brown [22] e esplicitato nella relazione geomeccanica generale [1].

Zone number	Rock mass name	Class [-]	Zone max overburden [m]	γ [kN/m ³]	Φ_{peak} [°]	Φ_{res} [°]	C_{peak} [MPa]	C_{res} [MPa]	E_{rm} [MPa]	Ψ [°]
11	GA-BST-KS-8f	III	1060	26.6	28.07	21.47	2.127	1.349	11135	3.5
12	GA-BST-KPH-8f	III	1080	27.3	24.81	20.18	1.892	1.314	5787	3.1
	GA-T-R-8f	IV		25.0	12.65	11.32	0.685	0.557	209	0.0
	GA-T-A-8f	III		28.2	32.69	23.42	2.943	1.644	23582	6.1
13	GA-BST-KS-8f	III	1115	26.6	27.69	21.15	2.193	1.392	11504	3.5
14	GA-BCA-A-10g	II	1200	27.8	42.21	33.15	4.887	2.900	21074	6.86
	GA-BCA-GS-10g	III		27.3	36.23	28.85	3.535	2.274	15528	4.53

Tabelle 3 Typische Parameter des Gebirges in den unterschiedlichen Zonen und Klassen

Tabella 3: Parametri caratteristici dell'ammasso nelle diverse zone e classi

Wobei:

- φ_{peak} ist der Reibungswinkel am Peak
- φ_{res} ist der Restreibungswinkel
- C_{peak} ist die Kohäsion am Peak
- C_{res} ist die Restkohäsion
- E_{rm} ist der Gebirgsmodul
- Ψ ist die Dilatanz

Dove:

- φ_{peak} è l'angolo d'attrito di picco.
- φ_{res} è l'angolo d'attrito residuo.
- C_{peak} è la coesione di picco.
- C_{res} è la coesione residua.
- E_{rm} è il modulo d'ammasso.
- ψ è la dilatanza.

3.2 TRENNFLÄCHENORIENTIERUNG

Auf Grund der verfügbaren Daten der Regelplanung [6] und [7] wurden die Diskontinuitäten von Tabelle 4 berücksichtigt. Vorsichtshalber wurde ein größerer Datensatz von Trennflächen berücksichtigt, die innerhalb der Bündnerschiefer angetroffen wurden, wobei auch die Gebirge GA-BST-KS-8e, GA-BS-GM-8e, GA-T-A-8e, GA-BST-M-8e, GA-BST-KPH-8e einbezogen wurden.

Rock mass name	ID Joint	Dip direction [°]	Dip [°]	Max Persistence [m]
GA-T-A-8f	SC	355	60	10
	RTF2w	285	85	1
GA-BST-KS-8f <i>Doc. [13]</i>	RTF5	110	75	1
	RTF6	050	65	10
GA-BST-KS-8e	SC	350	70	10
GA-BS-GM-8e	RTF1	180	85	1
GA-T-A-8e	RTF2e	085	80	3
GA-BST-M-8e	RTF3	320	80	3
GA-BST-KPH-8e <i>Doc. [14]</i>	RTF6	220	80	3
GA-BCA-A-10g GA-BCA-GS-10g <i>Doc. [13]</i>	SC	345	45	3
	RTF1	160	80	1
	RTFw	255	75	1
	RTF3	300	85	1
	RTF6	020	80	3

Tabelle 4: Lage der Trennflächen im Bündnerschieferkomplex

3.2 ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ

Sulla base dei dati disponibili dalla progettazione di sistema [6] e [7] sono state considerate le discontinuità riportate in Tabella 4. In via cautelativa è stato considerato un più ampio data-set di discontinuità riscontrate all'interno del complesso dei calcescisti considerando anche i parametri degli ammassi GA-BST-KS-8e, GA-BS-GM-8e, GA-T-A-8e, GA-BST-M-8e, GA-BST-KPH-8e.

Tabella 4: Giacitura delle discontinuità nel complesso dei calcescisti

3.3 TRENNFLÄCHENPARAMETER

Im Falle von ebenen glatten Harnischflächen (Chloritisierung) oder auch bei tonigen Füllungen mit Wasservorkommen o.ä. sollten zur Sicherheit die folgenden Scherparameter auf den Trennflächen berücksichtigt werden:

- $\Phi_k = 20^\circ$
- $c_k = 0 \text{ MPa}$

4 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER GEBIRGSLAST

Die Ermittlung der Gebirgslast sowie die Ermittlung der Lastableitung von der Außen- auf die Innenschale erfolgt in Abhängigkeit des Gebirgsverhaltens:

- Bei spannungsdominiertem Gebirgsverhalten werden die Gebirgslasten durch die numerische Modellierung der Interaktion zwischen Gebirge und Ausbau ermittelt.
- Bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten ermitteln sich die Gebirgslasten in erster Linie aus Bruchkörperanalysen.

3.3 PARAMETRI DELLE DISCONTINUITÀ

Si adottano parametri conservativi per tenere in considerazione eventuali condizioni sfavorevoli delle discontinuità (superfici planari e lisce, riempimenti argillosi e presenza d'acqua, ecc.):

- $\Phi_k = 20^\circ$
- $c_k = 0 \text{ MPa}$

4 COMPORTAMENTO DELLA ROCCIA

Il calcolo del carico dell'ammasso e il calcolo del trasferimento del carico dal rivestimento esterno al rivestimento definitivo dipendono dal comportamento dell'ammasso:

- in caso di comportamenti dell'ammasso di tipo spingente, i carichi si calcolano tramite modellazione numerica dell'interazione fra ammasso e rivestimento;
- in caso di ammasso altamente fratturato, i carichi si calcolano mediante l'analisi dei blocchi.

Per la valutazione del comportamento dell'ammasso e per la

Zur Einschätzung des Gebirgsverhaltens und zur Unterscheidung der beiden Gebirgsverhalten ist das Kennlinienverfahren anzuwenden.

4.1 ABSCHÄTZUNG DES GEBIRGSVERHALTENS

Zur Abschätzung des Gebirgsverhaltens wurden die Dokumente [1]-[3] berücksichtigt. Für weitere Details verweist man auf den Bericht [2]. In der folgenden Tabelle werden die aus dem Gebirgskennlinienverfahren resultierenden Ergebnisse aufgezeigt.

Zone number	Rock mass name	Class	Zone max overburden	c_r	c_a	c_r	F_{plf}	F_{pla}	c_r/R	F_{plf}/R	c_r/R	F_{pla}/R
				[cm]	[cm]	[cm]	[m]	[m]	[%]	[-]	[%]	[-]
11	GA-BST-KS-8f	III	1060	6.06	20.20	14.14	6.12	13.95	1.25%	1.26	2.91%	2.87
12	GA-BST-KPH-8f	III	1080	17.56	58.53	40.97	8.82	18.84	3.61%	1.81	8.43%	3.88
	GA-T-R-8f	IV		119863	399543	279680	328	603	247	67	575	124
	GA-T-A-8f	III		2.06	6.87	4.81	3.57	9.07	0.42%	0.73	0.99%	1.87
13	GA-BST-KS-8f	III	1115	6.68	22.26	15.58	6.58	14.79	1.37%	1.35	3.21%	3.04
14	GA-BCA-A-10g	II	1200	0.66	2.22	1.55	0.00	2.39	0.14%	0.00	0.32%	0.49
	GA-BCA-GS-10g	III		1.39	4.62	3.23	0.96	4.61	0.29%	0.20	0.67%	0.95

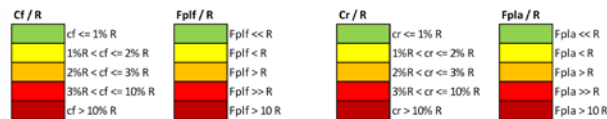


Tabelle 5: Ergebnisse Kennlinienverfahren. c_r = Ortsbrustkonvergenz, c_a = absolute Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, c_r = relative Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, F_{plf} = plastische Zone an der Ortsbrust, F_{pla} = plastische Zone Gleichgewicht, R = Ausbruchradius (mit 4.86m angenommen).

Die Analyse zeigt, dass die statische Bemessung aus diesem Dokument für die Gebirge GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g gültig ist, wo man sich geringe Verformungs- (< 5 cm) und Stabilitätsprobleme erwartet. Das angenommene Verhalten des Hohlraums ist elastisch mit Bildung eines plastischen Streifens, der geringer als der Ausbruchradius ausfällt. Die Ortsbrust ist fast standhaft. Aufgrund der erhaltenen Daten aus dem Erkundungsstollen und aufgrund der geologischen Bedingungen während des Ausbruchs wird man überlegen, ob der Regelquerschnitt FdE-CcT-T3 an einigen Abschnitten innerhalb des Bündnerschieferkomplexes anzuwenden ist.

Der Anhang 1 gibt die geomechanischen Karten der Gebirge GA-BCA-A-10g und GA-BCA-GS-10g [6]-[7] wieder.

differenziazione tra i due comportamenti si utilizza il metodo delle curve caratteristiche.

4.1 VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DELLA ROCCIA

Per la valutazione del comportamento dell'ammasso roccioso in esame sono stati presi in considerazione i documenti [1]-[3]. Rimandando al Rapporto [2] per maggiori dettagli, si riporta nella tabella seguente i risultati ottenuti dalle linee caratteristiche.

Tabella 5: Risultati del metodo delle Linee Caratteristiche. c_r = convergenza al fronte, c_a = convergenza assoluta all'equilibrio naturale, c_r = convergenza relativa all'equilibrio naturale, F_{plf} = fascia plastica al fronte, F_{pla} = fascia plastica all'equilibrio naturale, R = raggio di scavo (assunto pari a 4.86m).

Dall'analisi si evidenzia come il dimensionamento statico contenuto nel presente rapporto può essere valido per gli ammassi GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g in cui si possono attendere basse problematicità deformative (< 5 cm) e di stabilità. Il comportamento del cavo atteso è di tipo sostanzialmente elastico con fascia plastica, inferiore al raggio di scavo, e il fronte si presenta pressoché stabile. Sulla base dei dati ottenuti dallo scavo del cunicolo esplorativo e sulla base del riscontro geologico durante lo scavo, verrà valutato se impiegare il profilo tipo FdE-CcT T3 per alcune tratte all'interno del complesso dei calcescisti.

Nell'Appendice 1 sono riportate le schede geomeccaniche per gli ammassi GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g [6]-[7].

5 AUßENSCHALE

Aus der Analyse mittels Kennlinienverfahren für die Gebirge GA-BCA-A-10g und GA-BCA-GS-10g geht hervor, dass das Gebirgsverhalten durch reduzierte Konvergenzen im Zentimeterbereich und durch die Bildung einer plastischen Zone, welche kleiner als der Aushubradius ist, gekennzeichnet ist.

Für die nachfolgende Bemessung der Innenschale (Kapitel 6), wurden zwei unterschiedliche Berechnungsarten angewandt, um zu unterscheiden, ob die Last, die aus der Loslösung eines Felsblocks (Kapitel 5.1) resultiert, ungünstiger wirkt, als die Last aus dem Auflockerungsdruck (Kapitel 5.2).

5.1 BRUCHKÖRPERANALYSE

5.1.1 Gebirgslast bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten

Die Größe der Blöcke bestimmen die Lasten, die für die Bemessung des Innenausbaus relevant sind. Eine beispielhafte Ableitung der im Modell des gebetteten Stabmodells anzusetzende Last ist nachfolgend dargestellt.

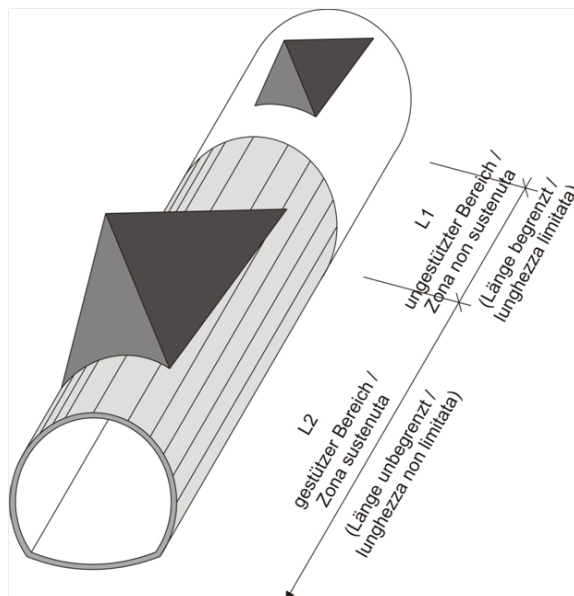


Abbildung 2: Qualitative Darstellung der Einwirkung aus dem Gebirge auf die Schale bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten

5.1.2 Nachweisverfahren

Gemäß NTC 2008 ist das Teilsicherheitskonzept zu berücksichtigen. Demnach ist die Einwirkungsseite mit $\gamma_G = 1,30$ zu erhöhen und die Widerstandseite mit $\gamma_c = 1,50$ bzw. $\gamma_s = 1,15$ zu reduzieren.

5 RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE

Dall'analisi delle linee caratteristiche, per gli ammassi GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g si evince che il comportamento dell'ammasso è caratterizzato da convergenze ridotte, dell'ordine centimetrico, e dalla formazione di una fascia plastica inferiore al raggio di scavo.

Per il successivo dimensionamento dell'anello interno (paragrafo 6), sono stati implementati due differenti tipologie di analisi al fine di valutare se il carico dovuto al distacco di un blocco (paragrafo 5.1) fosse più o meno gravoso del carico di allentamento dell'ammasso (paragrafo 5.2).

5.1 ANALISI DEI BLOCCHI

5.1.1 Carichi dell'ammasso altamente fratturato

Le dimensioni dei blocchi definiscono i carichi da considerare per il dimensionamento del rivestimento definitivo. La seguente figura illustra l'esempio di una trasposizione del carico da applicare al modello statico appoggiato su un letto di molle.

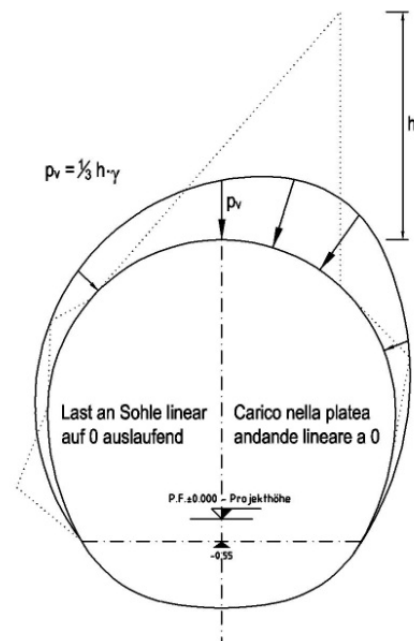


Figura 2: Rappresentazione qualitativa degli effetti dell'ammasso sul rivestimento, in caso di ammasso altamente fratturato

5.1.2 Procedura di verifica

In conformità alle NTC 2008 sono stati considerati i fattori parziali di sicurezza secondo i quali le azioni vengono aumentate di $\gamma_G = 1,30$ e le resistenze ridotte di $\gamma_c = 1,50$ ovvero $\gamma_s = 1,15$.

Die Trennflächenparameter c' und φ' werden mit ihren Rechenkennwerten (Basiswerten, siehe Absatz 3.3)

Für den Nachweis mittels Bruchkörperanalyse ist folgendes Sicherheitskonzept zu berücksichtigen.

Hierbei ist:

- R_d = Bemessungswert Widerstand
- E_d = Bemessungswert Einwirkung

5.1.3 Untersuchte Fälle und Ergebnisse

Der Nachweis wurde mit dem Berechnungsprogramm UNWEDGE 3.0 durchgeführt. Dabei wird die Wirksamkeit der Anker in Abhängigkeit von deren Neigung, Rutschrichtung der Felsblöcke und in Hinblick auf die Scherfestigkeit der Kluffüllungen untersucht.

Vorsichtshalber wurde der Ausbruchsquerschnitt FdE-CcT -T2 aufgrund der in Tabelle 4 aufgezeigten Diskontinuitäten analysiert. Die Ergebnisse gelten auch für den Ausbruchsquerschnitt FdE-CcT T3.

Es werden zwei Arten von Nachweisen durchgeführt:

- Sektor L1: die Länge des Berechnungsmodells entspricht der Abschlagslänge (4.5 m), welche aus Sicherheitsgründen um 0.5 Meter verlängert und ohne Spritzbeton berücksichtigt wurde. Um die Stabilität der Felsblöcke sicherzustellen, ist ein Netz aus Ankern des Typs Superswellex Pm 16 ($N_{yd} = 122$ kN) von 3.0 Meter Länge mit Raster 1.50 m (längs) x 1.80 m (quer) vorgesehen.
- Sektor L2: Das Berechnungsmodell ist unendlich lang mit einer 10 cm dicken Spritzbetonschale und mit Ankern des Typs Superswellex Pm 16 ($N_{yd} = 122$ kN) von 3.0 Meter Länge mit Raster 1.50 m (längs) x 1.80 m (quer).

Blöcke mit geringer Größe (<100 kN) sind für die Berechnung nicht maßgebend und falls sie nicht schon durch die Sprengung abgebrochen sein sollten, müssen sie vor Ort vom Geotechnik-Fachmann geprüft und mit einzelnen Ankern gesichert werden. Für die Zusammenfassung der Ergebnisse wird auf Anhang 3 verwiesen. Es wird hervorgehoben, dass mit der geplanten Ausbruchsicherung ein Sicherheitsfaktor größer 1.3, und somit gleich γ_G , erreicht wird. Aus der Nachweisführung geht hervor, dass das maximale Gewicht eines Felsblockes ca. 46 kN beträgt (maximale Höhe gleich 2.73 m). Die agierende Fläche beträgt ca. 1.41 m² und der maximale Druck des Blocks mit dreieckigem Verlauf beträgt:

$$P_v \approx 32.5kPa$$

Per l'analisi, si adottano i valori caratteristici c' e φ' riportati al paragrafo 3.3.

Per la verifica basata sull'analisi dei blocchi deve essere considerato il seguente criterio di sicurezza.

$$E_d \leq R_d$$

Dove:

- R_d = Valore della resistenza di progetto
- E_d = Valore di progetto dell'effetto delle azioni

5.1.3 Casi analizzati e risultati

Le analisi sono state effettuate con il programma di calcolo UNWEDGE 3.0 considerando l'efficacia dei chiodi in funzione della loro inclinazione rispetto al direzione di scivolamento dei blocchi e considerando la resistenza a taglio degli inclusi.

In via cautelativa è stata analizzata la sezione FdE-CcT T2 sulla base delle discontinuità riportate in Tabella 4. I risultati ottenuti sono validi anche per la sezione FdE-CcT T3.

Vengono eseguite due tipologie di analisi:

- settore L1: lunghezza di analisi pari allo sfondo di abbattimento (4.5 m) aumentato cautelativamente di 0.5 metri con assenza di betoncino proiettato. Per garantire la stabilità dei cunei rocciosi si prevede una rete di ancoraggi Superswellex Pm 16 ($N_{yd} = 122$ kN) di lunghezza 3.0 metri e maglia 1.80 m (trasversale) x 1.50 m (longitudinale).
- settore L2: lunghezza di analisi illimitata con presenza di uno strato di betoncino proiettato di 10 cm e ancoraggi Superswellex Pm 16 ($N_{yd} = 122$ kN) di lunghezza 3.0 metri e maglia (trasversale) x 1.50 m (longitudinale).

I blocchi che hanno una dimensione ridotta (< 100 kN) non sono rappresentativi per l'analisi e, qualora non si siano già distaccati a seguito del brillamento, devono essere esaminati sul luogo dall'esperto geotecnico ed assicurati con bulloni singoli.

Rimandando all'Appendice 3 per la sintesi dei risultati, si evidenzia che con i provvedimenti di messa in sicurezza previsti si raggiunge sempre un fattore di sicurezza maggiore di 1.3, uguale a γ_G .

Dall'analisi risulta che il peso del blocco è di 46 kN (altezza massima pari a 2.73 m) con superficie agente di ca. 1.41 m². La pressione esercitata del blocco con andamento triangolare, ha un valore massimo di:

$$P_v \approx 32.5kPa$$

5.2 ANALYSE DER AUSBRUCHPHASEN

Um abzuschätzen, welcher Lastfall, der Gebirgsdruck oder das Loslösen eines Bruchkörpers (Absatz 5.1), maßgebend ist, wurde eine Finite-Elemente-Berechnung mit dem Programm MIDAS GTS [30] durchgeführt. Dieses erlaubt es, die Lastentwicklung und das spannungs-verformende Verhalten des Gebirges während der einzelnen Bauphasen zu verfolgen.

Die Modellierungen erfolgen im ebenen Verformungszustand, d.h.:

- Das geotechnische Bezugsmodell stellt einen Querschnitt orthogonal zur Tunnelachse dar;
- Die Definition des Spannungs-Verformungs-Verhaltens und der Festigkeit des Gebirges ist vom Ausbruch abhängig;
- Die Definition des Spannungszustands im Gebirge, vor dem Tunnelvortrieb ist erforderlich;
- Die einzelnen Ausbruchphasen sowie die entsprechende Ausbruchsicherung werden modelliert.

5.2.1 Untersuchte Ausbruchquerschnitte

Für die Bemessung des Ausbruchquerschnitts FdE-CcT-T3 wurde der Querschnitt mit der höchsten Überdeckung im Bereich der Amphibolite und Paragneise (H=1200m) berücksichtigt. Das numerische Modell berücksichtigt außerdem die Wechselwirkung zwischen dem Ausbruch der Haupttunnel innerhalb der Nothaltestelle (FdE-GL Ost und West) und dem Mittelstollen Trens (FdE-CcT), wie in Abbildung 3 angegeben.

5.2 ANALISI DELLE FASI DI SCAVO

Al fine di valutare se il carico d'ammasso è più o meno gravoso del carico dovuto al distacco di un blocco (paragrafo 5.1), è stata condotta un'analisi mediante il programma agli elementi finiti MIDAS GTS [30]. Quest'ultimo consente di seguire la storia di carico e il comportamento tensio-deformativo dell'ammasso roccioso durante tutte gli step per la realizzazione dell'opera.

Le analisi, condotte nell'ipotesi di deformazioni piane, comportano:

- La definizione del modello geotecnico di riferimento che rappresenta una sezione trasversale all'asse della galleria;
- La definizione delle leggi sforzo-deformazione e di resistenza dell'ammasso roccioso interessato dagli scavi;
- La definizione dello stato tensionale presente nell'ammasso prima dello scavo della galleria;
- La simulazione delle fasi di scavo e di messa in opera dei sostegni.

5.2.1 Sezione analizzata

Per il dimensionamento della sezione FdE-CcT T3 si è considerata la sezione con la massima copertura all'interno del complesso delle Anfiboliti-Paragneiss (H=1200 m) e un modello numerico che tenesse in considerazione l'influsso tra gli scavi tra le gallerie di linea all'interno della fermata di emergenza (FdE-GL Est e Ovest) e il cunicolo centrale di Trens (FdE-CcT) come schematizzato in Figura 3.

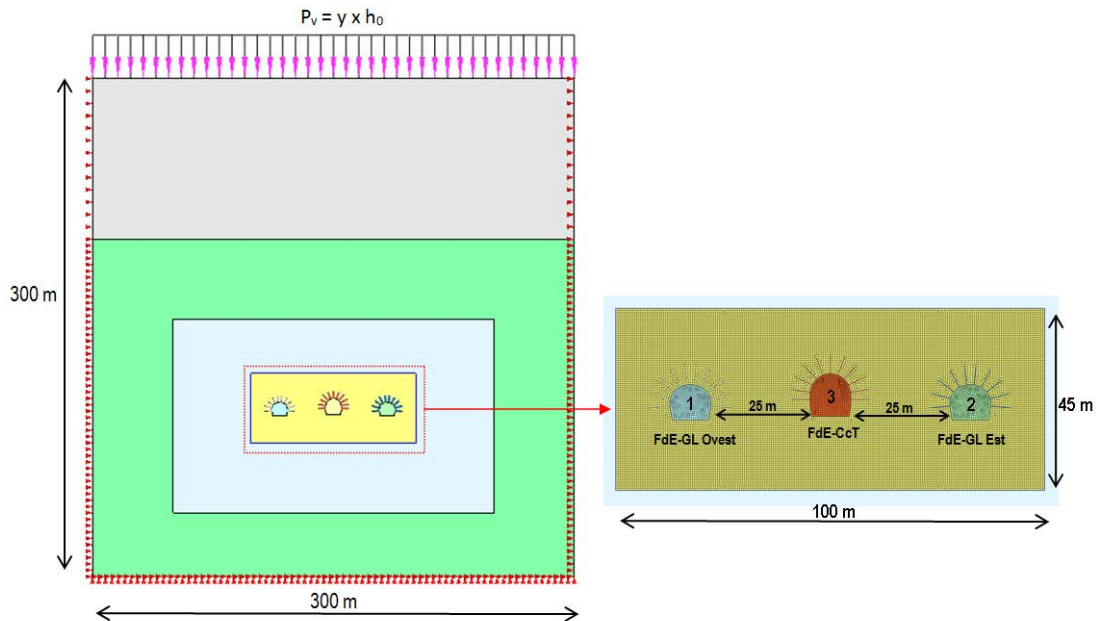


Abbildung 3: Analyseabschnitt FdE-CcT -T3

Figura 3: sezione di analisi FdE-CcT T3

Für die Bemessung des Regelquerschnitts FdE-GL T3 verweist man auf den Bericht H60-QS-70-ST-D0700-22907 Statische Berechnung Ausbau FdE-GL (T2-T3) (km 44.5+55.0 / km 45.0+25.0). Die Ausbruchphasen entsprechen dem Arbeitsprogramm Baulos Muls 2-3 [5].

Per il dimensionamento del profilo FdE-GL T3, si rimanda al Rapporto H60-QS-70-ST-D0700-22907 Relazione di calcolo rivestimenti FdE-GL (T2-T3) (km 44.5+55.0 / km 45.0+25.0). La sequenza degli scavi si basa su quanto indicato nel Programma Lavori Lotto Muls 2-3 [5].

5.2.2 Gebirgsmodell

Das Gebirge wurde als ein kontinuierlich elastisch-plastisches Medium modelliert mit Widerstandskriterium des Typs Hoek-Brown und Restparameter, die gemäß der Cai et. al [29] Theorie bewertet werden und im Bericht [2] wiedergegeben sind. Im Besonderen wurden die elastischen (Verformungsmodul und Poisson-Beiwert), elastisch-plastischen (m_b , s mit Peak- und Restwerte) und physischen (Dichte und einaxiale Druckfestigkeit) Eigenschaften der vom Ausbruch betroffenen Felsen bestimmt.

5.2.2 Modello costitutivo dell'ammasso

L'ammasso è stato modellato come un mezzo continuo elasto-plastico avente criterio di resistenza di tipo Hoek-Brown con parametri residui valutati sulla base della teoria di Cai et. al [29] e riportato nel [2]. In particolare sono state assegnate le caratteristiche elastiche (modulo di deformazione e coefficiente di Poisson), elasto-plastiche (m_b , s con valori di picco e residuo) e fisiche (densità e resistenza a compressione monoassiale) proprie delle rocce interessate dallo scavo.

Aufgrund der im Abs. 3.1 aufgezeigten Bemerkungen, werden die geomechanischen Parameter des Gebirges GA-BCA-GS-10g berücksichtigt.

Sulla base delle considerazioni riportate nel Par 3.1, vengono considerati i parametri geomeccanici dell'ammasso GA-BCA-GS-10g:

Zone max overburden [m]	GSI	GSI _{res}	γ [kN/m ³]	E_{rm} [MPa]	σ_{ci} [MPa]	σ_{cm} [MPa]	m_i [-]	$m_{b, peak}$ [-]	$m_{b, res}$ [-]	$s_{, peak}$ [-]	$s_{, res}$ [-]
1200	50	25.59	27.3	15528	72.5	15.60	15.5	2.599	1.087	0.0039	0.0003

Tabelle 6: Berücksichtigte geomechanische Parameter

Tabelle 6: Parametri geomeccanici considerati

5.2.3 Modellgeometrie und anfänglicher Spannungszustand

Aufgrund der Symmetrie der zu untersuchenden Problemstellung, erstreckt sich das Berechnungsmodell über eine Breite von 100 m ab den Grenzen der FdE-GL Ost und

5.2.3 Geometria del modello e stato tensionale iniziale

Il modello di calcolo, in virtù della simmetria del problema, si estende per 100 m in larghezza agli estremi della FdE-GL Est ed Ovest, 300 m in altezza, di cui 100 m al di sotto del piano

über eine Höhe von 300 m, von denen 100 m unter und 200 m über der Schienenoberkante liegen. Durch die gewählten Modellabmessungen kann davon ausgegangen werden, dass eventuelle Randeinflüsse vernachlässigbar sind. Das Gebirge wurde mittels zweidimensionaler, quadratischer Elemente mit Abmessungen von ca. 200x200 cm diskretisiert. In der Nähe des Tunnels wird die Maschenweite verdichtet und die Elemente erreichen Abmessungen von 50x50 cm.

Die gewählten Auflagerbedingungen verhindern eine Verschiebung in beide Richtungen am unteren Modellrand und blockieren Verschiebungen in horizontaler Richtung an den vertikalen Modellrändern. Am oberen Modellrand wurde ein Druck aufgebracht, welcher der vorhandenen Bodenauflast (von Tunnel bis Geländeoberkante) entspricht.

del ferro e 200 m al di sopra di quest'ultimo. Tali limiti sono sufficienti per ritenere trascurabili gli effetti di bordo. L'ammasso è stato discretizzato mediante elementi bidimensionali quadrati di dimensioni pari a circa 200x200 cm, infittiti in prossimità della galleria, dove assumono dimensioni pari a circa 50x50 cm.

Le condizioni di vincolo al contorno del modello prevedono spostamenti impediti in entrambe le direzioni lungo il boundary inferiore e spostamenti impediti in direzione orizzontale lungo i boundary verticali. Sul boundary superiore è applicata una pressione pari al peso del terreno presente in sito fino alla quota del piano campagna. Lo stato di sforzo in sito è stato valutato secondo le seguenti relazioni:

$$\sigma_y = \gamma \cdot z$$

$$\sigma_x = K_0 \cdot \sigma_z$$

Wobei:

- Z = Abstand des allgemeinen Elements von der Geländeoberkante
- K_0 = Beiwert des Beiwert des horizontal wirkenden Erddrucks, gleich 0.75 angenommen.

Dove

- Z rappresenta la distanza del generico elemento dal piano campagna
- K_0 è il coefficiente di spinta orizzontale, assunto pari a 0.75.

5.2.4 Eigenschaften der Außenschale

Folgende Tabelle zeigt die Eigenschaften der Sicherheitsmaßnahmen für das Profil FdE-CcT-T3 auf:

	Anker Chiodature						Spritzbeton Betoncino proiettato		
	Typ Tipo	N_y [kN]	L [m]	$i_{\text{längs/}}/$ long [m]	$i_{\text{quer/}}/$ trasv [m]	n° [-]	Klasse Classe [-]	S_{nom} [cm]	S_{min} [cm]
FdE-CcT-T3	Pm24	200	4.5	1.5	1.8	9+10	C30/37	15	9

Tabelle 7: Charakteristiken der Außenschale FdE-CcT-T3

5.2.4 Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase

La seguente tabella riporta le caratteristiche dei provvedimenti di messa in sicurezza per il profilo FdE-CcT-T3:

Tabella 7: Caratteristiche rivestimenti di prima fase FdE-CcT T3

Die Anker werden ins Modell eingefügt und zwar mit einem Grenzwiderstand, der ihrer Streckgrenze entspricht, die um den Widerstandsbeiwert ($Y_R = 1.15$) und der Reibung ($Y_R = 1.3$) faktorisiert wird, so wie mit BBT SE abgesprochen.

Die Anker werden mit spezifischen eindimensionalen Elementen (Truss) nachgebildet, mit perfekt plastisch-elastischem Verhalten (Abbildung 4) und Von Mises Bruchkriterium ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 174$ kN). Sie sind mit den Gitterknoten über eine Schnittstelle verbunden, wobei Vorsichtswerte des Querschnitts (100 kN/m) und der tangentialen Steifigkeit (10 MN/m/m) [28] berücksichtigt werden.

I chiodi vengono inseriti nel modello con una resistenza limite pari alla loro resistenza a snervamento fattorizzata per il coefficiente sulle resistenze ($Y_R = 1.15$) e sull'aderenza di ($Y_R = 1.3$) come concordato con BBT SE.

Gli ancoraggi sono stati riprodotti con specifici elementi monodimensionali (Truss) aventi comportamento elastico perfettamente plastico (Figura 4) con criterio di rottura alla Von Mises ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 174$ kN) collegati ai nodi della griglia mediante un'interfaccia considerando valori cautelativi di resistenza a taglio (100 kN/m) e rigidità tangenziale (10 MN/m/m) [28].

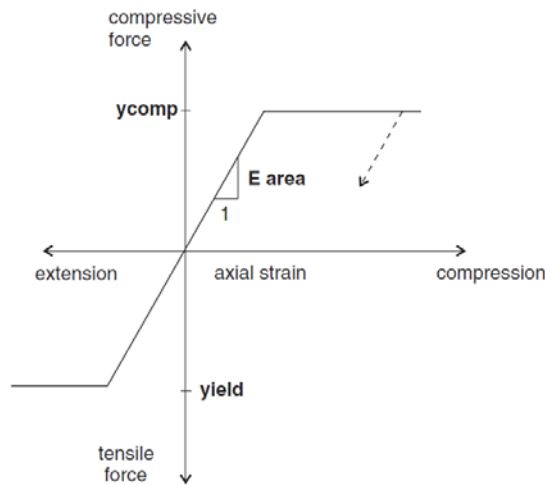


Abbildung 4: Kraft-Verformungsverhalten der Anker-Elemente

Figura 4: Comportamento sforzo-deformazione degli ancoraggi

Vorsichtshalber wird die Innenschale in Spritzbeton weggelassen, da sie als bauliche Maßnahme berücksichtigt wird, welche zur Sicherheit bzgl. des Abbrechens von kleinen Felsenvolumen geeignet ist (siehe Anhang 3).

In via cautelativa il rivestimento di prima fase in betoncino proiettato viene trascurato in quanto considerato come un provvedimento costruttivo atto a garantire la sicurezza nei confronti di distacchi di piccoli volumi di roccia (vedasi Appendice 3).

5.2.5 Laststufe

Nach einer ersten Phase der Modellinitialisierung, zur Berechnung des Ausgangsgleichgewichts, wird die Tunnelaushebung mittels Trägheits-Kräften der Aushebung simuliert (späterhin FFS). Der Prozentsatz dieser Kräfte an der

5.2.5 Step di carico

Dopo una prima fase di inizializzazione del modello, necessaria per calcolare l'equilibrio iniziale, lo scavo della GL viene simulato mediante l'utilizzo delle Forze Fittizie di Scavo, di seguito denominate FFS. La percentuale di tali forze è

Ortsbrust wird aufgrund der Ergebnisse des definierten Verfahrens bestimmt (Anhang 2).

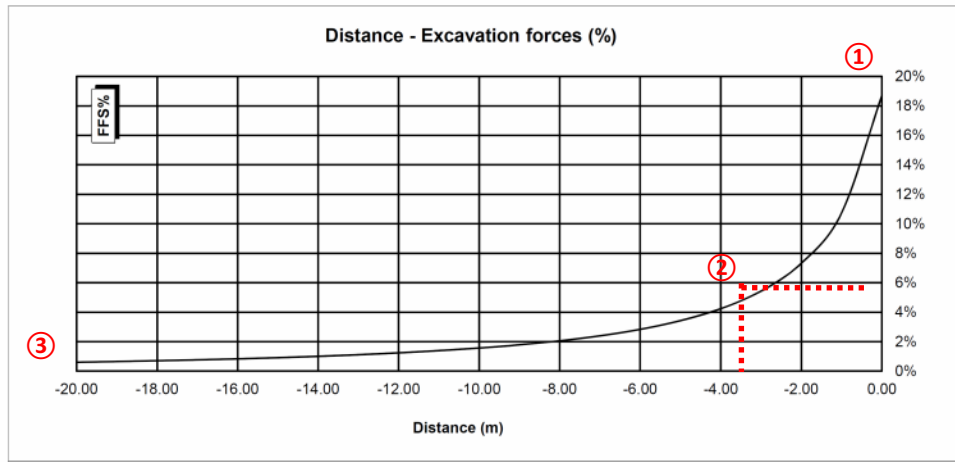


Abbildung 5: FFS an der Ortsbrust und bei Einsetzung der Anker

Figura 5: FFS al fronte e all'installazione delle chiodature

Nachfolgend sind die Berechnungsstufen zusammengefasst:

Di seguito sono riassunti gli step di calcolo:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 0) Geostatische Ausgangslage mit Bestimmung der Geometrie, der Randbedingungen, der Stratigraphie und der geostatischen Ausgangsspannungen; 1) Annullierung der Zonen innerhalb der Aushebung und Reduktion der FFS bis zum Wert, den sie an der Ortsbrust einnehmen (FFS =18%); 2) Reduktion der FFS bis zum Wert, den sie bei der Einsetzung der Außenschale einnehmen (3.0 m von der Ortsbrust) (FFS =6%); 3) Einführung des numerischen Modells der Stützmittel der Außenschale und Annullierung der FFS (FFS =0%); 4) Entfernung der Außenschale und Simulation der Langzeitkonfiguration mit der Einsetzung der Innenschale. Diese ist mit der Masche mittels eines Schnittstellenelements verbunden, mit normaler Steifigkeit, die dem Gebirge entspricht, und tangentialer Steifigkeit gleich Null. Dieses Schnittstellenelement ermöglicht es, die Wirkung der Abdichtungsschicht zwischen den zwei Schalen zu berücksichtigen, indem es die tangentialen Spannungen annulliert, sowie die Drücke abzuschätzen, die auf der Innenschale wirken. | <ul style="list-style-type: none"> 0) Condizione geostatica iniziale con definizione della geometria, delle condizioni al contorno, della stratigrafia e delle tensioni geostatiche iniziali; 1) Annullamento delle zone all'interno dello scavo e riduzione delle forze FFS, fino al valore che assumono al fronte (FFS=18%); 2) Riduzione delle FFS fino al valore che assumono nel momento di installazione del rivestimento di I fase (3.0 m dal fronte) (FFS=6%); 3) Introduzione nel modello numerico dei sostegni di I fase e annullamento delle FFS (FFS=0%). 4) Rimozione del rivestimento di prima fase e simulazione della configurazione a lungo termine con l'installazione del rivestimento definitivo. Quest'ultimo è collegato alla mesh mediante un elemento interfaccia avente rigidezza normale pari a quella dell'ammasso e rigidezza tangenziale nulla. Quest'ultimo elemento, oltre a consentire di valutare le pressioni che agiscono sul rivestimento definitivo, consente di considerare l'effetto del pacchetto di impermeabilizzazione presente tra i due rivestimenti, annullando le tensioni tangenziali. |
|--|---|

5.2.6 Nachweisverfahren

Gemäß den NTC 2008 werden die Einwirkungen auf die Außenschale, die dem FEM Modell entnommen sind, um $\gamma_G = 1,30$ erhöht und die Widerstände des strukturellen Abschnitts um $\gamma_c = 1,50$ reduziert, das heißt $\gamma_s = 1,15$.

Die Nachweise gelten erfüllt, wenn folgende Ungleichung verifiziert ist:

$$E_d \leq R_d$$

Hierbei ist:

- R_d = Bemessungswert Widerstand
- E_d = Bemessungswert Einwirkung

Da im FEM Modell der Spritzbeton ausgelassen wurde, wie in Abs. 5.2.3. angeführt, überschreiten die Anker, welche ihre Streckgrenze erreichen ($N_{yd} = 174$ kN), nicht die axiale Verformungsgrenze, die vorsichtshalber auf 5% gesetzt wurde.

5.2.7 Ergebnisse

Die im Anhang 4 aufgezeigten Analysen bestätigen, dass das Gebirgsverhalten durch reduzierte Konvergenzen (absolute Konvergenzen < 40 mm und relative Konvergenzen ohne Spritzbeton ca. 15 mm) und durch die Bildung eines plastischen Streifens mit maximaler Ausdehnung von ca. 3-4 m gekennzeichnet ist.

Die Anker erreichen die Streckgrenze ($N_{yd} = 174$ kN), aber nicht die Verformungsgrenze des Stahls ($\epsilon < 5\%$).

Der vom Gebirge ausgeübte Druck auf die Innenschale, beim Entfallen der Anker, beträgt 50 kPa.

5.2.6 Procedura di verifica

In conformità alle NTC 2008 le azioni ricavate dal modello FEM sul rivestimento di prima fase sono aumentate di $\gamma_G = 1,30$ e le resistenze della sezione strutturale sono ridotte di $\gamma_c = 1,50$ ovvero $\gamma_s = 1,15$.

Le verifiche risultano soddisfatte se è verificata la seguente disuguaglianza:

Dove:

- R_d = Valore della resistenza di progetto
- E_d = Valore di progetto dell'effetto delle azioni

Essendo stato trascurato nello modello FEM il betoncino proiettato come riportato precedentemente, si verifica che gli ancoraggi che raggiungono il limite di snervamento ($N_{yd} = 174$ kN) non superino il limite di deformazione assiale posto cautelativamente pari al 5%.

5.2.7 Risultati

Le analisi riportate nell'Appendice 4 confermano che il comportamento dell'ammasso è caratterizzato da convergenze ridotte (convergenze assolute < 40 mm e convergenze relative in assenza del betoncino proiettato di ca. 15 mm) e dalla formazione di una fascia plastica di estensione massima di ca. 3-4 m.

Gli ancoraggi raggiungono il limite di snervamento ($N_{yd} = 174$ kN) ma non raggiungono il limite di deformazione dell'acciaio ($\epsilon < 5\%$). La pressione esercitata dall'ammasso sul rivestimento definitivo, al decadimento delle chiodature, è dell'ordine dei 50 kPa.

5.3 ANALYSE DER STANDSICHERHEIT DER ORTBRUST

5.3.1 Nachweisverfahren

Für die Durchführung der Ortsbrustnachweise werden die charakteristischen Werte der geotechnischen Parameter mit den folgenden Faktoren abgemindert:

Parameter / Parametri	Symbol / Simbolo	Faktor / Fattore
Effektiver Reibungswinkel / Angolo di attrito effettivo ^a	$\gamma_{\varphi'}$	1.25
effektive Kohäsion / Coesione effettiva	γ_c'	1.25
undrainierte Scherfestigkeit / Resistenza a taglio non drenata	γ_{cu}	1.4
einaxiale Druckfestigkeit / Resistenza a compressione monoassiale	γ_{qu}	1.6
Wichte / Peso specifico	γ_T	1
^a Dieser Faktor wird auf $\tan \varphi'$ angewendet / valore applicato alla tangente dell'angolo		

Tabelle 8: Teilsicherheitsfaktoren Ortsbrustnachweis

5.3.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse des Kennlinienverfahrens schließen wichtige Instabilitätsphänomene an der Ortsbrust für diese Gebirge aus. Die Bruchkörperanalyse, die mit der Software Unwedge durchgeführt wurde, zeigt, dass das Volumen der abbrechenden Felsblöcke unter 0.5 m³ liegt und deshalb können sie, wenn sie nicht schon bei der Sprengung abgebrochen sind, auf Anordnung des geotechnischen Fachmanns abgelöst werden.

Bei längerem Aufenthalt an der Ortsbrust ist zum Ortsbrustschutz der Einsatz einer faserverstärkten Spritzbetonschicht von mindestens 10 cm Stärke vorgesehen.

5.3 ANALISI DELLA STABILITÀ DEL FRONTE

5.3.1 Procedura di verifica

Per l'esecuzione dei calcoli di stabilità del fronte vengono applicati i valori caratteristici dei parametri geotecnici ridotti con i seguenti fattori:

Tabella 8: Fattori parziali di sicurezza per la verifica del fronte di scavo

5.3.2 Risultati

I risultati delle linee caratteristiche escludono importanti fenomeni di instabilità del fronte di scavo per gli ammassi oggetto di studio. L'analisi dei blocchi, eseguita mediante il software Unwedge mostra come i blocchi distaccabili hanno un volume inferiore a 0.5 m³ e pertanto, se non già distaccati durante il brillamento, possono essere disgiunti su indicazione dell'esperto geotecnico.

In caso di sosta prolungata delle attività di scavo si prevede di installare uno strato di betoncino proiettato fibrorinforzato a protezione del fronte di spessore minimo 10 cm.

6 INNENSCHALE

6.1 METHODE DER STATISCH ÜBERBESTIMMTEN REAKTIONEN

Die Beanspruchungen der Innenschale sind durch das informatische Rechenprogramm MIDAS Gen2013, das auf die Finite-Elementen-Methode (FEM) basiert, berechnet worden.

Für die Berechnung wird ein Abschnitt des Tunnels mit einheitlicher Tiefe (1 m) berücksichtigt und ein Strukturmodell festgelegt und zwar mittels ebenen Finite-Elemente des Typs Träger (beam). Die Tunnelschale ist durch Elemente schematisiert, die kürzer als 0.5 m sind und die reelle Stärken des berücksichtigten strukturellen Elements besitzen (Kalotte, Widerlager, Sohlgewölbe/Sohlplatte).

Die strukturelle Steifigkeit der Träger Elemente wird als $E'_c \times I_y$ des nicht gerissenen Schnitts berechnet. Das Trägheitsmoment I_y wird im Verhältnis zur Schnittachse aus Beton berechnet, wobei der Stahl, wo vorhanden, ausgelassen wird. Das elastische Modul E'_c , im Falle von ebener Verformung, beträgt:

$$E'_c = \frac{E_c}{1 - \nu^2}$$

mit:

- E_c = Elastizitätsmodul des Betons
- ν = Poissonsahl (0.2);

Zur Modellierung des unbewehrten Betons wird ein elastisch-lineares Materialmodell verwendet. Die Neuverteilung der Belastungen werden laut Absatz 12.5 des EC2 berechnet, falls die abschnittsweise Steifigkeit durch die Bildung von Rissen, dort wo die Betonzugfestigkeit überschritten wurde (Bildung von plastischen Gelenken) verloren gegangen ist. Die Modellierung der plastischen Gelenke erfolgt durch den Einsatz von Torsionsfedern, deren Steifigkeit iterativ mit der Pöttler-Methode [26], [27] berechnet wird.

6.2 INTERAKTION TRAGWERK-BAUGRUND

Die Zusammenwirkung Boden-Struktur wird mit dem Einsatz von Point Support Elementen simuliert, die an die Modellknoten gesetzt werden. Nur bei Komprimierung übertragen diese Elemente den Knoten eine Reaktion, die dem Kontaktdruck Boden-Struktur entspricht. Die Steifigkeit der genannten Elemente wird unter Berücksichtigung des Reaktionsmoduls des Bodens k und der Schnittstelle, welche sich aus dem Paket der Abdichtung - Dränageschicht ergibt, bestimmt. Die erste wird laut den nachfolgend angeführten Relationen bestimmt und zwar jeweils für gekrümmte und gradlinige Oberflächen (Abs. 6.2.1 und 6.2.2). Die zweite wurde mit $60'000 \text{ kN/m}^3$ aufgrund der Eigenschaften des

6 RIVESTIMENTO DEFINITIVO

6.1 METODO DELLE REAZIONI IPERSTATICHE

Le sollecitazioni nel rivestimento definitivo sono state calcolate mediante il programma di calcolo informatico MIDAS Gen2013, basato sul Metodo degli Elementi Finiti (FEM).

Per il calcolo si considera un concio di galleria con profondità unitaria (1 m) e si definisce un modello della struttura mediante elementi finiti piani di tipo trave (beam). Il rivestimento della galleria è schematizzato con elementi di lunghezza inferiore a 0.5 m aventi gli spessori reali dell'elemento strutturale considerato (calotta, piedritto, arco rovescio/platea).

La rigidezza strutturale degli elementi trave è calcolata come $E'_c \times I_y$ della sezione non fessurata. Il momento d'inerzia I_y è calcolato rispetto all'asse della sezione in calcestruzzo, trascurando la presenza dell'acciaio ove presente. Il modulo elastico E'_c , in condizioni di deformazioni piane, vale:

dove:

- E_c = modulo di elasticità del calcestruzzo;
- ν = rapporto di Poisson (0.2);

Per la modellazione del calcestruzzo non armato si utilizza un modello costitutivo del materiale elastico-lineare. Viene presa in considerazione la ridistribuzione delle sollecitazioni in seguito alla perdita di rigidezza sezionale causata dall'apertura di fessure laddove venga superata la resistenza a trazione del calcestruzzo (formazione di cerniere plastiche), in accordo con il paragrafo 12.5 dell'EC2. La modellazione delle cerniere plastiche avviene mediante l'inserimento di molle torsionali la cui rigidezza è calcolata iterativamente mediante il metodo di Pöttler [26], [27].

6.2 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

L'interazione terreno-struttura viene simulata mediante l'utilizzo di elementi point support posti in corrispondenza dei nodi del modello. Tali elementi trasmettono ai nodi, solo se compressi, una reazione pari alla pressione di contatto terreno-struttura. La rigidezza degli elementi citati è determinata tenendo conto del modulo di reazione del terreno k e dell'interfaccia data dal pacchetto impermeabilizzazione-strato drenante. La prima è definita secondo le relazioni di seguito descritte (paragrafo 6.2.1 e 6.2.2), rispettivamente per superfici curve e rettilinee. La seconda è stata assunta pari a $60'000 \text{ kN/m}^3$ in virtù delle caratteristiche del pacchetto d'impermeabilizzazione. Quest'ultima ha valenza per

Abdichtungsstreifens angenommen. Letztere gilt für Verschiebungen von weniger als 0.5 cm. Werden diese Verschiebungen überschritten, entspricht die Schnittstellensteifigkeit der des Gebirges.

Die tangenziale Steifigkeit wurde aufgrund des Vorhandenseins des Abdichtungsmantels bei der Schnittstelle Boden-Struktur vernachlässigt.

spostamenti inferiori a 0.5 cm. Superati tali spostamenti, la rigidezza dell'interfaccia diventa quella dell'ammasso.

La rigidezza tangenziale è stata trascurata in virtù della presenza del manto di impermeabilizzazione nell'interfaccia terreno-struttura.

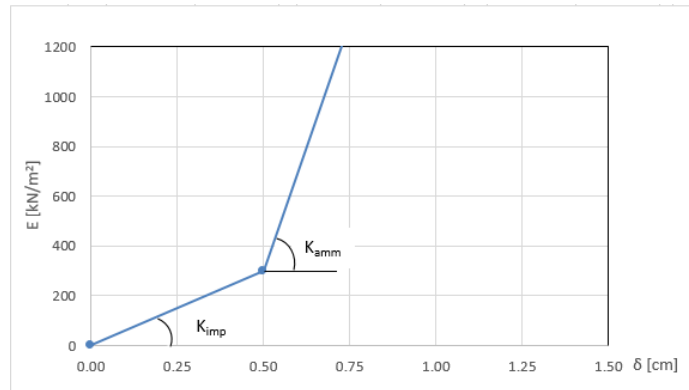


Abbildung 6: Schematisierung der Schnittstelle

Figura 6: Schematizzazione dell'interfaccia

6.2.1 Modellierung der Bettung

Die radiale Bettung der Innenschale im Gebirge/Boden ermittelt sich in der Regel unter Berücksichtigung des Elastizitätsmoduls E und der Querdehnzahl ν des Gebirges/Bodens sowie der Systemlinie des entsprechenden Innenschalenradius R wie folgt:

$$K_R = E \times \frac{(1 - \nu)}{(1 + \nu)(1 - 2 \times \nu) \times R} = \frac{E_S}{R}$$

Hierbei ist:

- K_R = radiale Bettung Innenschale – Gebirge [MN/m³]
- E = Elastizitätsmodul des umliegenden Bodens/Gebirges
- E_S = Steifemodul des umliegenden Bodens/Gebirges
- ν = Querdehnzahl des Bodens/Gebirges
- R = Tunnelradius Systemlinie

6.2.1 Rigidezza radiale

Per la definizione della rigidezza del letto di molle radiali in materiale sciolto, si tiene conto del modulo elastico E , del coefficiente di Poisson ν dell'ammasso roccioso e del raggio interno R della galleria.

Dove:

- K_R = rigidezza del letto di molle radiali a contatto con l'anello interno [MN/m³]
- E = modulo elastico dell'ammasso roccioso
- E_S = modulo edometrico dell'ammasso roccioso
- ν = coeff. di Poisson dell'ammasso roccioso
- R = raggio della galleria – linea di riferimento

6.2.2 Federkonstanten Auflagerbereich/Sohle

Das Widerlager der Konstruktion mit Sohlplatte bzw. offener Sohle (Querschläge) wird durch Federn mit zugehöriger Steifigkeit in Abhängigkeit der dazugehörigen Einflussbreite „b“ modelliert. Die Federkonstanten sind wie folgt zu ermitteln:

Federkonstante c_v – vertikal

6.2.2 Costante della molla nelle zone di appoggio / fondo

L'appoggio della costruzione con platea oppure con fondo aperto viene modellato con molla con rigidezza relativa all'area di influenza della singola molla "b". La costante della molla si calcola come segue:

Costante della molla c_v – verticale

- $c_v = E_{Geb.} \cdot 0,5 \cdot b$

Federkonsatnte c_h – horizontal

- $c_h = 0,5 \cdot c_v$

6.3 EINWIRKUNGEN

Im Folgenden werden folgende Kürzel für die Einwirkungen herangezogen:

- G = ständige Einwirkungen
- Q = vorübergehende Einwirkungen
- A = außergewöhnliche Einwirkungen (z.B. Brand, Anprall, Explosion)
- E = Erdbeben

6.3.1 Eigengewicht G1

Die für die Berechnung des Eigengewichts verwendete Querschnittsfläche pro Tunnelmeter basiert auf den Planmaßen der Konstruktion.

Das spezifische Eigengewicht des Stahlbetons ist mit $\gamma=25\text{kN/m}^3$ zu berücksichtigen.

6.3.2 Kettenwerk G2

Das Kettenwerk wird zur Sicherheit auf einem maximalen Abstand von 50 m angebracht, wie in der Abbildung ersichtlich. Aus diesen Lasten ergeben sich die am Aufhängepunkt anzusetzenden Lasten:

- Moment von 3,80 kNm
- Horizontallast von 0,70 kN
- Vertikallast von 2,50 kN

- $c_v = E_{Geb.} \cdot 0,5 b$

Costante della molla c_h – orizzontale

- $c_h = 0,5 c_v$

6.3 ANALISI DEI CARICHI

Per le azioni si utilizzano le seguenti abbreviazioni:

- G = Azioni permanenti
- Q = Azioni variabili
- A = Azioni eccezionali (per es. incendio, urto, esplosione)
- E = Azioni sismiche

6.3.1 Peso proprio G1

Il volume utilizzato per il calcolo del peso proprio si basa sulle dimensioni effettive della struttura.

Il peso specifico del calcestruzzo viene assunto pari $\gamma= 25\text{kN/m}^3$.

6.3.2 Catenaria G2

Le catenarie vengono applicate per sicurezza su una distanza massima di 50 m, come nella Illustrazione. Da questi carichi derivano quelli da applicare al punto di sospensione:

- Momento di 3,80 kNm
- Carico orizzontale di 0,70 kN
- Carico verticale di 2,50kN

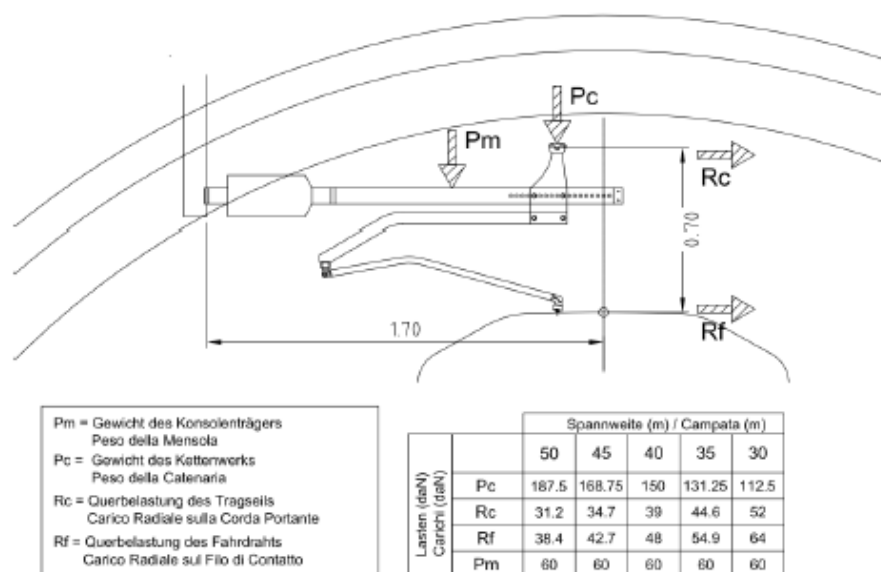


Abbildung 7: Lasten des Kettenwerks

Figura 7: Carichi della catenaria

6.3.3 Auffüllung mit Beton oberhalb des Sohlgewölbes G3

Das für die Berechnung des Eigengewichts verwendete Volumen basiert auf dem Planmaß der Konstruktion.

Das spezifische Gewicht des unbewehrten Betons wird mit $\gamma_{c,na} = 24 \text{ kN/m}^3$ angenommen.

Das spezifische Gewicht des Stahlbetons wird mit $\gamma_{c,ar} = 25 \text{ kN/m}^3$ angenommen.

6.3.4 Wasserdruck G4

Für druckentlastete (drainierte) Tunnel wird der Wasserdruck, bei Regelquerschnitten mit Sohlgewölbe, nur bis in Höhe der Ulmenlängsdrainage berücksichtigt. Die Wasserlasten sind dann wie folgt anzusetzen:

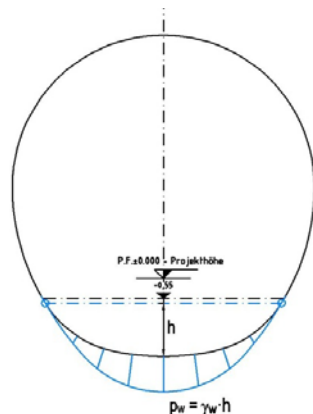


Abbildung 8: Lastbild Wasserdruck – drainierter Regelquerschnitt

6.3.5 Gebirgslast G5

Die Gebirgslast entspricht dem höheren Wert der beiden Lasten, jener aus der Bruchkörperanalyse und jener aus der Finite-Elemente-Analyse, die auf die Innenschale wirkt, nach vollständigem Verfall der fiktiven Aushubkräfte (letzte Stufe der FEM-Analyse). Da die größere Last a priori nicht bestimmt werden kann, wurden die Analysen mit beiden Lastenverteilungen durchgeführt.

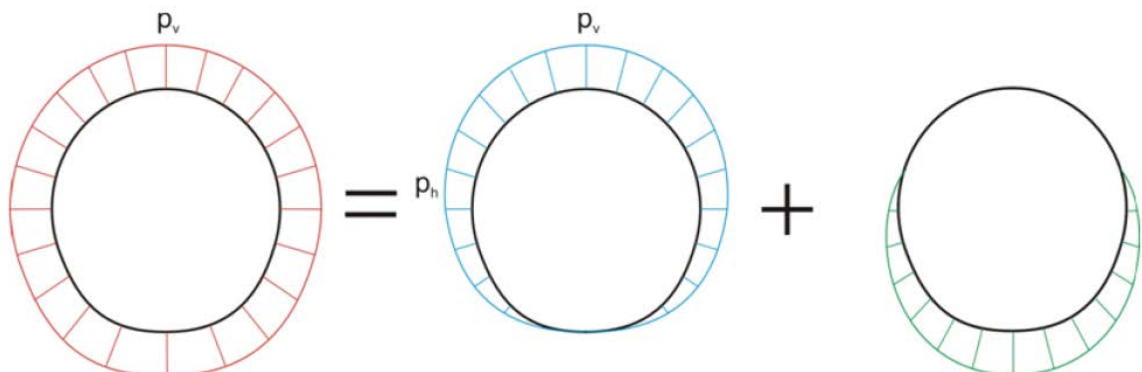


Abbildung 9: Qualitative Darstellung der numerisch ermittelten Normalspannungen (rot), der aktiven Gebirgslast (blau) und der passiven Bettungsreaktion (grün)

6.3.3 Riempimento in cls al di sopra dell'arco rovescio G3

Il volume utilizzato per il calcolo del peso proprio si basa sulle dimensioni effettive della struttura.

Il peso specifico del calcestruzzo non armato viene assunto pari a $\gamma_{c,na} = 24 \text{ kN/m}^3$.

Il peso specifico del calcestruzzo armato viene assunto pari a $\gamma_{c,ar} = 25 \text{ kN/m}^3$.

6.3.4 Pressione idraulica G4

Per il caso di galleria drenata (senza pressione) nelle sezioni tipo con arco rovescio, il carico idraulico viene considerato solo dal vertice inferiore al di sotto dell'arco rovescio fino all'altezza del drenaggio sul piedritto. Il carico idraulico viene applicato secondo il seguente schema:

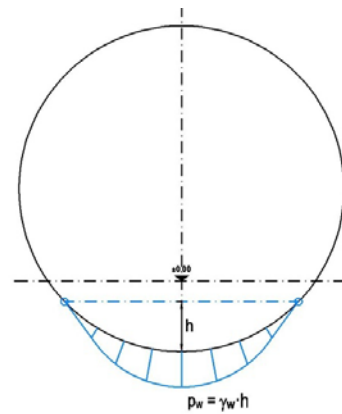


Figura 8: Pressione idrostatica - Sezione tipo drenata

6.3.5 Carico dell'ammasso G5

Il carico d'ammasso è pari al maggiore tra il carico scaturito dall'analisi a blocchi ed il carico che agisce sul rivestimento definitivo nelle analisi alle differenze finite, al completo decadimento delle forze fittizie di scavo (ultimo step delle analisi FEM). Non potendo definire a priori il carico più gravoso le analisi sono state effettuate con entrambe le distribuzioni di carico.

Figura 9: Rappresentazione qualitativa delle tensioni normali (rosso), ottenute dal calcolo numerico, del carico attivo dell'ammasso (blu) e della reazione assestamento del terreno (verde)

6.3.6 Kriechen und Schwinden des Betons G6

Das Schwindmaß des Betons wird gemäß NTC 2008 Kap. 11.2.10.6 ermittelt.

Die Kriechzahl φ wird gemäß dem NTC 2008 Kap. 11.2.10.7 unter Berücksichtigung des Spannungszustandes aus einer Einwirkungskombination ständiger Lasten (G1 (Eigengewicht) + G2 (Kettenwerk)) ermittelt.

Kriechen und Schwinden des Betons bewirken eine Längenänderung Δl (Endschwindmaß), auf die die Berechnung basieren muss, und zwar in Form einer gleichmäßigen Temperaturabkühlung.

Für alle Abschnitte die höher als 25 cm sind und aus Beton C30/37 bestehen, ergibt sich eine Durchschnittsverformung durch autogenes zeitlich unendliches Schwinden von 0.27‰. Bei der Bemessung wurde gemäß Norm 50% des Schwindens angenommen, was durch eine gleichmäßige Temperaturabkühlung von -13.4°C simulierbar ist. Diese Abkühlung muss, z. B., mittels Einsatz eines funktionstüchtigen Superverflüssigungsmittels (Typ MasterGlenium von BASF), nicht-kalkhaltigen Zuschlagstoffen und Zugabe eines Expansionsmittels (Typ MasterLife SRA100 von BASF) bewirkt werden. Das angewandte System muss auf der Baustelle durch Eignungsprüfungen nachgewiesen werden.

Bei der Modellierung der Innenschale, insbesondere bezüglich Absatz 4.1.1.1 des NTC08, wendet man eine gleichmäßige Temperaturabkühlung von -6.7° C für den GZT und von -8.9°C für den GZG an.

6.3.7 Temperatur Q1

Die Dimensionierung der Innenschale hat unter Berücksichtigung der Temperatureinwirkung gemäß der nachfolgenden Tabelle entsprechend dem Abstand zum Portal zu erfolgen.

Abstand Portal / Distanza dall'imbocco [km]	3,0 - 10,0	
Temperaturgradient / gradiente della temperatura ΔT / [°C]	2	
ΔT_{eff} [°C]	Winter / Inverno	Sommer / Estate
	-10	10

Tabelle 9: Temperatureinwirkung Innenschale

Der Temperaturgradient ΔT gibt die Temperaturdifferenz zwischen der Innenkante Innenschale und Außenkante

6.3.6 Viscosità e ritiro del calcestruzzo G6

La deformazione dovuta al ritiro del calcestruzzo si calcola in base al paragrafo 11.2.10.6 delle NTC 2008.

Il coefficiente di viscosità φ si calcola ai sensi delle NTC 2008 par. 11.2.10.7, considerando la condizione tensionale derivante dalla combinazione di azioni permanenti (G1 (peso proprio) + G2 (catenaria)).

Viscosità e ritiro del calcestruzzo comportano un cambiamento in lunghezza Δl (valore finale del ritiro), su cui deve essere basato il calcolo, in forma di diminuzione uniforme della temperatura.

Per tutte le sezioni con altezza maggiore di 25 cm e calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 risulta una deformazione media per ritiro autogeno a tempo infinito pari a 0.27‰. Nel dimensionamento si è assunto il 50% del ritiro imposto dalla Normativa, simulabile mediante l'applicazione di un abbassamento uniforme della temperatura di -13.4 C°. Tale riduzione dovrà essere ottenuta, ad esempio, mediante l'utilizzo di un superfluidificante performante (tipo MasterGlenium della BASF), di inerti non calcarei e tramite l'aggiunta di un espansivo (tipo MasterLife SRA100 della BASF). Il sistema adottato dovrà essere verificato con prove preventive in cantiere.

Nella modellazione del rivestimento definitivo, con particolare riferimento al paragrafo 4.1.1.1 dell'NTC08, si procede applicando un abbassamento uniforme della temperatura di -6.7° C agli SLU e di -8.9°C agli SLE.

6.3.7 Temperatura Q1

Per il dimensionamento dei rivestimenti definitivi si considerano azioni termiche, in conformità alla seguente tabella, secondo la distanza dall'imbocco.

Tabella 9: Variazione termica

Il gradiente della temperatura ΔT indica la differenza di temperatura tra le superfici interna ed esterna del rivestimento

Innenschale wieder.

Temperaturbeanspruchungen während des Baus der Innenschale können vernachlässigt werden.

Die von der Temperatur ausgehenden Einwirkungen in Folge eines Brands sind Gegenstand des Absatzes 0.

6.3.8 Erdbebeneinwirkung E1

Im Gegensatz zu den anderen Lastkombinationen hat die Erdbebenlast einen geringen Einfluss und wird deshalb nicht berücksichtigt.

6.3.9 Druck / Sog infolge Zufahrt A1

Die Verdichtungs- und Druckentlastungsvorgänge aus der Zugdurchfahrt sind im Dokument D0118-064 „Aerodynamik – Klima – Lüftung“ festgelegt. Dem Dokument kann entnommen werden, dass im Extremfall (außergewöhnliche Einwirkungen) im Tunnel aerodynamische Einwirkungen von $\Delta_p \text{ Druck} = + 11 \text{ kN/m}^2$ und $\Delta_p \text{ Sog} = - 9 \text{ kN/m}^2$ aufkommen. Da dies erhebliche Einwirkungen sind, auch unter Berücksichtigung der entsprechend angenommenen Teilsicherheitsfaktoren, werden die aerodynamischen Einwirkungen nur in Kombination mit den Einwirkungen, die aus einer außerordentlichen Bemessungslage stammen, berücksichtigt.

6.3.10 Anpralllast A2

Die Einwirkung Aufprall Schienenfahrzeuge ist nur in den Verzweigungsbauwerken und Portalen zu berücksichtigen. Im untersuchten Abschnitt wurde sie demnach nicht berücksichtigt.

in conci.

Le sollecitazioni derivanti dalla temperatura durante la costruzione dell'anello vengono trascurate.

Le azioni derivanti dalle alte temperatura a seguito di incendio sono oggetto del paragrafo 6.3.11.

6.3.8 Azione sismica E1

Il carico sismico rappresenta una condizione poco influente rispetto alle altre combinazioni di carico e pertanto non viene considerata.

6.3.9 Pressione aerodinamica A1

I processi di carico e scarico tensionale a seguito del passaggio dei treni sono definiti nel documento D0118-064 „Aerodinamica – clima – ventilazione“. Dal documento si deduce che in casi estremi (azioni eccezionali) si presentano in galleria azioni aerodinamiche di $\Delta_p \text{ pressione} = + 11 \text{ kN/m}^2$ e $\Delta_p \text{ aspirazione} = - 9 \text{ kN/m}^2$. Poiché si tratta di azioni rilevanti, anche in considerazione dei relativi coefficienti parziali di sicurezza adottati, le azioni aerodinamiche si considerano solo associate in combinazione con le azioni derivanti dalla situazione di dimensionamento eccezionale.

6.3.10 Urto A2

Il carico da urto è da considerare solo nelle caverne di diramazione e ai portali. Nella zona in oggetto non è pertanto considerato.

6.3.11 Brand A3

Die Dimensionierung im Brandfall wird gemäß den Vorschriften der EN 1992-1-2 ausgeführt.

Gemäß den Vorschriften des MD 28/10/2005 Sicherheit in den Eisenbahntunnels, wird die Stabilität aller Bauwerke in Hinblick auf die Temperatur-Zeit Kurve laut UNI 11076 gemäß D0118-04326 "Sicherheit gegen die Brandexplosionen" gewährleistet.

Die bewehrten und unbewehrten Abschnitte sind hinsichtlich eines Brandes gemäß den Kriterien des spezifischen Berichts [5] geprüft worden. Hier beschränkt man sich darauf hinzuweisen, dass, einvernehmlich mit der Tabelle D.6.3 des D.M. 16.02.2007 "Klassifizierung der Feuerbeständigkeit der Bauprodukte und -elemente für Bauwerke", folgende Bedingungen ausreichend zur Gewährleistung der REI 120 Klasse sind:

- Stärke 's' der tragenden Bauteile größer als 160 mm;
- Betondeckung 'a' (Achsabstand der Bewehrung von der ausgesetzten Oberfläche) größer als 35 mm.

Beide Voraussetzungen sind erfüllt.

6.4 LASTFALLKOMBINATIONEN

Die zu untersuchenden Lastfallkombinationen sind gemäß NTC 2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ zu berücksichtigen.

Die Lastfallkombinationen für die Dimensionierung der Innenschale sind in der Tabelle 10 angegeben:

Lastfall / Caso di carico Einwirkung s/ mbination /Combinazi oni	ständig / permanenti							vorübergehend / variabili			außergewöhnlich / eccezionali		
	Eigengewicht Peso proprio	Oberleitung Catenaria	Sohlbeton Carichi permanent sull'arco rovescio	Wasserdruck Carico idraulico	Gebirgslast ohne Auftrieb Carichi della roccia in condizioni asciutte	Kriechen und Schwinden Ritiro e rifiassamento	Quell-druck Swelling- Squeezing	Temperatur (Sommer) Temperatura (Estate)	Temperatur (Winter) Temperatura (Inverno)	Verkehrslast (Zugfahrt) Carico ferroviario	Brand Fuoco	Druck infolge Zugfahrt Carico aereodinamico (pressione)	Sog infolge Zugfahrt Carico aereodinamico (aspirazione)
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	Q1	Q1	Q2	A3	A1	A1
drucktastet / sistema drenato	1	1.35 1.00						1.50 1.00					
	2	1.35 1.00				1.00 1.00			1.50 1.00				
	5	1.35 1.00	1.35 1.00	1.00 1.00	1.35 1.00	1.35 1.00		1.50 1.00					
	6	1.35 1.00	1.35 1.00	1.00 1.00	1.35 1.00	1.35 1.00	1.00 1.00		1.50 1.00				
	11	1.00	1.00	1.00				0.60				1.00	
	12	1.00	1.00	1.00			1.00		0.60				1.00
	21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		0.60			1.00		
	22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00		

Tabelle 10: Lastfallkombinationen Innenschale

6.5 NACHWEISVERFAHREN

Für den Nachweis des Grenzzustandes der Trag- und Gebrauchstauglichkeit der Innenschale wurden die Lastfallkombinationen laut Vorgaben in NTC2008, Abs. 2.5.3 angewandt.

6.3.11 Incendio A3

Il dimensionamento in caso di incendio si esegue in conformità alle prescrizioni della EN 1992-1-2.

In accordo con le prescrizioni del DM 28/10/2005 Sicurezza gallerie ferroviarie viene garantita la stabilità di tutte le opere in considerazione della curva temperatura-tempo secondo la UNI 11076 in conformità a D0118-04326 "Sicurezza contro le esplosioni di incendio".

Le sezioni, armate e non, sono state verificate nei confronti dell'incendio secondo i criteri esposti nella relazione specifica [5]. In questa sede ci si limita ad osservare che in accordo alla tabella D.6.3 del D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" condizioni sufficienti affinché la classe di resistenza REI 120 sia garantita sono:

- spessore 's' degli elementi strutturali maggiore di 160mm;
- copriferro 'a' (distanza dell'asse delle armature dalla superficie esposta) maggiore di 35mm.

Entrambi i requisiti sono soddisfatti.

6.4 COMBINAZIONE DI CARICO

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ .

Le combinazioni delle azioni rilevanti per il dimensionamento dell'anello interno sono di seguito riportate nella Tabella 10:

Tabella 10: Combinazioni di carico

6.5 VERIFICHE

Per la verifica allo stato limite ultimo ed allo stato limite di esercizio dell'anello interno sono state considerate le combinazioni delle azioni in conformità delle prescrizioni del paragrafo 2.5.3 delle NTC2008.

6.5.1 **Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)**

6.5.1.1 Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen

Die zu berücksichtigenden Teilsicherheitsfaktoren variieren in Abhängigkeit der Kombinationsregeln und den Bedingungen und sind dem Anhang zu entnehmen. Folgende Teilsicherheitsfaktoren sind gemäß EC 7 bzw. NTC2008 für ständige / vorübergehende / außergewöhnliche Bemessungssituationen zu berücksichtigen:

$$\begin{aligned} \gamma_{Gj,inf} \text{ günstig/favorevole} &= 1,00 / 1,00 / 1,00 \\ \gamma_{Gj,sup} \text{ ungünstig/sfavorevole} &= 1,35 / 1,20 / 1,00 \\ \gamma_{Q,1,sup} / \gamma_{Q,i,sup} \text{ günstig/favorevole} &= 0,00 / 0,00 / 0,00 \\ \gamma_{Q,1,sup} / \gamma_{Q,i,sup} \text{ ungünstig/sfavorevole} &= 1,50 / 1,30 / 1,00 \end{aligned}$$

Werden die Einwirkungen aus dem Schwinden für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit berücksichtigt, ist gemäß EC2, Teil 1, Abs. 2.4.2.1 der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{SH} = 1,0$ zu berücksichtigen.

6.5.1.2 Kombinationsbeiwerte der Einwirkungen

Folgende Kombinationsbeiwerte sind gemäß EN 1990 bzw. NTC2008 zu berücksichtigen:

Einwirkung /	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Druck / Sog infolge Zugfahrt A1 / Pressione aerodinamica A1	0,8	0,5	0,0
Temperatur Q1 / Forze termiche Q1	0,6	0,6	0,5

Tabelle 11: Kombinationsbeiwerte

6.5.1.3 Lastfallkombinationen

Die zu untersuchenden Lastfallkombinationen sind gemäß NTC 2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ zu berücksichtigen.

Die für die Dimensionierung der Innenschale entsprechenden maßgebenden Lastfallkombinationen sind in Funktion der in situ vorherrschenden Randbedingungen auszuwählen.

6.5.1.4 Teilsicherheitsfaktoren Festigkeit

Die Teilsicherheitsfaktoren der Festigkeiten bei einer ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation sind, wie mit BBT SE vereinbart, unter Berücksichtigung einer Lebensdauer des Bauwerkes von 200 Jahren wie folgt zu berücksichtigen:

Stahlbeton

- Teilsicherheitskoeffizient für die Betonfestigkeit $\gamma_c = 1,60$
- Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der

6.5.1 **Stati Limite Ultimi (SLU)**

6.5.1.1 Coefficienti parziali di sicurezza per le azioni

I coefficienti parziali di sicurezza da considerare variano in funzione delle combinazioni e del tipo di azioni. In conformità alle NTC2008, per le situazioni di dimensionamento standard, temporanee ed eccezionali sono da considerarsi i seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

Considerando le azioni derivanti dal ritiro, per la verifica allo stato limite ultimo, si è considerato, in conformità all'EC2, parte 1, paragrafo 2.4.2.1 il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_{SH} = 1,0$.

6.5.1.2 Coefficienti di combinazione delle azioni

In conformità alla EN 1990 ovvero alla NTC2008 devono essere utilizzati i seguenti coefficienti di combinazione:

Tabella 11: Coefficienti di combinazione

6.5.1.3 Combinazione delle azioni

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ .

Le combinazioni delle azioni rilevanti per il dimensionamento dell'anello devono essere scelte in funzione delle effettive condizioni al contorno in situ.

6.5.1.4 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

I coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze in fase permanente e temporanea vanno considerati, come concordato con BBT SE, come segue tenendo conto della vita utile dell'opera di 200 anni:

Calcestruzzo armato

- Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza del calcestruzzo $\gamma_c = 1,60$
- Coefficiente riduttivo della resistenza a compressione del calcestruzzo di lunga durata: $\alpha_{cc} = 0,85$

Langzeitwirkung der Betondruckfestigkeit: $\alpha_{cc} = 0,85$

- Teilsicherheitskoeffizient für die Stahlfestigkeit $\gamma_s = 1,20$

Unbewehrter Beton

- Teilsicherheitskoeffizient für die Betonfestigkeit $\gamma_c = 1,60$
- Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung der Betondruck- bzw. -zugfestigkeit: $\alpha_{cc,pl.}/\alpha_{ct,pl.} = 0,80$

Für den Nachweis von außergewöhnlichen Bemessungssituationen sind die Teilsicherheitsfaktoren gleich $\gamma_c = 1,2$ und $\gamma_s = 1,0$ zu berücksichtigen. Der Abminderungsbeiwert der Betondruckfestigkeit bleibt unverändert.

- Koeffiziente partielle di sicurezza γ_s per la resistenza dell'acciaio $\gamma_s = 1,20$

Calcestruzzo non armato

- Koeffiziente partielle di sicurezza per la resistenza del calcestruzzo $\gamma_c = 1,60$
- Koeffiziente riduttivo della resistenza a compressione e a trazione del calcestruzzo di lunga durata: $\alpha_{cc,pl.}/\alpha_{ct,pl.} = 0,80$

Per le verifiche nella situazione di dimensionamento eccezionale i fattori parziali di sicurezza devono essere considerati con $\gamma_c = 1,20$ e $\gamma_s = 1,00$. Il coefficiente di riduzione della resistenza a compressione del calcestruzzo α resta invariato.

6.5.1.5 Bemessung auf Biegung und Druck

Die Bemessung des Stahlbetons erfolgt gemäß den Vorgaben des NTC2008, Abs. 4.1.2.1.2.

Der Nachweis des unbewehrten Betons erfolgt gemäß dem NTC2008, Kapitel 4.1.11.1.

Bei den unbewehrten Abschnitten mit hoher Exzentrizität, berücksichtigt man gemäß EC2 (§12.3.1) die Betonzugfestigkeit bis zum Bemessungswert f_{ctd} . Der Nachweis gilt als erwiesen, wenn:

6.5.1.5 Verifica a pressoflessione

Per il calcestruzzo armato il calcolo segue le indicazioni delle NTC2008, par. 4.1.2.1.2.

Per il calcestruzzo non armato si seguono le NTC 2008, par. 4.1.11.1.

Nelle sezioni non armate con un'elevata eccentricità, in accordo con l'EC2 (§12.3.1) si considera la resistenza a trazione del calcestruzzo fino al valore di progetto f_{ctd} . La verifica risulta soddisfatta se:

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{J} \cdot (h/2) \leq \begin{cases} f_{ctd} \\ \alpha \end{cases}$$

6.5.1.6 Bemessung Querkraft

Die Bemessung des Stahlbetons erfolgt gemäß den Vorgaben des NTC2008, Abs. 4.1.2.1.3.

Der Nachweis bei der unbewehrten Innenschale erfolgt gemäß der NTC2008, wobei diese Ungleichung nachgewiesen wird:

6.5.1.6 Verifica a taglio

Per il calcestruzzo armato il calcolo segue le indicazioni delle NTC2008, par. 4.1.2.1.3.

Per il rivestimento interno non armato si seguono le NTC 2008, verificando la seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} = f_{cvd} \cdot \frac{b \cdot x}{1.5}$$

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma_c \cdot f_{ctd}} \quad \text{per } \sigma_c \leq \sigma_{c\text{lim}}$$

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma_c \cdot f_{ctd} - \delta^2/4} \quad \text{per } \sigma_c > \sigma_{c\text{lim}}$$

$$\delta = \sigma_c - \sigma_{c\text{lim}}$$

$$\sigma_{c\text{lim}} = f_{cd} - 2 \cdot \sqrt{f_{ctd}^2 + f_{cd} \cdot f_{ctd}}$$

Bei den überwiegend komprimierten Abschnitten wird die Durchschnittsbelastung der Komprimierung σ_c als Durchschnitt der Komprimierungen im Abschnittteil 'x' berechnet:

Nelle sezioni prevalentemente compresse, lo sforzo medio di compressione σ_c è calcolato come media delle compressioni nella porzione di sezione reagente 'x':

$$\sigma_c = \frac{N_{Ed}}{x} = \frac{N_{Ed}}{h - 2 \cdot e}$$

In den Abschnitten mit hoher Exzentrizität, bei Annahme der Betonzugfestigkeit bis f_{ctd} , wird der Querkraftwiderstand des Abschnitts ausgewertet, indem der ganze Abschnitt als reagierend ($x=h$) betrachtet wird und die Spannung σ_c als Durchschnittsspannung des ganzen Abschnitts, sowohl unter Druck- als auch unter Zugbelastung gewertet wird.

Nelle sezioni con un'elevata eccentricità, coerentemente con l'assunzione di considerare la resistenza a trazione del calcestruzzo fino al valore di f_{ctd} , la resistenza a taglio della sezione viene valutata considerando reagente l'intera sezione ($x=h$) e valutando la tensione σ_c come tensione media nell'intera sezione, sia compressa che tesa.

$$\sigma_c = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$$

6.5.2 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

6.5.2.1 Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen

Im Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind gemäß den Kombinationsregeln die charakteristischen Einwirkungen zu berücksichtigen.

6.5.2.2 Kombinationsbeiwerte Einwirkungen

Die in den Lastfallkombinationen zu berücksichtigenden Kombinationsbeiwerte sind der Tabelle 10 zu entnehmen. Die Kombinationsbeiwerte sind in der Tabelle 11 wiedergegeben.

6.5.2.3 Lastfallkombinationen

Die zu untersuchenden Lastfallkombinationen sind gemäß NTC2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ zu berücksichtigen.

6.5.2.4 Teilsicherheitsfaktoren der Festigkeiten

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind die

6.5.2 Stati Limite Esercizio (SLE)

6.5.2.1 Coefficienti parziali di sicurezza delle azioni

Nella verifica agli stati limite di esercizio devono essere considerate le azioni caratteristiche con le loro combinazioni.

6.5.2.2 Coefficienti di combinazione delle azioni

In Tabella 10 si trovano i coefficienti da considerare nelle combinazioni delle azioni. I coefficienti di combinazione sono da considerare come in Tabella 11.

6.5.2.3 Combinazioni delle azioni

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ .

6.5.2.4 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

Per la verifica agli stati limite di esercizio si devono

charakteristischen Werte der Widerstände zu berücksichtigen.

6.5.2.5 Ermittlung der Verformungen

Die Ermittlung der Schnittgrößen bzw. der Systemverformung erfolgt im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLE) unter Berücksichtigung der Kombinationsregeln mit den charakteristischen Einwirkungen sowie den entsprechenden Kombinationsbeiwerten.

6.5.2.6 Begrenzung der Rissbreiten

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist für die maßgebenden Einwirkungskombinationen unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsfaktoren und Abminderungsfaktoren ψ laut Tabelle 10 die maximale Rissweite w_{kal} unter Berücksichtigung NTC2008 nachzuweisen. Die zulässige Rissbreite für Normalbeton ohne besondere Anforderung der Dichtigkeit oder bei Existenz einer Abdichtung ist auf $w_{kal} \leq 0,3$ mm zu begrenzen.

Bei besonderer Anforderung an die Dichtigkeit der Betoninnenschale oder bei aggressiven oder sehr aggressiven Umgebungsbedingungen ist die maximale Rissweite auf $w_{kal} \leq 0,2$ mm zu begrenzen.

considerare i valori caratteristici delle resistenze.

6.5.2.5 Calcolo delle deformazioni

Il calcolo delle deformazioni del sistema si esegue allo SLE in considerazione delle regole di combinazione con i carichi caratteristici e dei relativi coefficienti di combinazione.

6.5.2.6 Limitazione dello spessore delle fessure

In considerazione delle NTC2008, si controlla allo SLE lo spessore massimo delle fessure w_{kal} per le combinazioni di carico rilevanti, in considerazione dei fattori parziali di sicurezza e dei coefficienti di riduzione ψ secondo Tabella 10. La larghezza delle fessure ammessa per il cls normale senza particolari requisiti di spessore o in presenza di impermeabilizzazione è limitata a $w_{kal} \leq 0,3$ mm.

In caso di particolari requisiti di spessore del rivestimento interno o di condizioni ambientali aggressive o molto aggressive la larghezza massima è limitata a $w_{kal} \leq 0,2$ mm.

6.6 BAULICHE DURCHBILDUNG

6.6.1 Expositionsklasse und Mindestbetondeckungen

Gemäß UNI 11104 ist bei der Expositionsklasse XC3 die Verwendung von Beton C28/35, bei der Expositionsklasse XC4 Beton C32/40 vorgesehen.

Die Berechnung der Mindestbetondeckung zur Gewährleistung der Bauwerklebensdauer >100 Jahren erfolgt laut NTC2008:

	XC3	XC4
Festigkeitsklasse	30/37	32/40
Umweltbedingungen	Normal	Aggressiv
C _{min} [mm]	20	30
Nutzbare Lebenszeit > 100 Jahre [mm]	+10	+10
Bauliche Tolleranz [mm]	+10	+10
C _{nom} [mm]	40	50

Tabelle 12: Mindestbetondeckung

Um die Stärke zu vereinheitlichen, ist eine Betondeckung entlang des ganzen Tunnels von 5 cm vorgesehen.

6.6.2 Mindestbewehrung

Ist eine bewehrte Innenschale vorgesehen, wird die Mindestbewehrung gemäß NTC 2008, Punkt 4.1.6.1.1.

Die Querschnittsfläche der Längszugbewehrung darf nicht geringer sein als:

$$A_{s,\min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d$$

und jedenfalls nicht geringer als $0,0013 \times b \times d$,

wobei:

- b die mittlere Breite der Zugzone;
- d die Nutzhöhe des Querschnitts;
- f_{ctm} der Mittelwert der Zugfestigkeit des Betons;
- f_{yk} der charakteristische Wert der Streckengrenze des Betonstahls ist.

6.6 STRUTTURA COSTRUTTIVA

6.6.1 Classe di esposizione e copriferro minimo

In accordo alle UNI 11104, in classe di esposizione XC3 è previsto l'utilizzo di calcestruzzo C28/35 mentre in classe di esposizione XC4 è previsto l'utilizzo di calcestruzzo C32/40.

Il calcolo del copriferro minimo al fine di garantire una vita utile dell'opera >100anni è condotto in accordo alle N.T.C. 2008:

	XC3	XC4
Classe di resistenza	30/37	32/40
Cond. ambientali	Normali	Aggressive
C _{min} [mm]	20	30
Vita utile > 100anni [mm]	+10	+10
Tolleranza costruttiva [mm]	+10	+10
C _{nom} [mm]	40	50

Tabella 12: Copriferro minimo.

Per omogeneità si prevede un copriferro netto di 5 cm lungo tutto lo sviluppo delle gallerie.

6.6.2 Armatura minima

In caso il rivestimento necessiti di armatura il quantitativo minimo di armatura da inserire viene definito al punto 4.1.6.1.1 delle NTC 2008.

L'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a:

e comunque non minore di $0,0013 \times b \times d$,

dove:

- b rappresenta la larghezza media della zona tesa;
- d è l'altezza utile della sezione;
- f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione del calcestruzzo;
- f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

6.7 ERGEBNISSE

Die in Anhang 5 aufgezeigten Analysen zeigen, dass die FEM-Modelle zur Simulation der Lockerungslast des Gebirges und die Bruchkörperanalysen keine Biegebewehrung an der Kalotte brauchen.

Man sieht jedoch trotzdem vor, die vertikalen Widerlager und die Sohlplatte zu bewehren, da es durch die Zwischenplatte zu Reaktionen kommen kann. Die eingesetzte Bewehrung besteht aus ϕ 14mm mit Abstand 15 cm, aus ϕ 10mm mit Abstand 30. Es braucht keine Schubbewehrung.

Der Bewehrungsgehalt beträgt ca. 55 kg/m^3 Beton für den Ausbau und 150 kg/m^3 für die Zwischenplatten.

Die Analyse der nicht bewehrten Kalotte zeigt die Bildung dreier plastischer Gelenke.

Die Nachweisführungen an den unbewehrten Querschnitten im Grenzzustand der Tragfähigkeit hat gezeigt, dass sich 3 plastische Gelenke bilden, welche durch die Überschreitung der Design-Zugfestigkeit des Betons und die daraus folgende Rissbildung sowie die reduzierte Trägheit des Querschnitts bedingt sind. Das Einfügen der plastischen Gelenke im Berechnungsmodell ermöglicht die korrekte Prüfung der Lastumlagerung im untersuchten Querschnitt. Der statische Charakter der Struktur wird durch die Kontrolle der Anzahl der plastischen Gelenke (max. 3) und der Rissbreite ($<1.0\text{mm}$) sichergestellt. Die Nachweisführung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zeigt, dass die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit erfüllt sind.

Die Ergebnisse aus den statischen Berechnungen wurden mit jenen aus vereinfachten Berechnungsmethoden und durch ähnliche Berechnungen an vergleichbaren Strukturen auf ihre Richtigkeit geprüft. Die erhaltenen Ergebnisse sind daher als akzeptabel und richtig.

6.7 RISULTATI

Le analisi riportate in Appendice 5 mostrano che i modelli FEM per la simulazione degli effetti indotti dal carico d'allentamento dell'ammasso e dall'analisi a blocchi non necessitano l'impiego di armatura flessionale nella parte della calotta.

Si provvederà comunque ad armare la zona dei paramenti verticali e della platea a causa della presenza delle reazioni indotte dalle solette intermedie. L'armatura inserita sarà costituita da ϕ 14mm a passo 15 cm, con ϕ 10mm a passo 30 cm di ripartizione. Non è richiesta armatura a taglio.

L'incidenza d'armatura è di circa 55 kg/m^3 di calcestruzzo per il rivestimento e di 150 kg/m^3 per le solette intermedie

L'analisi della calotta non armata mostra la formazione di 3 cerniere plastiche.

Le verifiche svolte sulle sezioni non armate secondo lo SLU mostrano la formazione di 3 cerniere plastiche, causate dal superamento della resistenza a trazione di progetto del calcestruzzo con conseguente fessurazione e perdita d'inerzia localizzata della sezione. L'inserimento di tali cerniere nei modelli di calcolo consente di verificare correttamente la ridistribuzione delle sollecitazioni agenti nelle sezioni di verifica. La staticità della struttura è garantita attraverso il controllo del numero di cerniere plastiche che si vengono a formare (massimo 3) e dall'ampiezza ($< 1.0\text{mm}$). Le verifiche svolte allo SLE dimostrano che le esigenze di durabilità prescritte sono opportunamente rispettate.

I risultati emersi dall'analisi statica condotta sono stati validati mediante confronto con metodi di calcolo semplificati e attraverso raffronti con altre analisi svolte su opere paragonabili. I risultati ottenuti sono pertanto ritenuti accettabili e corretti.

7 VERZEICHNISSE

7.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Geomechanische Homogenbereiche	10
Tabelle 2: Charakterisierung des Gebirges jeder homogenen Zone und Wahrscheinlichkeitsverteilung der unterschiedlichen Klassen (die mit [*] angegebenen Gebirge haben vorgesehene Längen von unter ca. 100m, während für die mit [**] angegeben Gebirge stellte sich heraus, dass die Literaturwechselbeziehungen zwischen RMR und nicht gültig sind; in beiden Fällen wurden die RMR und GSI Mittelwerte angewandt).	10
Tabelle 3 Typische Parameter des Gebirges in den unterschiedlichen Zonen und Klassen	11
Tabelle 4: Lage der Trennflächen im Bündnerschieferkomplex	12
Tabelle 5: Ergebnisse Kennlinienverfahren. cf = Ortsbrustkonvergenz, ca = absolute Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, cr = relative Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, Fplf = plastische Zone an der Ortsbrust, Fpla = plastische Zone Gleichgewicht, R = Ausbruchradius (mit 4.86m angenommen).	13
Tabelle 6: Berücksichtigte geomechanische Parameter	17
Tabelle 7: Charakteristiken der Außenschale FdE-CcT-T3	19
Tabelle 8: Teilsicherheitsfaktoren Ortsbrustnachweis	22
Tabelle 9: Temperatureinwirkung Innenschale.....	27
Tabelle 10: Lastfallkombinationen Innenschale.....	29
Tabelle 11: Kombinationsbeiwerte	30
Tabelle 12: Mindestbetondeckung	34

7.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Auszug aus dem geomechanischen Längsprofil und des geologischen Lageplans [3] mit Angabe des Untersuchungsgebietes.....	8
Abbildung 2: Qualitative Darstellung der Einwirkung aus dem Gebirge auf die Schale bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten	14
Abbildung 3: Analyseabschnitt FdE-CcT -T3.....	17
Abbildung 4: Kraft-Verformungsverhalten der Anker-Elemente	19
Abbildung 5: FFS an der Ortsbrust und bei Einsetzung der Anker	20

7 ELENCHI

7.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Zone geomeccaniche omogenee.....	10
Tabella 2: Caratterizzazione degli ammassi di ciascuna zona omogenea e distribuzione probabilistica delle diverse classi (gli ammassi indicati con [*] hanno lunghezze previste inferiori a circa 100m, mentre per quelli indicati con [**] non risultano valide le correlazioni da letteratura tra RMR e GSI; in entrambi i casi sono stati adottati i valori medi di RMR e GSI).	10
Tabella 3: Parametri caratteristici dell'ammasso nelle diverse zone e classi	11
Tabella 4: Giacitura delle discontinuità nel complesso dei calcescisti	12
Tabella 5: Risultati del metodo delle Linee Caratteristiche. cf = convergenza al fronte, ca = convergenza assoluta all'equilibrio naturale, cr = convergenza relativa all'equilibrio naturale, Fplf = fascia plastica al fronte, Fpla = fascia plastica all'equilibrio naturale, R = raggio di scavo (assunto pari a 4.86m).	13
Tabella 6: Parametri geomeccanici considerati	17
Tabella 7: Caratteristiche rivestimenti di prima fase FdE-CcT T3	19
Tabella 8: Fattori parziali di sicurezza per la verifica del fronte di scavo	22
Tabella 9: Variazione termica	27
Tabella 10: Combinazioni di carico.....	29
Tabella 11: Coefficienti di combinazione	30
Tabella 12: Copriferro minimo.	34

7.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Figura 1: Estratto del profilo geomeccanico longitudinale e della planimetria geologica [3] con indicazione dell'area di studio.	8
Figura 2: Rappresentazione qualitativa degli effetti dell'ammasso sul rivestimento, in caso di ammasso altamente fratturato	14
Figura 3: sezione di analisi FdE-CcT T3.....	17
Figura 4: Comportamento sforzo-deformazione degli ancoraggi	19
Figura 5: FFS al fronte e all'installazione delle chiodature.	20
Figura 6: Schematizzazione dell'interfaccia.....	24

Abbildung 6: Schematisierung der Schnittstelle	24	Figura 7: Carichi della catenaria	25
Abbildung 7: Lasten des Kettenwerks	25	Figura 8: Pressione idrostatica - Sezione tipo drenata	26
Abbildung 8: Lastbild Wasserdruck – drainierter Regelquerschnitt	26	Figura 9: Rappresentazione qualitativa delle tensioni normali (rosso), ottenute dal calcolo numerico, del carico attivo dell'ammasso (blu) e della reazione assestamento del terreno (verde)	26
Abbildung 9: Qualitative Darstellung der numerisch ermittelten Normalspannungen (rot), der aktiven Gebirgslast (blau) und der passiven Bettungsreaktion (grün)	26		

7.3 ANLAGENVERZEICHNIS

- ANHANG 1 – GEOMECHANISCHE KARTEN
- ANHANG 2 - KENNLINIENVERFAHREN
- ANHANG 3 - BRUCHKÖRPERANALYSE
- ANHANG 4 - FEM-ANALYSE DER AUßENSCHALE
- ANHANG 5 - FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE
- ANHANG 6 – BEMESSUNG ZWISCHENPLATTE

7.4 REFERENZDOKUMENTE

7.4.1 Eingangsdokumente

7.4.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3

- [1] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Allgemeiner geomechanischer Bericht
- [2] 02_H61_GD_040_GTB_D0700_22001 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 - Geomechanischer Detailbericht
- [3] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22004 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 - Geomechanischer und Planungsvorprofil - GA-T, FdE-CCT-T
- [4] 02_H61_EG_991_KBA_D0700_55001 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Bauprogramm
- [5] 02_H61_EG_995_KTB_D0700_15003 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Sicherheit bzgl. Feuerexposition

7.3 ELENCO APPENDICI

- APPENDICE 1 - SCHEDE GEOMECCANICHE
- APPENDICE 2 - CURVE CARATTERISTICHE
- APPENDICE 3 - ANALISI DEI BLOCCHI
- APPENDICE 4 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE
- APPENDICE 5 - ANALSI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO
- APPENDICE 6 – DIMENSIONAMENTO SOLETTA INTERMEDIA

7.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

7.4.1 Documenti in ingresso

7.4.1.1 Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3

- [1] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica - Relazione geomeccanica generale
- [2] 02_H61_GD_040_GTB_D0700_22001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 2 - Relazione geomeccanica di dettaglio
- [3] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22004 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 2 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione - GA-T, FdE-CCT-T
- [4] 02_H61_EG_991_KBA_D0700_55001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Programma Lavori Lotto Mules 2-3
- [5] 02_H61_EG_995_KTB_D0700_15003 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Sicurezza nei riguardi di esposizione al fuoco

- 7.4.1.2 Technische Projektaufbereitung
- [6] Geomechanischer Bericht Hauptröhren MauIs PMF Trens
 - [7] Geomechanischer Bericht Erkundungsstollen MauIs Brenner

7.4.2 **Normen und Richtlinien**

- [8] Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 – NTC 2008;
- [9] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008
- [10] DM 28/10/2005 Sicherheit für Bahntunnel
- [11] UNI EN1990:2006 - Eurocode 0 – Grundlage für Konstruktion und Dokumentation zur nationalen Umsetzung ;
- [12] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011
- [13] UNI EN 1992:2005 - Eurocode 2 – Planung von Stahlbetonbauwerken und Dokumente zur nationalen Umsetzung;
- [14] UNI EN 1997:2005 - Eurocode 7 – Geotechnik und Dokumente zur nationalen Umsetzung
- [15] UNI EN 1992-1-2:2005 - Planung von Stahlbetonbauwerken Teil 1-2: Allgemeinregelung – Brandschutz Strukturplanung
- [16] UNI 11076 del 1 luglio 2003, "Modalità di prova per la valutazione del comportamento di protettivi applicati a soffitti di opere sotterranee, in condizioni di incendi".
- [17] D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"

7.4.3 **Literatur**

- [18] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.
- [19] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method", Eurock '96, pagg. 855-860.
- [20] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.
- [21] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and

- 7.4.1.2 Elaborazione tecnica del progetto
- [6] Relazione geomeccanica Canne principali Mules PMF Trens
 - [7] Relazione geomeccanica Cunicolo esplorativo Mules-Brennero

7.4.2 **Normativa**

- [8] Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 – NTC 2008;
- [9] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008
- [10] DM 28/10/2005 , Sicurezza nelle gallerie ferroviarie.
- [11] UNI EN1990:2006 - Eurocodice 0 – Basi per la progettazione strutturale e documento di applicazione nazionale
- [12] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011
- [13] UNI EN 1992:2005 - Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo e documento di applicazione nazionale
- [14] UNI EN 1997:2005 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica e documento di applicazione nazionale
- [15] UNI EN 1992-1-2:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"
- [16] UNI 11076 del 1 luglio 2003, "Modalità di prova per la valutazione del comportamento di protettivi applicati a soffitti di opere sotterranee, in condizioni di incendi".
- [17] D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"

7.4.3 **Letteratura**

- [18] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.
- [19] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method", Eurock '96, pagg. 855-860.
- [20] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.
- [21] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and

Underground Space Technology, 1997.

- [22] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002
- [23] UNWEDGE-rocscience, Underground Wedge Stability Analysis Manual
- [24] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design
- [25] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and underground space technology 16, (247-293)
- [26] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Reißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993
- [27] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990
- [28] Rocscience Phase2 online manual (Swelllex / Split Sets Section - indicazioni Atlas Copco 2006)
- [29] Cai M., Kaiser P.K., Tasaka Y., Minami M. - Determination of residual strength parameters of jointed rock masses using the GSI system. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 44 pag. 247-256, 2007
- [30] MIDAS GTS Manual

Underground Space Technology, 1997.

- [22] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002
- [23] UNWEDGE-rocscience, Underground Wedge Stability Analysis Manual
- [24] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design
- [25] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and underground space technology 16, (247-293)
- [26] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Reißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993
- [27] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990
- [28] Rocscience Phase2 online manual (Swelllex / Split Sets Section - indicazioni Atlas Copco 2006)
- [29] Cai M., Kaiser P.K., Tasaka Y., Minami M. - Determination of residual strength parameters of jointed rock masses using the GSI system. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 44 pag. 247-256, 2007
- [30] MIDAS GTS Manual

ANHANG 1 - GEOMECHANISCHE KARTEN

Nachfolgend werden die geomechanischen Karten der Gebirge GA-BST-KS-8f, GA-BCA-A-10g und GA-BCA-GS-10g laut Dokument [7] angeführt.

APPENDICE 1 - SCHEDE GEOMECCANICHE

Di seguito sono riportate le schede geomeccaniche per gli ammassi rocciosi GA-BST-KS-8f, GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g secondo il Documento [4].

Geotechnische Kennwerte	Gebirgsart GA-BST-KS-8f		
Parametri geotecnici	Tipo di ammasso roccioso GA-BST-KS-8f		
Lithologie	Bünderschieferkomplex: Dünnschichtige Wechselfolge von Glimmermarmor, Kalzitquarzit und Phyllit, Bereiche mit höherem Phyllitanteil - 531		
Litologia	Complesso dei calcescisti: alternanze poco spesse di calcescisti, quarziti calcitici e filladi, a tratti con presenza elevata di fillade - 531		
Gesteinskennwerte / Mineralogie (Labor)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri della roccia / Mineralogia (Laboratorio)	Valore medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
γ [MN/m ³]	0,02856	± 0,00036	63
σ_{ci} [MPa] med (F // sf)	41	± 18	3
σ_{ci} [MPa] min (F 45° sf)	24	± 9	12
m_i [-] (Hoek&Brown) aus Triax.-Druckversuch / da prova triassiale	12	± 2	4
E [MPa] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniaxiale	43000	± 11100	15
ν [-] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniaxiale	0,21	± 0,05	8
CAI [-]	2,7	± 0,4	8
äquiv. Qz-Gehalt / Contenuto equ.di Qz [%]	42	± 9	8
Quellpotential / Potenziale di swelling	keines / assente		
Trennflächeneigenschaften (Kartierung / Bohrungen)	Statistische Auswertung der Orientierungen und Eigenschaften der Trennflächen		
Proprietà delle discontinuità (Rilevamento / Sondaggi)	Elaborazione statistica delle giaciture e delle proprietà delle discontinuità		
Schieferung: Orientierung / Abstand	S: 355/60		
Scistosità: Giacitura / Spaziatura	S: 355/60		
Trennflächenorientierung [°] (Vertrauenskegel)	RTF2w: 285/85	RTF6: 050/65	
Giacitura delle discontinuità (Cone di confidenza)	RTF5: 110/75		
Trennflächenabstände [mm]	RTF2w: 200-600	RTF6: 200-600	
Spaziatura delle discontinuità	RTF5: 200-600	S: 60-200	
Trennflächendurchgängigkeit [m]	RTF2w: <1	RTF6: 3-10	
Persistenza delle discontinuità	RTF5: <1	S: 3-10	
Trennflächenöffnung [mm]	RTF2w: 0	RTF6: 0	
Apertura della discontinuità	RTF5: 0	S: 0	
Trennflächenrauigkeit JRC₀ [-]	RTF2w: 4-8	RTF6: 10-12	
Rugosità delle discontinuità	RTF5: 4-8	S: 4-8	
Trennflächenverwitterung (EN ISO 14689-1)			
Aterazione delle discontinuità			
Trennflächenfüllung (Typ u. %-Anteil)			
Riempimento delle discontinuità (tipo e %)			
Trennflächenkennwerte (Labor)	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri delle discontinuità (Laboratorio)	Range		Numero di prove (n)
$\phi_{peak/res} / \phi_{base}$ [°] (unverw. it. TF / Disc. inalterate)	44 - 46 / 19 - 36 / 30 - 31		3 / 2 / 2
$c_{peak/res}$ [MPa] (unverw. it. TF / Disc. inalterate)	1,7 - 4,1 / 0,27 - 0,47		3 / 2
Gebirgskennwerte in-Situ	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri dell'ammasso roccioso in situ	Range		Numero di prove (n)
E [MPa] (BLA / Prova dilatometrica): Lastcarico 87,8-10,6 MPa	32500-63600		2
Gebirgskennwerte	Statistik der Indexwerte u. berechnete Festigkeits- und Verformungsparameter		
Parametri dell'ammasso roccioso	Statistica dei parametri indice e parametri di resistenza e deformabilità calcolati		
Indexwerte (Kartierung / Bohrungen)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri indice (Rilevamento / Sondaggi)	Valori medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
RQD [%] (ISRM)	85	±	
RMR [-] (Bienawski, 1999)	60	±	
GSI [-] (Hoek)	50	-	-
Festigkeits- u. Verformungskennwerte (berechnet)	Kombination 1: M	Kombination 2: M - s	Kombination 3: M + s
Parametri di resistenza e deformabilità (calcolati)	Combinazione 1: M	Combinazione 2: M - s	Combinazione 3: M + s
α [MPa] (Hoek&Brown)	1,5	0,9	2,0
σ_{cm} [MPa] (Hoek&Brown)	4,6	2,9	6,3
c [MPa] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=960m / H_{max}=1110m$	1,9 / 2,0	1,6 / 1,7	2,1 / 2,3
ϕ [°] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=960m / H_{max}=1110m$	27 / 26	24 / 23	30 / 28
E [MPa] (Boyd/Serafin 1983 / Hoek 2002 / Hoek&Diederichs 2006)	-(4900) / 13200	-(3900) / 9800	-(5700) / 16600
Charakteristische Werte / Valori caratteristici		Inputparameter / Valori di input	
γ_k (Gebirge / ammasso) [kN/m ³]	27,0	GSI [-] - Hoek&Brown	50
$\sigma_{ci,k}$ (Gestein / roccia) [MPa]	33*	RMR [-] - Bienawski	60
$\sigma_{cm,k}$ (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	6,3	$\sigma_{ci}(\gamma^*H_{min}/max)$ [MPa]	25,9 / 30,0
c_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa] - H_{min}/max	2,1 / 2,3	k_{ϕ} [-]	0,8-1,0
ϕ_k (Gebirge / ammasso roccioso) [°] - H_{min}/max	30 / 28		
E_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	5500		
Bemerkungen	*Wert: M+s (F 45° sf)		
Note	*Valore: M+s (F 45° sf)		

GA-BST-KS-8f: Gebirgsverhaltenstyp GVT 3	
GA-BST-KS-8f: Comportamento dell'ammasso roccioso TCR 3	
Gebirgsart : GA-BST-KS-8f	
SW 263°	NE 83° NW 353° SE 173°
Gebirgsarten	GA-BST-KS-8f: Dünnschichtige Wechselfolge von Glimmemarmor, Kalzitquarzit u. Phyllit
Tipo di ammasso roccioso	GA-BST-KS-8f: Altemanze poco spessi di calcescisti, quarziti calcitici e filladi (531)
Orientierung der Haupttrennflächen	Steil einfallende, schiefend bzw. quer zur Tunnelachse verlaufende Trennflächen; Schieferung: mittelsteil einfallend, senkrecht zur Tunnelachse
Direzione delle discontinuità principali	Discontinuità ad alta inclinazione con direzione subparallela, trasversale e perpendicolare all'AT; Scistosità ad inclinazione media con direzione perpendicolare all'AT
Druckhaftigkeit $\sigma_{cm,N}/\sigma_{max}$ (Hoek 2000)	> 0,21: mittel druckhaft
Rapporto di sollecitazione $\sigma_{cm,N}/\sigma_{max}$	$\geq 0,21$: mediamente spingente
Einfluss des Bergwassers	vernachlässigbar
Influenza della falda	trascurabile
Quelldruck	keiner
Pressione di rigonfiamento	assente
Gebirgsverhalten	GVT 3: Spannungsbedingte Entfestigung in Hohraumnähe durch Abscheren über Trennflächen Ortsbrust (kurzfristig stabil): lokale Ausbrüche
Comportamento dell'ammasso roccioso	TCR 3: Allentamenti in corrisp. della cavità attraverso rottura a taglio lungo discontinuità dovuto all'alto stato tensionale Fronte di scavo (stabile a breve termine): locali distacchi di blocchi
Radialdeformation	< 15 cm (Kennlinienverfahren)
Deformazione radiale	< 15 cm (Metodo delle curve caratteristiche)
Bemerkungen	Überlagerung: 960 - 1110 m
Note	Coperatura: 960 - 1110 m

Geotechnische Kennwerte		Gebirgsart GA-BCA-GS-10g		
Parametri geotecnici		Tipo di ammasso roccioso GA-BCA-GS-10g		
Lithologie	Glimmerschiefer und Paragneis ("Paraschiefer"), untergeordnet Amphibolit, lokal Orthogneis - 801b			
Litologia	Paragneiss e micascisti ("parascisto"), subordinato anfibolite, localmente ortogneiss - 801b			
Gesteinskennwerte / Mineralogie (Labor)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)	
Parametri della roccia / Mineralogia (Laboratorio)	Valore medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)	
γ [MN/m ³]	0,02731	± 0,00149	4	
σ_{ci} [MPa] min (F 45° sf)	75	± 5	4	
σ_{ci} [MPa]				
m_i [-] (Hoek&Brown) geschätzt / stimato	17			
E [MPa] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniaassiale	56400	± 10900	4	
ν [-] geschätzt / stimato	0,24			
CAI [-]	3,8	± 0,5	4	
äquiv. Qz-Gehalt / Contenuto equ. di Qz [%]	80	± 8	3	
Quellpotential / Potenziale di swelling	keines / assente			
Trennflächeneigenschaften (Kartierung / Bohrungen)	Statistische Auswertung der Orientierungen und Eigenschaften der Trennflächen			
Proprietà delle discontinuità (Rilevamento / Sondaggi)	Elaborazione statistica delle giaciture e delle proprietà delle discontinuità			
Schieferung: Orientierung / Abstand	S: 345/45			
Scistosità: Giacitura / Spaziatura				
Trennflächenorientierung [°] (Vertrauenskegel)	RTF1: 160/80	RTF3: 300/85		
Giacitura delle discontinuità (Cono di confidenza)	RTF2w: 255/75	RTF6: 020/80		
Trennflächenabstände [mm]	RTF1: 60-200	RTF3: 200-600	S: 60-200	
Spaziatura delle discontinuità	RTF2w: 60-200	RTF6: 200-600		
Trennflächendurchgängigkeit [m]	RTF1: <1	RTF3: <1	S: 1-3	
Persistenza delle discontinuità	RTF2w: <1	RTF6: 1-3		
Trennflächenöffnung [mm]	RTF1: 0	RTF3: 0	S: 0	
Apertura della discontinuità	RTF2w: 0	RTF6: 0		
Trennflächenrauigkeit JRC_{Co} [-]	RTF1: 10-12	RTF3: 12-14	S: 4-8	
Rugosità delle discontinuità	RTF2w: 8-10	RTF6: 10-12		
Trennflächenverwitterung (ENISO 14689-1)				
Alterazione delle discontinuità				
Trennflächenfüllung (Typ u. %-Anteil)				
Riempimento delle discontinuità (tipo e %)				
Trennflächenkennwerte (Labor)		Bandbreite	Versuchszahl (n)	
Parametri delle discontinuità (Laboratorio)		Range	Numero di prove (n)	
Φ_{res} [°] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)		35 - 40*		
c_{res} [MPa] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)		0,05 - 1,0*		
Gebirgskennwerte in-Situ		Bandbreite	Versuchszahl (n)	
Parametri dell'ammasso roccioso in sito		Range	Numero di prove (n)	
E [MPa] (BLA / Prova dilatometrica)				
Gebirgskennwerte	Statistik der Indexwerte u. berechnete Festigkeits- und Verformungsparameter			
Parametri dell'ammasso roccioso	Statistica dei parametri indice e parametri di resistenza e deformabilità calcolati			
Indexwerte (Kartierung / Bohrungen)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)	
Parametri indice (Rilevamento / Sondaggi)	Valori medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)	
RQD [%] (ISRM)	80	±		
RMR [-] (Bieniawski, 1999)	60	±		
GSI [-] (Hoek)	50	-	-	
Festigkeits- u. Verformungskennwerte (berechnet)	Kombination 1: M	Kombination 2: M - s	Kombination 3: M + s	
Parametri di resistenza e deformabilità (calcolati)	Combinazione 1: M	Combinazione 2: M - s	Combinazione 3: M + s	
α [MPa] (Hoek&Brown)	4,5	4,2	4,8	
α_{cm} [MPa] (Hoek&Brown)	16,9	15,8	18,0	
c [MPa] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=600m / H_{med}=990m / H_{max}=1200m$	2,4 / 3,3 / 3,7	2,4 / 3,2 / 3,6	2,5 / 3,4 / 3,8	
ϕ [°] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=600m / H_{med}=990m / H_{max}=1200m$	43 / 39 / 37	42 / 38 / 37	43 / 39 / 38	
E [MPa] (Boyd/Serafim 1983 / Hoek 2002 / Hoek&Diederichs 2006)	- / 8700 / 17300	- / 8400 / 14000	- / 8900 / 20700	
Charakteristische Werte / Valori caratteristici		Inputparameter / Valori di input		
γ_k (Gebirge / ammasso) [kN/m ³]	27,0	GSI [-] - Hoek&Brown	50	
$\alpha_{t,k}$ (Gestein / roccia) [MPa]	70	RMR [-] - Bieniawski	60	
$\alpha_{m,k}$ (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	15,7	σ_v ($\gamma \cdot H_{min}/med/max$) [MPa]	16,2 / 26,7 / 32,4	
c_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa] - $H_{min}/med/max$	2,4 / 3,2 / 3,6	k_0 [-]	0,8-1,0	
ϕ_k (Gebirge / ammasso roccioso) [°] - $H_{min}/med/max$	42 / 38 / 37			
E_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	8000*			
Bemerkungen	Laborergebnisse Datenblatt 801 a			
Note	* Daten aus Einreichprojekt			
	Risultati prove di laboratorio scheda 801 a			
	* Dati da progetto definitivo			

BCA-GS-10g: Gebirgsverhaltenstyp GVT 2	
BCA-GS-10g: Comportamento dell'ammasso roccioso TCR 2	
Gebirgsart : BCA-GS-10g	
SW 263°	NE 83°
NW 353°	SE 173°
Gebirgsarten	BCA-GS-10g: Glimmerschiefer und Paragneis, untergeordnet Amphibolit, Orthogneis - 801
Tipo di ammasso roccioso	BCA-GS-10g: Paragneiss e micascisti, subordinato anfibolite, loc. ortogneiss - 801b
Orientierung der Haupttrennflächen	Steil einfallende, schleiend, quer bzw. senkrecht zur Tunnelachse verlaufende Trennfläche Schieferung: mittelsteil einfallend, senkrecht zur Tunnelachse
Direzione delle discontinuità principali	Discontinuità ad alta inclinazione con direzione subparallela, trasversale e perpendicolare all'asse tunnel (AT); Scistosità ad inclinazione media con direzione perpendicolare all'AT
Druckhaftigkeit $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$ (Hoek 2000)	$\geq 0,48$: nachbrüchig
Rapporto di sollecitazione $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$	$\geq 0,48$: friabile
Einfluss des Bergwassers	vernachlässigbar
Influenza della falda	trascurabile
Quelldruck	keiner
Pressione di rigonfiamento	assente
Gebirgsverhalten	GVT 2: Oberflächliche Ablösungen und Ausbrüche entlang durchgängiger Trennflächen Ortsbrust stabil
Comportamento dell'ammasso roccioso	TCR 2: Distacchi superficiali e distacchi lungo discontinuità persistenti Fronte di scavo stabile
Radialdeformation	< 10 cm (Kennlinienverfahren)
Deformazione radiale	< 10 cm (Metodo delle curve caratteristiche)
Bemerkungen	Überlagerung: 600 - 1200 m
Note	Coperatura: 600 - 1200m

Geotechnische Kennwerte	Gebirgsart GA-BCA-A-10g		
Parametri geotecnici	Tipo di ammasso roccioso GA-BCA-A-10g		
Lithologie	Amphibolit - 802, untergeordnet Paragneis und Quarzit (805)		
Litologia	Anfibolite - 802, subordinato paragneiss e quarzite (805)		
Gesteinskennwerte / Mineralogie (Labor)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri della roccia / Mineralogia (Laboratorio)	Valore medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
γ [MN/m ³]	0,02778	\pm 0,00052	33
α_i [MPa]	140	\pm 48	11
α_c [MPa]			
m [-] (Hoek&Brown) aus Triax.-Druckversuch / da prova triassiale	20	\pm 6	8
E [MPa] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniassiale	53100	\pm 8000	11
ν [-] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniassiale	0,24	\pm 0,06	10
CAI [-]	4,33	\pm 0,39	2
äquiv. Oz-Gehalt / Contenuto equ. di Oz [%]	52	\pm 2,5	4
Quellpotential / Potenziale di swelling	keines / assente		
Trennflächeneigenschaften (Kartierung / Bohrungen)	Statistische Auswertung der Orientierungen und Eigenschaften der Trennflächen		
Proprietà delle discontinuità (Rilevamento / Sondaggi)	Elaborazione statistica delle giaciture e delle proprietà delle discontinuità		
Schieferung: Orientierung / Abstand	S: 345/45		
Scistosità: Giacitura / Spaziatura			
Trennflächenorientierung [°] (Vertrauenskegel)	RTF1: 160/80	RTF3: 300/85	
Giacitura delle discontinuità (Cono di confidenza)	RTF2w: 255/75	RTF6: 020/80	
Trennflächenabstände [mm]	RTF1: 60-200	RTF3: 200-600	S: 200-600
Spaziatura delle discontinuità	RTF2w: 60-200	RTF6: 200-600	
Trennflächendurchgängigkeit [m]	RTF1: <1	RTF3: <1	S: 1-3
Persistenza delle discontinuità	RTF2w: <1	RTF6: 1-3	
Trennflächenöffnung [mm]	RTF1: 0	RTF3: 0	S: 0
Apertura della discontinuità	RTF2w: 0	RTF6: 0	
Trennflächenrauigkeit JRC ₀ [-]	RTF1: 10-12	RTF3: 12-14	S: 4-8
Rugosità delle discontinuità	RTF2w: 8-10	RTF6: 10-12	
Trennflächenverwitterung (EN ISO 14689-1)			
Alterazione delle discontinuità			
Trennflächenfüllung (Typ u. %-Anteil)			
Riempimento delle discontinuità (tipo e %)			
Trennflächenkennwerte (Labor)	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri delle discontinuità (Laboratorio)	Range		Numero di prove (n)
φ_{res} / φ_{base} [°] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)	35 - 39 / 27 - 30		5 / 5
c _{res} [MPa] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)	0,03 - 0,53		5
Gebirgskennwerte in-Situ	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri dell'ammasso roccioso in sito	Range		Numero di prove (n)
E [MPa] (BLA / Prova dilatometrica)			
Gebirgskennwerte	Statistik der Indexwerte u. berechnete Festigkeits- und Verformungsparameter		
Parametri dell'ammasso roccioso	Statistica dei parametri indice e parametri di resistenza e deformabilità calcolati		
Indexwerte (Kartierung / Bohrungen)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri indice (Rilevamento / Sondaggi)	Valori medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
RQD [%] (ISRM)	90	\pm	
RMR [-] (Bieniawski, 1999)	70	\pm	
GSI [-] (Hoek)	65	\pm 10	-
Festigkeits- u. Verformungskennwerte (berechnet)	Kombination 1: M	Kombination 2: M - s	Kombination 3: M + s
Parametri di resistenza e deformabilità (calcolati)	Combinazione 1: M	Combinazione 2: M - s	Combinazione 3: M + s
σ_c [MPa] (Hoek&Brown)	19,9	7,4	46,8
σ_{cm} [MPa] (Hoek&Brown)	46,7	20,9	88,3
c [MPa] (Mohr-Coulomb): H _{min} =600m / H _{med} =990m / H _{max} =1200m	4,5 / 5,8 / 6,5	2,8 / 3,7 / 4,2	7,0 / 8,8 / 9,7
φ [°] (Mohr-Coulomb): H _{min} =600m / H _{med} =990m / H _{max} =1200m	52 / 49 / 47	44 / 40 / 38	58 / 55 / 54
E [MPa] (Boyd/Serafim 1983 / Hoek 2002 / Hoek&Diederichs 2006)	- / 23700 / 33500	- / 12800 / 18400	- / 42200 / 50700
Charakteristische Werte / Valori caratteristici		Inputparameter / Valori di input	
γ_k (Gebirge / ammasso) [kN/m ³]	28,0	GSI [-] - Hoek&Brown	55
α_i, k (Gestein / roccia) [MPa]	92*	RMR [-] - Bienawski	70
α_m, k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	24,8	σ_v ($\gamma \cdot H_{min}/med/max$) [MPa]	16,8 / 27,8 / 33,6
c _k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa] - H _{min} /med/max	3,0 / 4,1 / 4,6	k ₀ [-]	0,8-1,0
φ_k (Gebirge / ammasso roccioso) [°] - H _{min} /med/max	47 / 43 / 41		
E _k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	12000		
Bemerkungen	*Wert: M-s		
Note	*Valore: M-s		

BCA-A-10g: Gebirgsverhaltenstyp GVT 2	
BCA-A-10g: Comportamento dell'ammasso roccioso TCR 2	
Gebirgsart : BCA-A-10g	
SW 263°	NE 83° NW 353° SE 173°
Gebirgsarten	BCA-A-10g: Amphibolit - 802, untergeordnet Paragneis und Quarzit (805)
Tipo di ammasso roccioso	BCA-A-10g: Anfibolite - 802, subordinato paragneiss e quarzite (805)
Orientierung der Haupttrennflächen	Steil einfallende, schleiend, quer bzw. senkrecht zur Tunnelachse verlaufende Trennfläche Schieferung: mittelsteil einfallend, senkrecht zur Tunnelachse
Direzione delle discontinuità principali	Discontinuità ad alta inclinazione con direzione subparallela, trasversale e perpendicolare all'AT; Scistosità ad inclinazione media con direzione perpendicolare all'AT
Druckhaftigkeit $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$ (Hoek 2000)	$\geq 0,74$: nachbrüchig
Rapporto di sollecitazione $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$	$\geq 0,74$: friabile
Einfluss des Bergwassers	vernachlässigbar
Influenza della falda	trascurabile
Quelldruck	keiner
Pressione di rigonfiamento	assente
Gebirgsverhalten	GVT 2: Oberflächliche Ablösungen und Ausbrüche entlang durchgängiger Trennflächen Ortsbrust stabil
Comportamento dell'ammasso roccioso	TCR 2: Distacchi superficiali e distacchi lungo discontinuità persistenti Fronte di scavo stabile
Radialdeformation	< 10 cm (Kennlinienverfahren)
Deformazione radiale	< 10 cm (Metodo delle curve caratteristiche)
Bemerkungen	Überlagerung: 990 - 1200 m
Note	Coperatura: 990 - 1200 m

ANHANG 2 - KENNLINIENVERFAHREN

Nachfolgend werden die Kennlinien für die Gebirgsarten wiedergegeben, durch die folgendes bestimmt werden kann:

- Radialer Druck - Konvergenz
- Konvergenz - Entfernung von Ortsbrust
- Radialer Druck - Ausdehnung des plastischen Streifens jenseits des Abbauprofils
- Entfernung von Ortsbrust - Ausdehnung des plastischen Streifens jenseits des Abbauprofils
- Entfernung von Ortsbrust - fiktive Aushubkräfte

Für das Gebirge GA-BCA-GS-10g wurde ein elastisch-plastisches Verhalten mit softening und nicht dazugehörigem Fließen des Materials Fels nach Mohr-Coulomb angenommen, laut den Formeln von Ribacchi [18].

Die Kurve "Konvergenz - Entfernung von Ortsbrust" wurde durch ein vereinfachtes, analytisches Verfahren ermittelt, das die Relationen von Nguyen, Minh et al. [19] verwendet.

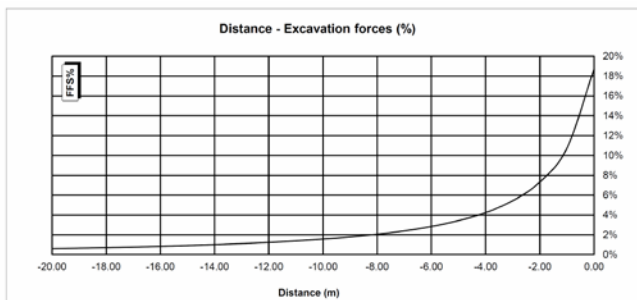
APPENDICE 2 - CURVE CARATTERISTICHE

Di seguito sono riportate le curve caratteristiche, mediante le quali è stato possibile valutare:

- Pressione Radiale – Convergenza.
- Convergenza – Distanza dal Fronte.
- Pressione Radiale – Estensione della Fascia Plastica oltre il profilo di scavo.
- Distanza dal fronte – Estensione della Fascia Plastica oltre il profilo di scavo.
- Distanza dal Fronte – Forze Fittizie di Scavo

L'analisi è stata eseguita per l'ammasso GA-BCA-GS-10g assumendo un modello costitutivo elasto-plastico con softening e flusso non associato del materiale roccia secondo Mohr-Coulomb, nella formulazione proposta da Ribacchi [18].

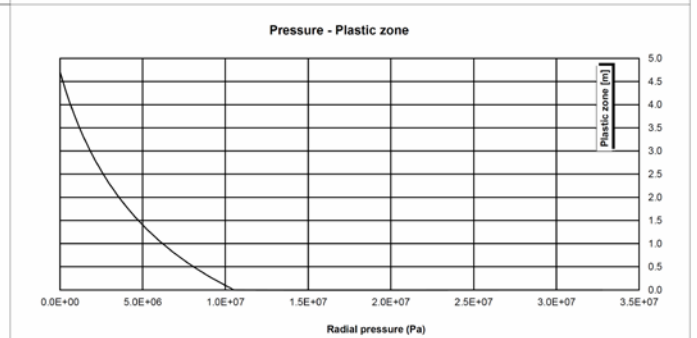
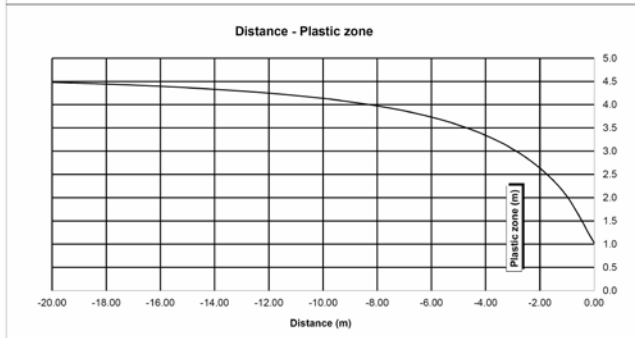
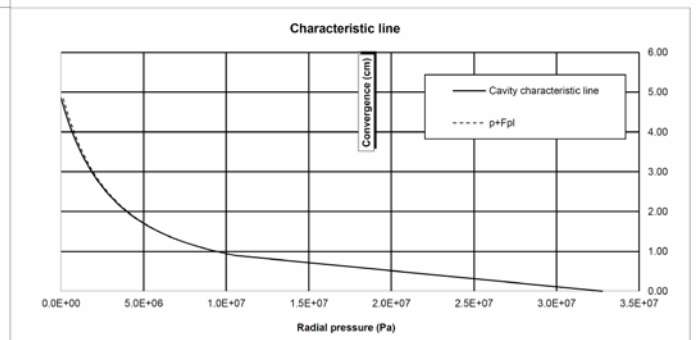
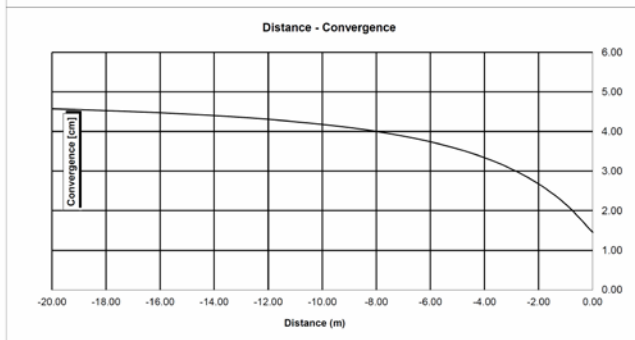
La curva "Convergenza – Distanza dal fronte" è stata ricavata attraverso un procedimento analitico semplificato che sfrutta le relazioni proposte da Nguyen, Minh et al. [19].



14_GA-BCA-GS-10g

INPUT DATA		RESULTS	
Weight [N/mc]	27300	At final equilibrium	
Overburden [m]	1200	Total convergence [cm]	4.9
Excavation radius [m]	4.84	Convergence after excavation [cm]	3.4
		Plastic zone thickness [m]	4.7
Peak internal friction angle [°]	36.23	Equilibrium at excavation face	
Post peak internal friction angle [°]	28.85	Convergence [cm]	1.5
Peak cohesion [Pa]	3535000	1 - (deconfinement ratio) [%]	18.7%
Post peak cohesion [Pa]	2274000		
Deformation modulus [Pa]	1.55E+10		
Poisson's ratio [-]	0.3		
Dilation angle [°]	4.53		

c(face) / Radius	0.30 [%]
c(total) / Radius	1.00 [%]
c(after excav.) / Radius	0.70 [%]
Pl.thick. (face)/Radius	21.2 [%]
Pl.thick. (total)/Radius	97.4 [%]



ANHANG 3 - BRUCHKÖRPERANALYSE

Der Anhang 3 führt die Ergebnisse der Bruchkörperanalyse an, die mit dem Rechenprogramm UNWEDGE 3.0 erstellt wurden. Die Tabellen enthalten den minimalen Sicherheitsfaktor für jeweils drei Trennflächen, die die einzelnen Homogenbereiche kennzeichnen. Die Grafiken führen hingegen nur die jeweils drei ungünstigsten Trennflächen an.

APPENDICE 3 - ANALISI DEI BLOCCHI

L'appendice 3 riporta i risultati delle analisi a blocchi condotte con il programma di calcolo UNWEDGE 3.0. Nelle tabelle è riportato il fattore di sicurezza minimo per ciascuna terna di discontinuità caratterizzanti le singole tratte omogenee mentre in forma grafica sono riportati solo i risultati della terna di discontinuità più gravosa.

Rock mass

GA-BS-GM-8e; GA-T-A-8e; GA-BST-M-8e; GA-BST-KPH-8e; GA-BST-KS-8e

Area L1 - advance per round: 4.5 m (counted with 5 m)

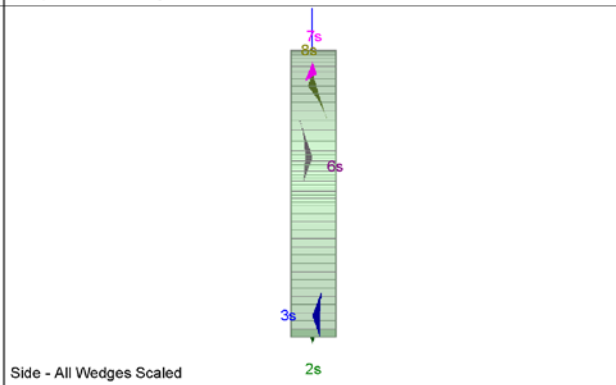
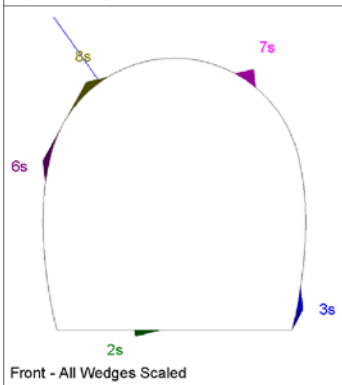
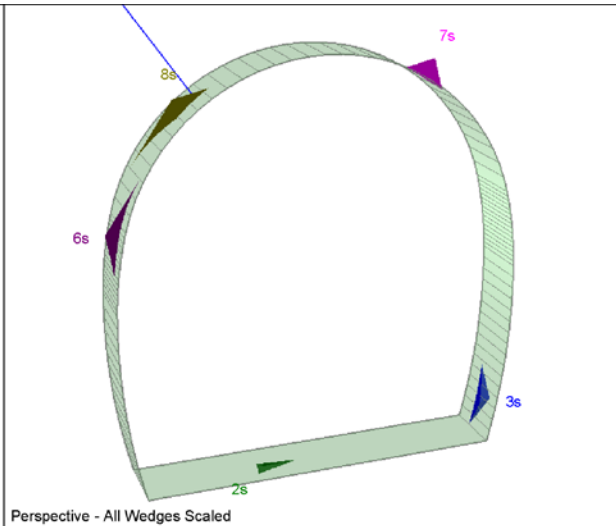
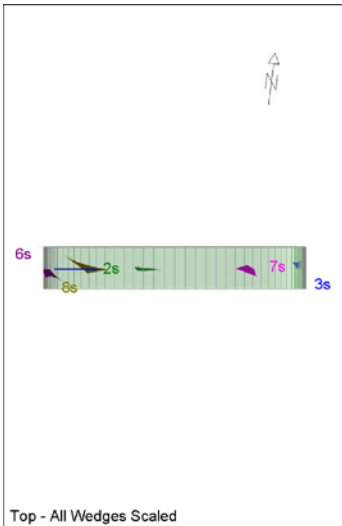
		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	70	350	10	20	0
J2	RTF1	70	180	1	20	0
J3	RTF2e	80	85	3	20	0
J4	RTF3	80	320	3	20	0
J5	RTF6	80	220	3	20	0

Necessary anchorage pattern:

1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
Swelllex Pm16	N_{yd}	122	kN

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	2	4	5	0	0	0.002	X1
2	1	4	5	0	0	0	N
3	1	2	4	0	0	0	N
4	2	3	4	0.064	0	0.011	X1
5	1	3	5	0.064	0	0	N
6	1	2	5	0.064	0.001	0.023	X1
7	3	4	5	0.064	0	0	N
8	2	3	5	0.064	0	0	N
9	1	3	4	0.064	0	0	N
10	1	2	3	0.132	0	0	N



Wedge Information

Floor wedge [2]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.006 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.17 m
 Excavation Face Area: 0.07 m2
 Apex Height: 0.23 m

Lower Right wedge [3]
 Factor of Safety: 0.481
 Wedge Volume: 0.017 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.32 m
 Excavation Face Area: 0.21 m2
 Apex Height: 0.25 m

Upper Left wedge [6]
 Factor of Safety: 0.285
 Wedge Volume: 0.019 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.44 m
 Excavation Face Area: 0.24 m2
 Apex Height: 0.25 m

Roof wedge [7]
 Factor of Safety: 0.064
 Wedge Volume: 0.023 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.42 m
 Excavation Face Area: 0.14 m2
 Apex Height: 0.52 m

Upper Left wedge [8]
 Factor of Safety: 104.250
 Wedge Volume: 0.029 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.69 m
 Excavation Face Area: 0.29 m2
 Apex Height: 0.33 m

Rock mass

GA-BS-GM-8e; GA-T-A-8e; GA-BST-M-8e; GA-BST-KPH-8e; GA-BST-KS-8e

Area L2

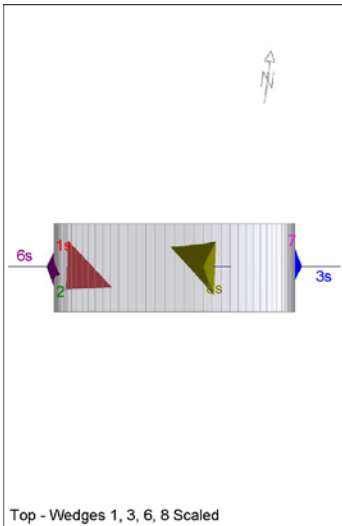
		Joint Orientations		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	70	350	10	20	0
J2	RTF1	70	180	1	20	0
J3	RTF2e	80	85	3	20	0
J4	RTF3	80	320	3	20	0
J5	RTF6	80	220	3	20	0

Necessary anchorage pattern:

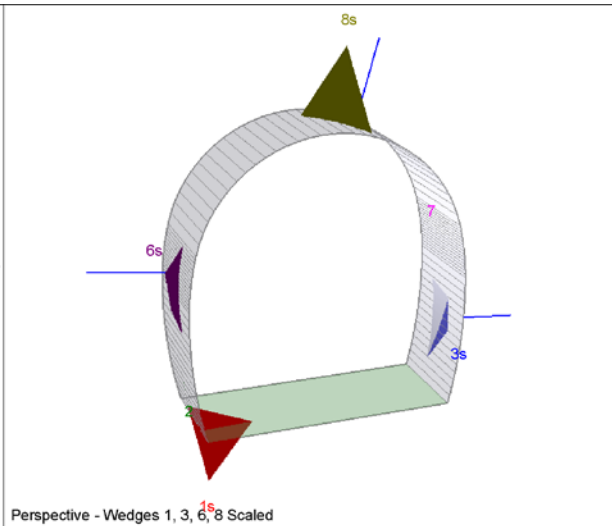
1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
Swellex Pm16	N_{yd}	122	kN
Shotcrete lining	10	cm	(Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

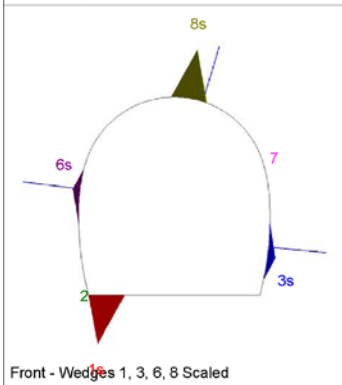
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment	Apex Height [m]
1	1	3	5	13.873	0.046	1.704	S	2.54
2	3	4	5	16.718	0.032	1.182	S	2.73
3	1	4	5	21.616	0.018	0.675	S	2.52
4	1	2	4	127.153	0.003	0.114	S	0.82
5	2	3	4	133.812	0.002	0.069	S	0.86
6	1	2	3	134.92	0.001	0.043	S	0.47
7	2	4	5	141.534	0.001	0.03	S	0.86
8	1	3	4	169.286	0	0.01	S	2.63
9	1	2	5	202.142	0.001	0.023	S	0.52
10	2	3	5	1344.166	0	0	N	0.93



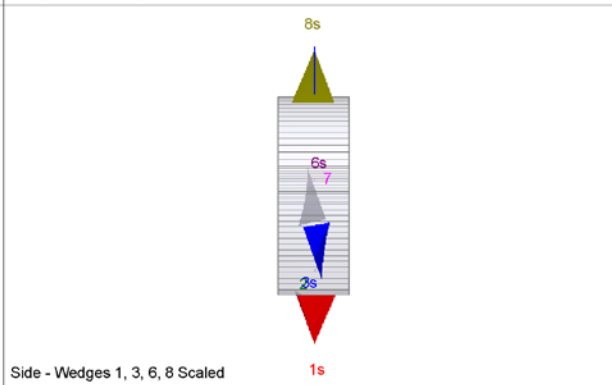
Top - Wedges 1, 3, 6, 8 Scaled



Perspective - Wedges 1, 3, 6, 8 Scaled



Front - Wedges 1, 3, 6, 8 Scaled



Side - Wedges 1, 3, 6, 8 Scaled

Wedge Information

Lower Left wedge [1]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 1.592 m3
 Wedge Weight: 0.043 MN
 Wedge z-Length: 2.11 m
 Excavation Face Area: 1.94 m2
 Apex Height: 2.52 m

Lower Left wedge [2]
 Factor of Safety: 1167.634
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.08 m
 Excavation Face Area: 0.01 m2
 Apex Height: 0.00 m

Lower Right wedge [3]
 Factor of Safety: 77.684
 Wedge Volume: 0.246 m3
 Wedge Weight: 0.007 MN
 Wedge z-Length: 1.38 m
 Excavation Face Area: 1.85 m2
 Apex Height: 0.43 m

Upper Left wedge [6]
 Factor of Safety: 43.381
 Wedge Volume: 0.199 m3
 Wedge Weight: 0.005 MN
 Wedge z-Length: 1.43 m
 Excavation Face Area: 1.80 m2
 Apex Height: 0.38 m

Upper Right wedge [7]
 Factor of Safety: 3496.305
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.05 m
 Excavation Face Area: 0.00 m2
 Apex Height: 0.00 m

Roof wedge [8]
 Factor of Safety: 13.873
 Wedge Volume: 1.704 m3
 Wedge Weight: 0.046 MN
 Wedge z-Length: 2.21 m
 Excavation Face Area: 2.05 m2
 Apex Height: 2.54 m

Rock mass

GA-BS-GM-8e; GA-T-A-8e; GA-BST-M-8e; GA-BST-KPH-8e; GA-BST-KS-8e

Area tunnel face

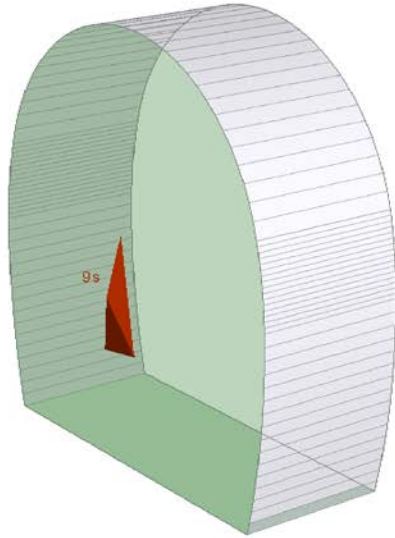
		Joint Orientattions		Joint Properties			
		Dip	Dip Direction	persistence	φ	c	φ_d
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]	[°]
J1	SC	70	350	10	20	0	16.23
J2	RTF1	70	180	1	20	0	16.23
J3	RTF2e	80	85	3	20	0	16.23
J4	RTF3	80	320	3	20	0	16.23
J5	RTF6	80	220	3	20	0	16.23

Shotcrete lining 5 cm (Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

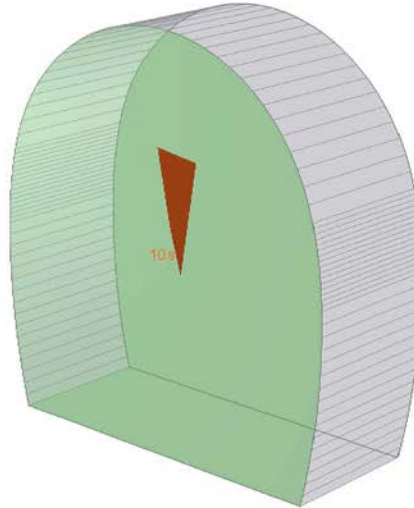
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	3	5	20.101	0.008	0.307	S
2	2	3	4	74.624	0.001	0.031	S
3	1	3	4	126.834	0.008	0	S
4	2	4	5	168.209	0	0.009	S
5	1	4	5	170.504	0	0.009	S
6	3	4	5	180.563	0	0.009	S
7	1	2	5	476.159	0	0.001	S
8	1	2	3	479.11	0	0.001	S
9	1	2	4	518.624	0	0.001	S
10	2	3	5	882.115	0	0	N

Near End wedge [9] Scaled
FS: 20.101



Volume: 0.307 m3, Weight: 0.008 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation F

Far End wedge [10] Scaled
FS: 33.599



Volume: 0.307 m3, Weight: 0.008 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation

Wedge Information

Near End wedge [9]

Factor of Safety: 20.101
Wedge Volume: 0.307 m3
Wedge Weight: 0.008 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 1.67 m2
Apex Height: 0.55 m

Far End wedge [10]

Factor of Safety: 33.599
Wedge Volume: 0.307 m3
Wedge Weight: 0.008 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 1.67 m2
Apex Height: 0.55 m

Rock mass
GA-BST-KS-8f

Area L1 - advance per round: 4.5 m (counted with 5 m)

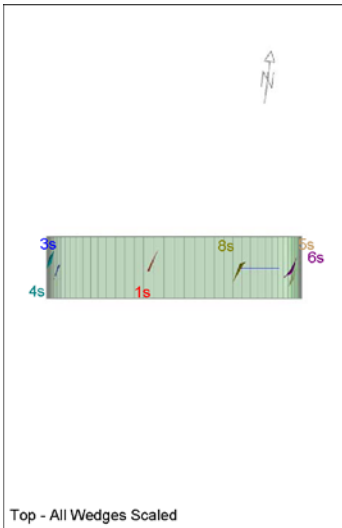
		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	60	355	10	20	0
J2	RTF2w	85	285	1	20	0
J3	RTF5	75	110	1	20	0
J4	RTF6	65	50	10	20	0

Necessary anchorage pattern:

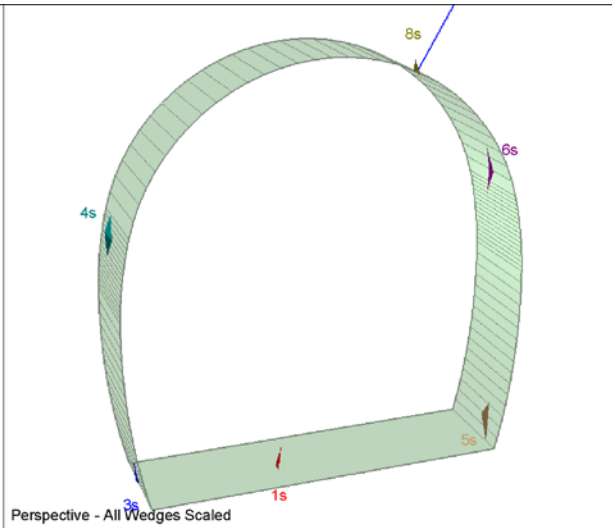
1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
Swellex Pm16	N_{yd}	122	kN

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

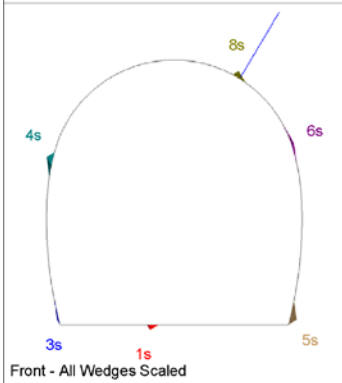
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	2	4	0	0	0	N
2	1	3	4	0	0	0	N
3	1	2	3	0.032	0	0.005	X1
4	2	3	4	0.032	0	0.001	X1



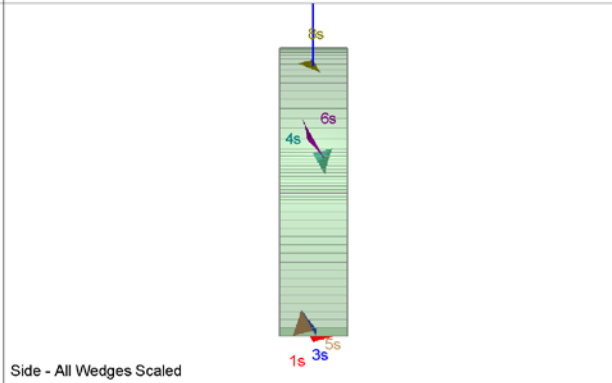
Top - All Wedges Scaled



Perspective - All Wedges Scaled



Front - All Wedges Scaled



Side - All Wedges Scaled

Wedge Information

Floor wedge [1]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.003 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.89 m
 Excavation Face Area: 0.04 m2
 Apex Height: 0.21 m

Lower Left wedge [3]
 Factor of Safety: 0.458
 Wedge Volume: 0.002 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.60 m
 Excavation Face Area: 0.07 m2
 Apex Height: 0.06 m

Upper Left wedge [4]
 Factor of Safety: 0.264
 Wedge Volume: 0.013 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.52 m
 Excavation Face Area: 0.17 m2
 Apex Height: 0.24 m

Lower Right wedge [5]
 Factor of Safety: 8.260
 Wedge Volume: 0.014 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.55 m
 Excavation Face Area: 0.17 m2
 Apex Height: 0.26 m

Upper Right wedge [6]
 Factor of Safety: 0.032
 Wedge Volume: 0.005 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.85 m
 Excavation Face Area: 0.15 m2
 Apex Height: 0.10 m

Roof wedge [8]
 Factor of Safety: 519.557
 Wedge Volume: 0.006 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.80 m
 Excavation Face Area: 0.08 m2
 Apex Height: 0.24 m

Rock mass
GA-BST-KS-8f

Area L2

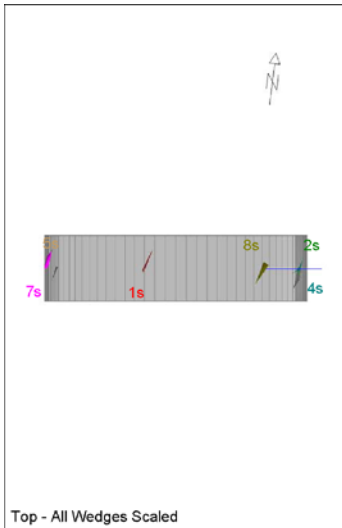
		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	60	355	10	20	0
J2	RTF2w	85	285	1	20	0
J3	RTF5	75	110	1	20	0
J4	RTF6	65	50	10	20	0

Necessary anchorage pattern:

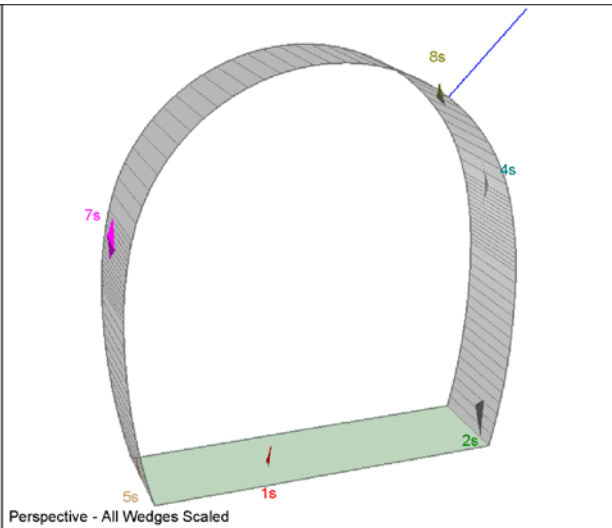
1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
Swelllex Pm16	N_{yd}	122	kN
Shotcrete lining	10	cm	(Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

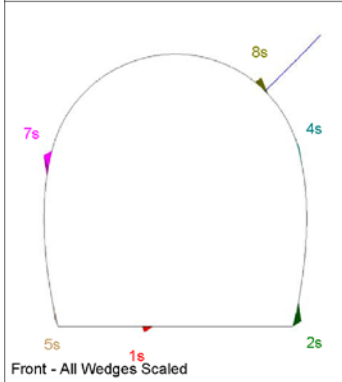
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment	Apex Height [m]
1	2	3	4	189.391	0	0.017	S	0.25
2	1	3	4	229.922	0.001	0.031	S	0.38
3	1	2	3	236.358	0	0.013	S	0.24
4	1	2	4	1124.826	0	0	N	0.16



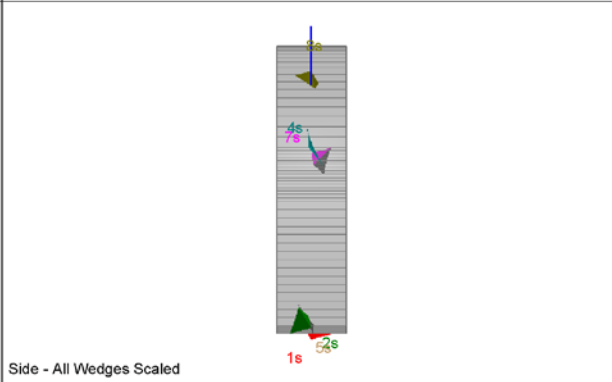
Top - All Wedges Scaled



Perspective - All Wedges Scaled



Front - All Wedges Scaled



Side - All Wedges Scaled

Wedge Information

Floor wedge [1]

Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.003 m³
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.93 m
 Excavation Face Area: 0.04 m²
 Apex Height: 0.21 m

Lower Right wedge [2]

Factor of Safety: 1016.445
 Wedge Volume: 0.018 m³
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.66 m
 Excavation Face Area: 0.21 m²
 Apex Height: 0.27 m

Upper Right wedge [4]

Factor of Safety: 791.342
 Wedge Volume: 0.001 m³
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.66 m
 Excavation Face Area: 0.10 m²
 Apex Height: 0.04 m

Lower Left wedge [5]

Factor of Safety: 598.120
 Wedge Volume: 0.001 m³
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.59 m
 Excavation Face Area: 0.09 m²
 Apex Height: 0.04 m

Upper Left wedge [7]

Factor of Safety: 189.391
 Wedge Volume: 0.017 m³
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.62 m
 Excavation Face Area: 0.21 m²
 Apex Height: 0.25 m

Upper Right wedge [8]

Factor of Safety: 323.301
 Wedge Volume: 0.012 m³
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.85 m
 Excavation Face Area: 0.14 m²
 Apex Height: 0.28 m

Rock mass
GA-BST-KS-8f

Area tunnel face

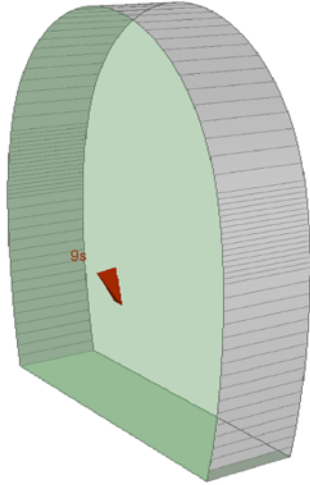
		Joint Orientattions		Joint Properties			
		Dip	Dip Direction	persistence	φ	c	φ_d
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]	[°]
J1	SC	60	355	10	20	0	16.23
J2	RTF2w	85	285	1	20	0	16.23
J3	RTF5	75	110	1	20	0	16.23
J4	RTF6	65	50	10	20	0	16.23

Shotcrete lining 5 cm (Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

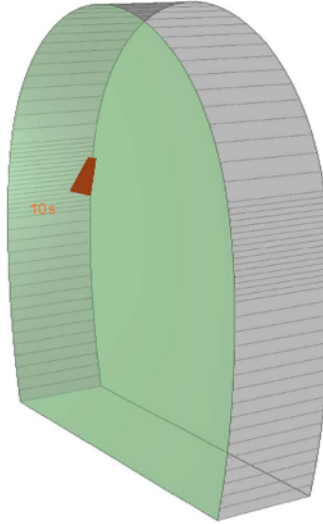
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	2	3	105.997	0.001	0.022	S
2	2	3	4	178.343	0	0.005	S
3	1	3	4	215.751	0	0.003	S
4	1	2	4	931.819	0	0	N

Near End wedge [9] Scaled
FS: 105.997



Volume: 0.022 m3, Weight: 0.001 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation F

Far End wedge [10] Scaled
FS: 624.526



Volume: 0.022 m3, Weight: 0.001 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation

Wedge Information

Near End wedge [9]

Factor of Safety: 105.997
Wedge Volume: 0.022 m3
Wedge Weight: 0.001 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 0.15 m2
Apex Height: 0.43 m

Far End wedge [10]

Factor of Safety: 624.526
Wedge Volume: 0.022 m3
Wedge Weight: 0.001 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 0.15 m2
Apex Height: 0.43 m

Rock mass

BCA-A-10g; BCA-GS-10g;

Area L1 - advance per round: 4.5 m (counted with 5 m)

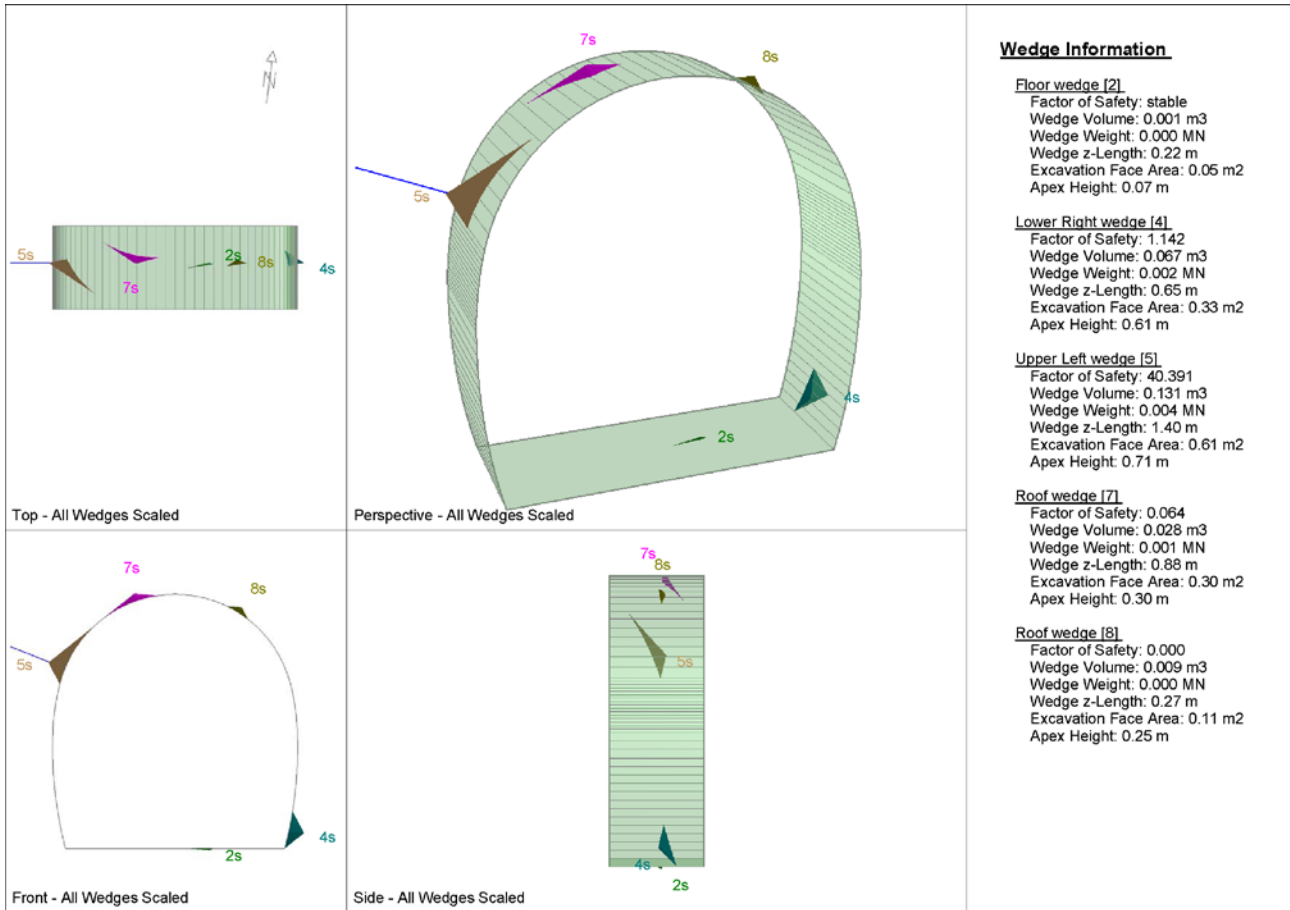
		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	45	345	3	20	0
J2	RTF1	80	160	1	20	0
J3	RTF2w	75	255	1	20	0
J4	RTF3	85	300	1	20	0
J5	RTF6	80	20	3	20	0

Necessary anchorage pattern:

1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
Swelllex Pm16	N _{yd}	122	kN

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	2	3	4	0	0	0	N
2	1	3	5	0	0	0	N
3	1	3	4	0	0	0	N
4	3	4	5	0	0	0	N
5	1	4	5	0.032	0	0.003	X1
6	1	2	4	0.032	0.001	0.023	X1
7	2	4	5	0.064	0	0.001	X1
8	2	3	5	0.064	0	0	N
9	1	2	5	0.064	0.001	0.028	X1
10	1	2	3	0.064	0	0	N



Wedge Information

Floor wedge [2]

Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.001 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.22 m
 Excavation Face Area: 0.05 m2
 Apex Height: 0.07 m

Lower Right wedge [4]

Factor of Safety: 1.142
 Wedge Volume: 0.067 m3
 Wedge Weight: 0.002 MN
 Wedge z-Length: 0.65 m
 Excavation Face Area: 0.33 m2
 Apex Height: 0.61 m

Upper Left wedge [5]

Factor of Safety: 40.391
 Wedge Volume: 0.131 m3
 Wedge Weight: 0.004 MN
 Wedge z-Length: 1.40 m
 Excavation Face Area: 0.61 m2
 Apex Height: 0.71 m

Roof wedge [7]

Factor of Safety: 0.064
 Wedge Volume: 0.028 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.88 m
 Excavation Face Area: 0.30 m2
 Apex Height: 0.30 m

Roof wedge [8]

Factor of Safety: 0.000
 Wedge Volume: 0.009 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.27 m
 Excavation Face Area: 0.11 m2
 Apex Height: 0.25 m

Rock mass

BCA-A-10g; BCA-GS-10g;

Area L2

		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	45	345	3	20	0
J2	RTF1	80	160	1	20	0
J3	RTF2w	75	255	1	20	0
J4	RTF3	85	300	1	20	0
J5	RTF6	80	20	3	20	0

Necessary anchorage pattern:

1.8 x 1.5 m

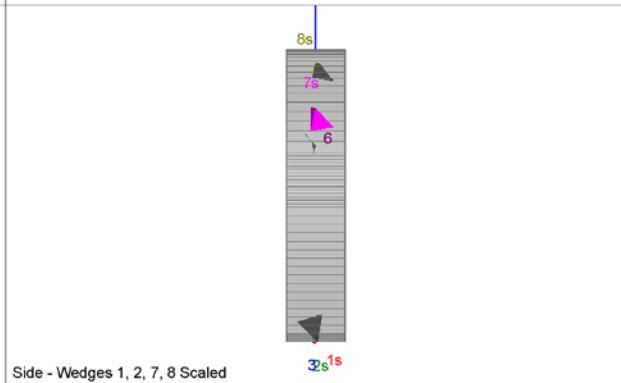
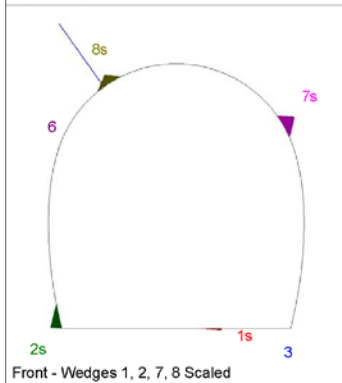
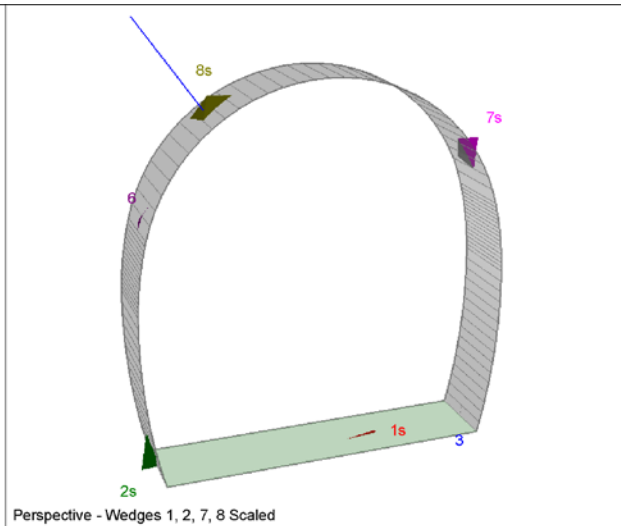
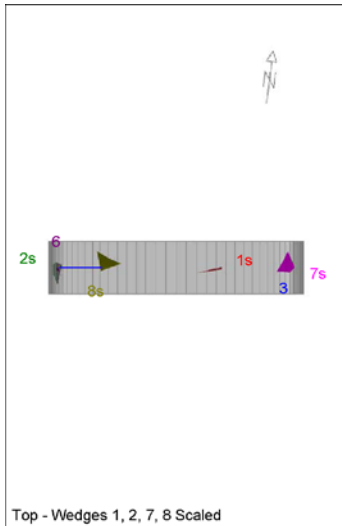
L = 3.0 m

Swellex Pm16 N_{yd} 122 kN

Shotcrete lining 10 cm (Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment	Apex Height [m]
1	1	2	3	91.592	0.002	0.071	S	0.55
2	1	3	4	99.823	0.002	0.057	S	0.63
3	1	4	5	121.058	0.003	0.108	S	0.66
4	2	3	5	164.523	0.001	0.053	S	0.88
5	1	2	5	198.425	0.004	0.131	S	0.71
6	1	3	5	203.202	0.001	0.043	S	0.61
7	2	4	5	237.576	0.001	0.032	S	0.88
8	1	2	4	278.238	0.001	0.019	S	0.36
9	3	4	5	282.891	0	0.001	S	0.05
10	2	3	4	1039.783	0	0	N	0.91



Wedge Information

Floor wedge [1]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.001 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.22 m
 Excavation Face Area: 0.04 m2
 Apex Height: 0.07 m

Lower Left wedge [2]
 Factor of Safety: 1724.818
 Wedge Volume: 0.056 m3
 Wedge Weight: 0.002 MN
 Wedge z-Length: 0.87 m
 Excavation Face Area: 0.41 m2
 Apex Height: 0.42 m

Lower Right wedge [3]
 Factor of Safety: 5099.765
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.06 m
 Excavation Face Area: 0.00 m2
 Apex Height: 0.00 m

Upper Left wedge [6]
 Factor of Safety: 910.602
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.48 m
 Excavation Face Area: 0.03 m2
 Apex Height: 0.02 m

Upper Right wedge [7]
 Factor of Safety: 91.592
 Wedge Volume: 0.071 m3
 Wedge Weight: 0.002 MN
 Wedge z-Length: 0.82 m
 Excavation Face Area: 0.40 m2
 Apex Height: 0.55 m

Roof wedge [8]
 Factor of Safety: 145.024
 Wedge Volume: 0.046 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.77 m
 Excavation Face Area: 0.37 m2
 Apex Height: 0.38 m

Rock mass

BCA-A-10g; BCA-GS-10g;

Area tunnel face

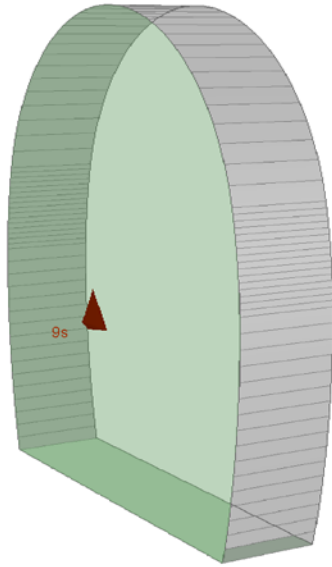
		Joint Orientattions		Joint Properties			
		Dip	Dip Direction	persistence	φ	c	φ_d
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]	[°]
J1	SC	45	345	3	20	0	16.23
J2	RTF1	80	160	1	20	0	16.23
J3	RTF2w	75	255	1	20	0	16.23
J4	RTF3	85	300	1	20	0	16.23
J5	RTF6	80	20	3	20	0	16.23

Shotcrete lining 5 cm (Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

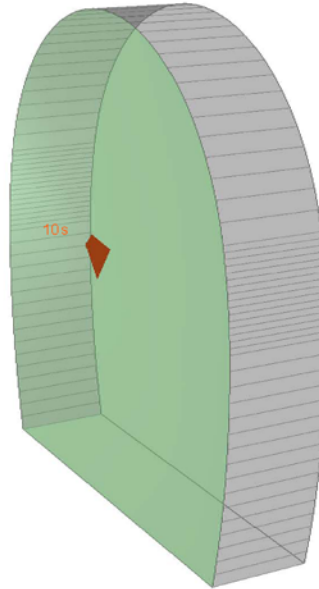
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	2	3	71.781	0.001	0.022	S
2	1	2	4	90.563	0.001	0.019	S
3	1	4	5	114.623	0	0.009	S
4	1	3	5	144.94	0	0.01	S
5	2	4	5	203.803	0	0.003	S
6	2	3	5	210.647	0	0.003	S
7	1	2	5	212.669	0	0.002	S
8	3	4	5	418.707	0	0.002	S
9	1	3	4	479.509	0	0.004	S
10	2	3	4	1741.805	0	0	N

Near End wedge [9] Scaled
FS: 156.908



Volume: 0.022 m3, Weight: 0.001 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation F

Far End wedge [10] Scaled
FS: 71.781



Volume: 0.022 m3, Weight: 0.001 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation

Wedge Information

Near End wedge [9]

Factor of Safety: 156.908
Wedge Volume: 0.022 m3
Wedge Weight: 0.001 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 0.38 m2
Apex Height: 0.17 m

Far End wedge [10]

Factor of Safety: 71.781
Wedge Volume: 0.022 m3
Wedge Weight: 0.001 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 0.38 m2
Apex Height: 0.17 m

ANHANG 4 - FEM ANALYSE DER AUßENSCHALE

Diese Anlage führt die wichtigsten Outputs der FEM-Analysen des Schnitts FdE-CcT-T3 an, die mit dem Rechenprogramm Midas GTS durchgeführt wurden.

APPENDICE 4 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE

Nella presente appendice sono riportati i principali output delle analisi agli elementi finiti della sezione FdE-CcT-T3 effettuate con il programma di calcolo Midas GTS.

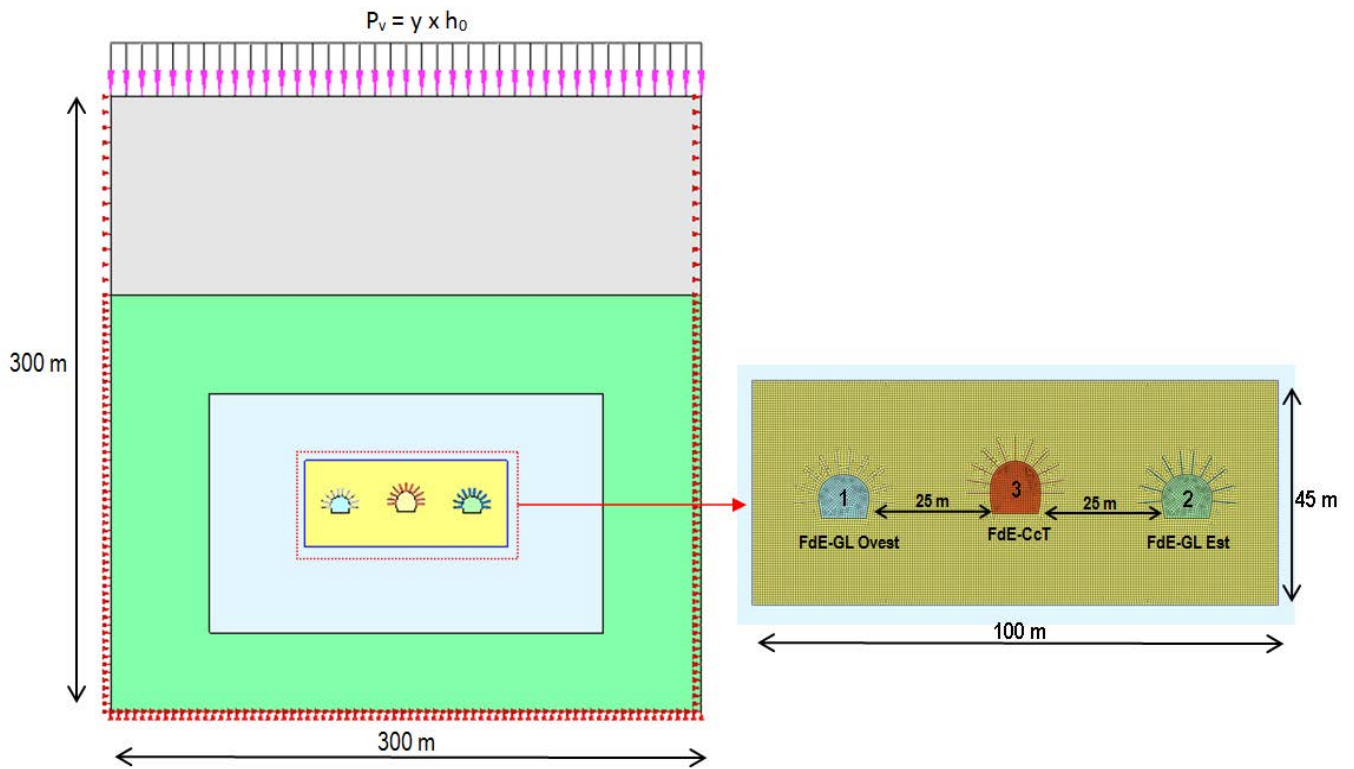


Abbildung 1: Numerisches Modell

Illustrazione 1: Modello numerico

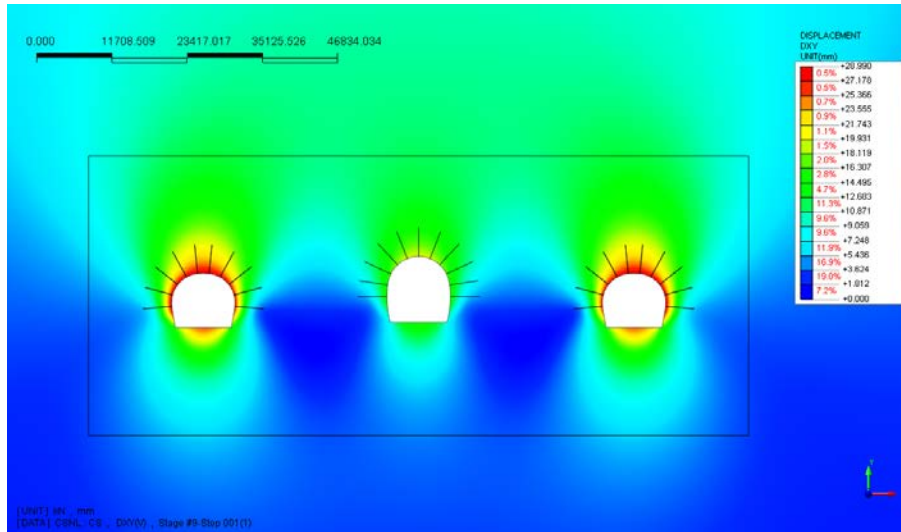


Abbildung 2: Verschiebungen xy [mm] an der Ortsbrust

Illustrazione 2: Spostamenti xy [mm] al fronte

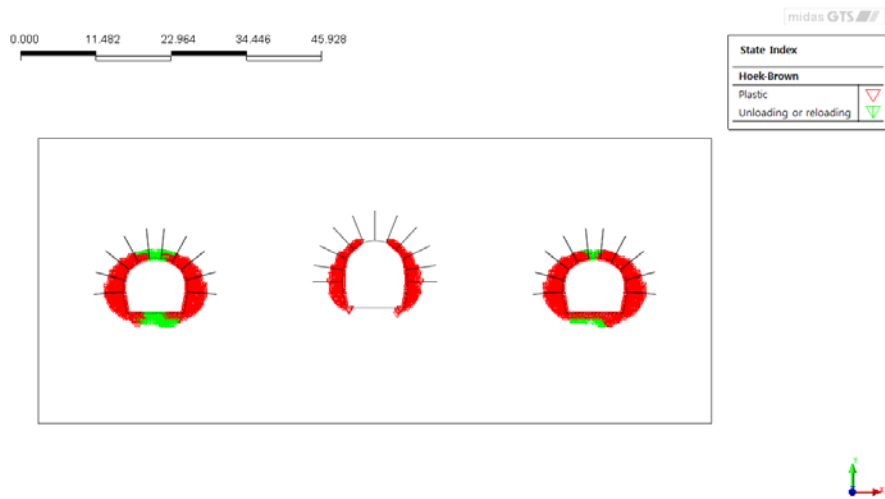


Abbildung 3: Plastifizierungen an der Ortsbrust

Illustrazione 3: Plasticizzazioni al fronte

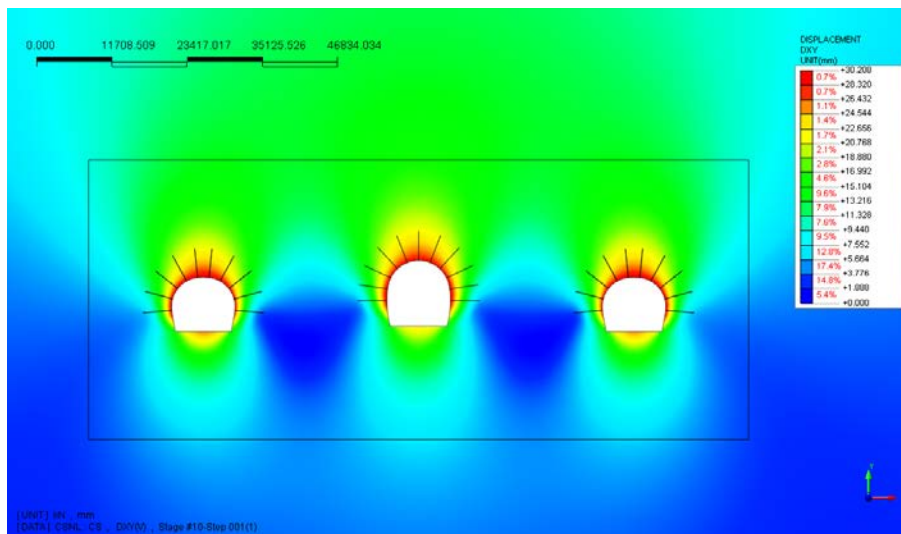


Abbildung 4: Verschiebungen xy [mm], 3.0 m ab Ortsbrust

Illustrazione 4: Spostamenti xy [mm] a 3.0m dal fronte

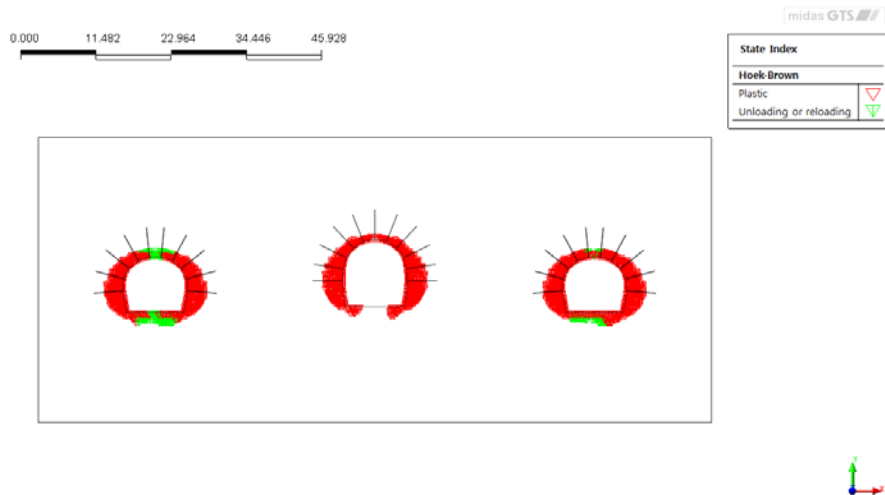


Abbildung 5: Plastifizierungen 3.0 m ab Ortsbrust

Illustrazione 5: Plasticizzazioni a 3.0m dal fronte

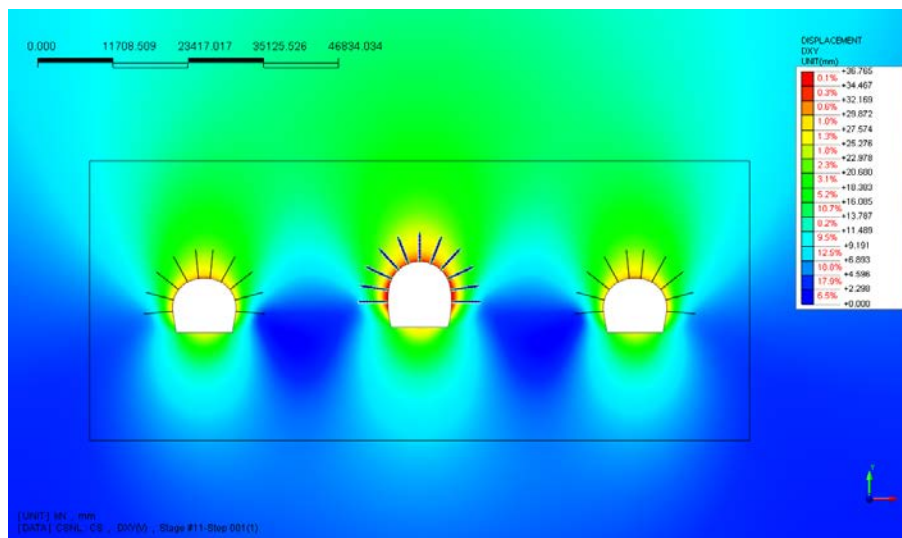


Abbildung 6: Verschiebungen xy [mm] Ende Ausbruch

Illustrazione 6: Spostamenti xy [mm] fine scavo

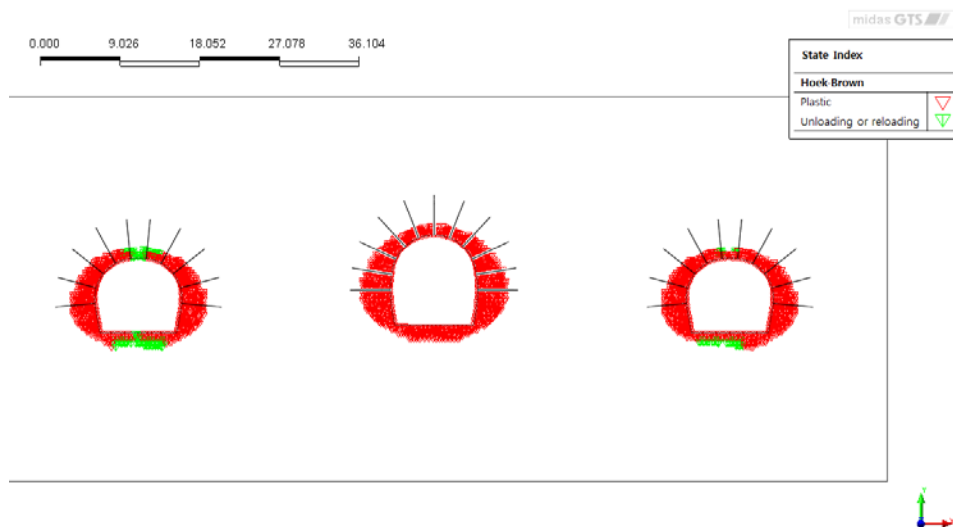


Abbildung 7: Ende Ausbruch CcT - Endplastifizierung

Illustrazione 7: Fine scavo CcT - Plasticizzazioni finali

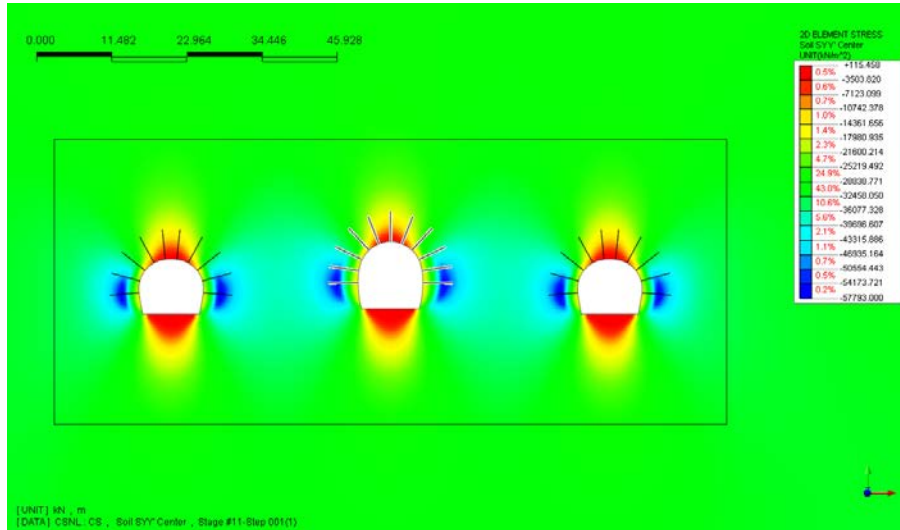


Abbildung 8: Ende Ausbruch CcT - Vertikale Spannungen [kN/m²]

Illustrazione 8: Fine scavo CcT - Tensioni verticali [kN/m²]

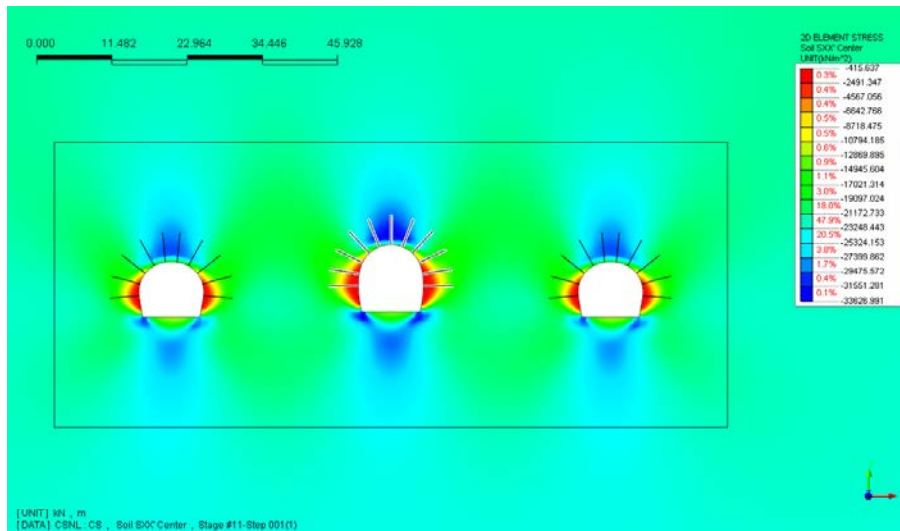


Abbildung 9: Ende Ausbruch CcT - horizontale Spannungen [kN/m²]

Illustrazione 9: Fine scavo CcT - Tensioni orizzontali [kN/m²]

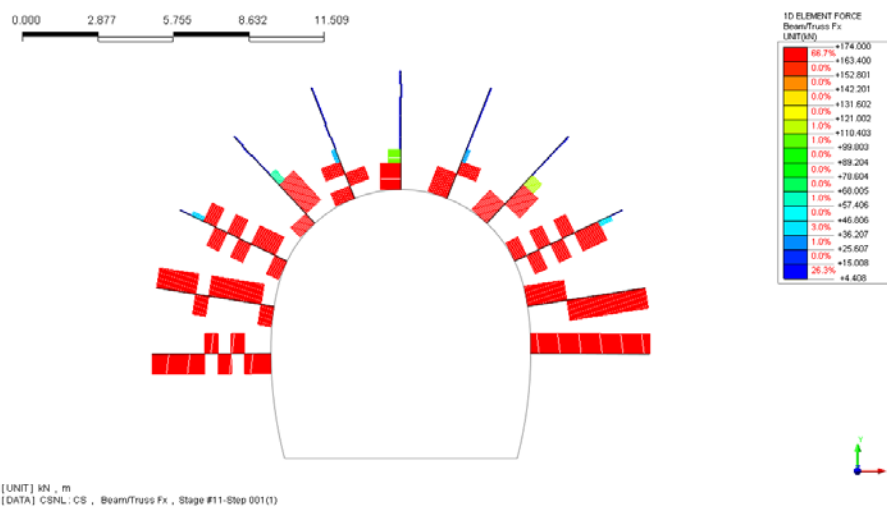


Abbildung 10: Axiale Einwirkungen an den Nägeln [kN]

Illustrazione 10: Azione assiale nei chiodi [kN]

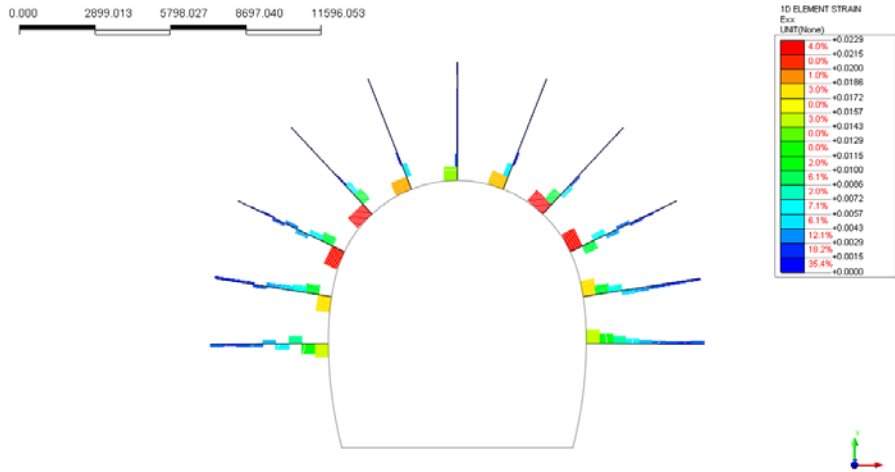


Abbildung 11: Axiale Verformungen der Nägel [-]

Illustrazione 11: Deformazione assiale nei chiodi [-]

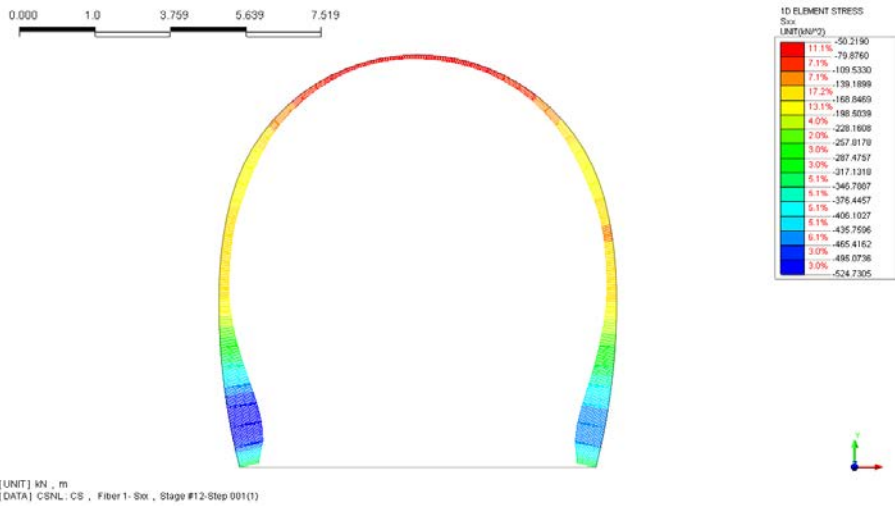


Abbildung 12: Normale Drücke auf dem Innenausbau (FdE-CcT)

Illustrazione 12: Pressioni normali sul rivestimento definitivo (FdE-CcT)

ANHANG 5 - FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE

Die Anlage 5 führt die grafischen Darstellungen der wichtigsten Inputs- und Outputs der FEM-Analysen für den Innenausbau an, die mit dem Rechenprogramm MIDAS Gen. durchgeführt wurden, sowie die Nachweisverfahren GZT und GZG.

APPENDICE 5 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO

L'appendice 5 contiene le rappresentazioni grafiche dei principali input e output dell'analisi del rivestimento definitivo condotte con il programma MIDAS Gen, oltre alle opportune verifiche sezionali allo SLU e SLE.

A.5.1. General parameters of structure

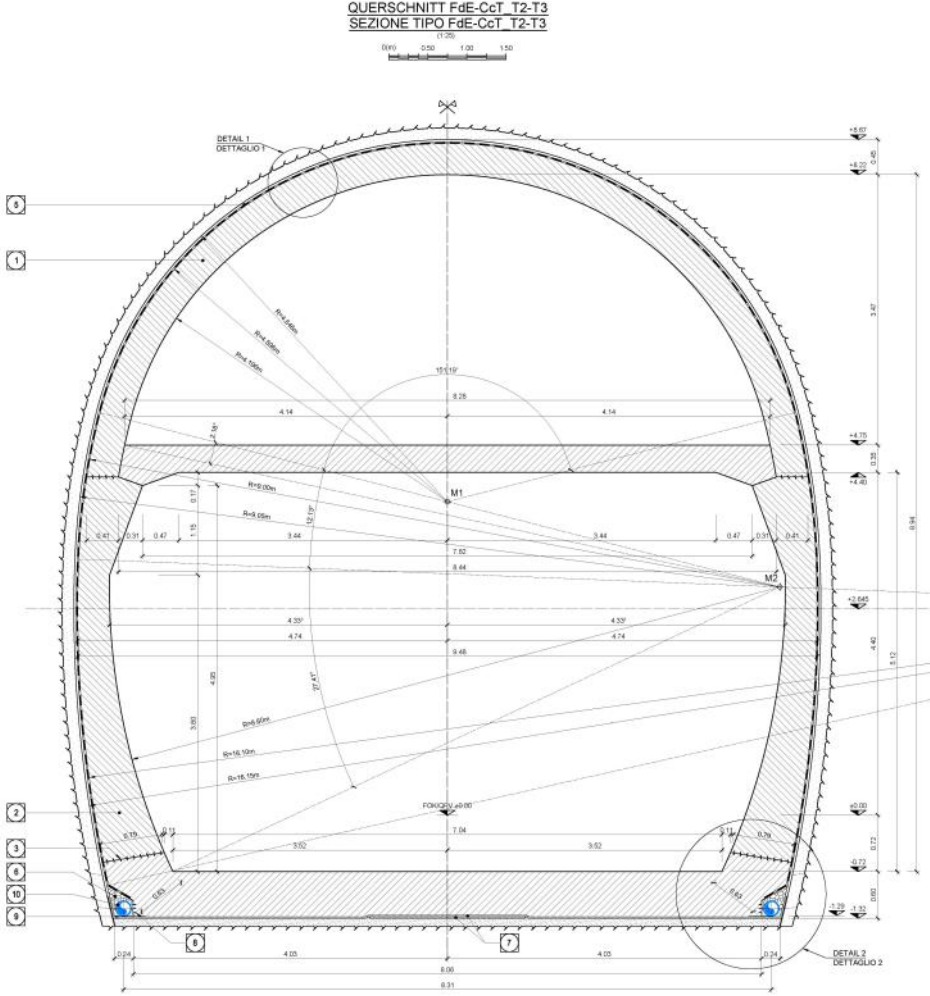


Figure 1 FdE-CcT T2-T3 cross section

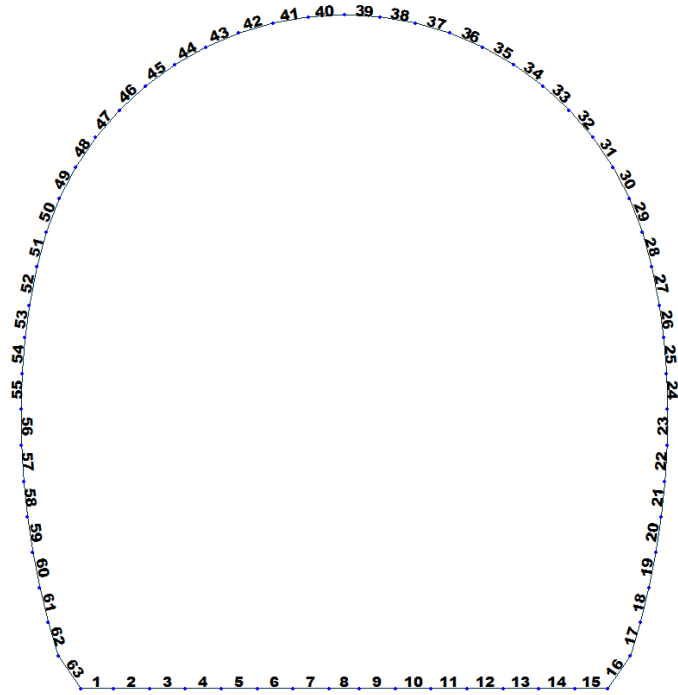


Figure 2 Elements numbering

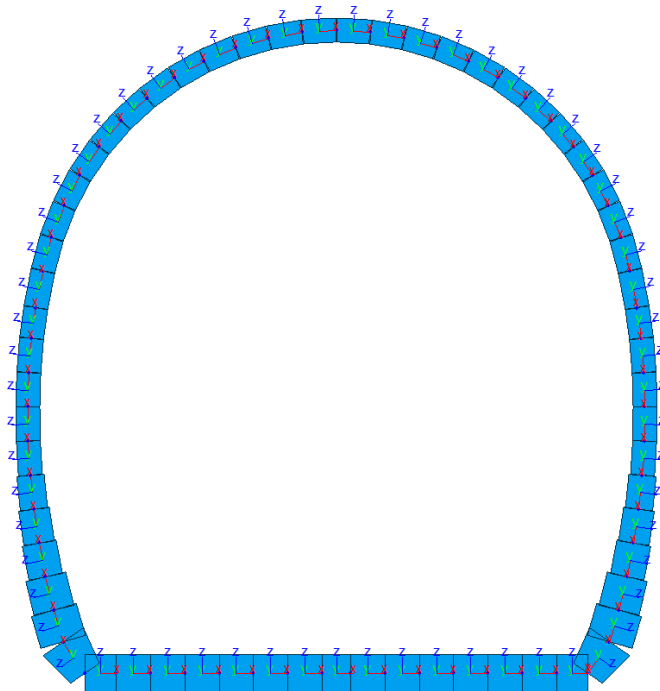


Figure 3 Elements local axis

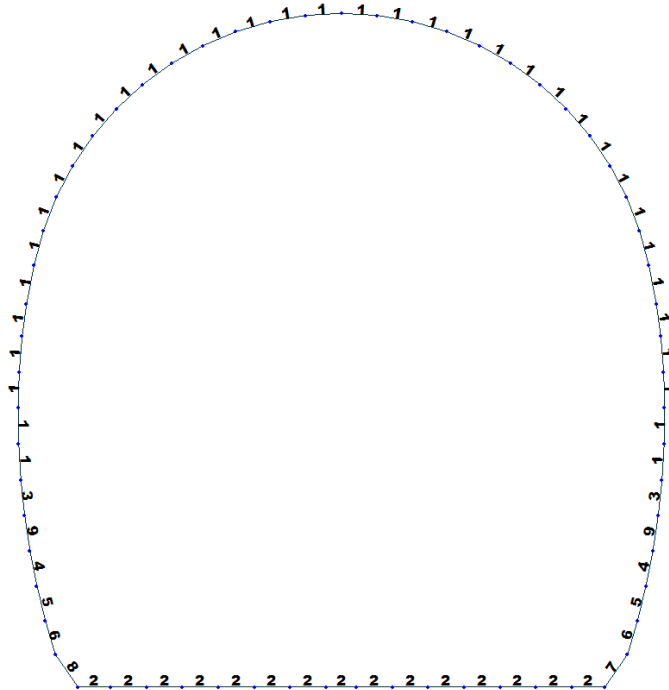


Figure 4 Element section property for T2 and T3 cross section (FdE-CcT T2 – T3)

Table 1 Section properties for T2-T3 cross section (FdE-CcT T2 – T3)

ID	Name	Area (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	Cyp (m)	Cym (m)	Czp (m)	Czm (m)
1	100 x 35	0.3500	0.2917	0.2917	0.0111	0.036	0.0292	0.5000	0.5000	0.1750	0.1750
2	100 x 54	0.5400	0.4500	0.4500	0.0348	0.0131	0.0450	0.5000	0.5000	0.2700	0.2700
3	100 x 40	0.4000	0.3333	0.3333	0.0160	0.053	0.0333	0.5000	0.5000	0.2000	0.2000
4	100 x 50	0.5000	0.4167	0.4167	0.0286	0.0104	0.0417	0.5000	0.5000	0.2500	0.2500
5	100 x 60	0.6000	0.5000	0.5000	0.0451	0.0180	0.0500	0.5000	0.5000	0.3000	0.3000
6	100 x 68	0.6800	0.5667	0.5667	0.0607	0.0262	0.0567	0.5000	0.5000	0.3400	0.3400
7	100 x 72/51	0.7200	0.6000	0.6000	0.0692	0.0311	0.0600	0.5000	0.5000	0.3600	0.3600
8	100 x 51/72	0.5100	0.4250	0.4250	0.0301	0.0111	0.0425	0.5000	0.5000	0.2550	0.2550
9	100 x 45	0.4500	0.3750	0.3750	0.0218	0.076	0.0375	0.5000	0.5000	0.2250	0.2250

Table 2 Material parameters for T2-T3 cross section (FdE-CcT T2 – T3)

ID	Name	Type	Code	Elasticity (kN/m ²)	Poisson	Thermal (1/[F])	Density (kN/m ³)	Mass Density (kN/m ³ /g)
1	C30/37	Concrete	NTC2008	3.30e+007	0.2	1e-005	2.50e+001	2.5493e+0
2	B450C	Rebar steel	NTC2008	21.0e+007	0.2	0	7.85e+001	7.850 e+0

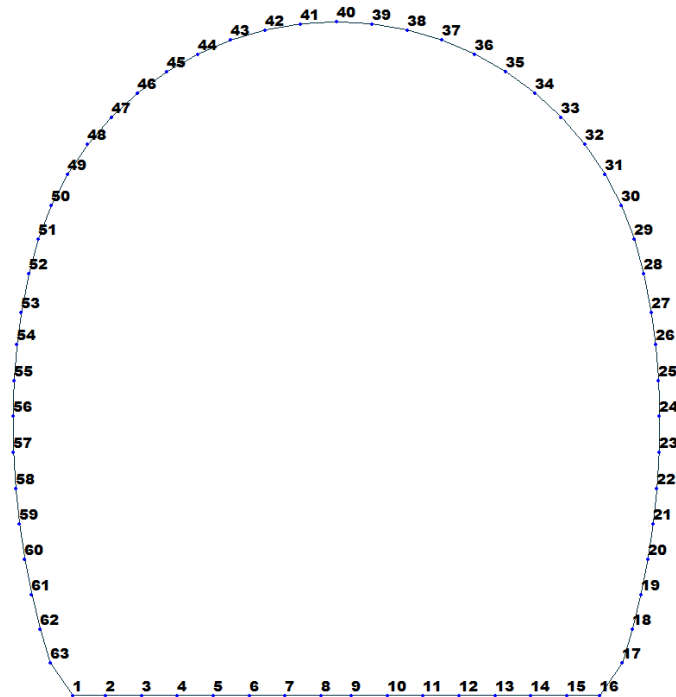


Figure 5 Node numbering

Table 3 Bounderies parameters

Node	Type	SDx (kN/m)	SDz (kN/m)	Stiffness (kN/m)	Direction	Multi-Linear Type	bx (m)	by (kN)	cx (m)	cy (kN)	dx (m)	dy (kN)
1	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Comp.-only	0.0	0.0	1528000.0	Dz(-)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Linear	764000.0	0.0	0.0	Dx(+)	Unsymmetric	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

A.5.2. Load for T2 and T3 cross section (FdE-CcT T2-T3)

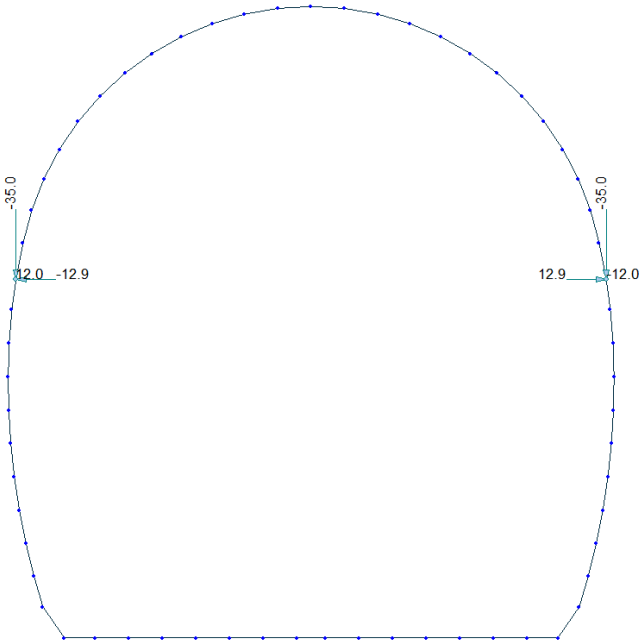


Figure 6 Load G2 (Fixation of cantilever wire)

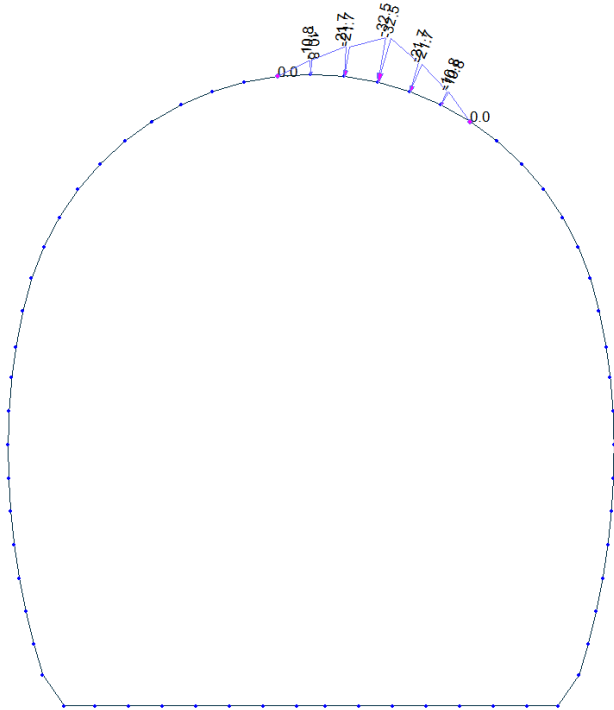
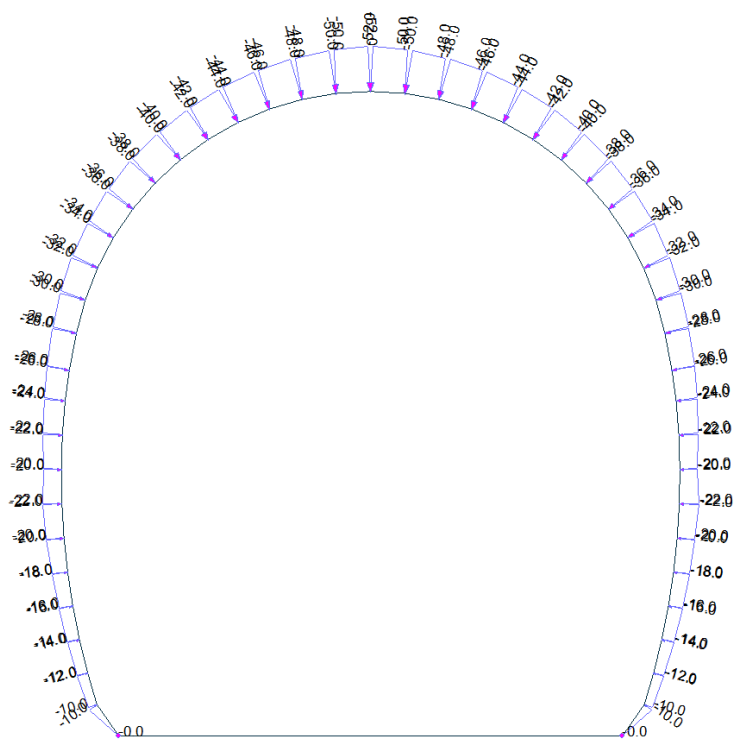


Figure 7 Load G5 – Block analysis



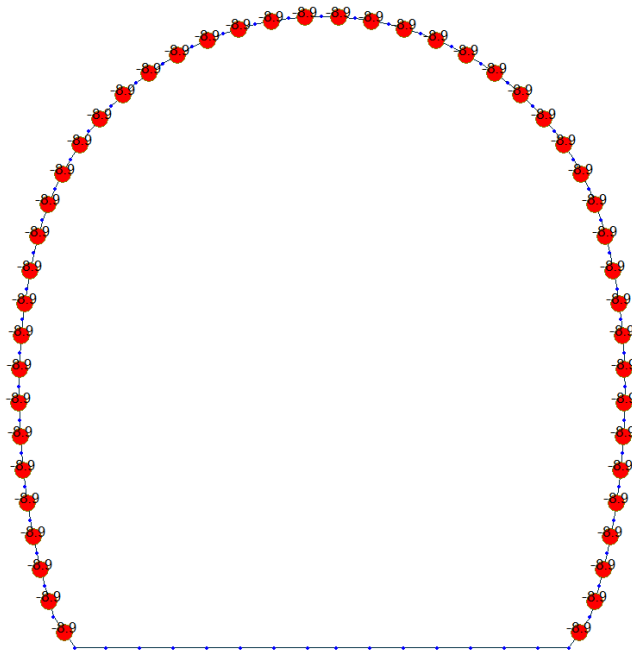


Figure 10 Load G6 SLE



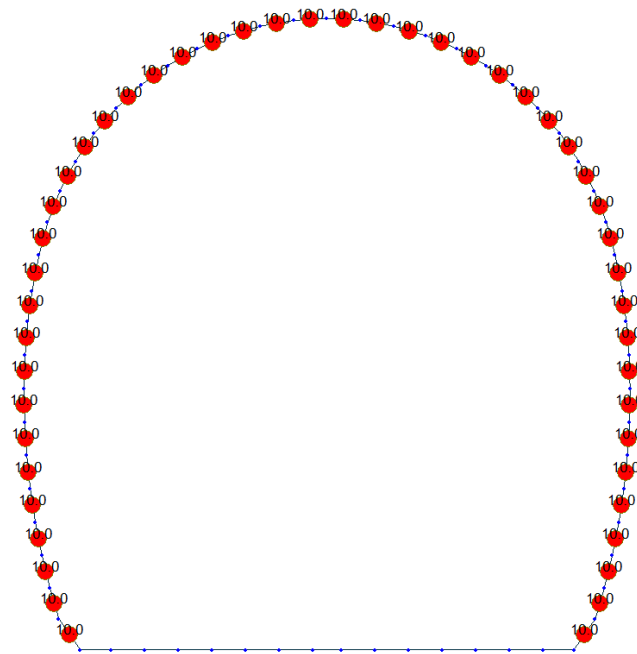


Figure 11 Load Q1 E (Constant temperature)

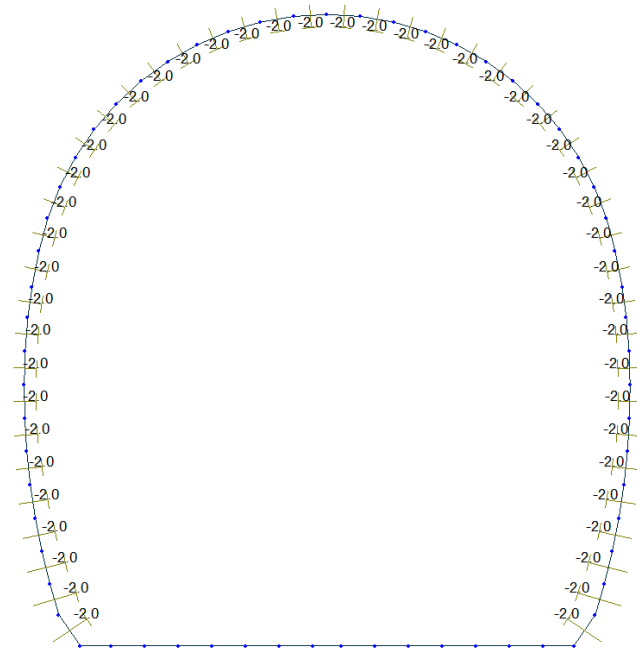


Figure 12 Load Q1 E (Temperature gradient)

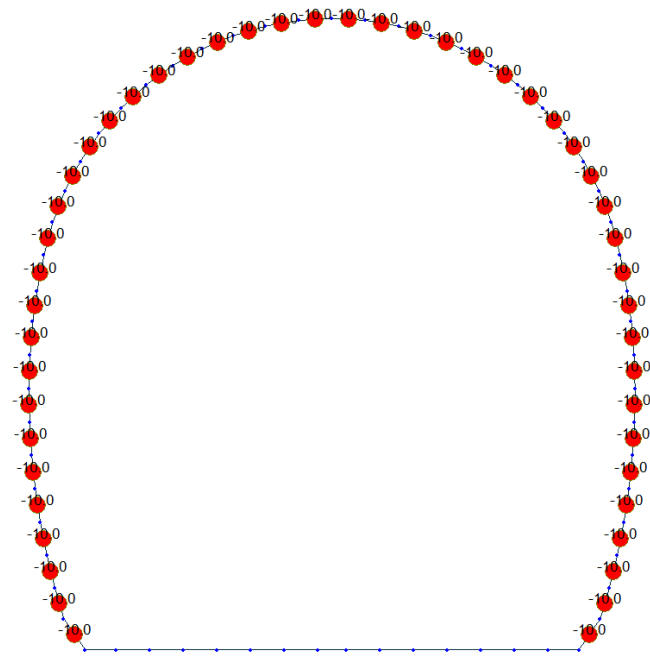


Figure 13 Load Q1 I (Costant temperature)

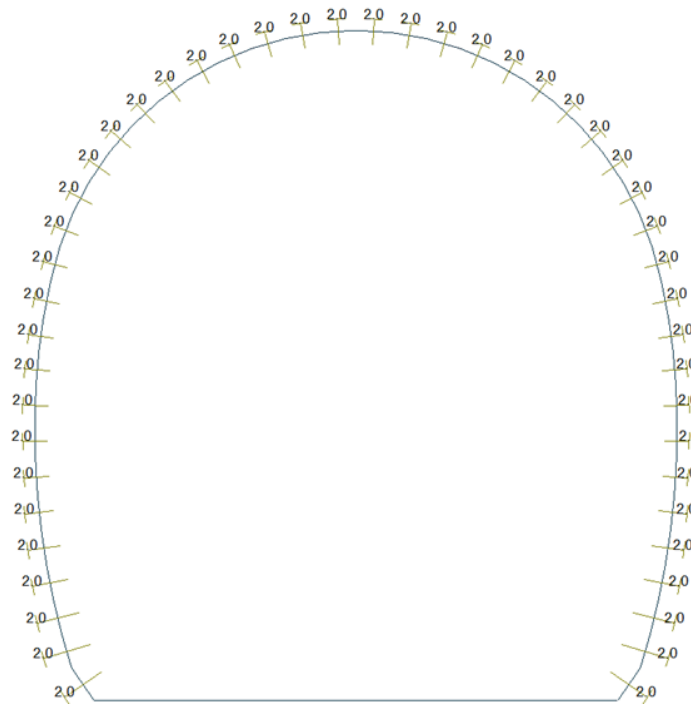


Figure 14 Load Q1 I (Temperature gradient)

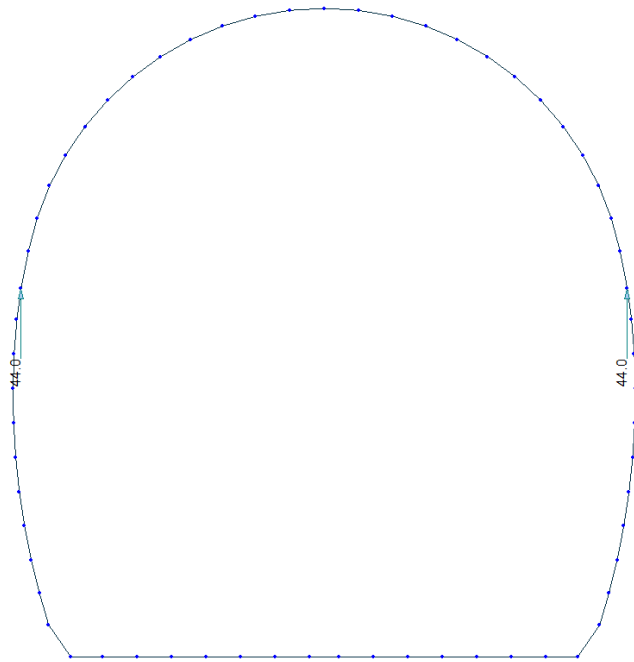


Figure 15 Load A1 P Paramenti (pression on paraments – Deck reaction)

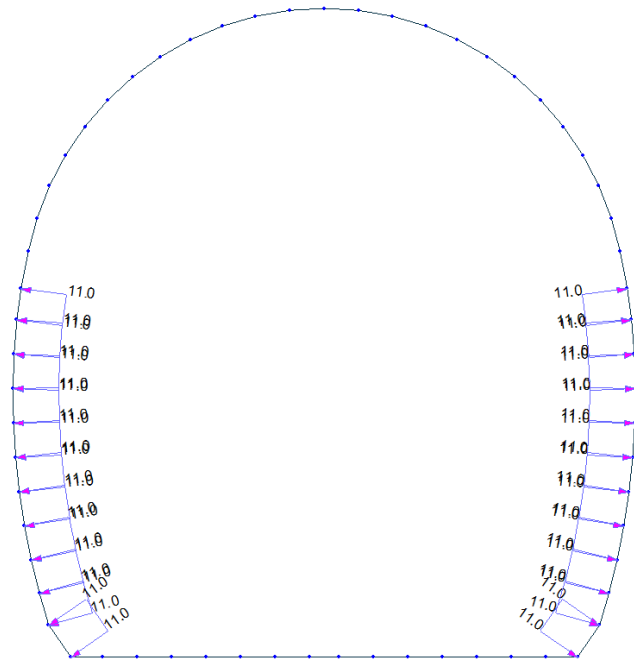


Figure 16 Load A1 P Paramenti (pression on paraments)

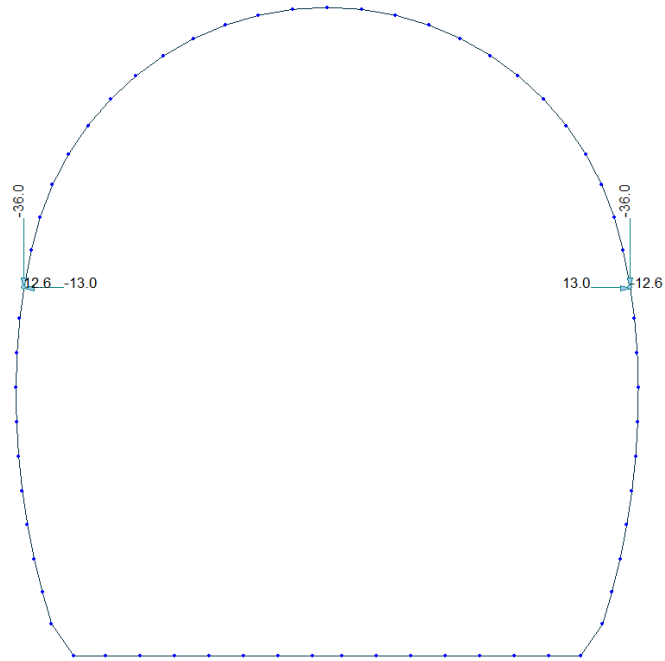


Figure 17 Load A1 A Paramenti (aspiration on paraments – Deck reaction)

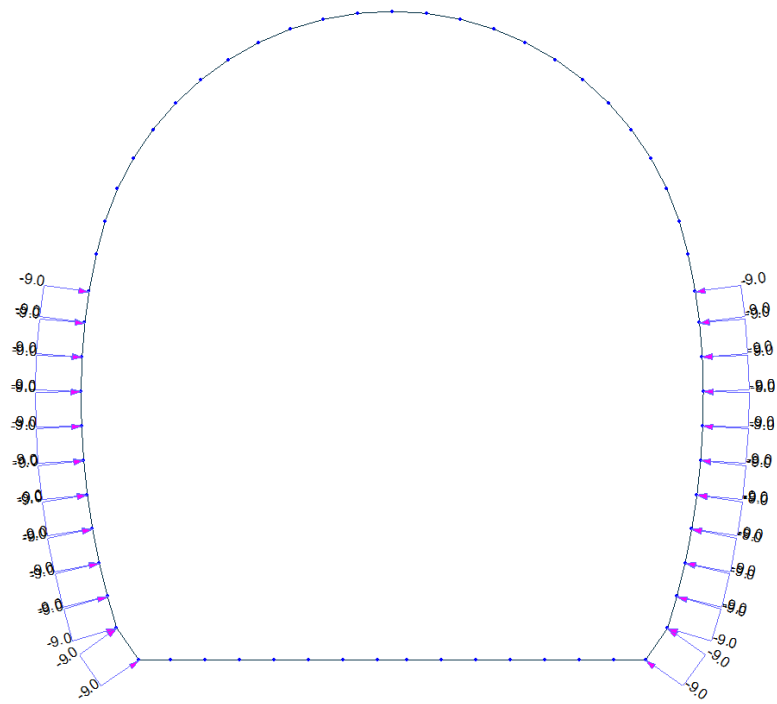


Figure 18 Load A1 A Paramenti (aspiration on paraments)

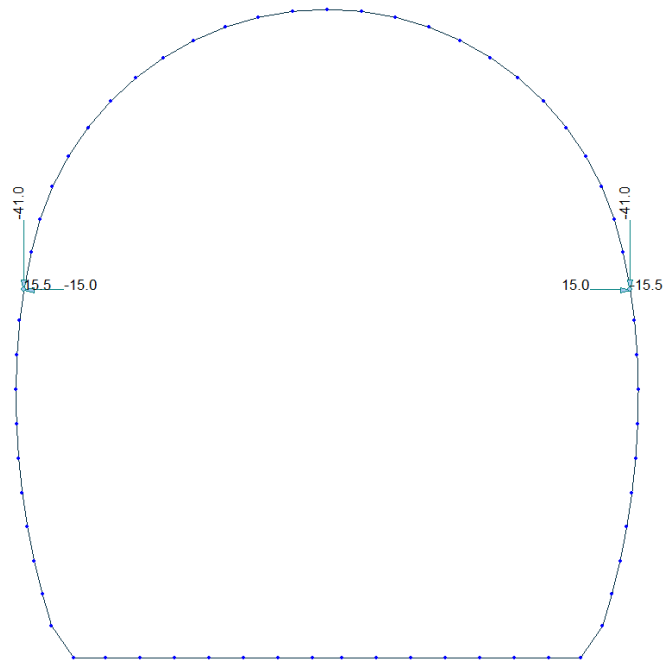


Figure 19 Load A1 P Volta (pression on crown – Deck reaction)

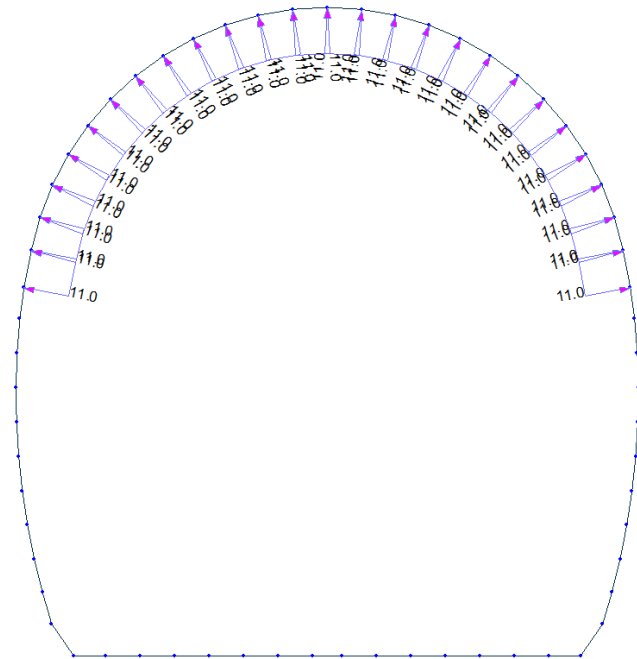


Figure 20 Load A1 P Volta (pression on crown)

A.5.3. Load combinations

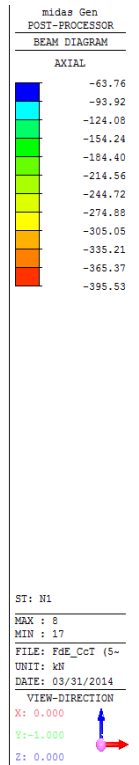
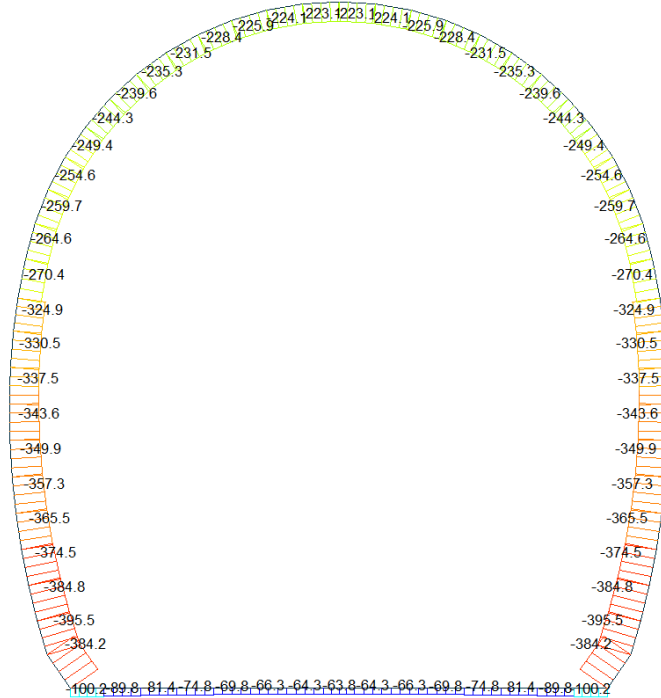
LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	1	Inactive	Add	G1(1.350) +	Q1 - E(1.500)	
2	2	Inactive	Add	G1(1.350) +	G6 - SLU(1.000) +	Q1 - I(1.500)
3	5	Inactive	Add	G1(1.350) +	G5(1.350) +	Q1 - E(1.500)
4	6	Inactive	Add	G1(1.350) +	G5(1.350) +	G6 - SLU(1.000)
				+ Q1 - I(1.500)		
5	11	Inactive	Add	G1(1.000) +	Q1 - E(0.600) +	A1 - P (paramenti)(1.000)
				+ A1 - A (volta)(10)		
6	12	Inactive	Add	G1(1.000) +	G6 - SLU(1.000) +	A1 - A (paramenti)(1.000)
				+ A1 - P (volta)(10)		
7	21	Strength/Stress	Add	G1(1.000) +	G5(1.000) +	Q1 - E(0.600)
8	22	Strength/Stress	Add	G1(1.000) +	G5(1.000) +	G6 - SLU(1.000)
9	SLE - 1	Inactive	Add	G1(1.000) +	Q1 - E(1.000)	
10	SLE - 2	Inactive	Add	G1(1.000) +	G6 - SLE(1.000) +	Q1 - I(1.000)
11	SLE - 5	Inactive	Add	G1(1.000) +	G5(1.000) +	Q1 - E(1.000)
12	SLE - 6	Inactive	Add	G1(1.000) +	G5(1.000) +	G6 - SLE(1.000)
				+ Q1 - I(1.000)		

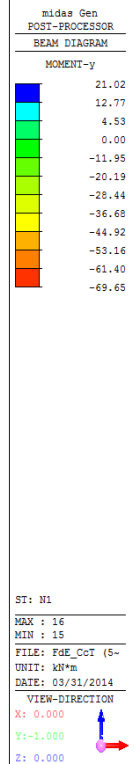
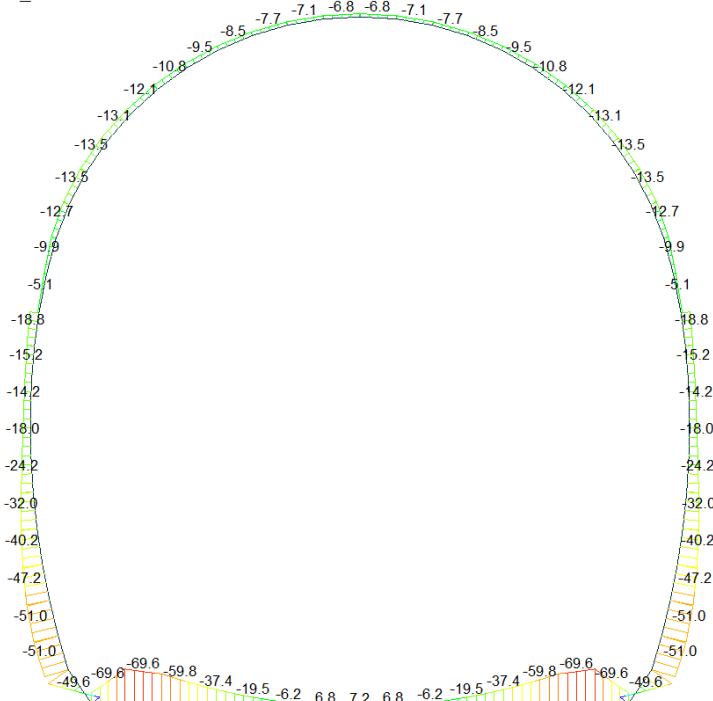
A.5.4. Output and check results for T2-T3 cross section (FdE-CcT T2-T3)

A.5.4.1. Load combination SLU 1

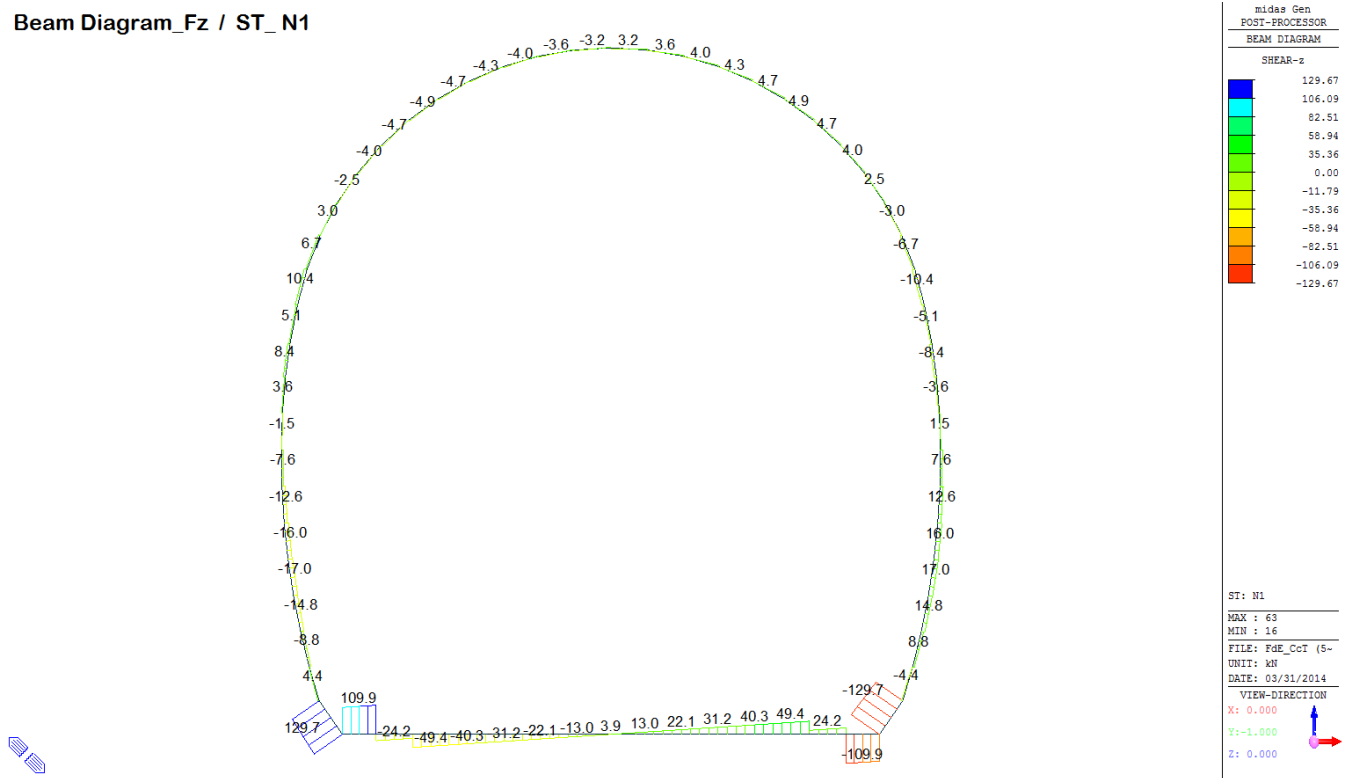
Beam Diagram_Fx / ST_N1



Beam Diagram_My / ST_N1



Beam Diagram_Fz / ST_N1



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

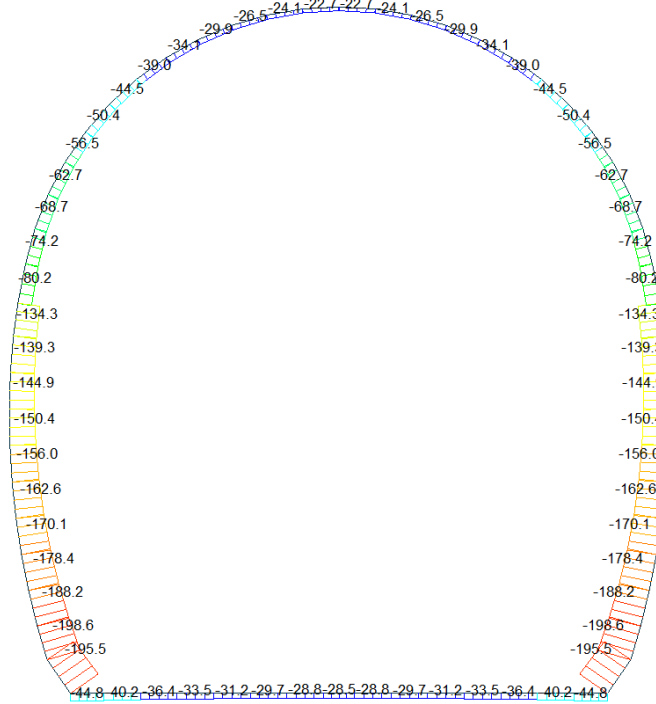
R_s [N/mm ²]	37.00	F_{td} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.60	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ϕ	0.80
$f_{td,95}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	1.030	E_s [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$f_{ctd,EC2}$ [N/mm ²]	Verifica a taglio
N1	29	J[30]	-12.7	-254.2	6.7	0.35	-1.35	-0.10	-15.36	1.03	OK	0.029	0.726	1.34	OK
N1	29	J[29]	-9.9	-259.7	4.5	0.35	-1.23	-0.26	-15.36	1.03	OK	0.019	0.742	1.35	OK
N1	30	J[31]	-13.5	-249.4	3.0	0.35	-1.38	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.013	0.712	1.34	OK
N1	30	J[30]	-12.7	-254.6	0.3	0.35	-1.35	-0.10	-15.36	1.03	OK	0.001	0.727	1.35	OK
N1	31	J[32]	-13.1	-244.5	0.8	0.35	-1.34	-0.06	-15.36	1.03	OK	0.004	0.699	1.33	OK
N1	31	J[31]	-13.5	-249.4	2.5	0.35	-1.38	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.011	0.713	1.34	OK
N1	32	J[32]	-12.1	-239.9	0.2	0.35	-1.28	-0.10	-15.36	1.03	OK	0.001	0.685	1.33	OK
N1	32	J[32]	-13.1	-244.3	4.0	0.35	-1.34	-0.06	-15.36	1.03	OK	0.017	0.698	1.33	OK
N1	33	J[34]	-10.8	-235.6	0.4	0.35	-1.20	-0.15	-15.36	1.03	OK	0.002	0.673	1.32	OK
N1	33	J[33]	-12.1	-239.6	4.7	0.35	-1.27	-0.09	-15.36	1.03	OK	0.020	0.684	1.33	OK
N1	34	J[35]	-9.5	-231.8	0.1	0.35	-1.13	-0.20	-15.36	1.03	OK	0.000	0.662	1.32	OK
N1	34	J[34]	-10.8	-235.3	4.9	0.35	-1.20	-0.14	-15.36	1.03	OK	0.021	0.672	1.32	OK
N1	35	J[36]	-8.5	-228.6	0.5	0.35	-1.07	-0.24	-15.36	1.03	OK	0.002	0.653	1.32	OK
N1	35	J[35]	-9.5	-231.5	4.7	0.35	-1.13	-0.19	-15.36	1.03	OK	0.020	0.662	1.32	OK
N1	36	J[37]	-7.7	-226.1	1.1	0.35	-1.02	-0.27	-15.36	1.03	OK	0.005	0.646	1.31	OK
N1	36	J[36]	-8.5	-228.4	4.4	0.35	-1.07	-0.24	-15.36	1.03	OK	0.019	0.653	1.32	OK
N1	37	J[38]	-7.1	-224.3	1.7	0.35	-0.99	-0.29	-15.36	1.03	OK	0.007	0.641	1.31	OK
N1	37	J[37]	-7.7	-225.9	4.0	0.35	-1.02	-0.27	-15.36	1.03	OK	0.017	0.645	1.31	OK
N1	38	J[39]	-6.8	-223.1	2.3	0.35	-0.97	-0.31	-15.36	1.03	OK	0.010	0.638	1.31	OK
N1	38	J[38]	-7.1	-224.1	3.6	0.35	-0.99	-0.29	-15.36	1.03	OK	0.015	0.640	1.31	OK
N1	39	J[40]	-6.7	-222.8	2.7	0.35	-0.96	-0.31	-15.36	1.03	OK	0.012	0.636	1.31	OK
N1	39	J[39]	-6.8	-223.1	3.2	0.35	-0.97	-0.31	-15.36	1.03	OK	0.014	0.637	1.31	OK
N1	40	J[41]	-6.8	-223.1	3.2	0.35	-0.97	-0.31	-15.36	1.03	OK	0.014	0.637	1.31	OK
N1	40	J[40]	-6.7	-222.8	2.7	0.35	-0.96	-0.31	-15.36	1.03	OK	0.012	0.636	1.31	OK
N1	41	J[42]	-7.1	-224.1	3.6	0.35	-0.99	-0.29	-15.36	1.03	OK	0.015	0.640	1.31	OK
N1	41	J[41]	-6.8	-223.1	2.3	0.35	-0.97	-0.31	-15.36	1.03	OK	0.010	0.638	1.31	OK
N1	42	J[43]	-7.7	-225.9	4.0	0.35	-1.02	-0.27	-15.36	1.03	OK	0.017	0.645	1.31	OK
N1	42	J[42]	-7.1	-224.3	1.7	0.35	-0.99	-0.29	-15.36	1.03	OK	0.007	0.641	1.31	OK
N1	43	J[44]	-8.5	-228.4	4.4	0.35	-1.07	-0.24	-15.36	1.03	OK	0.019	0.653	1.32	OK
N1	43	J[43]	-7.7	-226.1	1.1	0.35	-1.02	-0.27	-15.36	1.03	OK	0.005	0.646	1.31	OK
N1	44	J[45]	-9.5	-231.5	4.7	0.35	-1.13	-0.19	-15.36	1.03	OK	0.020	0.662	1.32	OK
N1	44	J[44]	-8.5	-228.6	0.5	0.35	-1.07	-0.24	-15.36	1.03	OK	0.002	0.653	1.32	OK
N1	45	J[46]	-10.8	-235.3	4.9	0.35	-1.20	-0.14	-15.36	1.03	OK	0.021	0.672	1.32	OK
N1	45	J[45]	-9.5	-231.8	0.1	0.35	-1.13	-0.20	-15.36	1.03	OK	0.000	0.662	1.32	OK
N1	46	J[47]	-12.1	-239.6	4.7	0.35	-1.27	-0.09	-15.36	1.03	OK	0.020	0.684	1.33	OK
N1	46	J[46]	-10.8	-235.6	0.4	0.35	-1.20	-0.15	-15.36	1.03	OK	0.002	0.673	1.32	OK
N1	47	J[48]	-13.1	-244.3	4.0	0.35	-1.34	-0.06	-15.36	1.03	OK	0.017	0.698	1.33	OK
N1	47	J[47]	-12.1	-239.9	0.2	0.35	-1.28	-0.10	-15.36	1.03	OK	0.001	0.685	1.33	OK
N1	48	J[49]	-13.5	-249.4	2.5	0.35	-1.38	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.011	0.713	1.34	OK
N1	48	J[48]	-13.1	-244.5	0.8	0.35	-1.34	-0.06	-15.36	1.03	OK	0.004	0.699	1.33	OK
N1	49	J[50]	-12.7	-254.6	0.3	0.35	-1.35	-0.10	-15.36	1.03	OK	0.001	0.727	1.35	OK
N1	49	J[49]	-13.5	-249.4	3.0	0.35	-1.38	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.013	0.712	1.34	OK
N1	50	J[51]	-9.9	-259.7	4.5	0.35	-1.23	-0.26	-15.36	1.03	OK	0.019	0.742	1.35	OK
N1	50	J[50]	-12.7	-254.2	6.7	0.35	-1.35	-0.10	-15.36	1.03	OK	0.029	0.726	1.34	OK

A.5.4.2. Load combination SLU 2

Beam Diagram_Fx / ST_N2



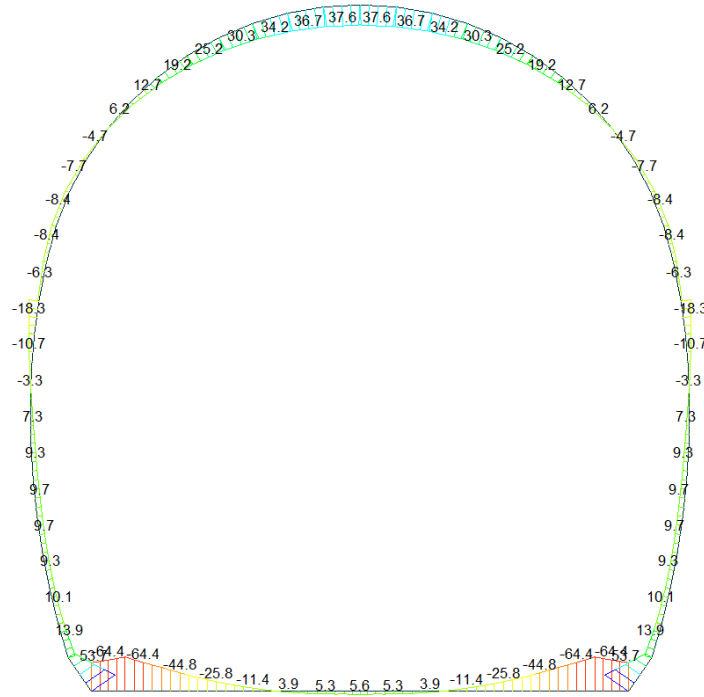
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-22.39
Cyan	-38.41
Green	-54.43
Light Green	-70.45
Yellow-Green	-86.47
Yellow	-102.49
Light Yellow	-118.51
Orange	-134.53
Light Orange	-150.56
Red-Orange	-166.58
Red	-182.60
Dark Red	-198.62

ST: N2
MAX : 40
MIN : 17
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: KN
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N2



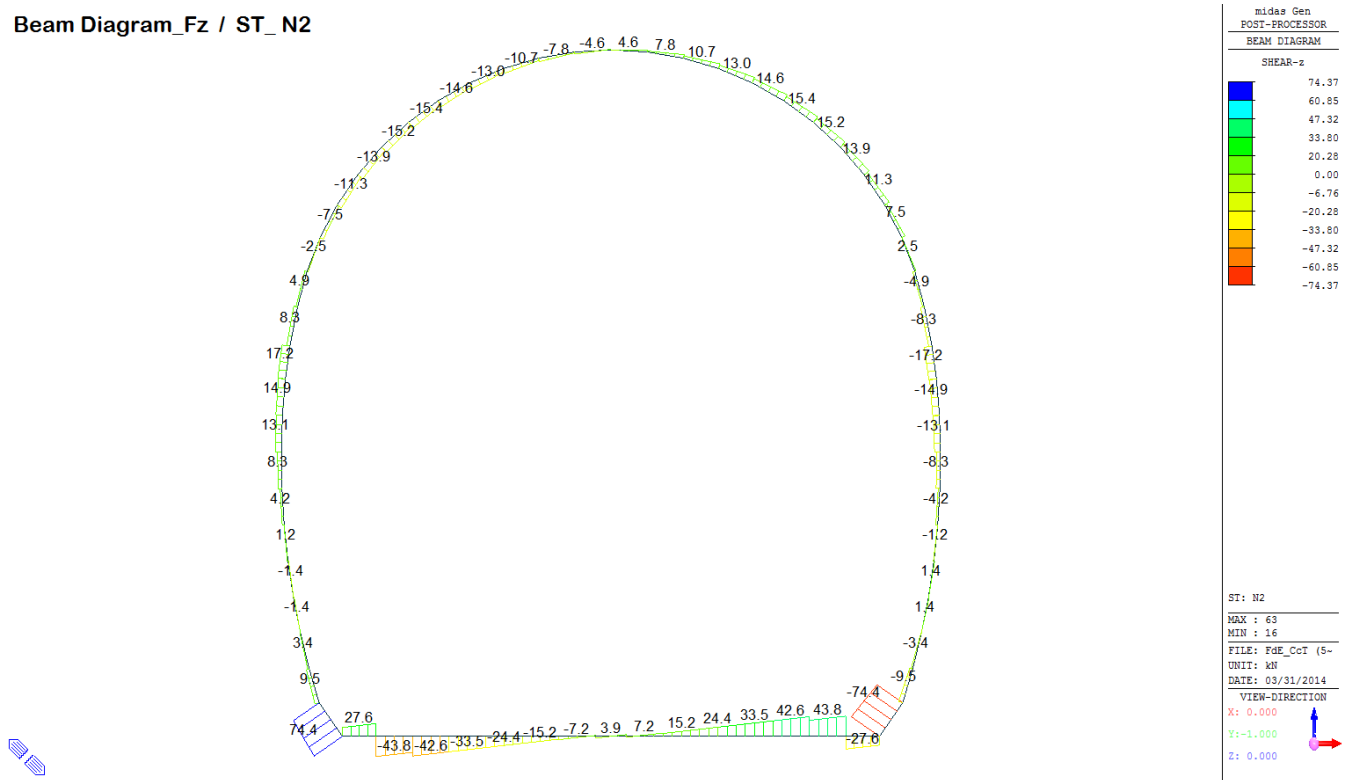
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	53.68
Cyan	42.94
Green	32.21
Light Green	21.47
Yellow-Green	10.73
Yellow	0.00
Light Yellow	-10.75
Orange	-21.48
Light Orange	-32.22
Red-Orange	-42.96
Red	-53.70
Dark Red	-64.44

ST: N2
MAX : 63
MIN : 14
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: KN*m
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N2



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ct,90,95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.60	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{ct,90}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctd,90}$ [N/mm ²]	1.030	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ct,90}$ [N/mm ²]	$f_{ctd,90}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	f_{cp} [N/mm ²]	$f_{ctd(EC2)}$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ct,d}$
N2	29	J[30]	-7.8	-63.1	0.4	0.35	-0.56	0.20	-15.36	1.03	OK	0.002	0.281	1.16	OK
N2	29	J[29]	-8.5	-68.6	2.5	0.35	-0.61	0.22	-15.36	1.03	OK	0.011	0.306	1.17	OK
N2	30	J[31]	-4.7	-57.5	4.8	0.35	-0.39	0.06	-15.36	1.03	OK	0.021	0.196	1.12	OK
N2	30	J[30]	-7.8	-62.7	7.6	0.35	-0.56	0.20	-15.36	1.03	OK	0.032	0.280	1.16	OK
N2	31	J[32]	0.2	-51.6	8.1	0.35	-0.14	-0.16	-15.36	1.03	OK	0.035	0.148	1.10	OK
N2	31	J[31]	-4.7	-56.5	11.4	0.35	-0.39	0.07	-15.36	1.03	OK	0.049	0.195	1.12	OK
N2	32	J[33]	6.2	-45.9	10.1	0.35	0.17	-0.43	-15.36	1.03	OK	0.043	0.217	1.13	OK
N2	32	J[32]	0.2	-50.4	13.9	0.35	-0.14	-0.15	-15.36	1.03	OK	0.060	0.144	1.10	OK
N2	33	J[34]	12.7	-40.5	10.9	0.35	0.51	-0.74	-15.36	1.03	OK	0.047	0.369	1.20	OK
N2	33	J[33]	6.2	-44.5	15.2	0.35	0.19	-0.43	-15.36	1.03	OK	0.065	0.215	1.13	OK
N2	34	J[35]	19.2	-35.5	10.7	0.35	0.84	-1.04	-15.36	1.03	OK	0.046	0.521	1.26	OK
N2	34	J[34]	12.7	-39.0	15.4	0.35	0.51	-0.73	-15.36	1.03	OK	0.066	0.366	1.20	OK
N2	35	J[36]	25.3	-31.1	9.5	0.35	1.15	-1.33	-15.36	1.03	FESSURATA	0.041	0.663	1.32	OK
N2	35	J[35]	19.2	-34.0	14.7	0.35	0.84	-1.04	-15.36	1.03	OK	0.063	0.519	1.26	OK
N2	36	J[37]	30.4	-27.5	7.6	0.35	1.41	-1.57	-15.36	1.03	FESSURATA	0.032	0.784	1.37	OK
N2	36	J[36]	25.3	-29.8	13.0	0.35	1.15	-1.32	-15.36	1.03	FESSURATA	0.056	0.661	1.32	OK
N2	37	J[38]	34.3	-24.8	5.0	0.35	1.61	-1.75	-15.36	1.03	FESSURATA	0.021	0.876	1.40	OK
N2	37	J[37]	30.4	-26.5	10.7	0.35	1.41	-1.56	-15.36	1.03	FESSURATA	0.046	0.782	1.37	OK
N2	38	J[39]	36.8	-23.1	2.0	0.35	1.73	-1.87	-15.36	1.03	FESSURATA	0.009	0.933	1.42	OK
N2	38	J[38]	34.3	-24.1	7.8	0.35	1.61	-1.75	-15.36	1.03	FESSURATA	0.033	0.875	1.40	OK
N2	39	J[40]	37.6	-22.4	1.3	0.35	1.78	-1.91	-15.36	1.03	FESSURATA	0.005	0.953	1.43	OK
N2	39	J[39]	36.8	-22.7	4.6	0.35	1.74	-1.87	-15.36	1.03	FESSURATA	0.020	0.933	1.42	OK
N2	40	J[41]	36.8	-22.7	4.6	0.35	1.74	-1.87	-15.36	1.03	FESSURATA	0.020	0.933	1.42	OK
N2	40	J[40]	37.6	-22.4	1.3	0.35	1.78	-1.91	-15.36	1.03	FESSURATA	0.005	0.953	1.43	OK
N2	41	J[42]	34.3	-24.1	7.8	0.35	1.61	-1.75	-15.36	1.03	FESSURATA	0.033	0.875	1.40	OK
N2	41	J[41]	36.8	-23.1	2.0	0.35	1.73	-1.87	-15.36	1.03	FESSURATA	0.009	0.933	1.42	OK
N2	42	J[43]	30.4	-26.5	10.7	0.35	1.41	-1.56	-15.36	1.03	FESSURATA	0.046	0.782	1.37	OK
N2	42	J[42]	34.3	-24.8	5.0	0.35	1.61	-1.75	-15.36	1.03	FESSURATA	0.021	0.876	1.40	OK
N2	43	J[44]	25.3	-29.8	13.0	0.35	1.15	-1.32	-15.36	1.03	FESSURATA	0.056	0.661	1.32	OK
N2	43	J[43]	30.4	-27.5	7.6	0.35	1.41	-1.57	-15.36	1.03	FESSURATA	0.032	0.784	1.37	OK
N2	44	J[45]	19.2	-34.0	14.7	0.35	0.84	-1.04	-15.36	1.03	OK	0.063	0.519	1.26	OK
N2	44	J[44]	25.3	-31.1	9.5	0.35	1.15	-1.33	-15.36	1.03	FESSURATA	0.041	0.663	1.32	OK
N2	45	J[46]	12.7	-39.0	15.4	0.35	0.51	-0.73	-15.36	1.03	OK	0.066	0.366	1.20	OK
N2	45	J[45]	19.2	-35.5	10.7	0.35	0.84	-1.04	-15.36	1.03	OK	0.046	0.521	1.26	OK
N2	46	J[47]	6.2	-44.5	15.2	0.35	0.18	-0.43	-15.36	1.03	OK	0.065	0.215	1.13	OK
N2	46	J[46]	12.7	-40.5	10.9	0.35	0.51	-0.74	-15.36	1.03	OK	0.047	0.369	1.20	OK
N2	47	J[48]	0.2	-50.4	13.9	0.35	-0.14	-0.15	-15.36	1.03	OK	0.060	0.144	1.10	OK
N2	47	J[47]	6.2	-45.9	10.1	0.35	0.17	-0.43	-15.36	1.03	OK	0.043	0.217	1.13	OK
N2	48	J[49]	-4.7	-56.5	11.4	0.35	-0.39	0.07	-15.36	1.03	OK	0.049	0.195	1.12	OK
N2	48	J[48]	0.2	-51.6	8.1	0.35	-0.14	-0.16	-15.36	1.03	OK	0.035	0.148	1.10	OK
N2	49	J[50]	-7.8	-62.7	7.6	0.35	-0.56	0.20	-15.36	1.03	OK	0.032	0.280	1.16	OK
N2	49	J[49]	-4.7	-57.5	4.8	0.35	-0.39	0.06	-15.36	1.03	OK	0.021	0.196	1.12	OK
N2	50	J[51]	-8.5	-68.6	2.5	0.35	-0.61	0.22	-15.36	1.03	OK	0.011	0.306	1.17	OK
N2	50	J[50]	-7.8	-63.1	0.4	0.35	-0.56	0.20	-15.36	1.03	OK	0.002	0.281	1.16	OK

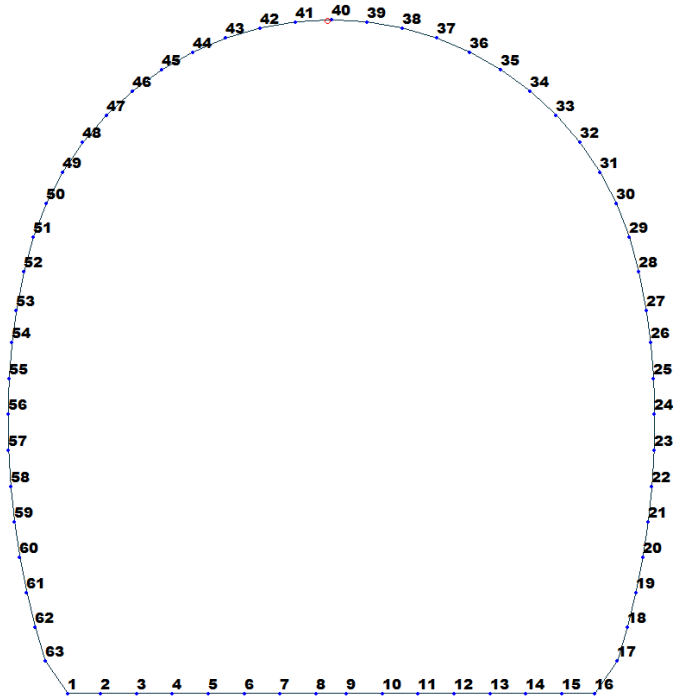


Figure 23 Beam end release

Table 4 Beam end release input value

Element	Type	Fxi	Fyi	Fzi	Mxi	Myi	Mzi	Fxj	Fyj	Fzj	Mxj	Myj	Mzj
40	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5250	0

ITERAZIONE SECONDO IL METODO DI PÖTTLER

CALCOLO CERNIERE PLASTICHE

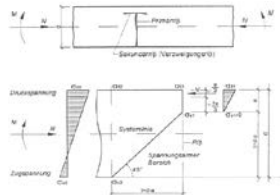
ITERAZIONE IN NODO 40 i

MIDAS

$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000190	[rad/kN ² m]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	5'250	[kN ² m/rad]

M_{nodo}	5.590	[kN ² m]
N_{nodo}	33.650	[kN]
V_{nodo}	1.930	[kN]

$Cf_{MIDAS} \approx Cf_{PÖTTLER}$	SI
$\varphi_{PÖTTLER} < 4 \text{ mrad}$	SI

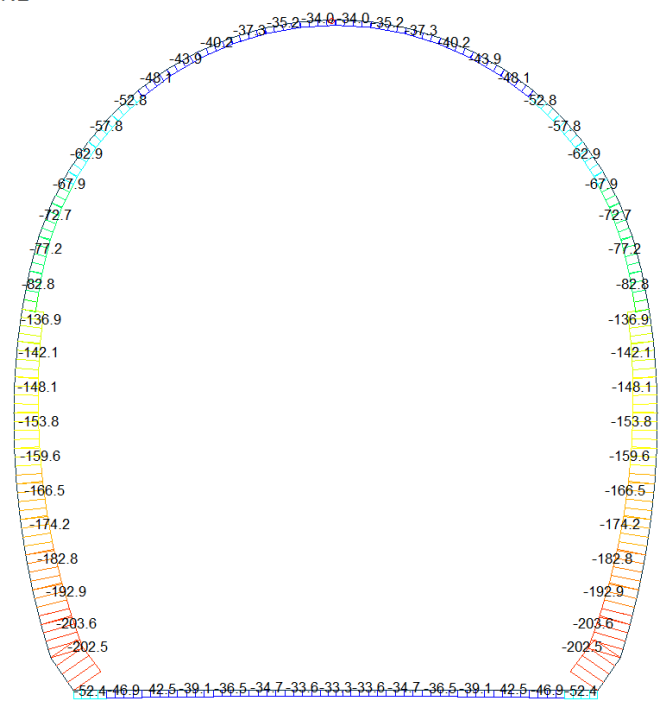


PÖTTLER

E_p	26'400'000	[kN/m ²]
d	0.35	[m]
e	0.1661	[m]
a	0.03	[m]
$\varphi_{PÖTTLER}$	0.0011429	[rad]
$Cf_{PÖTTLER}$	0.0002044	[rad/kN ² m]
$1/Cf_{PÖTTLER}$	4'891	[kN ² m/rad]

1.142865

Beam Diagram_Fx / ST_N2



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

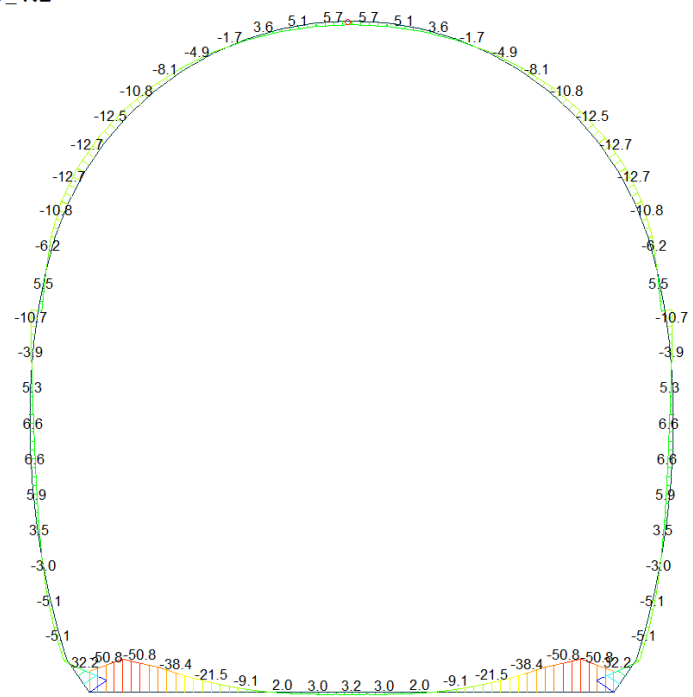
AXIAL

Blue	-33.32
Cyan	-48.80
Green	-64.28
Light Green	-79.76
Yellow-Green	-95.24
Yellow	-110.72
Light Yellow	-126.19
Orange	-141.67
Red-Orange	-157.15
Red	-172.63
Dark Red	-188.11
Black	-203.59

ST: N2
MAX : 8
MIN : 62
FILE: FdE_CcT (N-
UNIT: kN
DATE: 03/20/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N2



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

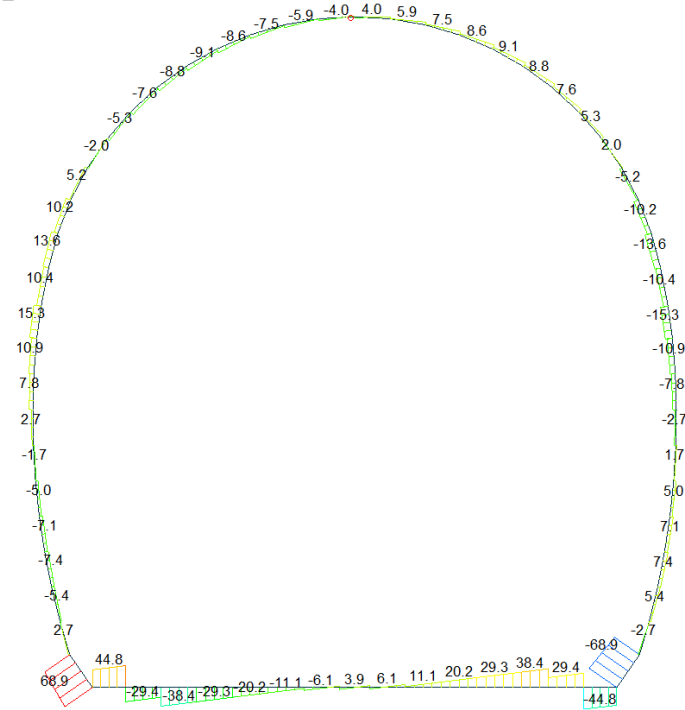
MOMENT-y

Blue	32.16
Cyan	24.62
Green	17.07
Light Green	9.53
Yellow-Green	0.00
Yellow	-5.56
Light Yellow	-13.10
Orange	-20.65
Red-Orange	-28.19
Red	-35.74
Dark Red	-43.28
Black	-50.82

ST: N2
MAX : 16
MIN : 1
FILE: FdE_CcT (N-
UNIT: kN*m
DATE: 03/20/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N2



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

68.92
56.39
43.86
31.33
18.80
6.27
0.00
-18.80
-31.33
-43.86
-56.39
-68.92

ST: N2
MAX : 63
MIN : 16
FILE: FdE_CcT (N-
KNTI).K8
DATE: 03/20/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctm,0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.60	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{ct,90\%}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	1.030	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI FESSURATE

VERIFICA SEZIONE NODO 40 i

Combinazione di carico	Nodo n°	Posizione del nodo	M_d [kN·m/m]	N_d [kN/m]	V_d [kN/m]	$E_p = 0.8 \cdot E_{cm}$ [kN/m ²]	e_d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità $e_d < d/2$	σ_d [N/mm ²]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	Verifica della compressione $\sigma_d < f_{ctd,90\%}$
N2	40 i	Volta	5.6	33.7	1.9	26'400'000	0.166	0.35	OK	2.53	15.36	OK

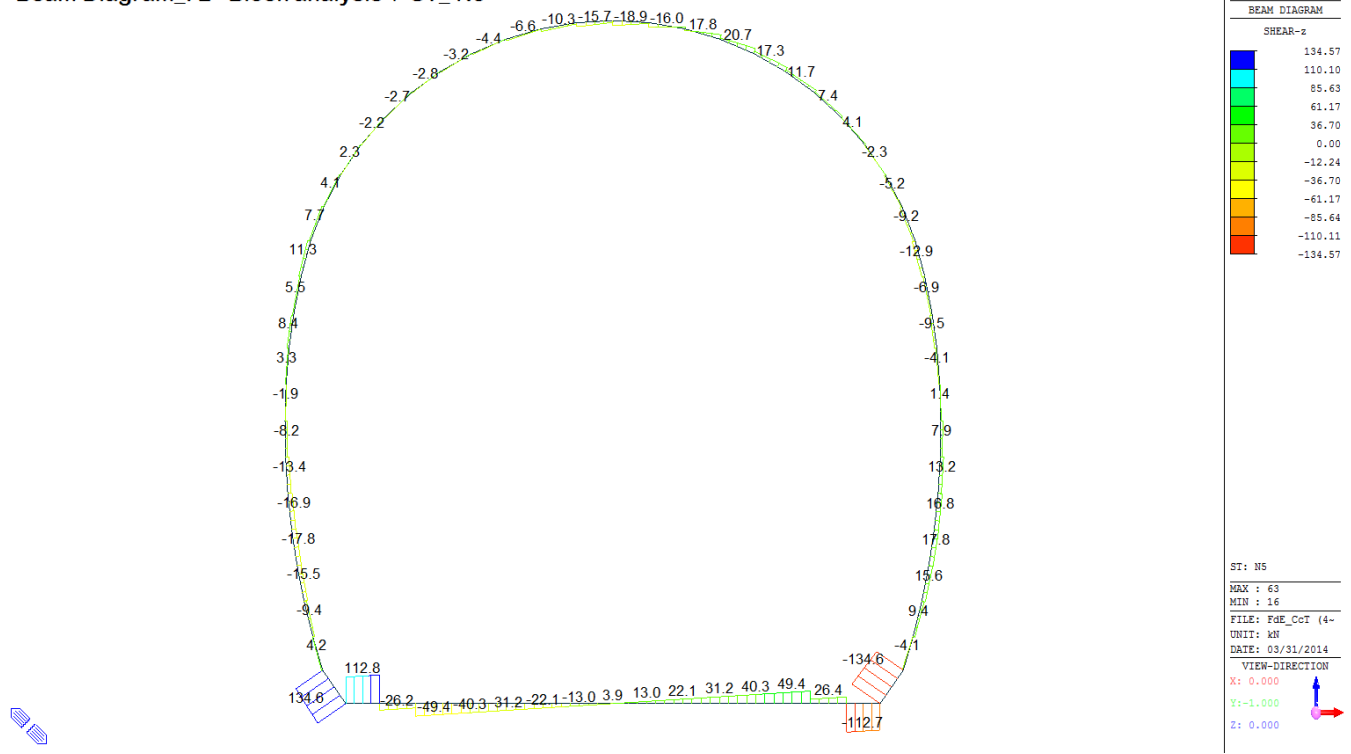
Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\psi_{Ponster}$ [rad]	$1/C_{fMIDAS}$ [kN·m/rad]	$1/C_{fPonster}$ [kN·m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{Ponster}$ [mm]	Ampiezza della fessura $w < 1$ [mm]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$ [N/mm ²]	$f_{ctvd}(EC2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ctvd}$
N2	40 i	0.027	1.1428645	5'250	4'891	OK	0.370	OK	1.03	0.11	7.14	1.91	OK
Iterazione ok													

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M _d [kN-m]	N _d [kN]	V _d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ _{sup} [N/mm ²]	σ _{inf} [N/mm ²]	f _{ct,80%} [N/mm ²]	f _{ct,80%} [N/mm ²]		τ _{cp} [N/mm ²]	σ _{cp} [N/mm ²]	f _{ctd(EC2)} [N/mm ²]	Verifica a taglio τ _{cp,max} ≤ F _{ctd}
N2	29	[J30]	-10.8	-67.2	10.2	0.35	-0.72	0.33	-15.36	1.03	OK	0.044	0.360	1.20	OK
N2	29	J[29]	-6.2	-72.7	8.1	0.35	-0.51	0.10	-15.36	1.03	OK	0.035	0.256	1.15	OK
N2	30	[J31]	-12.7	-62.7	5.2	0.35	-0.80	0.44	-15.36	1.03	OK	0.022	0.400	1.21	OK
N2	30	J[30]	-10.8	-67.9	2.4	0.35	-0.72	0.33	-15.36	1.03	OK	0.010	0.361	1.20	OK
N2	31	[J32]	-12.5	-58.0	1.3	0.35	-0.78	0.45	-15.36	1.03	OK	0.006	0.389	1.21	OK
N2	31	J[31]	-12.7	-62.9	2.0	0.35	-0.80	0.44	-15.36	1.03	OK	0.009	0.400	1.21	OK
N2	32	[J33]	-10.8	-53.3	1.5	0.35	-0.68	0.38	-15.36	1.03	OK	0.006	0.340	1.19	OK
N2	32	J[32]	-12.5	-57.8	5.3	0.35	-0.78	0.45	-15.36	1.03	OK	0.023	0.388	1.21	OK
N2	33	[J34]	-8.1	-48.8	3.2	0.35	-0.54	0.26	-15.36	1.03	OK	0.014	0.268	1.16	OK
N2	33	J[33]	-10.8	-52.8	7.6	0.35	-0.68	0.38	-15.36	1.03	OK	0.032	0.340	1.19	OK
N2	34	[J35]	-4.9	-44.6	4.0	0.35	-0.37	0.11	-15.36	1.03	OK	0.017	0.184	1.12	OK
N2	34	J[34]	-8.1	-48.1	8.8	0.35	-0.53	0.26	-15.36	1.03	OK	0.038	0.267	1.16	OK
N2	35	[J36]	-1.7	-41.0	3.9	0.35	-0.20	-0.04	-15.36	1.03	OK	0.017	0.117	1.09	OK
N2	35	J[35]	-4.9	-43.9	9.1	0.35	-0.37	0.11	-15.36	1.03	OK	0.039	0.183	1.12	OK
N2	36	[J37]	1.3	-37.9	3.2	0.35	-0.05	-0.17	-15.36	1.03	OK	0.014	0.108	1.08	OK
N2	36	J[36]	-1.7	-40.2	8.6	0.35	-0.20	-0.03	-15.36	1.03	OK	0.037	0.115	1.09	OK
N2	37	[J38]	3.6	-35.7	1.8	0.35	0.07	-0.28	-15.36	1.03	OK	0.008	0.139	1.10	OK
N2	37	J[37]	1.3	-37.3	7.5	0.35	-0.04	-0.17	-15.36	1.03	OK	0.032	0.107	1.08	OK
N2	38	[J39]	5.1	-34.2	0.1	0.35	0.15	-0.35	-15.36	1.03	OK	0.000	0.173	1.11	OK
N2	38	J[38]	3.6	-35.2	5.9	0.35	0.08	-0.28	-15.36	1.03	OK	0.025	0.138	1.10	OK
N2	39	[J40]	5.6	-33.7	1.9	0.35	0.18	-0.37	-15.36	1.03	OK	0.008	0.185	1.12	OK
N2	39	J[39]	5.1	-34.0	4.0	0.35	0.15	-0.35	-15.36	1.03	OK	0.017	0.173	1.11	OK
N2	40	[J41]	5.1	-34.0	4.0	0.35	0.15	-0.35	-15.36	1.03	OK	0.017	0.173	1.11	OK
N2	40	J[40]	5.6	-33.7	1.9	0.35	0.18	-0.37	-15.36	1.03	OK	0.008	0.185	1.12	OK
N2	41	[J42]	3.6	-35.2	5.9	0.35	0.08	-0.28	-15.36	1.03	OK	0.025	0.138	1.10	OK
N2	41	J[41]	5.1	-34.2	0.1	0.35	0.15	-0.35	-15.36	1.03	OK	0.000	0.173	1.11	OK
N2	42	[J43]	1.3	-37.3	7.5	0.35	-0.04	-0.17	-15.36	1.03	OK	0.032	0.107	1.08	OK
N2	42	J[42]	3.6	-35.7	1.8	0.35	0.07	-0.28	-15.36	1.03	OK	0.008	0.139	1.10	OK
N2	43	[J44]	-1.7	-40.2	8.6	0.35	-0.20	-0.03	-15.36	1.03	OK	0.037	0.115	1.09	OK
N2	43	J[43]	1.3	-37.9	3.2	0.35	-0.05	-0.17	-15.36	1.03	OK	0.014	0.108	1.08	OK
N2	44	[J45]	-4.9	-43.9	9.1	0.35	-0.37	0.11	-15.36	1.03	OK	0.039	0.183	1.12	OK
N2	44	J[44]	-1.7	-41.0	3.9	0.35	-0.20	-0.04	-15.36	1.03	OK	0.017	0.117	1.09	OK
N2	45	[J46]	-8.1	-48.1	8.8	0.35	-0.53	0.26	-15.36	1.03	OK	0.038	0.267	1.16	OK
N2	45	J[45]	-4.9	-44.6	4.0	0.35	-0.37	0.11	-15.36	1.03	OK	0.017	0.184	1.12	OK
N2	46	[J47]	-10.8	-52.8	7.6	0.35	-0.68	0.38	-15.36	1.03	OK	0.032	0.340	1.19	OK
N2	46	J[46]	-8.1	-48.8	3.2	0.35	-0.54	0.26	-15.36	1.03	OK	0.014	0.268	1.16	OK
N2	47	[J48]	-12.5	-57.8	5.3	0.35	-0.78	0.45	-15.36	1.03	OK	0.023	0.388	1.21	OK
N2	47	J[47]	-10.8	-53.3	1.5	0.35	-0.68	0.38	-15.36	1.03	OK	0.006	0.340	1.19	OK
N2	48	[J49]	-12.7	-62.9	2.0	0.35	-0.80	0.44	-15.36	1.03	OK	0.009	0.400	1.21	OK
N2	48	J[48]	-12.5	-58.0	1.3	0.35	-0.78	0.45	-15.36	1.03	OK	0.006	0.389	1.21	OK
N2	49	[J50]	-10.8	-67.9	2.4	0.35	-0.72	0.33	-15.36	1.03	OK	0.010	0.361	1.20	OK
N2	49	J[49]	-12.7	-62.7	5.2	0.35	-0.80	0.44	-15.36	1.03	OK	0.022	0.400	1.21	OK
N2	50	[J51]	-6.2	-72.7	8.1	0.35	-0.51	0.10	-15.36	1.03	OK	0.035	0.256	1.15	OK
N2	50	J[50]	-10.8	-67.2	10.2	0.35	-0.72	0.33	-15.36	1.03	OK	0.044	0.360	1.20	OK

Beam Diagram_Fz - Block analysis / ST_N5

midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

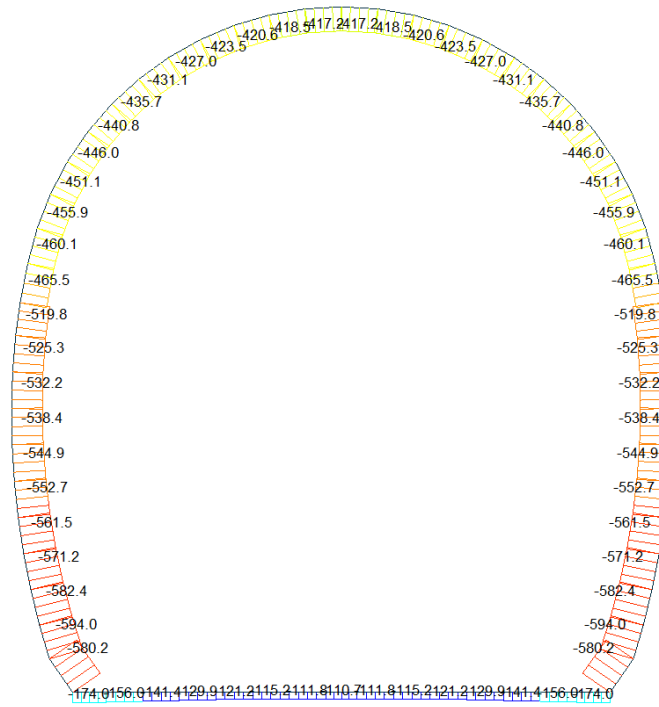
R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.60	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{ctk,90\%}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	1.030	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

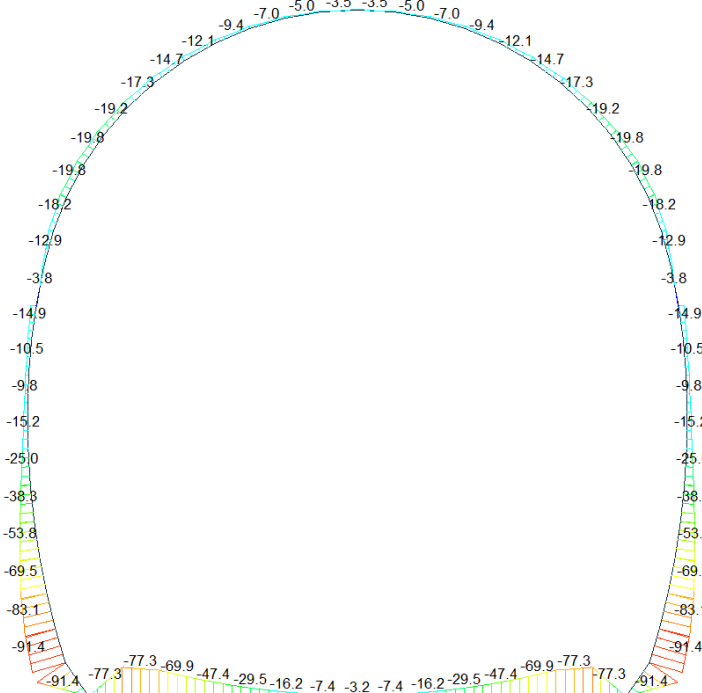
Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	f_{cp} [N/mm ²]	$f_{ctd}(EC2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ct,d}$
N5	29	J[30]	-16.4	-271.9	9.2	0.35	-1.58	0.03	-15.36	1.03	OK	0.039	0.790	1.37	OK
N5	29	J[29]	-12.4	-277.4	7.1	0.35	-1.40	-0.19	-15.36	1.03	OK	0.030	0.792	1.37	OK
N5	30	J[31]	-18.4	-267.3	5.2	0.35	-1.66	0.14	-15.36	1.03	OK	0.022	0.831	1.38	OK
N5	30	J[30]	-16.4	-272.5	2.5	0.35	-1.58	0.03	-15.36	1.03	OK	0.011	0.791	1.37	OK
N5	31	J[32]	-18.7	-262.7	2.3	0.35	-1.67	0.16	-15.36	1.03	OK	0.010	0.833	1.38	OK
N5	31	J[31]	-18.4	-267.5	1.0	0.35	-1.66	0.13	-15.36	1.03	OK	0.004	0.832	1.38	OK
N5	32	J[33]	-17.6	-258.1	0.2	0.35	-1.60	0.12	-15.36	1.03	OK	0.001	0.800	1.37	OK
N5	32	J[32]	-18.7	-262.6	4.1	0.35	-1.67	0.16	-15.36	1.03	OK	0.018	0.833	1.38	OK
N5	33	J[34]	-15.0	-253.6	3.1	0.35	-1.46	0.01	-15.36	1.03	OK	0.013	0.729	1.35	OK
N5	33	J[33]	-17.6	-257.6	7.5	0.35	-1.60	0.13	-15.36	1.03	OK	0.032	0.799	1.37	OK
N5	34	J[35]	-10.3	-249.3	7.0	0.35	-1.22	-0.21	-15.36	1.03	OK	0.030	0.712	1.34	OK
N5	34	J[34]	-15.0	-252.8	11.7	0.35	-1.46	0.01	-15.36	1.03	OK	0.050	0.728	1.35	OK
N5	35	J[36]	-3.5	-245.0	8.5	0.35	-0.87	-0.53	-15.36	1.03	OK	0.037	0.700	1.33	OK
N5	35	J[35]	-10.3	-247.9	17.3	0.35	-1.21	-0.20	-15.36	1.03	OK	0.074	0.708	1.34	OK
N5	36	J[37]	3.0	-241.0	4.3	0.35	-0.54	-0.84	-15.36	1.03	OK	0.018	0.689	1.33	OK
N5	36	J[36]	-3.5	-243.3	20.7	0.35	-0.87	-0.52	-15.36	1.03	OK	0.089	0.695	1.33	OK
N5	37	J[38]	6.2	-238.1	6.1	0.35	-0.38	-0.99	-15.36	1.03	OK	0.026	0.680	1.33	OK
N5	37	J[37]	3.0	-239.8	17.8	0.35	-0.54	-0.83	-15.36	1.03	OK	0.076	0.685	1.33	OK
N5	38	J[39]	4.0	-237.0	16.0	0.35	-0.48	-0.87	-15.36	1.03	OK	0.069	0.677	1.33	OK
N5	38	J[38]	6.2	-238.0	8.1	0.35	-0.37	-0.99	-15.36	1.03	OK	0.035	0.680	1.33	OK
N5	39	J[40]	-1.6	-237.7	18.9	0.35	-0.76	-0.60	-15.36	1.03	OK	0.081	0.679	1.33	OK
N5	39	J[39]	4.0	-238.0	2.1	0.35	-0.49	-0.87	-15.36	1.03	OK	0.009	0.680	1.33	OK
N5	40	J[41]	-7.4	-239.5	15.7	0.35	-1.04	-0.32	-15.36	1.03	OK	0.067	0.684	1.33	OK
N5	40	J[40]	-1.6	-239.1	6.1	0.35	-0.76	-0.60	-15.36	1.03	OK	0.026	0.683	1.33	OK
N5	41	J[42]	-11.1	-241.6	10.3	0.35	-1.23	-0.15	-15.36	1.03	OK	0.044	0.690	1.33	OK
N5	41	J[41]	-7.4	-240.6	4.5	0.35	-1.05	-0.33	-15.36	1.03	OK	0.019	0.687	1.33	OK
N5	42	J[43]	-12.9	-243.9	6.6	0.35	-1.33	-0.06	-15.36	1.03	OK	0.028	0.697	1.33	OK
N5	42	J[42]	-11.1	-242.3	0.9	0.35	-1.23	-0.15	-15.36	1.03	OK	0.004	0.692	1.33	OK
N5	43	J[44]	-13.8	-246.6	4.4	0.35	-1.38	-0.03	-15.36	1.03	OK	0.019	0.704	1.34	OK
N5	43	J[43]	-12.9	-244.2	1.1	0.35	-1.33	-0.06	-15.36	1.03	OK	0.005	0.698	1.33	OK
N5	44	J[45]	-14.1	-249.6	3.2	0.35	-1.40	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.014	0.713	1.34	OK
N5	44	J[44]	-13.8	-246.7	1.9	0.35	-1.38	-0.03	-15.36	1.03	OK	0.008	0.705	1.34	OK
N5	45	J[46]	-14.3	-253.2	2.8	0.35	-1.42	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.012	0.723	1.34	OK
N5	45	J[45]	-14.1	-249.7	1.9	0.35	-1.40	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.008	0.713	1.34	OK
N5	46	J[47]	-14.6	-257.2	2.7	0.35	-1.45	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.011	0.735	1.35	OK
N5	46	J[46]	-14.3	-253.2	1.7	0.35	-1.42	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.007	0.723	1.34	OK
N5	47	J[48]	-14.7	-261.8	2.2	0.35	-1.47	-0.03	-15.36	1.03	OK	0.010	0.748	1.35	OK
N5	47	J[47]	-14.6	-257.3	1.6	0.35	-1.45	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.007	0.735	1.35	OK
N5	48	J[49]	-14.4	-266.6	1.0	0.35	-1.47	-0.06	-15.36	1.03	OK	0.004	0.762	1.36	OK
N5	48	J[48]	-14.7	-261.8	2.3	0.35	-1.47	-0.03	-15.36	1.03	OK	0.010	0.748	1.35	OK
N5	49	J[50]	-13.0	-271.7	1.4	0.35	-1.41	-0.14	-15.36	1.03	OK	0.006	0.776	1.36	OK
N5	49	J[49]	-14.4	-266.4	4.2	0.35	-1.47	-0.06	-15.36	1.03	OK	0.018	0.761	1.36	OK
N5	50	J[51]	-9.7	-276.7	5.6	0.35	-1.27	-0.31	-15.36	1.03	OK	0.024	0.790	1.37	OK
N5	50	J[50]	-13.0	-271.2	7.7	0.35	-1.41	-0.14	-15.36	1.03	OK	0.033	0.775	1.36	OK

A.5.4.4. Load combination SLU 5 FEM analysis

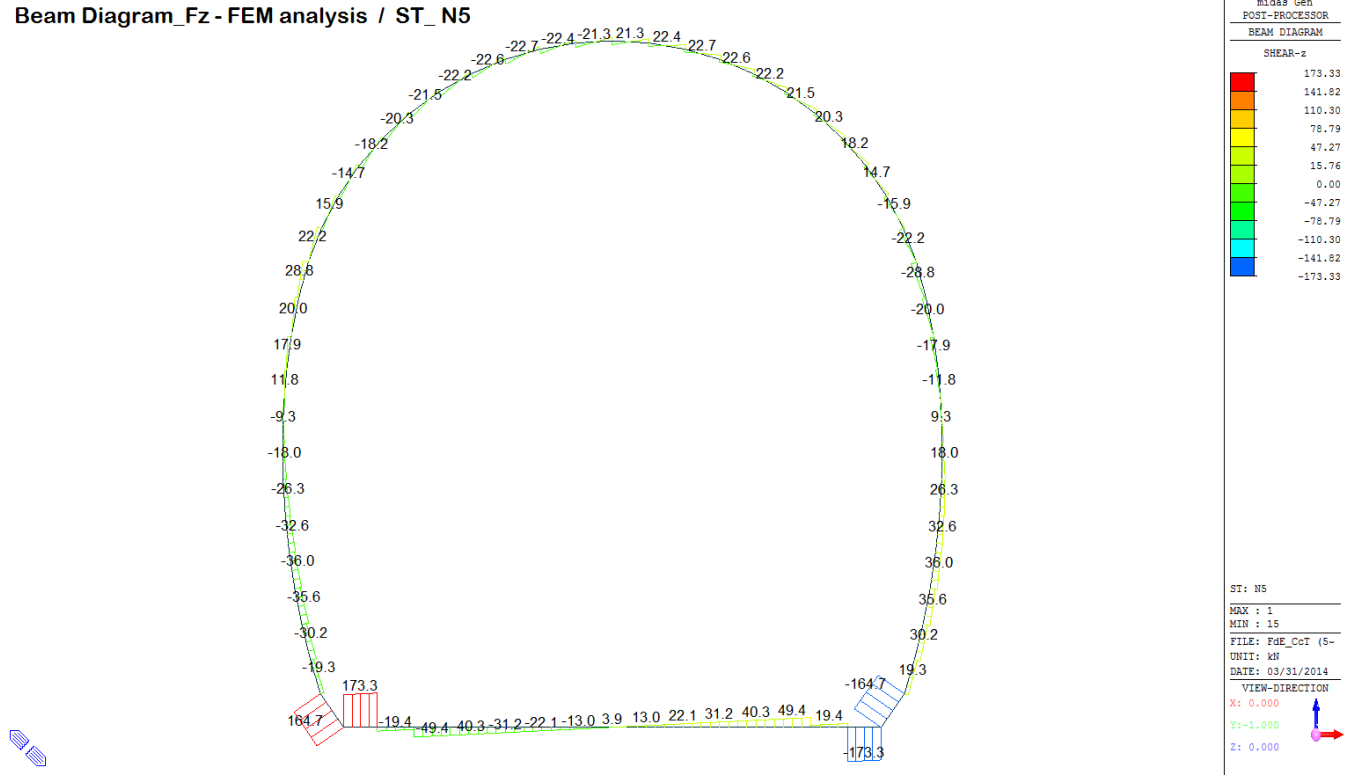
Beam Diagram_Fx- FEM analysis / ST_N5



Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_N5



Beam Diagram_Fz - FEM analysis / ST_N5



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
SHEAR-z

173.33
141.82
110.30
78.79
47.27
15.76
0.00
-47.27
-78.79
-110.30
-141.82
-173.33

ST: N5
MAX : 1
MIN : 15
FILE: FdE_CoT (5-
UNIT: kN
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

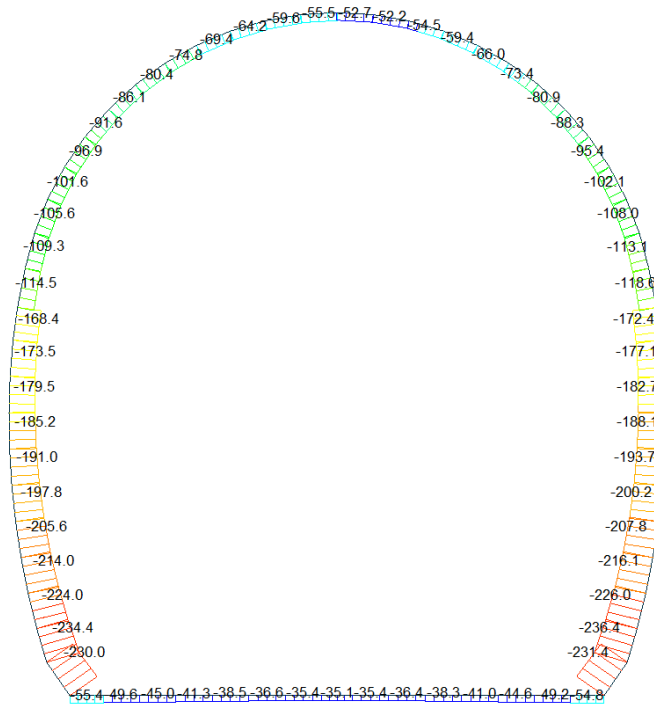
R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.60	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	1.030	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	f_{cp} [N/mm ²]	$f_{ctd}(EC2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ctd}$
N5	29	J[30]	-18.2	-450.4	22.2	0.35	-2.18	-0.40	-15.36	1.03	OK	0.095	1.287	1.54	OK
N5	29	J[29]	-12.9	-455.9	0.8	0.35	-1.93	-0.67	-15.36	1.03	OK	0.003	1.303	1.55	OK
N5	30	J[31]	-19.8	-445.9	15.9	0.35	-2.25	-0.30	-15.36	1.03	OK	0.068	1.274	1.54	OK
N5	30	J[30]	-18.2	-451.1	9.1	0.35	-2.18	-0.40	-15.36	1.03	OK	0.039	1.289	1.55	OK
N5	31	J[32]	-19.2	-441.1	12.3	0.35	-2.20	-0.32	-15.36	1.03	OK	0.053	1.260	1.54	OK
N5	31	J[31]	-19.8	-446.0	14.7	0.35	-2.25	-0.30	-15.36	1.03	OK	0.063	1.274	1.54	OK
N5	32	J[33]	-17.3	-436.3	10.7	0.35	-2.09	-0.40	-15.36	1.03	OK	0.046	1.247	1.53	OK
N5	32	J[32]	-19.2	-440.8	18.2	0.35	-2.20	-0.32	-15.36	1.03	OK	0.078	1.259	1.54	OK
N5	33	J[34]	-14.7	-431.7	10.4	0.35	-1.96	-0.51	-15.36	1.03	OK	0.045	1.234	1.53	OK
N5	33	J[33]	-17.3	-435.7	20.3	0.35	-2.09	-0.40	-15.36	1.03	OK	0.087	1.245	1.53	OK
N5	34	J[35]	-12.1	-427.6	11.0	0.35	-1.81	-0.63	-15.36	1.03	OK	0.047	1.222	1.52	OK
N5	34	J[34]	-14.7	-431.1	21.5	0.35	-1.95	-0.51	-15.36	1.03	OK	0.092	1.232	1.53	OK
N5	35	J[36]	-9.5	-424.1	12.0	0.35	-1.67	-0.75	-15.36	1.03	OK	0.051	1.212	1.52	OK
N5	35	J[35]	-12.1	-427.0	22.2	0.35	-1.81	-0.63	-15.36	1.03	OK	0.095	1.220	1.52	OK
N5	36	J[37]	-7.0	-421.2	13.2	0.35	-1.55	-0.86	-15.36	1.03	OK	0.057	1.203	1.52	OK
N5	36	J[36]	-9.5	-423.5	22.6	0.35	-1.67	-0.75	-15.36	1.03	OK	0.097	1.210	1.52	OK
N5	37	J[38]	-5.0	-419.0	14.7	0.35	-1.44	-0.95	-15.36	1.03	OK	0.063	1.197	1.51	OK
N5	37	J[37]	-7.0	-420.6	22.7	0.35	-1.55	-0.86	-15.36	1.03	OK	0.097	1.202	1.52	OK
N5	38	J[39]	-3.5	-417.5	16.5	0.35	-1.36	-1.02	-15.36	1.03	OK	0.071	1.193	1.51	OK
N5	38	J[38]	-5.0	-418.5	22.4	0.35	-1.44	-0.95	-15.36	1.03	OK	0.096	1.196	1.51	OK
N5	39	J[40]	-2.8	-416.9	19.0	0.35	-1.33	-1.05	-15.36	1.03	OK	0.082	1.191	1.51	OK
N5	39	J[39]	-3.5	-417.2	21.3	0.35	-1.36	-1.02	-15.36	1.03	OK	0.091	1.192	1.51	OK
N5	40	J[41]	-3.5	-417.2	21.3	0.35	-1.36	-1.02	-15.36	1.03	OK	0.091	1.192	1.51	OK
N5	40	J[40]	-2.8	-416.9	19.0	0.35	-1.33	-1.05	-15.36	1.03	OK	0.082	1.191	1.51	OK
N5	41	J[42]	-5.0	-418.5	22.4	0.35	-1.44	-0.95	-15.36	1.03	OK	0.096	1.196	1.51	OK
N5	41	J[41]	-3.5	-417.5	16.5	0.35	-1.36	-1.02	-15.36	1.03	OK	0.071	1.193	1.51	OK
N5	42	J[43]	-7.0	-420.6	22.7	0.35	-1.55	-0.86	-15.36	1.03	OK	0.097	1.202	1.52	OK
N5	42	J[42]	-5.0	-419.0	14.7	0.35	-1.44	-0.95	-15.36	1.03	OK	0.063	1.197	1.51	OK
N5	43	J[44]	-9.5	-423.5	22.6	0.35	-1.67	-0.75	-15.36	1.03	OK	0.097	1.210	1.52	OK
N5	43	J[43]	-7.0	-421.2	13.2	0.35	-1.55	-0.86	-15.36	1.03	OK	0.057	1.203	1.52	OK
N5	44	J[45]	-12.1	-427.0	22.2	0.35	-1.81	-0.63	-15.36	1.03	OK	0.095	1.220	1.52	OK
N5	44	J[44]	-9.5	-424.1	12.0	0.35	-1.67	-0.75	-15.36	1.03	OK	0.051	1.212	1.52	OK
N5	45	J[46]	-14.7	-431.1	21.5	0.35	-1.95	-0.51	-15.36	1.03	OK	0.092	1.232	1.53	OK
N5	45	J[45]	-12.1	-427.6	11.0	0.35	-1.81	-0.63	-15.36	1.03	OK	0.047	1.222	1.52	OK
N5	46	J[47]	-17.3	-435.7	20.3	0.35	-2.09	-0.40	-15.36	1.03	OK	0.087	1.245	1.53	OK
N5	46	J[46]	-14.7	-431.7	10.4	0.35	-1.96	-0.51	-15.36	1.03	OK	0.045	1.234	1.53	OK
N5	47	J[48]	-19.2	-440.8	18.2	0.35	-2.20	-0.32	-15.36	1.03	OK	0.078	1.259	1.54	OK
N5	47	J[47]	-17.3	-436.3	10.7	0.35	-2.09	-0.40	-15.36	1.03	OK	0.046	1.247	1.53	OK
N5	48	J[49]	-19.8	-446.0	14.7	0.35	-2.25	-0.30	-15.36	1.03	OK	0.063	1.274	1.54	OK
N5	48	J[48]	-19.2	-441.1	12.3	0.35	-2.20	-0.32	-15.36	1.03	OK	0.053	1.260	1.54	OK
N5	49	J[50]	-19.2	-451.1	9.1	0.35	-2.18	-0.40	-15.36	1.03	OK	0.039	1.289	1.55	OK
N5	49	J[49]	-19.8	-445.9	15.9	0.35	-2.25	-0.30	-15.36	1.03	OK	0.068	1.274	1.54	OK
N5	50	J[51]	-12.9	-455.9	0.8	0.35	-1.93	-0.67	-15.36	1.03	OK	0.003	1.303	1.55	OK
N5	50	J[50]	-18.2	-450.4	22.2	0.35	-2.18	-0.40	-15.36	1.03	OK	0.095	1.287	1.54	OK

A.5.4.5. Load combination SLU 6 Block analysis

Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_N6



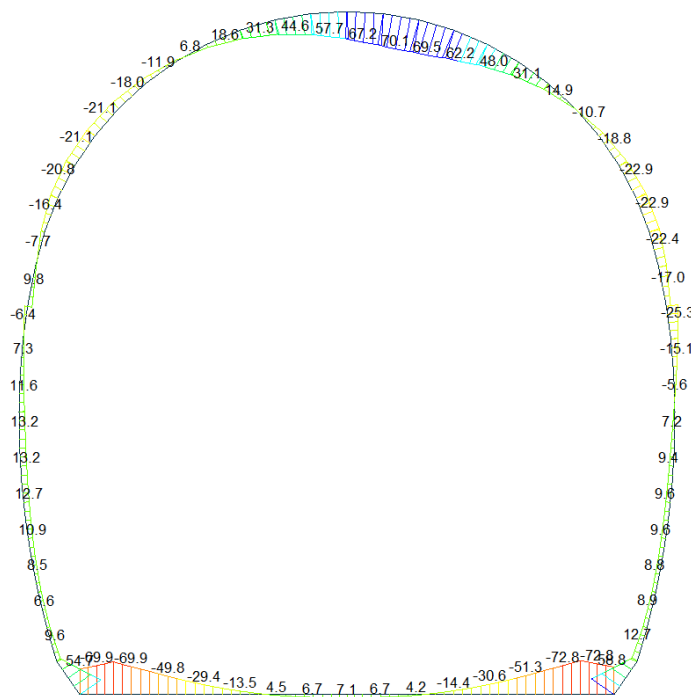
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-35.06
Cyan	-53.36
Green	-71.67
Light Green	-89.97
Yellow-Green	-108.27
Yellow	-126.58
Light Orange	-144.88
Orange	-163.18
Dark Orange	-181.48
Red-Orange	-199.79
Red	-218.09
Dark Red	-236.39

ST: N6
MAX : 8
MIN : 17
FILE: FdE_Cot (4-
UNIT: kN
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - Block analysis / ST_N6



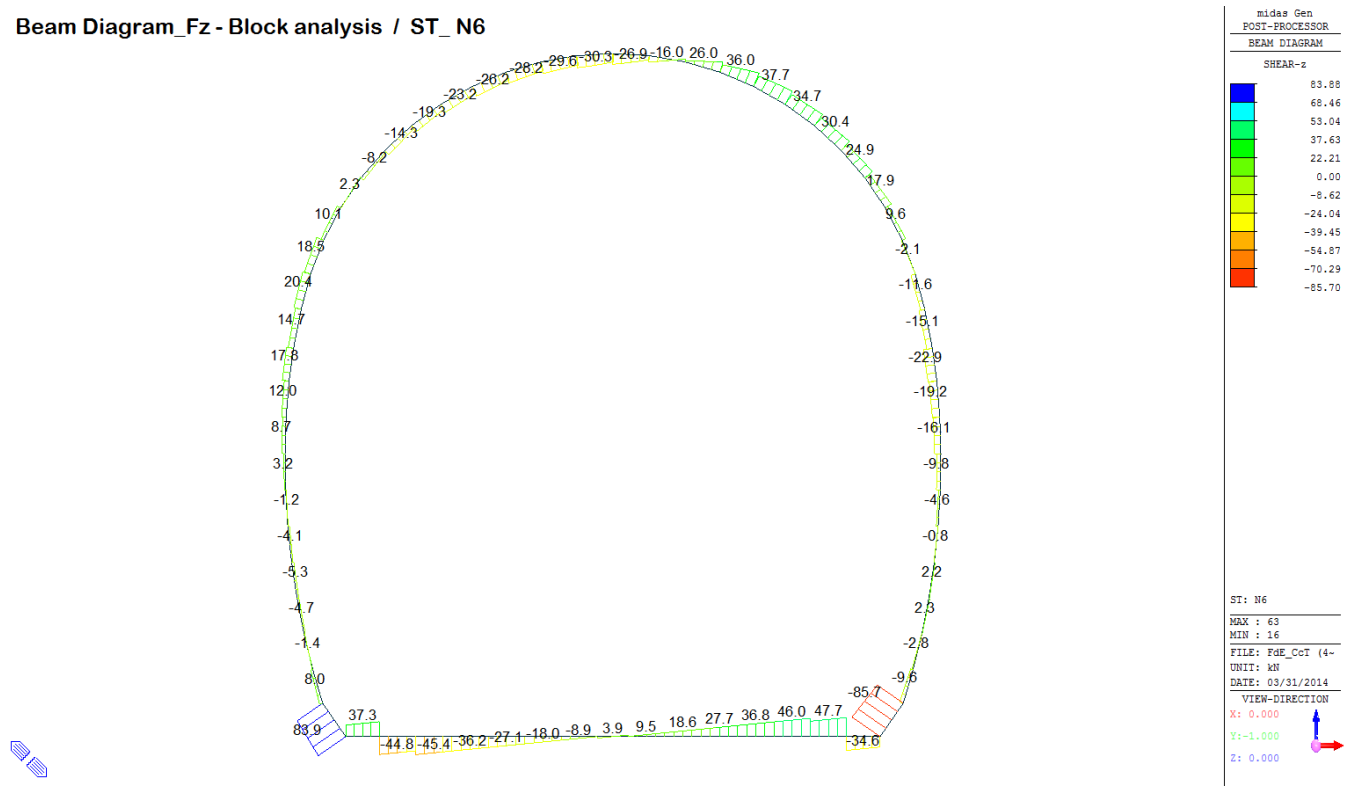
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	70.10
Cyan	57.11
Green	44.11
Light Green	31.12
Yellow-Green	18.13
Yellow	0.00
Light Orange	-7.86
Orange	-20.86
Dark Orange	-33.85
Red-Orange	-46.84
Red	-59.84
Dark Red	-72.83

ST: N6
MAX : 38
MIN : 15
FILE: FdE_Cot (4-
UNIT: kN*m
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz - Block analysis / ST_N6



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.60	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ϕ	0.80
$f_{ctk,95\%}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]	1.030	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]	$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	f_{cp} [N/mm ²]	$f_{ctd}(EC2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ctd}$
N6	29	J[30]	-22.9	-102.5	2.1	0.35	-1.42	0.83	-15.36	1.03	OK	0.009	0.708	1.34	OK
N6	29	J[29]	-22.4	-108.0	0.0	0.35	-1.41	0.79	-15.36	1.03	OK	0.000	0.703	1.34	OK
N6	30	J[31]	-18.8	-96.9	6.9	0.35	-1.20	0.64	-15.36	1.03	OK	0.030	0.599	1.29	OK
N6	30	J[30]	-22.9	-102.1	9.6	0.35	-1.41	0.83	-15.36	1.03	OK	0.041	0.707	1.34	OK
N6	31	J[32]	-10.7	-90.6	14.6	0.35	-0.78	0.26	-15.36	1.03	OK	0.063	0.391	1.21	OK
N6	31	J[31]	-18.8	-95.4	17.9	0.35	-1.19	0.65	-15.36	1.03	OK	0.077	0.597	1.29	OK
N6	32	J[32]	0.8	-83.8	21.0	0.35	-0.20	-0.28	-15.36	1.03	OK	0.090	0.240	1.14	OK
N6	32	J[33]	-10.7	-88.3	24.9	0.35	-0.77	0.27	-15.36	1.03	OK	0.107	0.387	1.21	OK
N6	33	J[34]	14.9	-76.9	26.1	0.35	0.51	-0.95	-15.36	1.03	OK	0.112	0.475	1.24	OK
N6	33	J[33]	0.8	-80.9	30.4	0.35	-0.19	-0.27	-15.36	1.03	OK	0.130	0.231	1.14	OK
N6	34	J[35]	31.1	-69.9	29.9	0.35	1.32	-1.72	-15.36	1.03	FESSURATA	0.128	0.861	1.40	OK
N6	34	J[34]	14.9	-73.4	34.7	0.35	0.52	-0.94	-15.36	1.03	OK	0.149	0.470	1.24	OK
N6	35	J[36]	48.0	-63.1	29.0	0.35	2.17	-2.53	-15.36	1.03	FESSURATA	0.124	1.266	1.54	OK
N6	35	J[35]	31.1	-66.0	37.7	0.35	1.33	-1.71	-15.36	1.03	FESSURATA	0.162	0.855	1.39	OK
N6	36	J[37]	62.2	-57.1	19.6	0.35	2.88	-3.21	-15.36	1.03	FESSURATA	0.084	1.605	1.65	OK
N6	36	J[36]	48.0	-59.4	36.0	0.35	2.18	-2.52	-15.36	1.03	FESSURATA	0.154	1.261	1.54	OK
N6	37	J[38]	69.5	-52.8	2.0	0.35	3.25	-3.56	-15.36	1.03	FESSURATA	0.009	1.778	1.70	OK
N6	37	J[37]	62.2	-54.5	26.0	0.35	2.89	-3.20	-15.36	1.03	FESSURATA	0.111	1.602	1.65	OK
N6	38	J[39]	67.2	-51.2	16.0	0.35	3.15	-3.44	-15.36	1.03	FESSURATA	0.069	1.719	1.68	OK
N6	38	J[38]	69.5	-52.3	8.1	0.35	3.26	-3.55	-15.36	1.03	FESSURATA	0.035	1.777	1.70	OK
N6	39	J[40]	57.7	-52.4	26.9	0.35	2.67	-2.97	-15.36	1.03	FESSURATA	0.115	1.487	1.61	OK
N6	39	J[39]	67.2	-52.7	10.1	0.35	3.14	-3.44	-15.36	1.03	FESSURATA	0.043	1.722	1.68	OK
N6	40	J[41]	44.6	-55.5	30.3	0.35	2.03	-2.34	-15.36	1.03	FESSURATA	0.130	1.171	1.51	OK
N6	40	J[40]	57.7	-55.1	20.8	0.35	2.67	-2.98	-15.36	1.03	FESSURATA	0.089	1.491	1.61	OK
N6	41	J[42]	31.3	-59.6	29.6	0.35	1.36	-1.70	-15.36	1.03	FESSURATA	0.127	0.851	1.39	OK
N6	41	J[41]	44.6	-58.6	23.8	0.35	2.02	-2.35	-15.36	1.03	FESSURATA	0.102	1.176	1.51	OK
N6	42	J[43]	18.6	-64.2	28.3	0.35	0.73	-1.09	-15.36	1.03	OK	0.121	0.546	1.27	OK
N6	42	J[42]	31.3	-62.6	22.6	0.35	1.35	-1.71	-15.36	1.03	FESSURATA	0.097	0.855	1.39	OK
N6	43	J[44]	6.9	-69.4	26.2	0.35	0.14	-0.53	-15.36	1.03	OK	0.112	0.267	1.16	OK
N6	43	J[43]	18.6	-67.1	20.7	0.35	0.72	-1.10	-15.36	1.03	OK	0.089	0.550	1.28	OK
N6	44	J[45]	-3.5	-74.8	23.2	0.35	-0.38	-0.04	-15.36	1.03	OK	0.099	0.214	1.13	OK
N6	44	J[44]	6.9	-71.9	18.1	0.35	0.13	-0.54	-15.36	1.03	OK	0.077	0.270	1.16	OK
N6	45	J[46]	-11.9	-80.4	19.3	0.35	-0.81	0.35	-15.36	1.03	OK	0.083	0.406	1.22	OK
N6	45	J[45]	-3.5	-77.0	14.5	0.35	-0.39	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.062	0.220	1.13	OK
N6	46	J[47]	-18.0	-86.1	14.3	0.35	-1.13	0.63	-15.36	1.03	OK	0.061	0.563	1.28	OK
N6	46	J[46]	-11.9	-82.1	10.0	0.35	-0.82	0.35	-15.36	1.03	OK	0.043	0.409	1.22	OK
N6	47	J[48]	-21.1	-91.7	8.2	0.35	-1.30	0.77	-15.36	1.03	OK	0.035	0.648	1.31	OK
N6	47	J[47]	-18.0	-87.2	4.4	0.35	-1.13	0.63	-15.36	1.03	OK	0.019	0.564	1.28	OK
N6	48	J[49]	-20.8	-96.9	1.0	0.35	-1.29	0.74	-15.36	1.03	OK	0.004	0.647	1.31	OK
N6	48	J[48]	-21.1	-92.0	2.3	0.35	-1.30	0.77	-15.36	1.03	OK	0.010	0.648	1.31	OK
N6	49	J[50]	-16.4	-101.6	7.3	0.35	-1.10	0.51	-15.36	1.03	OK	0.031	0.548	1.27	OK
N6	49	J[49]	-20.8	-96.4	10.1	0.35	-1.29	0.74	-15.36	1.03	OK	0.043	0.647	1.31	OK
N6	50	J[51]	-7.7	-105.6	16.4	0.35	-0.68	0.08	-15.36	1.03	OK	0.070	0.340	1.19	OK
N6	50	J[50]	-16.4	-100.1	18.5	0.35	-1.09	0.52	-15.36	1.03	OK	0.079	0.546	1.27	OK

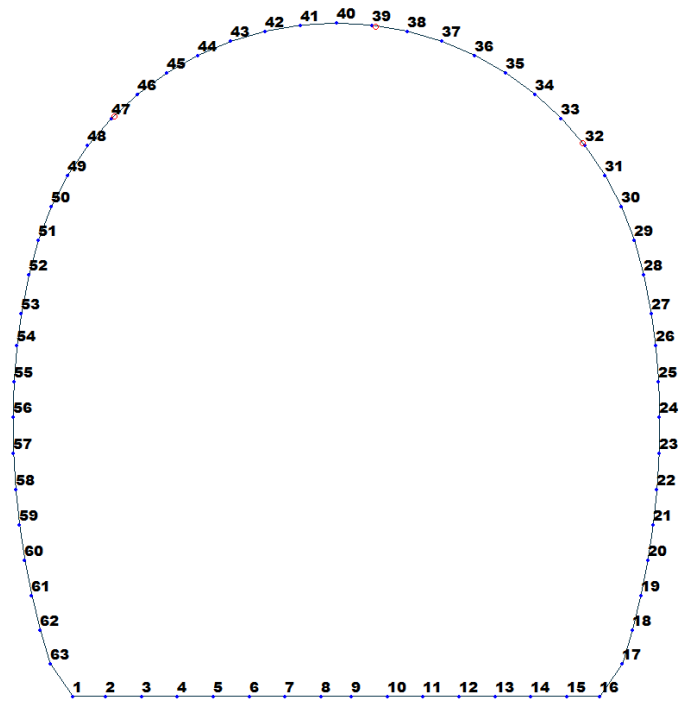


Figure 24 Beam end release

Table 5 Beam end release input value

Element	Type	Fxi	Fyi	Fzi	Mxi	Myi	Mzi	Fxj	Fyj	Fzj	Mxj	Myj	Mzj
32	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15500	0
38	Value	0	0	0	0	4750	0	0	0	0	0	0	0
46	Value	0	0	0	0	8800	0	0	0	0	0	0	0

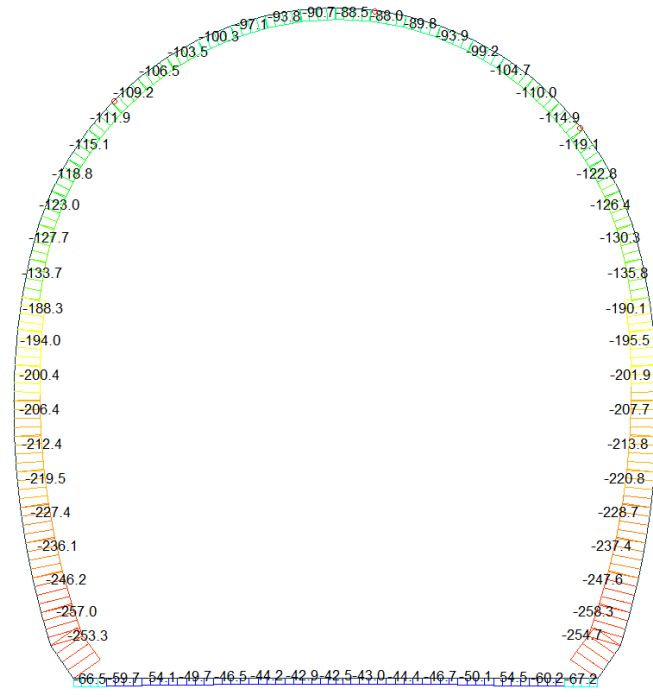
ITERAZIONE SECONDO IL METODO DI PÖTTLER

CALCOLO CERNIERE PLASTICHE

ITERAZIONE IN NODO 38 j

MIDAS		PÖTTLER																																								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>$Cf_{iniziale, arbitraria}$</td> <td>0.000211</td> <td>[rad/kN*m]</td> </tr> <tr> <td>$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$</td> <td>4'750</td> <td>[kN*m/rad]</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>M_{nodo}</td> <td>16.330</td> <td>[kN*m]</td> </tr> <tr> <td>N_{nodo}</td> <td>97.989</td> <td>[kN]</td> </tr> <tr> <td>V_{nodo}</td> <td>6.350</td> <td>[kN]</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>$Cf_{MIDAS} = Cf_{Pöttler}$</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>$\Psi_{Pöttler} < 4 \text{ mrad}$</td> <td>SI</td> </tr> </table>	$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000211	[rad/kN*m]	$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	4'750	[kN*m/rad]	M_{nodo}	16.330	[kN*m]	N_{nodo}	97.989	[kN]	V_{nodo}	6.350	[kN]	$Cf_{MIDAS} = Cf_{Pöttler}$	SI	$\Psi_{Pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>E_p</td> <td>26'400'000</td> <td>[kN/m²]</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>0.35</td> <td>[m]</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>0.1667</td> <td>[m]</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>0.03</td> <td>[m]</td> </tr> <tr> <td>$\Psi_{Pöttler}$</td> <td>0.0037892</td> <td>[rad]</td> </tr> <tr> <td>$Cf_{Pöttler}$</td> <td>0.0002320</td> <td>[rad/kN*m]</td> </tr> <tr> <td>$1/Cf_{Pöttler}$</td> <td>4'310</td> <td>[kN*m/rad]</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: auto;">3.789229</div>	E_p	26'400'000	[kN/m ²]	d	0.35	[m]	e	0.1667	[m]	a	0.03	[m]	$\Psi_{Pöttler}$	0.0037892	[rad]	$Cf_{Pöttler}$	0.0002320	[rad/kN*m]	$1/Cf_{Pöttler}$	4'310	[kN*m/rad]
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000211	[rad/kN*m]																																								
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	4'750	[kN*m/rad]																																								
M_{nodo}	16.330	[kN*m]																																								
N_{nodo}	97.989	[kN]																																								
V_{nodo}	6.350	[kN]																																								
$Cf_{MIDAS} = Cf_{Pöttler}$	SI																																									
$\Psi_{Pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI																																									
E_p	26'400'000	[kN/m ²]																																								
d	0.35	[m]																																								
e	0.1667	[m]																																								
a	0.03	[m]																																								
$\Psi_{Pöttler}$	0.0037892	[rad]																																								
$Cf_{Pöttler}$	0.0002320	[rad/kN*m]																																								
$1/Cf_{Pöttler}$	4'310	[kN*m/rad]																																								
ITERAZIONE IN NODO 32 i																																										
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>$Cf_{iniziale, arbitraria}$</td> <td>0.000065</td> <td>[rad/kN*m]</td> </tr> <tr> <td>$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$</td> <td>15'500</td> <td>[kN*m/rad]</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>M_{nodo}</td> <td>18.190</td> <td>[kN*m]</td> </tr> <tr> <td>N_{nodo}</td> <td>114.220</td> <td>[kN]</td> </tr> <tr> <td>V_{nodo}</td> <td>12.290</td> <td>[kN]</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>$Cf_{MIDAS} = Cf_{Pöttler}$</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>$\Psi_{Pöttler} < 4 \text{ mrad}$</td> <td>SI</td> </tr> </table>	$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000065	[rad/kN*m]	$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	15'500	[kN*m/rad]	M_{nodo}	18.190	[kN*m]	N_{nodo}	114.220	[kN]	V_{nodo}	12.290	[kN]	$Cf_{MIDAS} = Cf_{Pöttler}$	SI	$\Psi_{Pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>E_p</td> <td>26'400'000</td> <td>[kN/m²]</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>0.35</td> <td>[m]</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>0.1593</td> <td>[m]</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>0.05</td> <td>[m]</td> </tr> <tr> <td>$\Psi_{Pöttler}$</td> <td>0.0011157</td> <td>[rad]</td> </tr> <tr> <td>$Cf_{Pöttler}$</td> <td>0.0000613</td> <td>[rad/kN*m]</td> </tr> <tr> <td>$1/Cf_{Pöttler}$</td> <td>16'304</td> <td>[kN*m/rad]</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: auto;">1.115676</div>	E_p	26'400'000	[kN/m ²]	d	0.35	[m]	e	0.1593	[m]	a	0.05	[m]	$\Psi_{Pöttler}$	0.0011157	[rad]	$Cf_{Pöttler}$	0.0000613	[rad/kN*m]	$1/Cf_{Pöttler}$	16'304	[kN*m/rad]
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000065	[rad/kN*m]																																								
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	15'500	[kN*m/rad]																																								
M_{nodo}	18.190	[kN*m]																																								
N_{nodo}	114.220	[kN]																																								
V_{nodo}	12.290	[kN]																																								
$Cf_{MIDAS} = Cf_{Pöttler}$	SI																																									
$\Psi_{Pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI																																									
E_p	26'400'000	[kN/m ²]																																								
d	0.35	[m]																																								
e	0.1593	[m]																																								
a	0.05	[m]																																								
$\Psi_{Pöttler}$	0.0011157	[rad]																																								
$Cf_{Pöttler}$	0.0000613	[rad/kN*m]																																								
$1/Cf_{Pöttler}$	16'304	[kN*m/rad]																																								
ITERAZIONE IN NODO 46 j																																										
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>$Cf_{iniziale, arbitraria}$</td> <td>0.000114</td> <td>[rad/kN*m]</td> </tr> <tr> <td>$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$</td> <td>8'800</td> <td>[kN*m/rad]</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>M_{nodo}</td> <td>17.250</td> <td>[kN*m]</td> </tr> <tr> <td>N_{nodo}</td> <td>105.240</td> <td>[kN]</td> </tr> <tr> <td>V_{nodo}</td> <td>17.390</td> <td>[kN]</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>$Cf_{MIDAS} = Cf_{Pöttler}$</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>$\Psi_{Pöttler} < 4 \text{ mrad}$</td> <td>SI</td> </tr> </table>	$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000114	[rad/kN*m]	$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	8'800	[kN*m/rad]	M_{nodo}	17.250	[kN*m]	N_{nodo}	105.240	[kN]	V_{nodo}	17.390	[kN]	$Cf_{MIDAS} = Cf_{Pöttler}$	SI	$\Psi_{Pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>E_p</td> <td>26'400'000</td> <td>[kN/m²]</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>0.35</td> <td>[m]</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>0.1639</td> <td>[m]</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>0.03</td> <td>[m]</td> </tr> <tr> <td>$\Psi_{Pöttler}$</td> <td>0.0022239</td> <td>[rad]</td> </tr> <tr> <td>$Cf_{Pöttler}$</td> <td>0.0001289</td> <td>[rad/kN*m]</td> </tr> <tr> <td>$1/Cf_{Pöttler}$</td> <td>7'757</td> <td>[kN*m/rad]</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: auto;">2.223878</div>	E_p	26'400'000	[kN/m ²]	d	0.35	[m]	e	0.1639	[m]	a	0.03	[m]	$\Psi_{Pöttler}$	0.0022239	[rad]	$Cf_{Pöttler}$	0.0001289	[rad/kN*m]	$1/Cf_{Pöttler}$	7'757	[kN*m/rad]
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000114	[rad/kN*m]																																								
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	8'800	[kN*m/rad]																																								
M_{nodo}	17.250	[kN*m]																																								
N_{nodo}	105.240	[kN]																																								
V_{nodo}	17.390	[kN]																																								
$Cf_{MIDAS} = Cf_{Pöttler}$	SI																																									
$\Psi_{Pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI																																									
E_p	26'400'000	[kN/m ²]																																								
d	0.35	[m]																																								
e	0.1639	[m]																																								
a	0.03	[m]																																								
$\Psi_{Pöttler}$	0.0022239	[rad]																																								
$Cf_{Pöttler}$	0.0001289	[rad/kN*m]																																								
$1/Cf_{Pöttler}$	7'757	[kN*m/rad]																																								

Beam Diagram_Fx / ST_N6



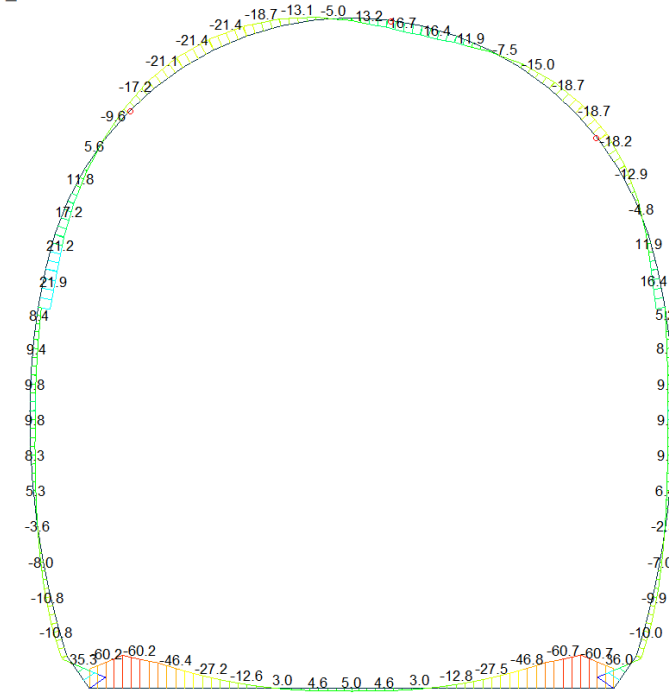
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-42.55
Cyan	-62.16
Green	-81.78
Light Green	-101.39
Yellow-Green	-121.01
Yellow	-140.62
Orange	-160.23
Red-Orange	-179.85
Red	-199.46
Dark Red	-219.08
Dark Red	-238.69
Dark Red	-258.31

ST: N6
MAX : 8
MIN : 17
FILE: FdE_CoT (N-
UNIT: KN
DATE: 03/20/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N6



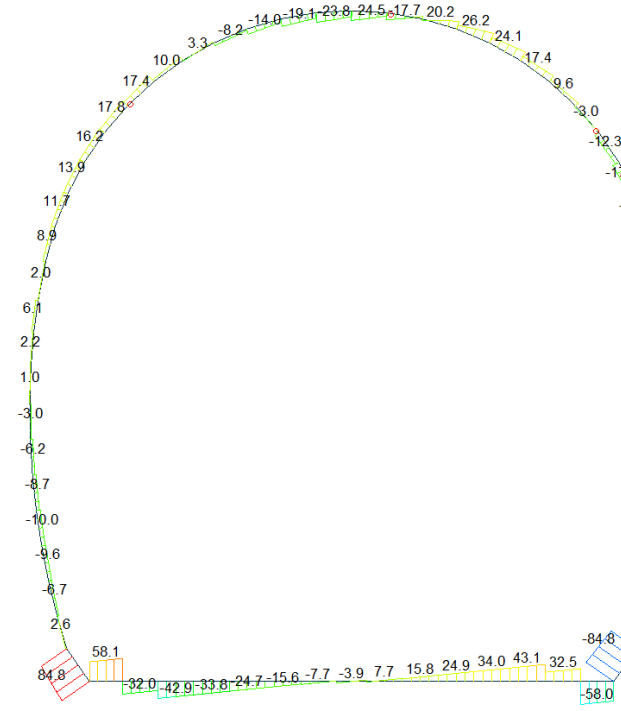
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	35.99
Cyan	27.20
Green	18.41
Light Green	9.61
Yellow-Green	0.00
Yellow	-7.97
Orange	-16.77
Red-Orange	-25.56
Red	-34.35
Dark Red	-43.15
Dark Red	-51.94
Dark Red	-60.73

ST: N6
MAX : 16
MIN : 15
FILE: FdE_CoT (N-
UNIT: KN*m
DATE: 03/20/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N6



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
SHEAR-z

84.84
69.41
53.99
38.56
23.14
7.72
0.00
-23.13
-38.55
-53.98
-69.40
-84.83

ST: N6
MAX : 63
MIN : 16
FILE: FdE_cc1 (N-
UNIT: KN
DATE: 03/20/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.60	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	1.030	E_g [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI FESSURATE

VERIFICA SEZIONE NODO 41 i

Combinazione di carico	Nodo n°	Posizione del nodo	M_d [kN·m/m]	N_d [kN/m]	V_d [kN/m]	$E_p = 0.8 \cdot E_{cm}$ [kN/m ²]	e_d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità $e_d < d/2$	σ_d [N/mm ²]	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	Verifica della compressione $\sigma_d < f_{ctd,95}$
N6	41 i	Volta	16.3	98.0	6.4	26'400'000	0.167	0.35	OK	7.82	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\Psi_{Pottier}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN°m/rad]	$1/Cf_{Pottier}$ [kN°m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$W_{Pottier}$ [mm]	Ampiezza della fessura $w < 1$ [mm]	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$ [N/mm ²]	$f_{ctd}(C2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ctvd}$
N6	41 i	0.025	3.7892288	4'750	4'310	OK	1.231	NO!	1.03	0.38	7.14	3.00	OK
Iterazione ok													

VERIFICA SEZIONE NODO 34 i

Combinazione di carico	Nodo n°	Posizione del nodo	M_d [kN·m/m]	N_d [kN/m]	V_d [kN/m]	$E_p = 0.8 \cdot E_{cm}$ [kN/m ²]	e_d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità $e_d < d/2$	σ_d [N/mm ²]	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	Verifica della compressione $\sigma_d < f_{ctd,95}$
N6	34 i	Platea Dx	18.2	114.2	12.3	26'400'000	0.159	0.35	OK	4.84	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\Psi_{Pottier}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN°m/rad]	$1/Cf_{Pottier}$ [kN°m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$W_{Pottier}$ [mm]	Ampiezza della fessura $w < 1$ [mm]	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$ [N/mm ²]	$f_{ctd}(C2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ctvd}$
N6	34 i	0.047	1.1156756	15'500	16'304	OK	0.338	OK	1.03	0.39	7.14	2.46	OK
Iterazione ok													

VERIFICA SEZIONE NODO 48 j

Combinazione di carico	Nodo n°	Posizione del nodo	M_d [kN·m/m]	N_d [kN/m]	V_d [kN/m]	$E_p = 0.8 \cdot E_{cm}$ [kN/m ²]	e_d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità $e_d < d/2$	σ_d [N/mm ²]	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	Verifica della compressione $\sigma_d < f_{ctd,95}$
N6	48 j	Platea Dx	17.3	105.2	17.4	26'400'000	0.164	0.35	OK	6.33	15.36	OK

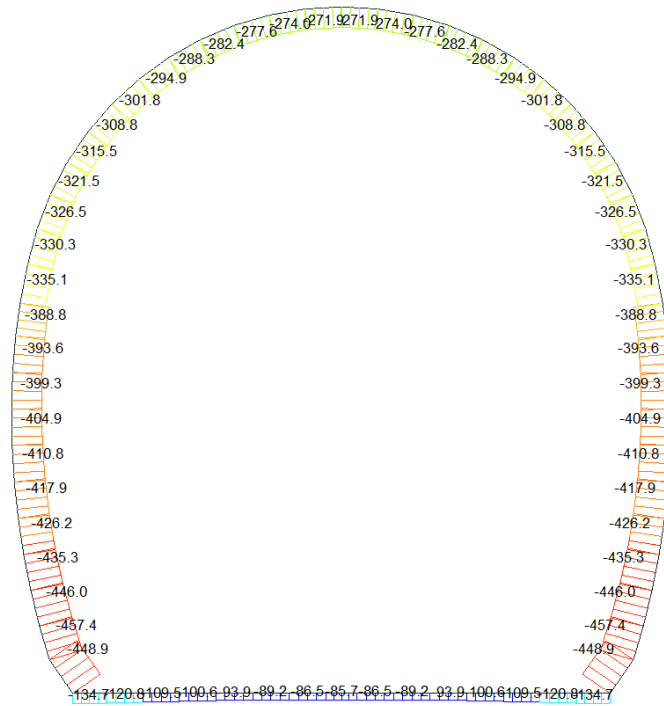
Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\Psi_{Pottier}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN°m/rad]	$1/Cf_{Pottier}$ [kN°m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$W_{Pottier}$ [mm]	Ampiezza della fessura $w < 1$ [mm]	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$ [N/mm ²]	$f_{ctd}(C2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ctvd}$
N6	48 j	0.033	2.2238782	8'800	7'757	OK	0.704	OK	1.03	0.78	7.14	2.75	OK
Iterazione ok													

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M _d [kN-m]	N _d [kN]	V _d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ _{top} [N/mm ²]	σ _{inf} [N/mm ²]	f _{ct,90%} [N/mm ²]	f _{ct,90%} [N/mm ²]		τ _{top} [N/mm ²]	τ _{top} [N/mm ²]	f _{v,EC2} [N/mm ²]	Verifica a taglio
															T _{SP,max} ≤ F _{v,Ed}
N6	29	I[30]	-4.8	-120.9	18.6	0.35	-0.58	-0.11	-15.36	1.03	OK	0.080	0.345	1.19	OK
N6	29	J[29]	3.9	-126.4	16.5	0.35	-0.17	-0.55	-15.36	1.03	OK	0.071	0.361	1.20	OK
N6	30	I[31]	-12.9	-117.6	17.5	0.35	-0.97	0.29	-15.36	1.03	OK	0.075	0.483	1.25	OK
N6	30	J[30]	-4.8	-122.8	14.7	0.35	-0.59	-0.11	-15.36	1.03	OK	0.063	0.351	1.19	OK
N6	31	I[32]	-18.2	-114.2	12.3	0.35	-1.22	0.56	-15.36	1.03	OK	0.053	0.609	1.30	OK
N6	31	J[31]	-12.9	-119.1	9.0	0.35	-0.97	0.29	-15.36	1.03	OK	0.038	0.486	1.25	OK
N6	32	I[33]	-18.7	-110.4	3.0	0.35	-1.23	0.60	-15.36	1.03	OK	0.013	0.617	1.30	OK
N6	32	J[32]	-18.2	-114.9	0.8	0.35	-1.22	0.56	-15.36	1.03	OK	0.004	0.610	1.30	OK
N6	33	I[34]	-15.0	-106.0	5.3	0.35	-1.04	0.43	-15.36	1.03	OK	0.023	0.519	1.26	OK
N6	33	J[33]	-18.7	-110.0	9.6	0.35	-1.23	0.60	-15.36	1.03	OK	0.041	0.616	1.30	OK
N6	34	I[35]	-7.5	-101.3	12.6	0.35	-0.66	0.08	-15.36	1.03	OK	0.054	0.329	1.18	OK
N6	34	J[34]	-15.0	-104.7	17.4	0.35	-1.03	0.44	-15.36	1.03	OK	0.074	0.517	1.26	OK
N6	35	I[36]	2.6	-96.3	15.3	0.35	-0.15	-0.40	-15.36	1.03	OK	0.066	0.275	1.16	OK
N6	35	J[35]	-7.5	-99.2	24.1	0.35	-0.65	0.09	-15.36	1.03	OK	0.103	0.326	1.18	OK
N6	36	I[37]	11.9	-91.6	9.8	0.35	0.32	-0.84	-15.36	1.03	OK	0.042	0.422	1.22	OK
N6	36	J[36]	2.6	-93.9	26.2	0.35	-0.14	-0.40	-15.36	1.03	OK	0.112	0.268	1.16	OK
N6	37	I[38]	16.3	-88.2	3.8	0.35	0.55	-1.05	-15.36	1.03	OK	0.016	0.526	1.27	OK
N6	37	J[37]	11.9	-89.8	20.2	0.35	0.33	-0.84	-15.36	1.03	OK	0.087	0.420	1.22	OK
N6	38	I[39]	13.2	-87.0	17.8	0.35	0.40	-0.89	-15.36	1.03	OK	0.076	0.447	1.23	OK
N6	38	J[38]	16.3	-88.0	6.4	0.35	0.55	-1.05	-15.36	1.03	OK	0.027	0.526	1.27	OK
N6	39	I[40]	4.8	-88.1	24.5	0.35	-0.02	-0.49	-15.36	1.03	OK	0.105	0.252	1.15	OK
N6	39	J[39]	13.2	-88.5	7.7	0.35	0.39	-0.90	-15.36	1.03	OK	0.033	0.449	1.23	OK
N6	40	I[41]	-5.0	-90.7	23.9	0.35	-0.51	-0.01	-15.36	1.03	OK	0.102	0.259	1.15	OK
N6	40	J[40]	4.8	-90.4	14.3	0.35	-0.02	-0.49	-15.36	1.03	OK	0.061	0.258	1.15	OK
N6	41	I[42]	-13.1	-93.8	19.1	0.35	-0.91	0.37	-15.36	1.03	OK	0.062	0.456	1.24	OK
N6	41	J[41]	-5.0	-92.8	13.3	0.35	-0.51	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.057	0.265	1.15	OK
N6	42	I[43]	-18.7	-97.1	14.0	0.35	-1.19	0.64	-15.36	1.03	OK	0.060	0.596	1.29	OK
N6	42	J[42]	-13.1	-95.4	8.3	0.35	-0.92	0.37	-15.36	1.03	OK	0.036	0.458	1.24	OK
N6	43	I[44]	-21.4	-100.4	8.2	0.35	-1.34	0.76	-15.36	1.03	OK	0.035	0.668	1.32	OK
N6	43	J[43]	-18.7	-98.0	2.8	0.35	-1.20	0.64	-15.36	1.03	OK	0.012	0.598	1.29	OK
N6	44	I[45]	-21.1	-103.5	1.8	0.35	-1.33	0.74	-15.36	1.03	OK	0.008	0.664	1.32	OK
N6	44	J[44]	-21.4	-100.6	3.3	0.35	-1.34	0.76	-15.36	1.03	OK	0.014	0.669	1.32	OK
N6	45	I[46]	-17.3	-106.5	5.3	0.35	-1.15	0.54	-15.36	1.03	OK	0.023	0.575	1.29	OK
N6	45	J[45]	-21.1	-103.1	10.0	0.35	-1.33	0.74	-15.36	1.03	OK	0.043	0.663	1.32	OK
N6	46	I[47]	-9.6	-109.2	13.1	0.35	-0.78	0.16	-15.36	1.03	OK	0.056	0.392	1.21	OK
N6	46	J[46]	-17.3	-105.2	17.4	0.35	-1.15	0.54	-15.36	1.03	OK	0.075	0.573	1.28	OK
N6	47	I[48]	-1.7	-112.0	13.9	0.35	-0.40	-0.24	-15.36	1.03	OK	0.060	0.320	1.18	OK
N6	47	J[47]	-9.6	-107.5	17.8	0.35	-0.78	0.17	-15.36	1.03	OK	0.076	0.390	1.21	OK
N6	48	I[49]	5.6	-115.1	12.9	0.35	-0.06	-0.60	-15.36	1.03	OK	0.055	0.329	1.18	OK
N6	48	J[48]	-1.7	-110.2	16.2	0.35	-0.40	-0.23	-15.36	1.03	OK	0.070	0.315	1.18	OK
N6	49	I[50]	11.9	-118.8	11.2	0.35	0.24	-0.92	-15.36	1.03	OK	0.048	0.460	1.24	OK
N6	49	J[49]	5.6	-113.6	13.9	0.35	-0.05	-0.60	-15.36	1.03	OK	0.060	0.324	1.18	OK
N6	50	I[51]	17.2	-123.0	9.6	0.35	0.49	-1.19	-15.36	1.03	OK	0.041	0.596	1.29	OK
N6	50	J[50]	11.9	-117.5	11.7	0.35	0.24	-0.92	-15.36	1.03	OK	0.050	0.458	1.24	OK

A.5.4.6. Load combination SLU 6 FEM analysis

Beam Diagram_Fx- FEM analysis / ST_N6



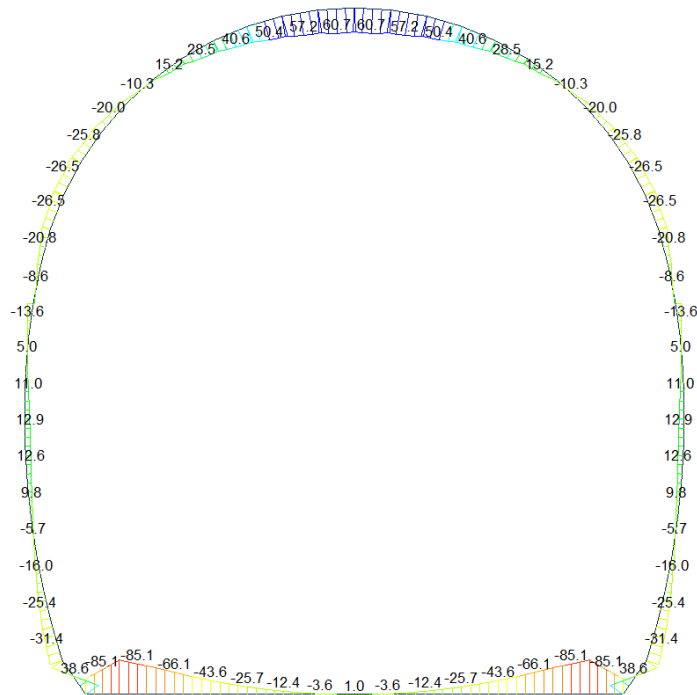
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-85.75
Cyan	-119.53
Green	-153.32
Light Green	-187.10
Yellow-Green	-220.89
Yellow	-254.67
Orange	-288.45
Light Orange	-322.24
Red-Orange	-356.02
Red	-389.81
Dark Red	-423.59
Black	-457.38

ST: N6
MAX : 8
MIN : 17
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: kN
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_N6



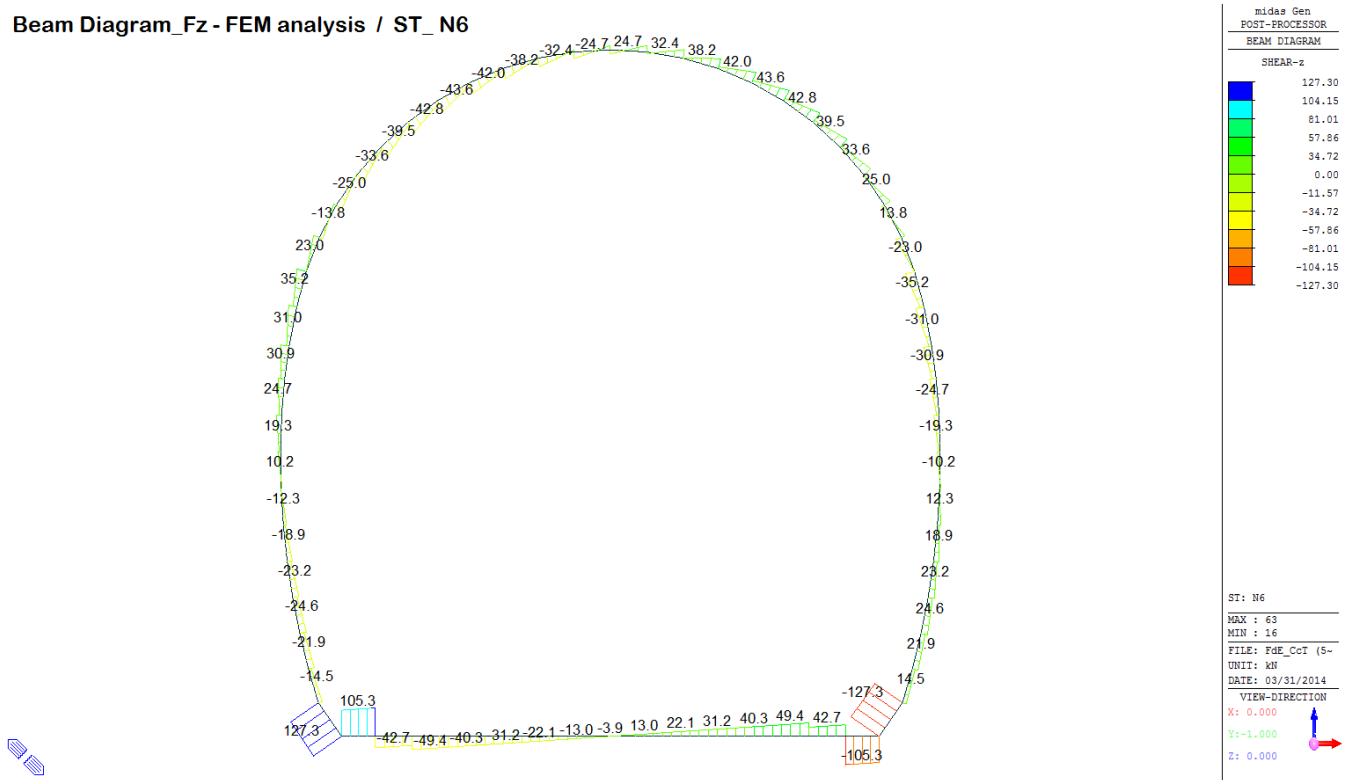
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	60.66
Cyan	47.41
Green	34.15
Light Green	20.90
Yellow-Green	7.65
Yellow	0.00
Orange	-18.85
Light Orange	-32.10
Red-Orange	-45.35
Red	-58.60
Dark Red	-71.85
Black	-85.10

ST: N6
MAX : 39
MIN : 15
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: kN*m
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz - FEM analysis / ST_N6



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.60	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{ct,95\%}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctk,95\%}$ [N/mm ²]	1.030	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	f_{cp} [N/mm ²]	$f_{ctd}(EC2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ctd}$
N6	29	I[30]	-26.5	-321.0	23.0	0.35	-2.22	0.38	-15.36	1.03	OK	0.099	1.108	1.48	OK
N6	29	J[29]	-20.8	-326.5	0.0	0.35	-1.95	0.09	-15.36	1.03	OK	0.000	0.976	1.44	OK
N6	30	I[31]	-25.8	-316.3	11.2	0.35	-2.17	0.36	-15.36	1.03	OK	0.048	1.084	1.48	OK
N6	30	J[30]	-26.5	-321.6	13.8	0.35	-2.22	0.38	-15.36	1.03	OK	0.059	1.109	1.48	OK
N6	31	I[32]	-20.0	-310.7	1.9	0.35	-1.87	0.09	-15.36	1.03	OK	0.008	0.933	1.42	OK
N6	31	J[31]	-25.8	-315.5	25.0	0.35	-2.17	0.36	-15.36	1.03	OK	0.107	1.083	1.47	OK
N6	32	I[33]	-10.3	-304.4	4.8	0.35	-1.38	-0.36	-15.36	1.03	OK	0.020	0.870	1.40	OK
N6	32	J[32]	-20.0	-308.8	33.6	0.35	-1.86	0.10	-15.36	1.03	OK	0.144	0.930	1.42	OK
N6	33	I[34]	1.8	-297.8	8.9	0.35	-0.76	-0.94	-15.36	1.03	OK	0.038	0.851	1.39	OK
N6	33	J[33]	-10.3	-301.8	39.5	0.35	-1.37	-0.36	-15.36	1.03	OK	0.169	0.862	1.40	OK
N6	34	I[35]	15.2	-291.4	10.4	0.35	-0.09	-1.58	-15.36	1.03	OK	0.045	0.833	1.38	OK
N6	34	J[34]	1.8	-294.9	42.8	0.35	-0.75	-0.93	-15.36	1.03	OK	0.184	0.842	1.39	OK
N6	35	I[36]	28.5	-285.4	9.5	0.35	0.58	-2.21	-15.36	1.03	OK	0.041	1.106	1.48	OK
N6	35	J[35]	15.2	-288.3	43.6	0.35	-0.08	-1.57	-15.36	1.03	OK	0.187	0.824	1.38	OK
N6	36	I[37]	40.6	-280.1	6.3	0.35	1.19	-2.79	-15.36	1.03	FESSURATA	0.027	1.395	1.58	OK
N6	36	J[36]	28.5	-282.4	42.0	0.35	0.59	-2.20	-15.36	1.03	OK	0.180	1.102	1.48	OK
N6	37	I[38]	50.5	-275.9	0.9	0.35	1.68	-3.26	-15.36	1.03	FESSURATA	0.004	1.630	1.65	OK
N6	37	J[37]	40.6	-277.6	38.2	0.35	1.20	-2.78	-15.36	1.03	FESSURATA	0.164	1.392	1.58	OK
N6	38	I[39]	57.0	-273.0	6.5	0.35	2.01	-3.57	-15.36	1.03	FESSURATA	0.028	1.785	1.70	OK
N6	38	J[38]	50.5	-274.0	32.4	0.35	1.69	-3.25	-15.36	1.03	FESSURATA	0.139	1.627	1.65	OK
N6	39	I[40]	59.3	-271.6	15.6	0.35	2.13	-3.68	-15.36	1.03	FESSURATA	0.067	1.841	1.72	OK
N6	39	J[39]	57.0	-271.9	24.7	0.35	2.01	-3.57	-15.36	1.03	FESSURATA	0.106	1.784	1.70	OK
N6	40	I[41]	57.0	-271.9	24.7	0.35	2.01	-3.57	-15.36	1.03	FESSURATA	0.106	1.784	1.70	OK
N6	40	J[40]	59.3	-271.6	15.6	0.35	2.13	-3.68	-15.36	1.03	FESSURATA	0.067	1.841	1.72	OK
N6	41	I[42]	50.5	-274.0	32.4	0.35	1.69	-3.25	-15.36	1.03	FESSURATA	0.139	1.627	1.65	OK
N6	41	J[41]	57.0	-273.0	6.5	0.35	2.01	-3.57	-15.36	1.03	FESSURATA	0.028	1.785	1.70	OK
N6	42	I[43]	40.6	-277.6	38.2	0.35	1.20	-2.78	-15.36	1.03	FESSURATA	0.164	1.392	1.58	OK
N6	42	J[42]	50.5	-275.9	0.9	0.35	1.68	-3.26	-15.36	1.03	FESSURATA	0.004	1.630	1.65	OK
N6	43	I[44]	28.5	-282.4	42.0	0.35	0.59	-2.20	-15.36	1.03	OK	0.180	1.102	1.48	OK
N6	43	J[43]	40.6	-280.1	6.3	0.35	1.19	-2.79	-15.36	1.03	FESSURATA	0.027	1.395	1.58	OK
N6	44	I[45]	15.2	-288.3	43.6	0.35	-0.08	-1.57	-15.36	1.03	OK	0.187	0.824	1.38	OK
N6	44	J[44]	28.5	-285.4	9.5	0.35	0.58	-2.21	-15.36	1.03	OK	0.041	1.106	1.48	OK
N6	45	I[46]	1.8	-294.9	42.8	0.35	-0.75	-0.93	-15.36	1.03	OK	0.184	0.842	1.39	OK
N6	45	J[45]	15.2	-291.4	10.4	0.35	-0.09	-1.58	-15.36	1.03	OK	0.045	0.833	1.38	OK
N6	46	I[47]	-10.3	-301.8	39.5	0.35	-1.37	-0.36	-15.36	1.03	OK	0.169	0.862	1.40	OK
N6	46	J[46]	1.8	-297.8	8.9	0.35	-0.76	-0.94	-15.36	1.03	OK	0.038	0.851	1.39	OK
N6	47	I[48]	-20.0	-308.8	33.6	0.35	-1.86	0.10	-15.36	1.03	OK	0.144	0.930	1.42	OK
N6	47	J[47]	-10.3	-304.4	4.8	0.35	-1.38	-0.36	-15.36	1.03	OK	0.020	0.870	1.40	OK
N6	48	I[49]	-25.8	-315.5	25.0	0.35	-2.17	0.36	-15.36	1.03	OK	0.107	1.083	1.47	OK
N6	48	J[48]	-20.0	-310.7	1.9	0.35	-1.87	0.09	-15.36	1.03	OK	0.008	0.933	1.42	OK
N6	49	I[50]	-26.5	-321.6	13.8	0.35	-2.22	0.38	-15.36	1.03	OK	0.059	1.109	1.48	OK
N6	49	J[49]	-25.8	-316.3	11.2	0.35	-2.17	0.36	-15.36	1.03	OK	0.048	1.084	1.48	OK
N6	50	I[51]	-20.8	-326.5	0.0	0.35	-1.95	0.09	-15.36	1.03	OK	0.000	0.976	1.44	OK
N6	50	J[50]	-26.5	-321.0	23.0	0.35	-2.22	0.38	-15.36	1.03	OK	0.099	1.108	1.48	OK

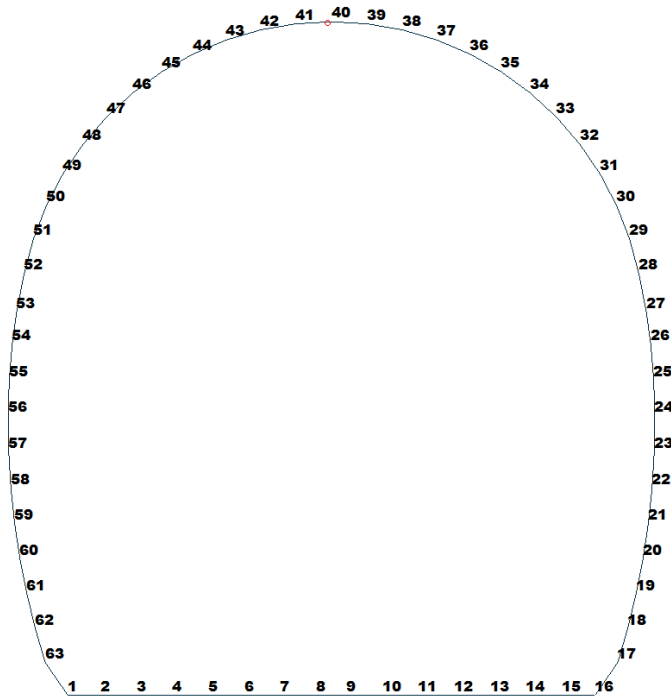


Figure 25 Beam end release

Table 6 Beam end release input value

Element	Type	Fxi	Fyi	Fzi	Mxi	Myi	Mzi	Fxj	Fyj	Fzj	Mxj	Myj	Mzj
40	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109900	0

ITERAZIONE SECONDO IL METODO DI PÖTTLER

CALCOLO CERNIERE PLASTICHE

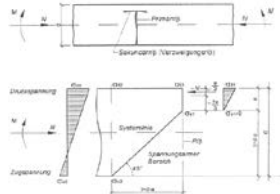
ITERAZIONE IN NODO 40 j

MIDAS

$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000009	[rad/kN*m]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	109'900	[kN*m/rad]

M_{nodo}	38.970	[kN*m]
N_{nodo}	279.020	[kN]
V_{nodo}	15.990	[kN]

$Cf_{MIDAS} = Cf_{Pöttler}$	SI
$\varphi_{Pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI

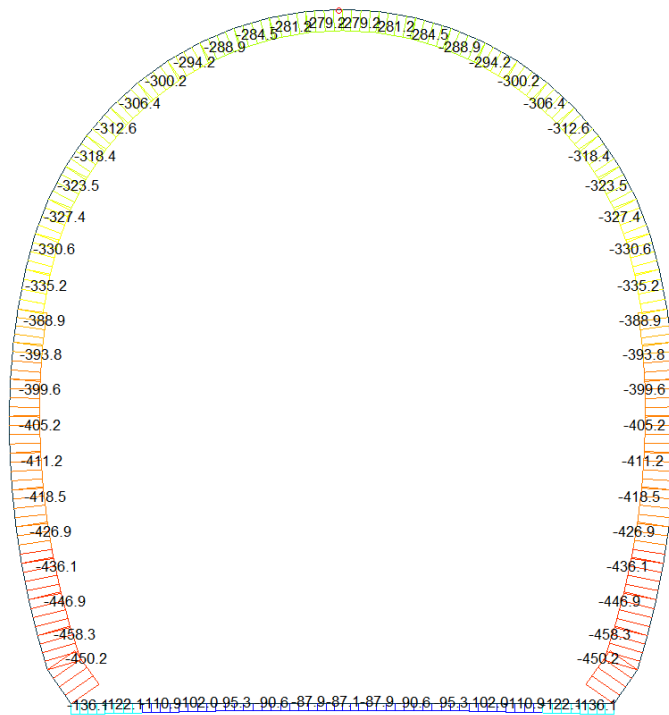


PÖTTLER

E_p	26'400'000	[kN/m ²]
d	0.35	[m]
e	0.1397	[m]
a	0.11	[m]
$\varphi_{Pöttler}$	0.0003582	[rad]
$Cf_{Pöttler}$	0.0000092	[rad/kN*m]
$1/Cf_{Pöttler}$	108'781	[kN*m/rad]

0.358243

Beam Diagram_Fx - FEM analysis / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

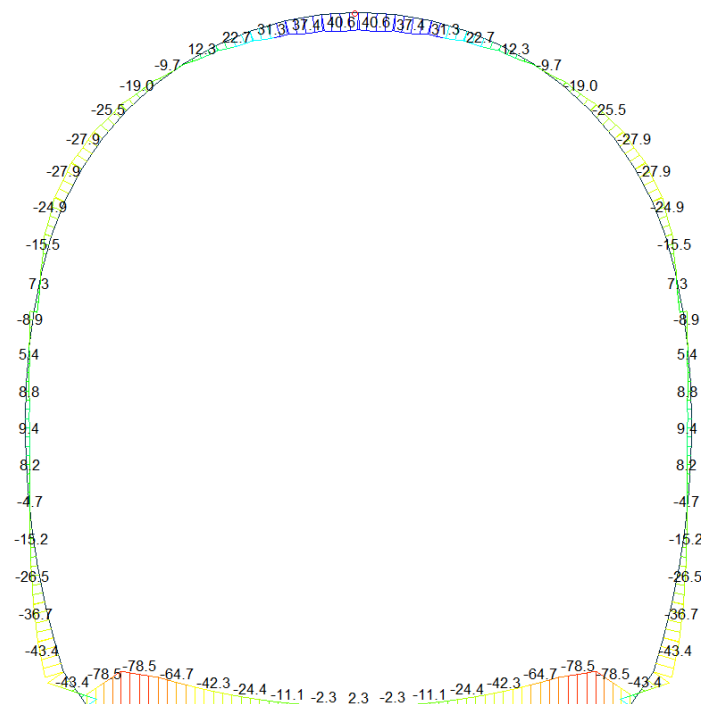
AXIAL

Blue	-87.14
Cyan	-120.89
Green	-154.63
Light Green	-188.38
Yellow-Green	-222.13
Yellow	-255.87
Orange-Yellow	-289.62
Orange	-323.36
Red-Orange	-357.11
Red	-390.85
Dark Red	-424.60
Black	-458.34

ST: N6
MAX : 8
MIN : 17
FILE: PdE_CS_PP ~
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

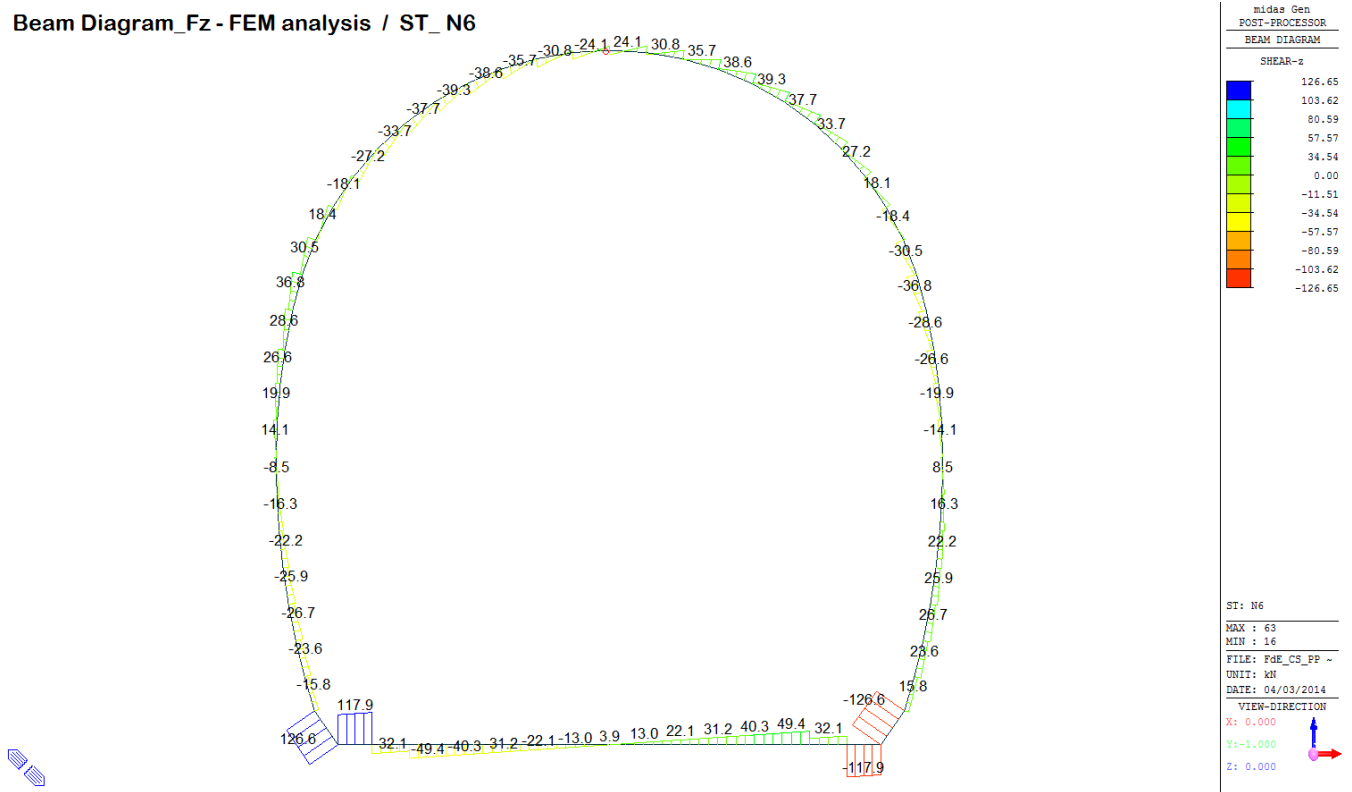
MOMENT-y

Blue	40.62
Cyan	29.78
Green	18.95
Light Green	8.12
Yellow-Green	0.00
Yellow	-24.37
Orange-Yellow	-35.20
Orange	-46.03
Red-Orange	-56.86
Red	-67.69
Dark Red	-78.52

ST: N6
MAX : 40
MIN : 15
FILE: PdE_CS_PP ~
UNIT: kN*m
DATE: 04/03/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz - FEM analysis / ST_N6



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.60	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{ct,95}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctk,95}$ [N/mm ²]	1.030	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI FESSURATE

VERIFICA SEZIONE NODO 40 j

Combinazione di carico	Nodo n°	Posizione del nodo	M_d [kN·m/m]	N_d [kN/m ²]	V_d [kN/m]	$E_p = 0.8 \cdot E_{cm}$ [kN/m ²]	e_d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità $e_d < d/2$	σ_s [N/mm ²]	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	Verifica della compressione $\sigma_d < f_{ctd,95}$
N6	40 j	Volta	39.0	279.0	16.0	26'400'000	0.140	0.35	OK	5.26	15.36	OK

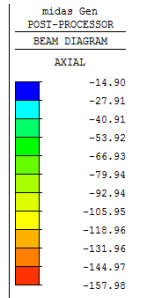
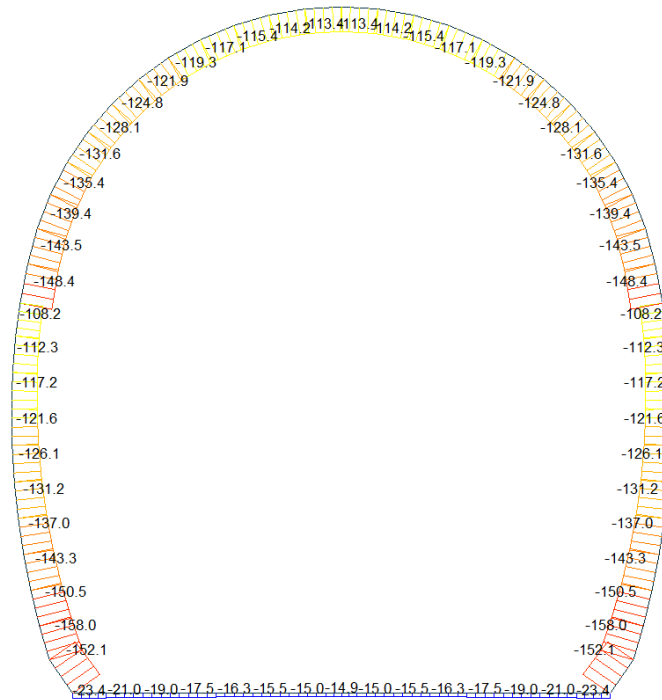
Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\psi_{P_{otter}}$ [rad]	$1/C_f$ MIDAS [kN·m/rad]	$1/C_f$ P _{otter} [kN·m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{P_{otter}}$ [mm]	Ampiezza della fessura $w < 1$ [mm]	$f_{ctd,95}$ [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$ [N/mm ²]	f_{cvd} (EC2) [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp, max} \leq F_{cvd}$
N6	40 j	0.106	0.3582432	109'900	108'781	OK	0.087	OK	1.03	0.23	7.14	2.55	OK
Iterazione ok													

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M _d [kN-m]	N _d [kN]	V _d [kN]	d [m]	Solicitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ _{int}		f _{td,90%}	f _{td,90%}		τ _{top} [N/mm ²]	f _{td,EC2} [N/mm ²]	τ _{cs,max} S F _{v,d}	Verifica a taglio
							σ _{top} [N/mm ²]	σ _{bot} [N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
N6	29	I[30]	-24.9	-322.1	30.6	0.35	-2.14	0.30	-15.36	1.03	OK	0.131	1.069	1.47	OK
N6	29	J[29]	-15.4	-327.5	7.6	0.35	-1.69	-0.18	-15.36	1.03	OK	0.033	0.936	1.42	OK
N6	30	I[31]	-27.8	-318.4	18.5	0.35	-2.27	0.45	-15.36	1.03	OK	0.079	1.136	1.49	OK
N6	30	J[30]	-24.9	-323.5	6.4	0.35	-2.14	0.29	-15.36	1.03	OK	0.028	1.071	1.47	OK
N6	31	I[32]	-25.5	-313.7	8.8	0.35	-2.14	0.35	-15.36	1.03	OK	0.038	1.072	1.47	OK
N6	31	J[31]	-27.8	-318.5	18.0	0.35	-2.27	0.45	-15.36	1.03	OK	0.077	1.136	1.49	OK
N6	32	I[33]	-19.0	-308.3	1.6	0.35	-1.81	0.05	-15.36	1.03	OK	0.007	0.907	1.41	OK
N6	32	J[32]	-25.5	-312.7	27.1	0.35	-2.14	0.35	-15.36	1.03	OK	0.116	1.070	1.47	OK
N6	33	I[34]	-9.8	-302.6	3.1	0.35	-1.35	-0.38	-15.36	1.03	OK	0.013	0.865	1.40	OK
N6	33	J[33]	-19.0	-306.5	33.6	0.35	-1.81	0.06	-15.36	1.03	OK	0.144	0.904	1.41	OK
N6	34	I[35]	1.0	-296.9	5.4	0.35	-0.80	-0.90	-15.36	1.03	OK	0.023	0.848	1.39	OK
N6	34	J[34]	-9.8	-300.3	37.7	0.35	-1.34	-0.38	-15.36	1.03	OK	0.161	0.858	1.39	OK
N6	35	I[36]	12.2	-291.5	5.2	0.35	-0.24	-1.43	-15.36	1.03	OK	0.022	0.833	1.38	OK
N6	35	J[35]	1.0	-294.3	39.2	0.35	-0.79	-0.89	-15.36	1.03	OK	0.168	0.841	1.39	OK
N6	36	I[37]	22.6	-286.8	2.9	0.35	0.29	-1.92	-15.36	1.03	OK	0.012	0.962	1.43	OK
N6	36	J[36]	12.2	-289.0	38.5	0.35	-0.23	-1.42	-15.36	1.03	OK	0.165	0.826	1.38	OK
N6	37	I[38]	31.1	-282.9	1.6	0.35	0.72	-2.33	-15.36	1.03	OK	0.007	1.166	1.50	OK
N6	37	J[37]	22.6	-284.6	35.6	0.35	0.29	-1.92	-15.36	1.03	OK	0.153	0.959	1.43	OK
N6	38	I[39]	36.9	-280.3	7.9	0.35	1.01	-2.61	-15.36	1.03	OK	0.034	1.304	1.55	OK
N6	38	J[38]	31.1	-281.3	30.8	0.35	0.72	-2.33	-15.36	1.03	OK	0.132	1.164	1.50	OK
N6	39	I[40]	39.0	-279.0	16.0	0.35	1.02	-2.71	-15.36	1.03	OK	0.069	1.353	1.57	OK
N6	39	J[39]	36.9	-279.4	24.1	0.35	1.01	-2.60	-15.36	1.03	OK	0.103	1.302	1.55	OK
N6	40	I[41]	36.9	-279.4	24.1	0.35	1.01	-2.60	-15.36	1.03	OK	0.103	1.302	1.55	OK
N6	40	J[40]	39.0	-279.0	16.0	0.35	1.02	-2.71	-15.36	1.03	OK	0.069	1.353	1.57	OK
N6	41	I[42]	31.1	-281.3	30.8	0.35	0.72	-2.33	-15.36	1.03	OK	0.132	1.164	1.50	OK
N6	41	J[41]	36.9	-280.3	7.9	0.35	1.01	-2.61	-15.36	1.03	OK	0.034	1.304	1.55	OK
N6	42	I[43]	22.6	-284.6	35.6	0.35	0.29	-1.92	-15.36	1.03	OK	0.153	0.959	1.43	OK
N6	42	J[42]	31.1	-282.9	1.6	0.35	0.72	-2.33	-15.36	1.03	OK	0.007	1.166	1.50	OK
N6	43	I[44]	12.2	-289.0	38.5	0.35	-0.23	-1.42	-15.36	1.03	OK	0.165	0.826	1.38	OK
N6	43	J[43]	22.6	-286.8	2.9	0.35	0.29	-1.92	-15.36	1.03	OK	0.012	0.962	1.43	OK
N6	44	I[45]	1.0	-294.3	39.2	0.35	-0.79	-0.89	-15.36	1.03	OK	0.168	0.841	1.39	OK
N6	44	J[44]	12.2	-291.5	5.2	0.35	-0.24	-1.43	-15.36	1.03	OK	0.022	0.833	1.38	OK
N6	45	I[46]	-9.8	-300.3	37.7	0.35	-1.34	-0.38	-15.36	1.03	OK	0.161	0.858	1.39	OK
N6	45	J[45]	1.0	-296.9	5.4	0.35	-0.80	-0.90	-15.36	1.03	OK	0.023	0.848	1.39	OK
N6	46	I[47]	-19.0	-306.5	33.6	0.35	-1.81	0.06	-15.36	1.03	OK	0.144	0.904	1.41	OK
N6	46	J[46]	-9.8	-302.6	3.1	0.35	-1.35	-0.38	-15.36	1.03	OK	0.013	0.865	1.40	OK
N6	47	I[48]	-25.5	-312.7	27.1	0.35	-2.14	0.35	-15.36	1.03	OK	0.116	1.070	1.47	OK
N6	47	J[47]	-19.0	-308.3	1.6	0.35	-1.81	0.05	-15.36	1.03	OK	0.007	0.907	1.41	OK
N6	48	I[49]	-27.8	-318.5	18.0	0.35	-2.27	0.45	-15.36	1.03	OK	0.077	1.136	1.49	OK
N6	48	J[48]	-25.5	-313.7	8.8	0.35	-2.14	0.35	-15.36	1.03	OK	0.038	1.072	1.47	OK
N6	49	I[50]	-24.9	-323.5	6.4	0.35	-2.14	0.29	-15.36	1.03	OK	0.028	1.071	1.47	OK
N6	49	J[49]	-27.8	-318.4	18.5	0.35	-2.27	0.45	-15.36	1.03	OK	0.079	1.136	1.49	OK
N6	50	I[51]	-15.4	-327.5	7.6	0.35	-1.69	-0.18	-15.36	1.03	OK	0.033	0.936	1.42	OK
N6	50	J[50]	-24.9	-322.1	30.6	0.35	-2.14	0.30	-15.36	1.03	OK	0.131	1.069	1.47	OK

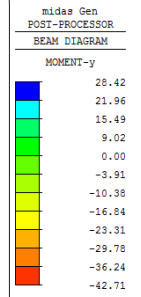
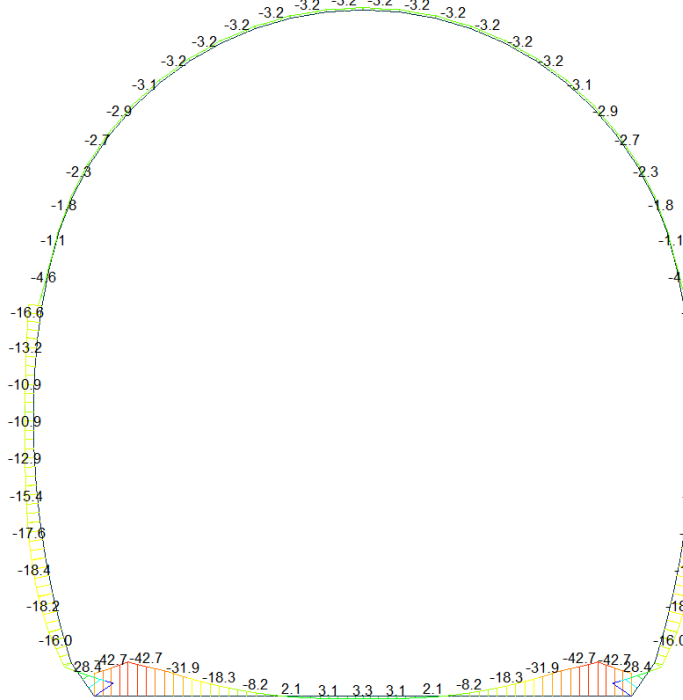
A.5.4.7. Load combination SLU 11

Beam Diagram_Fx / ST_N11



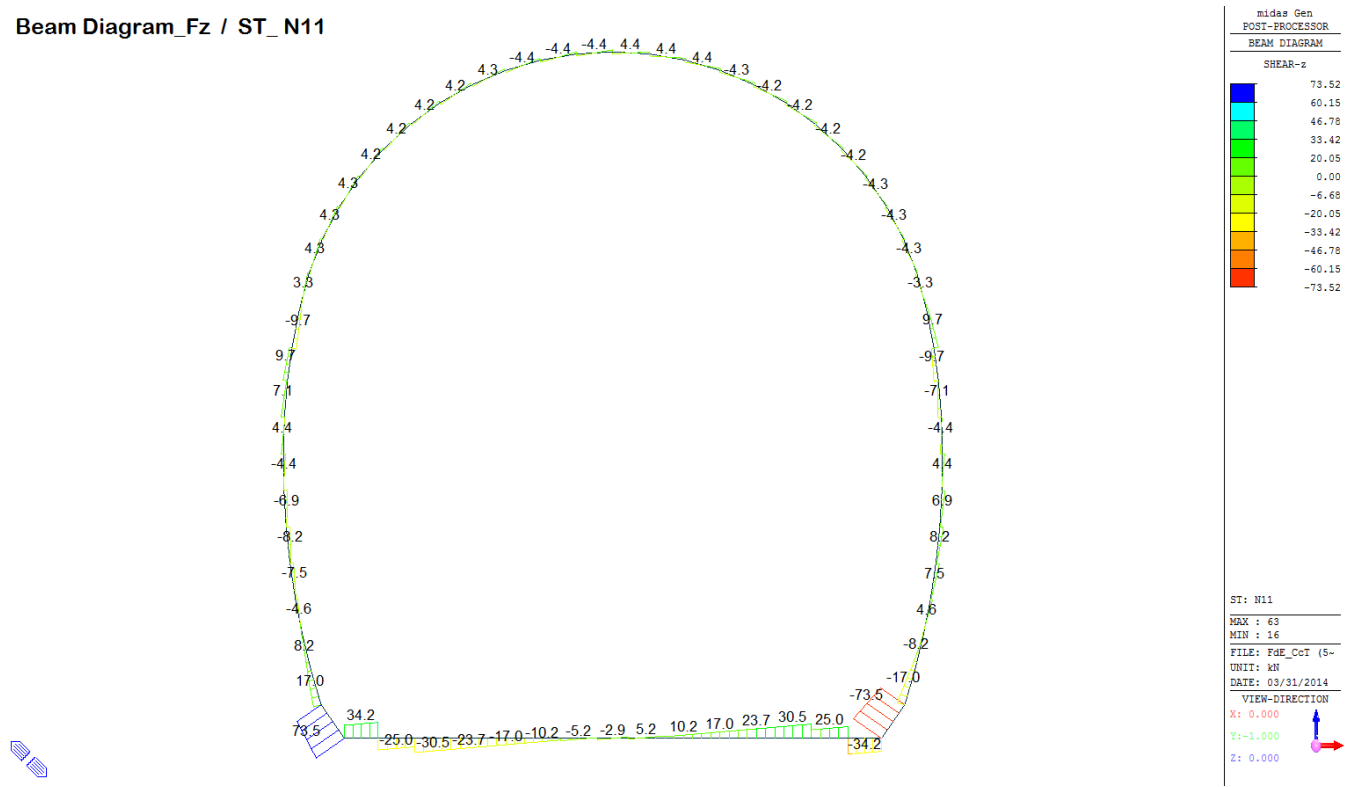
ST: N11
 MAX : 8
 MIN : 17
 FILE: FdE_Cot (5-
 UNIT: KN
 DATE: 03/31/2014
 VIEW-DIRECTION
 X: 0.000
 Y: -1.000
 Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N11



ST: N11
 MAX : 16
 MIN : 14
 FILE: FdE_Cot (5-
 UNIT: KN*m
 DATE: 03/31/2014
 VIEW-DIRECTION
 X: 0.000
 Y: -1.000
 Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N11



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

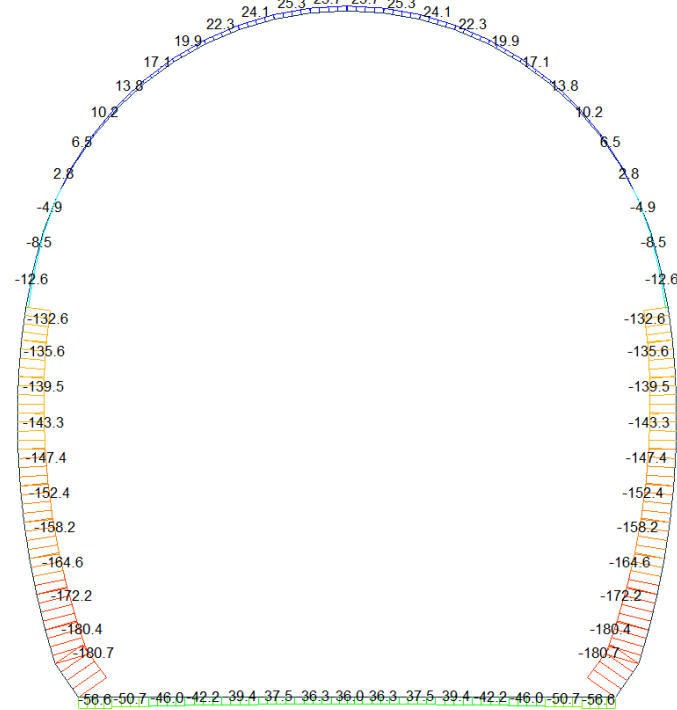
R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.20	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ϕ	0.80
$f_{ct,95\%}$ [N/mm ²]	20.47	$f_{ctk,95\%}$ [N/mm ²]	1.373	E_g [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	f_{cp} [N/mm ²]	$f_{ctd,EC2}$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ct,d}$
N11	29	I[30]	-1.8	-135.3	4.3	0.35	-0.47	-0.30	-20.47	1.37	OK	0.019	0.387	1.55	OK
N11	29	J[29]	-1.1	-139.4	1.8	0.35	-0.45	-0.34	-20.47	1.37	OK	0.008	0.398	1.56	OK
N11	30	I[31]	-2.3	-131.5	4.3	0.35	-0.49	-0.26	-20.47	1.37	OK	0.018	0.376	1.55	OK
N11	30	J[30]	-1.8	-135.4	2.2	0.35	-0.47	-0.30	-20.47	1.37	OK	0.010	0.387	1.55	OK
N11	31	I[32]	-2.7	-128.0	4.3	0.35	-0.50	-0.24	-20.47	1.37	OK	0.018	0.366	1.55	OK
N11	31	J[31]	-2.3	-131.6	2.7	0.35	-0.49	-0.26	-20.47	1.37	OK	0.012	0.376	1.55	OK
N11	32	I[33]	-2.9	-124.8	4.2	0.35	-0.50	-0.21	-20.47	1.37	OK	0.018	0.357	1.54	OK
N11	32	J[32]	-2.7	-128.1	3.2	0.35	-0.50	-0.24	-20.47	1.37	OK	0.014	0.366	1.55	OK
N11	33	I[34]	-3.1	-121.9	4.2	0.35	-0.50	-0.20	-20.47	1.37	OK	0.018	0.348	1.54	OK
N11	33	J[33]	-2.9	-124.8	3.5	0.35	-0.50	-0.21	-20.47	1.37	OK	0.015	0.357	1.54	OK
N11	34	I[35]	-3.2	-119.3	4.2	0.35	-0.50	-0.19	-20.47	1.37	OK	0.018	0.341	1.53	OK
N11	34	J[34]	-3.1	-121.9	3.9	0.35	-0.50	-0.20	-20.47	1.37	OK	0.017	0.348	1.54	OK
N11	35	I[36]	-3.2	-117.2	4.2	0.35	-0.49	-0.18	-20.47	1.37	OK	0.018	0.335	1.53	OK
N11	35	J[35]	-3.2	-119.3	4.1	0.35	-0.50	-0.19	-20.47	1.37	OK	0.018	0.341	1.53	OK
N11	36	I[37]	-3.2	-115.4	4.3	0.35	-0.49	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.018	0.330	1.53	OK
N11	36	J[36]	-3.2	-117.1	4.3	0.35	-0.49	-0.18	-20.47	1.37	OK	0.018	0.335	1.53	OK
N11	37	I[38]	-3.2	-114.2	4.3	0.35	-0.48	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.326	1.53	OK
N11	37	J[37]	-3.2	-115.4	4.4	0.35	-0.49	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.330	1.53	OK
N11	38	I[39]	-3.2	-113.4	4.4	0.35	-0.48	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.324	1.53	OK
N11	38	J[38]	-3.2	-114.2	4.4	0.35	-0.48	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.326	1.53	OK
N11	39	I[40]	-3.2	-113.2	4.4	0.35	-0.48	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.323	1.53	OK
N11	39	J[39]	-3.2	-113.4	4.4	0.35	-0.48	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.324	1.53	OK
N11	40	I[41]	-3.2	-113.4	4.4	0.35	-0.48	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.324	1.53	OK
N11	40	J[40]	-3.2	-113.2	4.4	0.35	-0.48	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.323	1.53	OK
N11	41	I[42]	-3.2	-114.2	4.4	0.35	-0.48	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.326	1.53	OK
N11	41	J[41]	-3.2	-113.4	4.4	0.35	-0.48	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.324	1.53	OK
N11	42	I[43]	-3.2	-115.4	4.4	0.35	-0.49	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.330	1.53	OK
N11	42	J[42]	-3.2	-114.2	4.3	0.35	-0.48	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.019	0.326	1.53	OK
N11	43	I[44]	-3.2	-117.1	4.3	0.35	-0.49	-0.18	-20.47	1.37	OK	0.018	0.335	1.53	OK
N11	43	J[43]	-3.2	-115.4	4.3	0.35	-0.49	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.018	0.330	1.53	OK
N11	44	I[45]	-3.2	-119.3	4.1	0.35	-0.50	-0.19	-20.47	1.37	OK	0.018	0.341	1.53	OK
N11	44	J[44]	-3.2	-117.2	4.2	0.35	-0.49	-0.18	-20.47	1.37	OK	0.018	0.335	1.53	OK
N11	45	I[46]	-3.1	-121.9	3.9	0.35	-0.50	-0.20	-20.47	1.37	OK	0.017	0.348	1.54	OK
N11	45	J[45]	-3.2	-119.3	4.2	0.35	-0.50	-0.19	-20.47	1.37	OK	0.018	0.341	1.53	OK
N11	46	I[47]	-2.9	-124.8	3.5	0.35	-0.50	-0.21	-20.47	1.37	OK	0.015	0.357	1.54	OK
N11	46	J[46]	-3.1	-121.9	4.2	0.35	-0.50	-0.20	-20.47	1.37	OK	0.018	0.348	1.54	OK
N11	47	I[48]	-2.7	-128.1	3.2	0.35	-0.50	-0.24	-20.47	1.37	OK	0.014	0.366	1.55	OK
N11	47	J[47]	-2.9	-124.8	4.2	0.35	-0.50	-0.21	-20.47	1.37	OK	0.016	0.357	1.54	OK
N11	48	I[49]	-2.3	-131.6	2.7	0.35	-0.49	-0.26	-20.47	1.37	OK	0.012	0.376	1.55	OK
N11	48	J[48]	-2.7	-128.0	4.3	0.35	-0.50	-0.24	-20.47	1.37	OK	0.018	0.366	1.55	OK
N11	49	I[50]	-1.8	-135.4	2.2	0.35	-0.47	-0.30	-20.47	1.37	OK	0.010	0.387	1.55	OK
N11	49	J[49]	-2.3	-131.5	4.3	0.35	-0.49	-0.26	-20.47	1.37	OK	0.018	0.376	1.55	OK
N11	50	I[51]	-1.1	-139.4	1.8	0.35	-0.45	-0.34	-20.47	1.37	OK	0.008	0.398	1.56	OK
N11	50	J[50]	-1.8	-135.3	4.3	0.35	-0.47	-0.30	-20.47	1.37	OK	0.019	0.387	1.55	OK

A.5.4.8. Load combination SLU 12

Beam Diagram_Fx / ST_N12



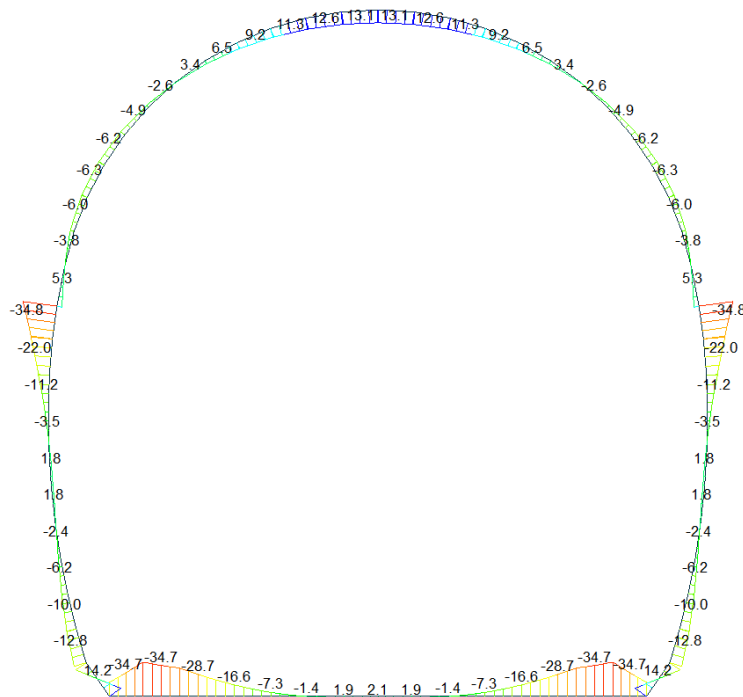
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

25.71
0.00
-11.81
-30.57
-49.34
-68.10
-86.86
-105.62
-124.38
-143.14
-161.91
-180.67

ST: N12
MAX : 40
MIN : 63
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: KN
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N12



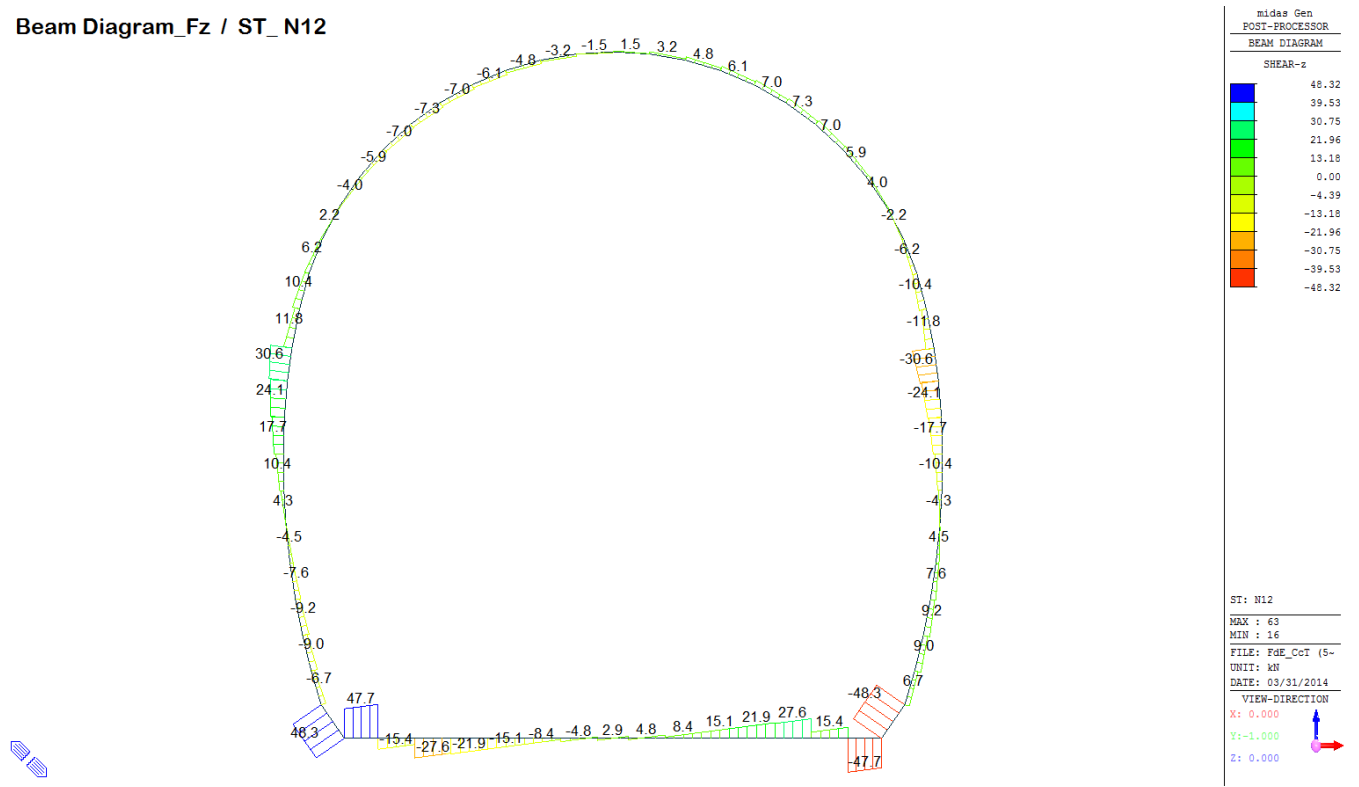
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

14.18
9.73
5.28
0.00
-3.63
-8.08
-12.53
-16.99
-21.44
-25.89
-30.34
-34.80

ST: N12
MAX : 16
MIN : 53
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: KN*m
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N12



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

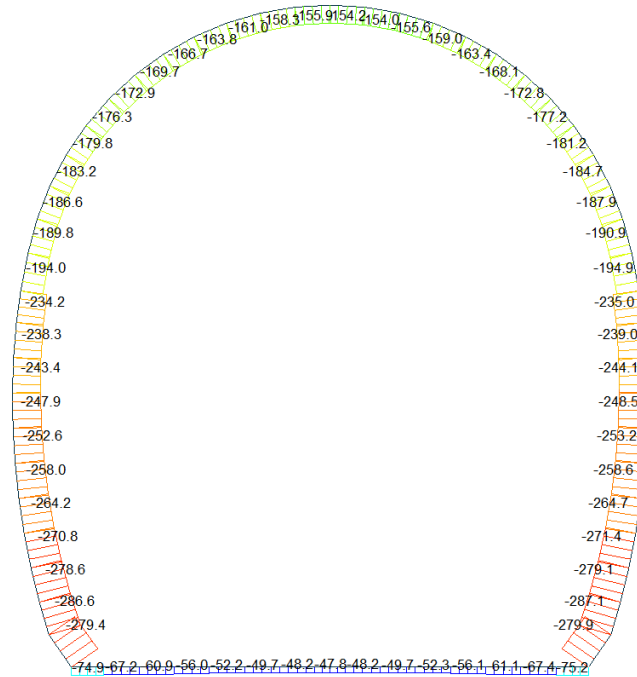
R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.20	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ϕ	0.80
$f_{ctk,95\%}$ [N/mm ²]	20.47	$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]	1.373	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ctd,90\%}$ [N/mm ²]	$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	f_{cp} [N/mm ²]	$f_{ctd}(EC2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ctd}$
N12	29	J[30]	-6.0	-0.8	2.2	0.35	-0.30	0.29	-20.47	1.37	OK	0.010	0.149	1.45	OK
N12	29	J[29]	-3.9	-4.9	6.2	0.35	-0.21	0.18	-20.47	1.37	OK	0.026	0.103	1.42	OK
N12	30	J[31]	-6.2	2.8	1.4	0.35	-0.30	0.31	-20.47	1.37	OK	0.006	0.148	1.45	OK
N12	30	J[30]	-6.0	-1.1	2.1	0.35	-0.30	0.29	-20.47	1.37	OK	0.009	0.149	1.45	OK
N12	31	J[32]	-4.9	6.5	4.1	0.35	-0.22	0.26	-20.47	1.37	OK	0.017	0.112	1.43	OK
N12	31	J[31]	-6.2	2.9	1.0	0.35	-0.30	0.31	-20.47	1.37	OK	0.004	0.148	1.44	OK
N12	32	J[32]	-2.6	10.3	5.9	0.35	-0.10	0.16	-20.47	1.37	OK	0.025	0.050	1.40	OK
N12	32	J[33]	-4.9	7.0	3.3	0.35	-0.22	0.26	-20.47	1.37	OK	0.014	0.111	1.43	OK
N12	33	J[34]	0.3	13.8	7.0	0.35	0.05	0.03	-20.47	1.37	OK	0.030	0.040	1.39	OK
N12	33	J[33]	-2.6	10.9	4.7	0.35	-0.10	0.16	-20.47	1.37	OK	0.020	0.049	1.40	OK
N12	34	J[35]	3.5	17.1	7.3	0.35	0.22	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.031	0.060	1.40	OK
N12	34	J[34]	0.3	14.5	5.4	0.35	0.06	0.03	-20.47	1.37	OK	0.023	0.042	1.39	OK
N12	35	J[36]	6.5	20.0	7.0	0.35	0.38	-0.26	-20.47	1.37	OK	0.030	0.132	1.44	OK
N12	35	J[35]	3.5	17.8	5.3	0.35	0.22	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.023	0.059	1.40	OK
N12	36	J[37]	9.3	22.4	6.2	0.35	0.52	-0.39	-20.47	1.37	OK	0.026	0.195	1.47	OK
N12	36	J[36]	6.5	20.7	4.7	0.35	0.38	-0.26	-20.47	1.37	OK	0.020	0.131	1.44	OK
N12	37	J[38]	11.4	24.2	4.9	0.35	0.63	-0.49	-20.47	1.37	OK	0.021	0.244	1.49	OK
N12	37	J[37]	9.3	22.9	3.6	0.35	0.52	-0.39	-20.47	1.37	OK	0.015	0.194	1.47	OK
N12	38	J[39]	12.7	25.3	3.3	0.35	0.69	-0.55	-20.47	1.37	OK	0.014	0.275	1.50	OK
N12	38	J[38]	11.4	24.6	2.1	0.35	0.63	-0.49	-20.47	1.37	OK	0.009	0.243	1.49	OK
N12	39	J[40]	13.2	25.8	1.5	0.35	0.72	-0.57	-20.47	1.37	OK	0.006	0.285	1.51	OK
N12	39	J[39]	12.7	25.5	0.4	0.35	0.69	-0.55	-20.47	1.37	OK	0.002	0.274	1.50	OK
N12	40	J[41]	12.7	25.5	0.4	0.35	0.69	-0.55	-20.47	1.37	OK	0.002	0.274	1.50	OK
N12	40	J[40]	13.2	25.8	1.5	0.35	0.72	-0.57	-20.47	1.37	OK	0.006	0.285	1.51	OK
N12	41	J[42]	11.4	24.6	2.1	0.35	0.63	-0.49	-20.47	1.37	OK	0.009	0.243	1.49	OK
N12	41	J[41]	12.7	25.3	3.3	0.35	0.69	-0.55	-20.47	1.37	OK	0.014	0.275	1.50	OK
N12	42	J[43]	9.3	22.9	3.6	0.35	0.52	-0.39	-20.47	1.37	OK	0.015	0.194	1.47	OK
N12	42	J[42]	11.4	24.2	4.9	0.35	0.63	-0.49	-20.47	1.37	OK	0.021	0.244	1.49	OK
N12	43	J[44]	6.5	20.7	4.7	0.35	0.38	-0.26	-20.47	1.37	OK	0.020	0.131	1.44	OK
N12	43	J[43]	9.3	22.4	6.2	0.35	0.52	-0.39	-20.47	1.37	OK	0.026	0.195	1.47	OK
N12	44	J[45]	3.5	17.8	5.3	0.35	0.22	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.023	0.059	1.40	OK
N12	44	J[44]	6.5	20.0	7.0	0.35	0.38	-0.26	-20.47	1.37	OK	0.030	0.132	1.44	OK
N12	45	J[46]	0.3	14.5	5.4	0.35	0.06	0.03	-20.47	1.37	OK	0.023	0.042	1.39	OK
N12	45	J[45]	3.5	17.1	7.3	0.35	0.22	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.031	0.060	1.40	OK
N12	46	J[47]	-2.6	10.9	4.7	0.35	-0.10	0.16	-20.47	1.37	OK	0.020	0.049	1.40	OK
N12	46	J[46]	0.3	13.8	7.0	0.35	0.05	0.03	-20.47	1.37	OK	0.030	0.040	1.39	OK
N12	47	J[48]	-4.9	7.0	3.3	0.35	-0.22	0.26	-20.47	1.37	OK	0.014	0.111	1.43	OK
N12	47	J[47]	-2.6	10.3	5.9	0.35	-0.10	0.16	-20.47	1.37	OK	0.025	0.050	1.40	OK
N12	48	J[49]	-6.2	2.9	1.0	0.35	-0.30	0.31	-20.47	1.37	OK	0.004	0.148	1.44	OK
N12	48	J[48]	-4.9	6.5	4.1	0.35	-0.22	0.26	-20.47	1.37	OK	0.017	0.112	1.43	OK
N12	49	J[50]	-6.0	-1.1	2.1	0.35	-0.30	0.29	-20.47	1.37	OK	0.009	0.149	1.45	OK
N12	49	J[49]	-6.2	2.8	1.4	0.35	-0.30	0.31	-20.47	1.37	OK	0.006	0.148	1.45	OK
N12	50	J[51]	-3.9	-4.9	6.2	0.35	-0.21	0.18	-20.47	1.37	OK	0.026	0.103	1.42	OK
N12	50	J[50]	-6.0	-0.8	2.2	0.35	-0.30	0.29	-20.47	1.37	OK	0.010	0.149	1.45	OK

A.5.4.9. Load combination SLU 21 Block analysis

Beam Diagram_Fx - Block analysis / CBC_21



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

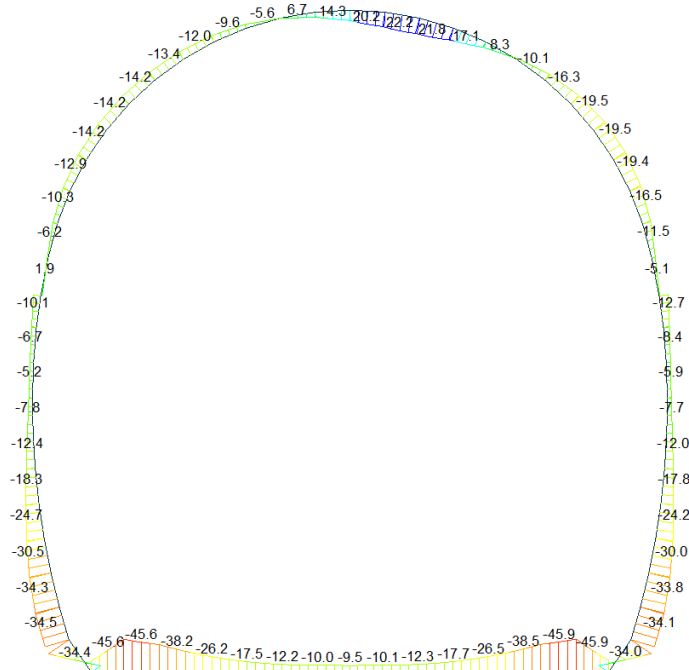
AXIAL

Blue	-47.76
Cyan	-69.52
Green	-91.28
Light Green	-113.04
Yellow-Green	-134.81
Yellow	-156.57
Orange	-178.33
Light Red	-200.09
Red	-221.86
Dark Red	-243.62
Very Dark Red	-265.38
Black	-287.14

CBC: 21
MAX : 8
MIN : 17
FILE: FdE_Cct (4-
UNIT: kN
DATE: 04/29/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000



Beam Diagram_My - Block analysis / CBC_21



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

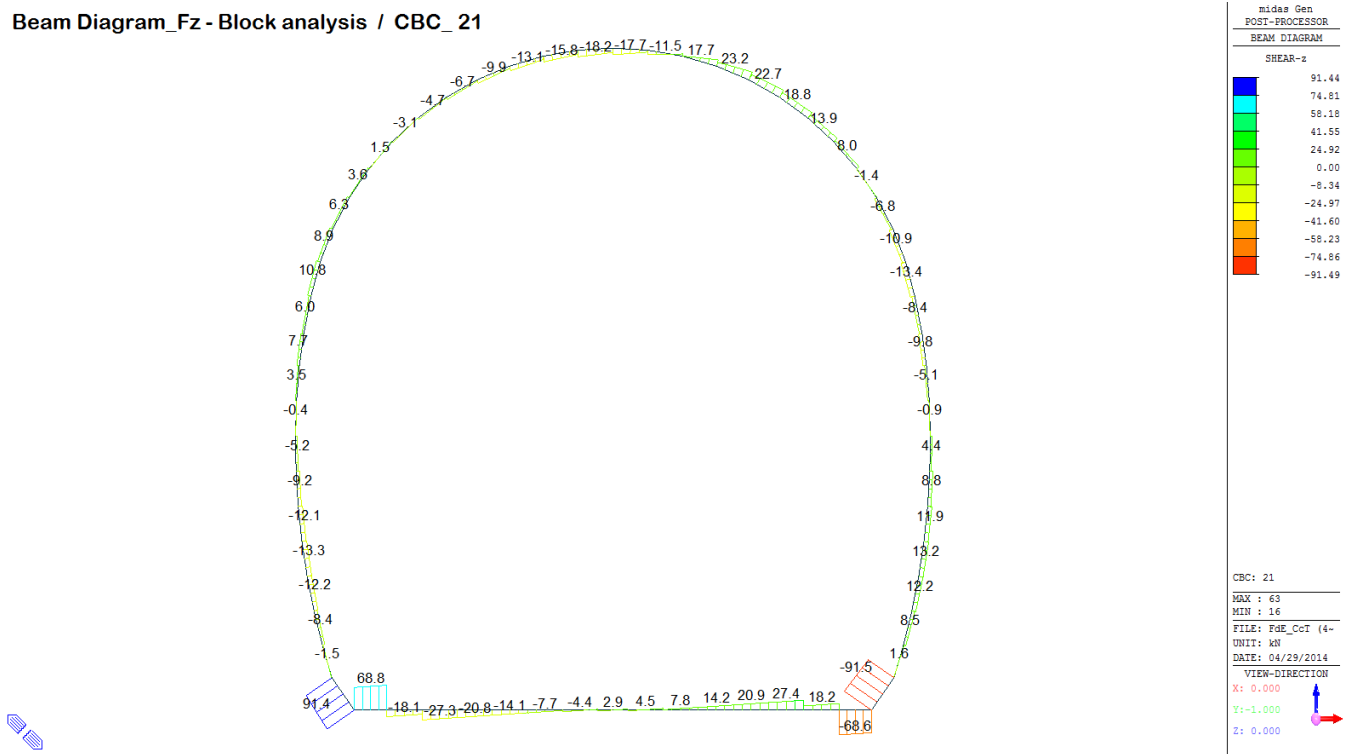
MOMENT-y

Blue	22.23
Cyan	16.03
Green	9.84
Light Green	3.64
Yellow-Green	0.00
Yellow	-8.75
Orange	-14.94
Light Red	-21.13
Red	-27.33
Dark Red	-33.52
Very Dark Red	-39.72
Black	-45.91

CBC: 21
MAX : 38
MIN : 14
FILE: FdE_Cct (4-
UNIT: kN*m
DATE: 04/29/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000



Beam Diagram_Fz - Block analysis / CBC_21



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

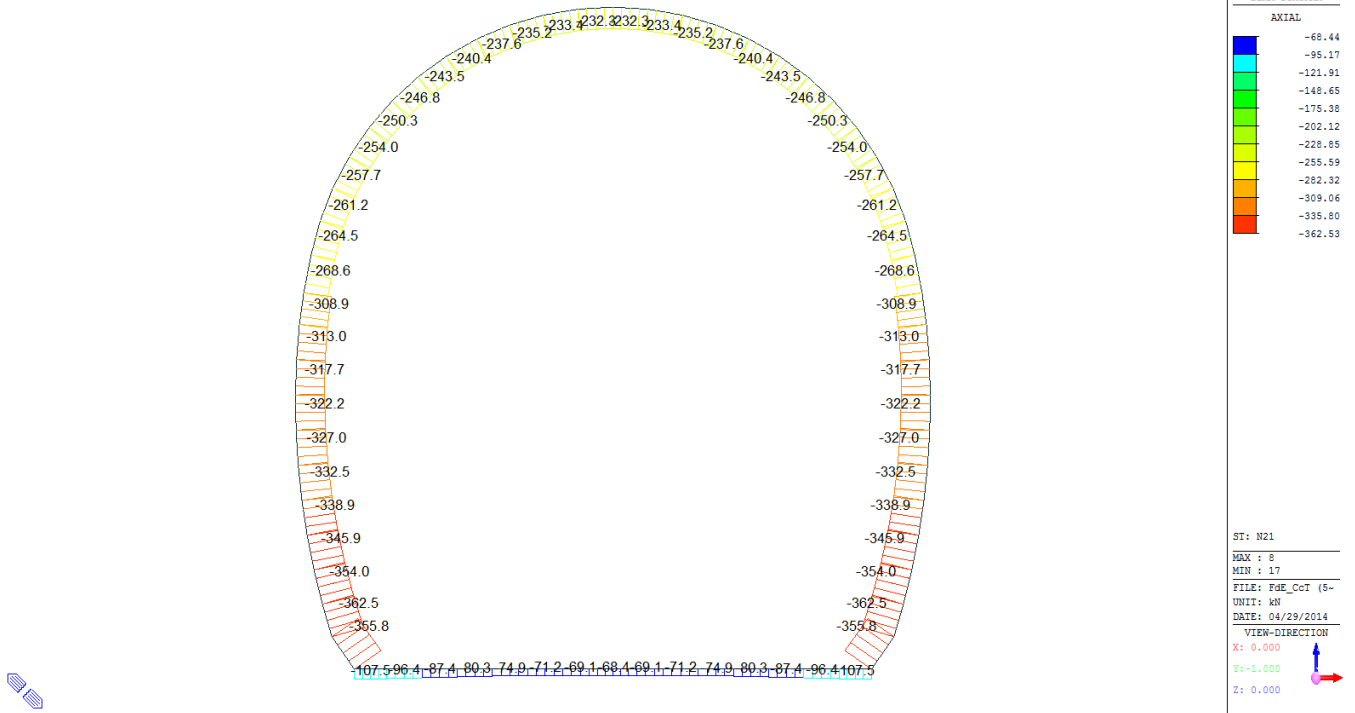
R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.20	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{ct,95\%}$ [N/mm ²]	20.47	$f_{ct,95\%}$ [N/mm ²]	1.373	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

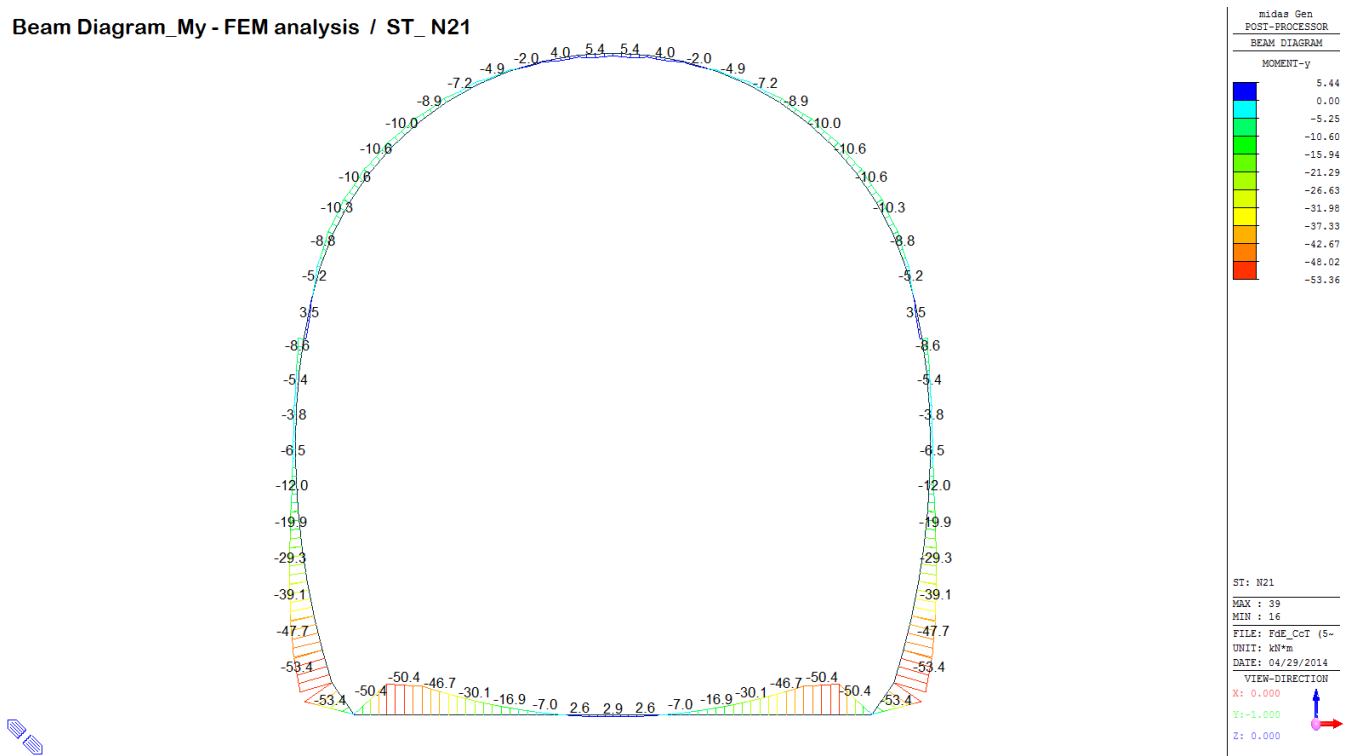
Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Solicitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ct,95\%}$ [N/mm ²]	$f_{ct,95\%}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$f_{cvd}(EC2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{cvd}$
N21	29	J[30]	-6.7	-117.8	5.5	0.28	-0.93	0.09	-20.47	1.37	OK	0.029	0.467	1.59	OK
N21	29	J[29]	-4.4	-121.8	3.9	0.28	-0.77	-0.10	-20.47	1.37	OK	0.021	0.435	1.58	OK
N21	30	J[31]	-8.2	-114.3	3.9	0.28	-1.03	0.22	-20.47	1.37	OK	0.021	0.516	1.61	OK
N21	30	J[30]	-6.7	-118.2	1.9	0.28	-0.94	0.09	-20.47	1.37	OK	0.010	0.468	1.59	OK
N21	31	J[32]	-8.8	-110.9	2.5	0.28	-1.07	0.28	-20.47	1.37	OK	0.013	0.534	1.62	OK
N21	31	J[31]	-8.2	-114.5	0.0	0.28	-1.03	0.21	-20.47	1.37	OK	0.000	0.516	1.61	OK
N21	32	J[33]	-8.5	-107.7	0.9	0.28	-1.04	0.27	-20.47	1.37	OK	0.005	0.519	1.61	OK
N21	32	J[32]	-8.8	-111.0	1.9	0.28	-1.07	0.28	-20.47	1.37	OK	0.010	0.534	1.62	OK
N21	33	J[34]	-7.2	-104.5	1.2	0.28	-0.92	0.17	-20.47	1.37	OK	0.006	0.461	1.59	OK
N21	33	J[33]	-8.5	-107.5	4.4	0.28	-1.04	0.27	-20.47	1.37	OK	0.023	0.519	1.61	OK
N21	34	J[35]	-4.2	-101.4	4.1	0.28	-0.69	-0.04	-20.47	1.37	OK	0.022	0.362	1.54	OK
N21	34	J[34]	-7.2	-104.0	7.7	0.28	-0.92	0.18	-20.47	1.37	OK	0.041	0.460	1.59	OK
N21	35	J[36]	0.4	-98.3	5.5	0.28	-0.32	-0.38	-20.47	1.37	OK	0.029	0.351	1.54	OK
N21	35	J[35]	-4.2	-100.5	12.0	0.28	-0.68	-0.04	-20.47	1.37	OK	0.064	0.359	1.54	OK
N21	36	J[37]	4.9	-95.5	2.6	0.28	0.03	-0.72	-20.47	1.37	OK	0.014	0.358	1.54	OK
N21	36	J[36]	0.4	-97.2	14.7	0.28	-0.32	-0.38	-20.47	1.37	OK	0.079	0.347	1.54	OK
N21	37	J[38]	7.1	-93.4	4.9	0.28	0.21	-0.88	-20.47	1.37	OK	0.026	0.438	1.58	OK
N21	37	J[37]	4.9	-94.6	12.8	0.28	0.04	-0.71	-20.47	1.37	OK	0.069	0.356	1.54	OK
N21	38	J[39]	5.3	-92.6	12.1	0.28	0.07	-0.73	-20.47	1.37	OK	0.065	0.367	1.55	OK
N21	38	J[38]	7.1	-93.3	5.8	0.28	0.21	-0.88	-20.47	1.37	OK	0.031	0.438	1.58	OK
N21	39	J[40]	1.1	-93.1	14.1	0.28	-0.25	-0.42	-20.47	1.37	OK	0.076	0.333	1.53	OK
N21	39	J[39]	5.3	-93.4	1.6	0.28	0.07	-0.74	-20.47	1.37	OK	0.009	0.369	1.55	OK
N21	40	J[41]	-3.1	-94.4	11.5	0.28	-0.57	-0.10	-20.47	1.37	OK	0.062	0.337	1.53	OK
N21	40	J[40]	1.1	-94.2	4.5	0.28	-0.25	-0.42	-20.47	1.37	OK	0.024	0.336	1.53	OK
N21	41	J[42]	-5.7	-96.0	7.4	0.28	-0.78	0.09	-20.47	1.37	OK	0.040	0.390	1.56	OK
N21	41	J[41]	-3.1	-95.3	3.1	0.28	-0.58	-0.10	-20.47	1.37	OK	0.017	0.340	1.53	OK
N21	42	J[43]	-6.9	-97.7	4.5	0.28	-0.88	0.18	-20.47	1.37	OK	0.024	0.438	1.58	OK
N21	42	J[42]	-5.7	-96.4	0.3	0.28	-0.78	0.09	-20.47	1.37	OK	0.002	0.391	1.56	OK
N21	43	J[44]	-7.2	-99.6	2.6	0.28	-0.91	0.20	-20.47	1.37	OK	0.014	0.453	1.58	OK
N21	43	J[43]	-6.9	-97.9	1.4	0.28	-0.88	0.18	-20.47	1.37	OK	0.008	0.439	1.58	OK
N21	44	J[45]	-7.0	-101.7	1.6	0.28	-0.90	0.17	-20.47	1.37	OK	0.008	0.451	1.58	OK
N21	44	J[44]	-7.2	-99.6	2.2	0.28	-0.91	0.20	-20.47	1.37	OK	0.012	0.453	1.58	OK
N21	45	J[46]	-6.7	-104.3	1.1	0.28	-0.88	0.14	-20.47	1.37	OK	0.006	0.442	1.58	OK
N21	45	J[45]	-7.0	-101.7	2.5	0.28	-0.90	0.17	-20.47	1.37	OK	0.013	0.451	1.58	OK
N21	46	J[47]	-6.3	-107.1	0.8	0.28	-0.86	0.10	-20.47	1.37	OK	0.004	0.432	1.57	OK
N21	46	J[46]	-6.7	-104.2	2.4	0.28	-0.88	0.14	-20.47	1.37	OK	0.013	0.442	1.58	OK
N21	47	J[48]	-5.8	-110.4	0.5	0.28	-0.84	0.05	-20.47	1.37	OK	0.003	0.421	1.57	OK
N21	47	J[47]	-6.3	-107.1	2.3	0.28	-0.86	0.10	-20.47	1.37	OK	0.012	0.432	1.57	OK
N21	48	J[49]	-5.2	-113.9	0.0	0.28	-0.81	-0.01	-20.47	1.37	OK	0.000	0.407	1.56	OK
N21	48	J[48]	-5.8	-110.3	2.5	0.28	-0.84	0.05	-20.47	1.37	OK	0.013	0.420	1.57	OK
N21	49	J[50]	-4.2	-117.6	1.1	0.28	-0.74	-0.10	-20.47	1.37	OK	0.006	0.420	1.57	OK
N21	49	J[49]	-5.2	-113.7	3.1	0.28	-0.81	-0.01	-20.47	1.37	OK	0.017	0.406	1.56	OK
N21	50	J[51]	-2.4	-121.3	2.8	0.28	-0.62	-0.25	-20.47	1.37	OK	0.015	0.433	1.57	OK
N21	50	J[50]	-4.2	-117.3	4.3	0.28	-0.74	-0.10	-20.47	1.37	OK	0.023	0.419	1.57	OK

A.5.4.10. Load combination SLU 21 FEM analysis

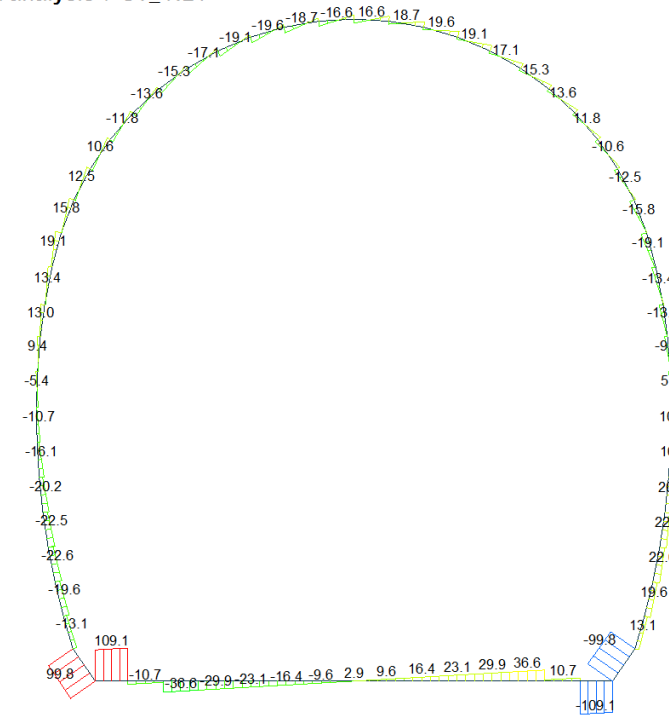
Beam Diagram_Fx - FEM analysis / ST_N21



Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_N21



Beam Diagram_Fz - FEM analysis / ST_ N21



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

109.13
89.29
69.45
49.60
29.76
9.92
0.00
-29.76
-49.60
-69.45
-89.29
-109.13

ST: N21
MAX : 1
MIN : 15
FILE: FdE_Cct (5-
UNIT: kN
DATE: 04/29/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

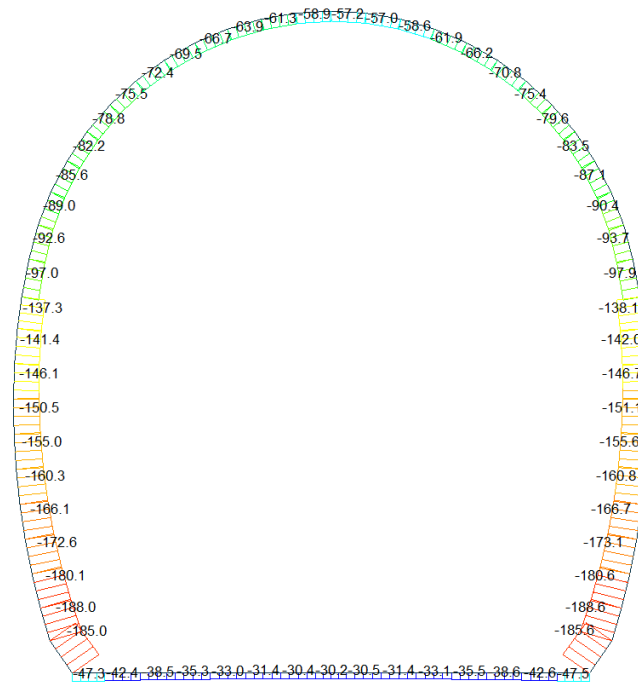
R_d [N/mm ²]	37.00	F_{d0} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.20	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{td,95\%}$ [N/mm ²]	20.47	$f_{td,95\%}$ [N/mm ²]	1.373	E_s [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Solicitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{top} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]	$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	τ_{cp}^{II} [N/mm ²]	$f_{ctd}(EC2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ctd}$
N21	29	J[30]	-8.8	-257.1	15.8	0.28	-1.59	-0.25	-20.47	1.37	OK	0.985	0.918	1.77	OK
N21	29	J[29]	-5.2	-261.2	1.3	0.28	-1.33	-0.54	-20.47	1.37	OK	0.907	0.933	1.78	OK
N21	30	J[31]	-10.3	-253.8	12.5	0.28	-1.70	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.967	0.907	1.77	OK
N21	30	J[30]	-8.8	-257.7	6.0	0.28	-1.59	-0.25	-20.47	1.37	OK	0.932	0.920	1.77	OK
N21	31	J[32]	-10.6	-250.4	10.6	0.28	-1.70	-0.08	-20.47	1.37	OK	0.957	0.894	1.76	OK
N21	31	J[31]	-10.3	-254.0	9.4	0.28	-1.70	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.950	0.907	1.77	OK
N21	32	J[33]	-10.0	-247.0	9.6	0.28	-1.65	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.951	0.882	1.76	OK
N21	32	J[32]	-10.6	-250.3	11.8	0.28	-1.70	-0.08	-20.47	1.37	OK	0.963	0.894	1.76	OK
N21	33	J[34]	-8.9	-243.8	9.1	0.28	-1.55	-0.19	-20.47	1.37	OK	0.949	0.871	1.76	OK
N21	33	J[33]	-10.0	-246.8	13.6	0.28	-1.65	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.973	0.881	1.76	OK
N21	34	J[35]	-7.2	-240.9	8.8	0.28	-1.41	-0.31	-20.47	1.37	OK	0.947	0.860	1.75	OK
N21	34	J[34]	-8.9	-243.5	15.3	0.28	-1.55	-0.19	-20.47	1.37	OK	0.982	0.870	1.75	OK
N21	35	J[36]	-4.9	-238.3	8.2	0.28	-1.23	-0.48	-20.47	1.37	OK	0.944	0.851	1.75	OK
N21	35	J[35]	-7.2	-240.4	17.1	0.28	-1.41	-0.31	-20.47	1.37	OK	0.992	0.859	1.75	OK
N21	36	J[37]	-2.0	-235.9	7.4	0.28	-0.99	-0.69	-20.47	1.37	OK	0.940	0.843	1.74	OK
N21	36	J[36]	-4.9	-237.6	19.1	0.28	-1.22	-0.47	-20.47	1.37	OK	0.982	0.849	1.75	OK
N21	37	J[38]	1.0	-234.0	8.1	0.28	-0.76	-0.91	-20.47	1.37	OK	0.943	0.836	1.74	OK
N21	37	J[37]	-2.0	-235.2	19.6	0.28	-0.99	-0.69	-20.47	1.37	OK	0.915	0.840	1.74	OK
N21	38	J[39]	3.1	-232.7	10.1	0.28	-0.59	-1.07	-20.47	1.37	OK	0.954	0.831	1.74	OK
N21	38	J[38]	1.0	-233.4	18.7	0.28	-0.76	-0.91	-20.47	1.37	OK	0.910	0.834	1.74	OK
N21	39	J[40]	4.0	-232.0	13.3	0.28	-0.52	-1.13	-20.47	1.37	OK	0.971	0.829	1.74	OK
N21	39	J[39]	3.1	-232.3	16.6	0.28	-0.59	-1.07	-20.47	1.37	OK	0.989	0.830	1.74	OK
N21	40	J[41]	3.1	-232.3	16.6	0.28	-0.59	-1.07	-20.47	1.37	OK	0.989	0.830	1.74	OK
N21	40	J[40]	4.0	-232.0	13.3	0.28	-0.52	-1.13	-20.47	1.37	OK	0.971	0.829	1.74	OK
N21	41	J[42]	1.0	-233.4	18.7	0.28	-0.76	-0.91	-20.47	1.37	OK	0.910	0.834	1.74	OK
N21	41	J[41]	3.1	-232.7	10.1	0.28	-0.59	-1.07	-20.47	1.37	OK	0.954	0.831	1.74	OK
N21	42	J[43]	-2.0	-235.2	19.6	0.28	-0.99	-0.69	-20.47	1.37	OK	0.915	0.840	1.74	OK
N21	42	J[42]	1.0	-234.0	8.1	0.28	-0.76	-0.91	-20.47	1.37	OK	0.943	0.836	1.74	OK
N21	43	J[44]	-4.9	-237.6	19.1	0.28	-1.22	-0.47	-20.47	1.37	OK	0.982	0.849	1.75	OK
N21	43	J[43]	-2.0	-235.9	7.4	0.28	-0.99	-0.69	-20.47	1.37	OK	0.940	0.843	1.74	OK
N21	44	J[45]	-7.2	-240.4	17.1	0.28	-1.41	-0.31	-20.47	1.37	OK	0.992	0.859	1.75	OK
N21	44	J[44]	-4.9	-238.3	8.2	0.28	-1.23	-0.48	-20.47	1.37	OK	0.944	0.851	1.75	OK
N21	45	J[46]	-8.9	-243.5	15.3	0.28	-1.55	-0.19	-20.47	1.37	OK	0.982	0.870	1.75	OK
N21	45	J[45]	-7.2	-240.9	8.8	0.28	-1.41	-0.31	-20.47	1.37	OK	0.947	0.860	1.75	OK
N21	46	J[47]	-10.0	-246.8	13.6	0.28	-1.65	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.973	0.881	1.76	OK
N21	46	J[46]	-8.9	-243.8	9.1	0.28	-1.55	-0.19	-20.47	1.37	OK	0.949	0.871	1.76	OK
N21	47	J[48]	-10.6	-250.3	11.8	0.28	-1.70	-0.08	-20.47	1.37	OK	0.963	0.894	1.76	OK
N21	47	J[47]	-10.0	-247.0	9.6	0.28	-1.65	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.951	0.882	1.76	OK
N21	48	J[49]	-10.3	-254.0	9.4	0.28	-1.70	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.950	0.907	1.77	OK
N21	48	J[48]	-10.6	-250.4	10.6	0.28	-1.70	-0.08	-20.47	1.37	OK	0.957	0.894	1.76	OK
N21	49	J[50]	-8.8	-257.7	6.0	0.28	-1.59	-0.25	-20.47	1.37	OK	0.932	0.920	1.77	OK
N21	49	J[49]	-10.3	-253.8	12.5	0.28	-1.70	-0.12	-20.47	1.37	OK	0.967	0.907	1.77	OK
N21	50	J[51]	-5.2	-261.2	1.3	0.28	-1.33	-0.54	-20.47	1.37	OK	0.907	0.933	1.78	OK
N21	50	J[50]	-8.8	-257.1	15.8	0.28	-1.59	-0.25	-20.47	1.37	OK	0.985	0.918	1.77	OK

A.5.4.11. Load combination SLU 22 Block analysis

Beam Diagram_Fx - Block analysis / CBC_22



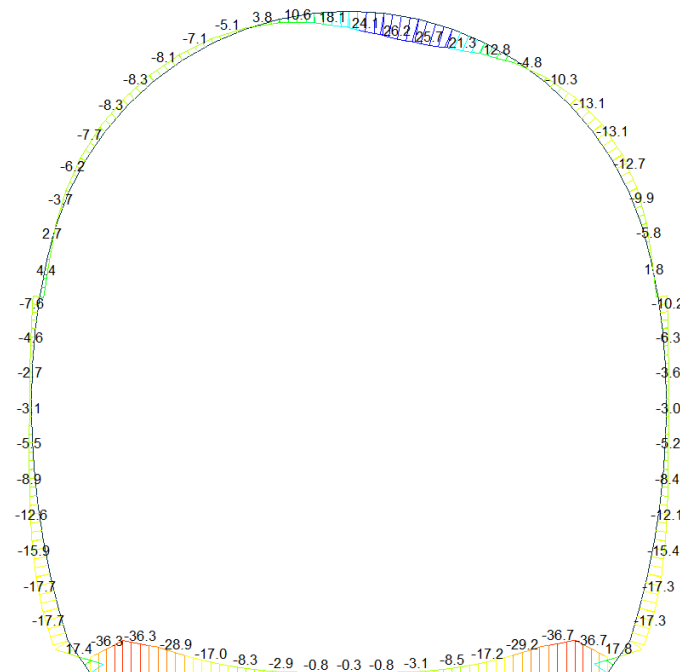
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-30.18
Cyan	-44.58
Green	-58.97
Light Green	-73.37
Yellow-Green	-87.77
Yellow	-102.17
Orange	-116.57
Red-Orange	-130.97
Red	-145.37
Dark Red	-159.76
Dark Red	-174.16
Dark Red	-188.56

CBC: 22
MAX : 8
MIN : 17
FILE: FdE_Cct (4-
UNIT: kN
DATE: 04/29/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - Block analysis / CBC_22



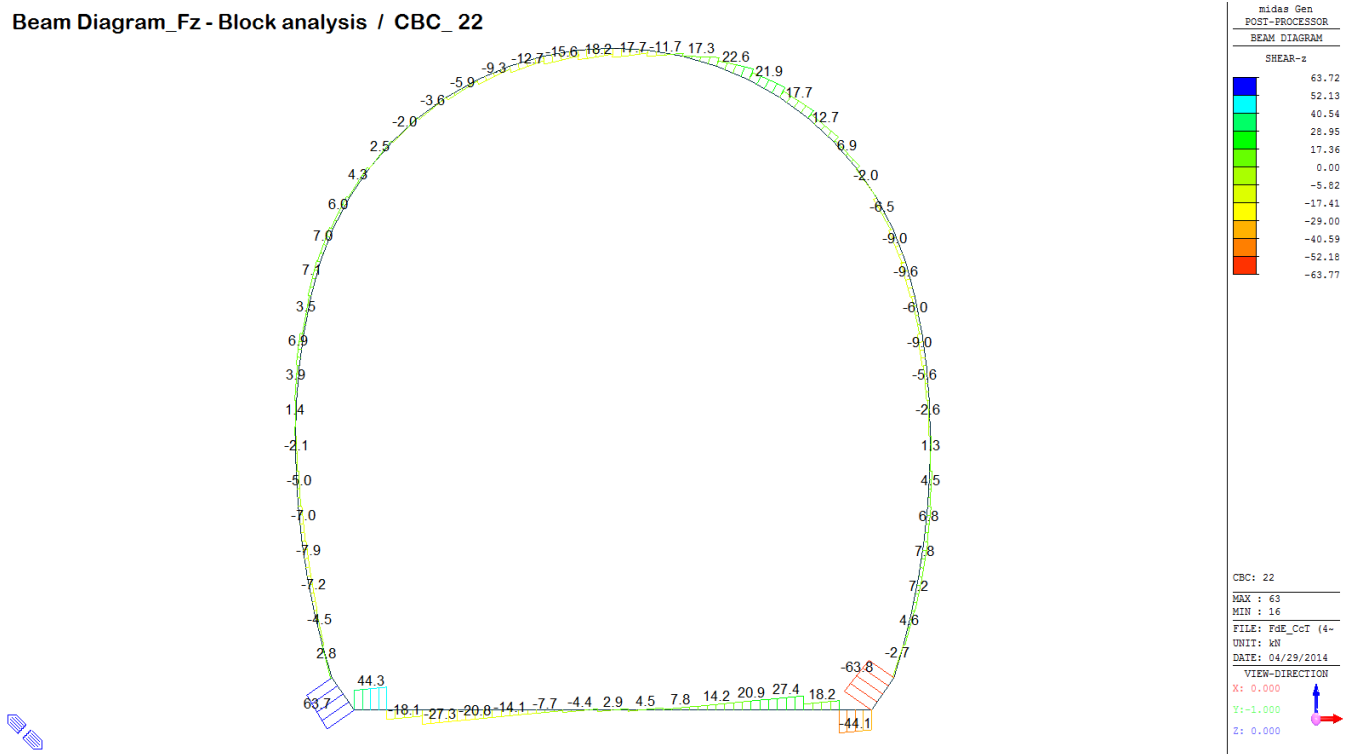
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	26.15
Cyan	20.44
Green	14.73
Light Green	9.01
Yellow-Green	3.30
Yellow	0.00
Orange	-8.12
Red-Orange	-13.83
Red	-19.55
Dark Red	-25.26
Dark Red	-30.97
Dark Red	-36.68

CBC: 22
MAX : 38
MIN : 14
FILE: FdE_Cct (4-
UNIT: kN*m
DATE: 04/29/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz - Block analysis / CBC_22



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.20	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{ct,90\%}$ [N/mm ²]	20.47	$f_{ct,90\%}$ [N/mm ²]	1.373	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Solicitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ct,90\%}$ [N/mm ²]	$f_{ct,90\%}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$f_{cvd}(EC2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{cvd}$
N22	29	J[30]	-19.3	-78.9	7.3	0.28	-1.76	1.19	-20.47	1.37	OK	0.039	0.879	1.76	OK
N22	29	J[29]	-16.1	-83.0	5.7	0.28	-1.52	0.93	-20.47	1.37	OK	0.030	0.762	1.71	OK
N22	30	J[31]	-18.9	-75.4	0.2	0.28	-1.71	1.17	-20.47	1.37	OK	0.061	0.857	1.75	OK
N22	30	J[30]	-19.3	-79.3	1.8	0.28	-1.76	1.19	-20.47	1.37	OK	0.010	0.879	1.76	OK
N22	31	J[32]	-15.3	-71.3	6.0	0.28	-1.42	0.92	-20.47	1.37	OK	0.032	0.712	1.69	OK
N22	31	J[31]	-18.9	-74.9	8.4	0.28	-1.71	1.18	-20.47	1.37	OK	0.045	0.856	1.75	OK
N22	32	J[33]	-9.0	-66.8	11.2	0.28	-0.93	0.45	-20.47	1.37	OK	0.060	0.463	1.59	OK
N22	32	J[32]	-15.3	-70.1	14.1	0.28	-1.42	0.92	-20.47	1.37	OK	0.075	0.710	1.69	OK
N22	33	J[34]	-0.4	-62.2	15.5	0.28	-0.25	-0.19	-20.47	1.37	OK	0.083	0.222	1.48	OK
N22	33	J[33]	-9.0	-65.1	18.8	0.28	-0.92	0.45	-20.47	1.37	OK	0.101	0.460	1.59	OK
N22	34	J[35]	10.0	-57.4	19.0	0.28	0.56	-0.97	-20.47	1.37	OK	0.102	0.484	1.60	OK
N22	34	J[34]	-0.4	-60.0	22.5	0.28	-0.25	-0.18	-20.47	1.37	OK	0.121	0.214	1.48	OK
N22	35	J[36]	21.3	-52.7	18.9	0.28	1.44	-1.82	-20.47	1.37	FESSURATA	0.101	0.909	1.77	OK
N22	35	J[35]	10.0	-54.9	25.4	0.28	0.57	-0.96	-20.47	1.37	OK	0.136	0.480	1.59	OK
N22	36	J[37]	30.9	-48.5	12.7	0.28	2.19	-2.54	-20.47	1.37	FESSURATA	0.068	1.269	1.90	OK
N22	36	J[36]	21.3	-50.2	24.8	0.28	1.45	-1.81	-20.47	1.37	FESSURATA	0.133	0.904	1.77	OK
N22	37	J[38]	35.8	-45.5	0.4	0.28	2.57	-2.90	-20.47	1.37	FESSURATA	0.002	1.450	1.97	OK
N22	37	J[37]	30.9	-46.7	18.2	0.28	2.20	-2.53	-20.47	1.37	FESSURATA	0.097	1.266	1.90	OK
N22	38	J[39]	33.9	-44.4	12.3	0.28	2.43	-2.75	-20.47	1.37	FESSURATA	0.066	1.375	1.94	OK
N22	38	J[38]	35.8	-45.1	5.6	0.28	2.58	-2.90	-20.47	1.37	FESSURATA	0.030	1.449	1.97	OK
N22	39	J[40]	27.0	-45.2	19.6	0.28	1.90	-2.23	-20.47	1.37	FESSURATA	0.105	1.113	1.85	OK
N22	39	J[39]	33.9	-45.5	7.1	0.28	2.43	-2.75	-20.47	1.37	FESSURATA	0.038	1.377	1.94	OK
N22	40	J[41]	17.9	-47.4	21.4	0.28	1.20	-1.54	-20.47	1.37	OK	0.114	0.768	1.71	OK
N22	40	J[40]	27.0	-47.2	14.3	0.28	1.90	-2.23	-20.47	1.37	FESSURATA	0.077	1.117	1.85	OK
N22	41	J[42]	8.9	-50.3	20.1	0.28	0.50	-0.86	-20.47	1.37	OK	0.108	0.430	1.57	OK
N22	41	J[41]	17.9	-49.6	15.8	0.28	1.19	-1.54	-20.47	1.37	OK	0.085	0.772	1.72	OK
N22	42	J[43]	0.7	-53.5	18.4	0.28	-0.13	-0.25	-20.47	1.37	OK	0.099	0.191	1.47	OK
N22	42	J[42]	8.9	-52.3	14.2	0.28	0.49	-0.87	-20.47	1.37	OK	0.076	0.434	1.57	OK
N22	43	J[44]	-6.4	-57.0	16.2	0.28	-0.69	0.28	-20.47	1.37	OK	0.087	0.345	1.54	OK
N22	43	J[43]	0.7	-55.3	12.2	0.28	-0.14	-0.25	-20.47	1.37	OK	0.065	0.197	1.47	OK
N22	44	J[45]	-12.1	-60.6	13.4	0.28	-1.14	0.71	-20.47	1.37	OK	0.072	0.571	1.63	OK
N22	44	J[44]	-6.4	-58.5	9.6	0.28	-0.70	0.28	-20.47	1.37	OK	0.051	0.348	1.54	OK
N22	45	J[46]	-16.2	-64.3	9.9	0.28	-1.47	1.01	-20.47	1.37	OK	0.053	0.734	1.70	OK
N22	45	J[45]	-12.1	-61.7	6.4	0.28	-1.15	0.71	-20.47	1.37	OK	0.034	0.573	1.63	OK
N22	46	J[47]	-18.2	-68.0	5.7	0.28	-1.64	1.15	-20.47	1.37	OK	0.031	0.819	1.73	OK
N22	46	J[46]	-16.2	-65.0	2.5	0.28	-1.47	1.01	-20.47	1.37	OK	0.013	0.735	1.70	OK
N22	47	J[48]	-17.9	-71.5	0.8	0.28	-1.62	1.11	-20.47	1.37	OK	0.004	0.812	1.73	OK
N22	47	J[47]	-18.2	-68.2	2.1	0.28	-1.64	1.15	-20.47	1.37	OK	0.011	0.819	1.73	OK
N22	48	J[49]	-14.8	-74.7	5.0	0.28	-1.40	0.87	-20.47	1.37	OK	0.027	0.700	1.69	OK
N22	48	J[48]	-17.9	-71.1	7.4	0.28	-1.62	1.12	-20.47	1.37	OK	0.040	0.812	1.73	OK
N22	49	J[50]	-9.9	-77.7	8.9	0.28	-1.03	0.48	-20.47	1.37	OK	0.048	0.516	1.61	OK
N22	49	J[49]	-14.8	-73.8	10.9	0.28	-1.40	0.87	-20.47	1.37	OK	0.059	0.698	1.69	OK
N22	50	J[51]	-4.2	-80.6	10.5	0.28	-0.61	0.04	-20.47	1.37	OK	0.056	0.305	1.52	OK
N22	50	J[50]	-9.9	-76.5	12.1	0.28	-1.03	0.48	-20.47	1.37	OK	0.065	0.514	1.61	OK

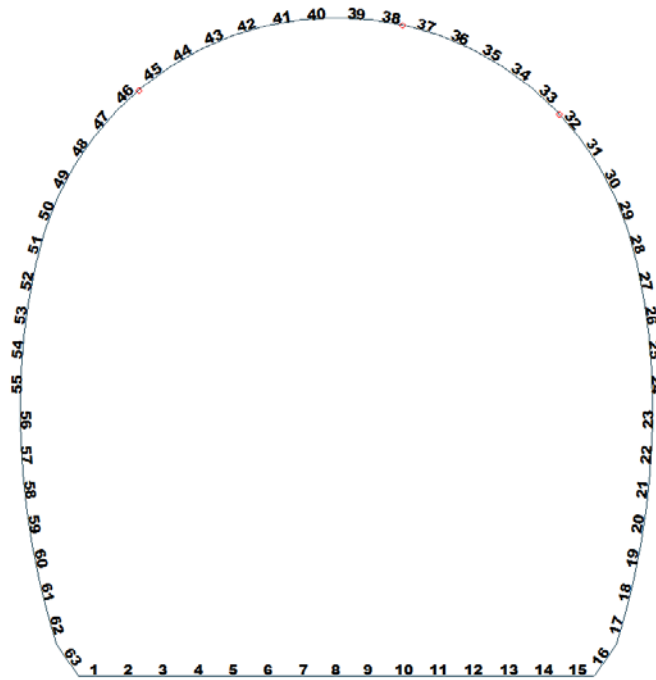


Figure 26 Beam end release

Table 7 Beam end release input value

Element	Type	Fxi	Fyi	Fzi	Mxi	Myi	Mzi	Fxj	Fyj	Fzj	Mxj	Myj	Mzj
32	Value	0	0	0	0	19000	0	0	0	0	0	0	0
38	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12800	0
46	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29100	0

ITERAZIONE SECONDO IL METODO DI PÖTTLER

CALCOLO CERNIERE PLASTICHE

ITERAZIONE IN NODO 38 j

MIDAS			PÖTTLER		
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000078	[rad/kN*m]	E_p	26'400'000	[kN/m ²]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	12'800	[kN*m/rad]	d	0.35	[m]
M_{nodo}	15.780	[kN*m]	e	0.1610	[m]
N_{nodo}	97.989	[kN]	a	0.04	[m]
V_{nodo}	4.950	[kN]	$\Phi_{pöttler}$	0.0012522	[rad]
$Cf_{MIDAS} \approx Cf_{pöttler}$	SI		$Cf_{pöttler}$	0.0000794	[rad/kN*m]
$\Phi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		$1/Cf_{pöttler}$	12'601	[kN*m/rad]
					1.252249

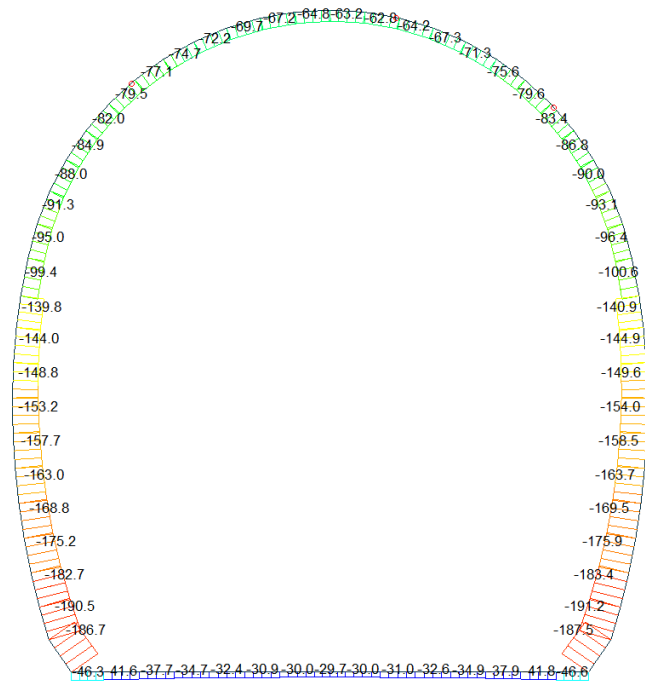
ITERAZIONE IN NODO 32 i

MIDAS			PÖTTLER		
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000053	[rad/kN*m]	E_p	26'400'000	[kN/m ²]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	19'000	[kN*m/rad]	d	0.35	[m]
M_{nodo}	13.170	[kN*m]	e	0.1583	[m]
N_{nodo}	83.220	[kN]	a	0.05	[m]
V_{nodo}	5.820	[kN]	$\Phi_{pöttler}$	0.0007071	[rad]
$Cf_{MIDAS} \approx Cf_{pöttler}$	SI		$Cf_{pöttler}$	0.0000537	[rad/kN*m]
$\Phi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		$1/Cf_{pöttler}$	18'626	[kN*m/rad]
					0.707064

ITERAZIONE IN NODO 46 j

MIDAS			PÖTTLER		
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000034	[rad/kN*m]	E_p	26'400'000	[kN/m ²]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	29'100	[kN*m/rad]	d	0.35	[m]
M_{nodo}	11.790	[kN*m]	e	0.1541	[m]
N_{nodo}	76.500	[kN]	a	0.06	[m]
V_{nodo}	7.950	[kN]	$\Phi_{pöttler}$	0.0003884	[rad]
$Cf_{MIDAS} \approx Cf_{pöttler}$	SI		$Cf_{pöttler}$	0.0000329	[rad/kN*m]
$\Phi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		$1/Cf_{pöttler}$	30'354	[kN*m/rad]
					0.388411

Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_N22

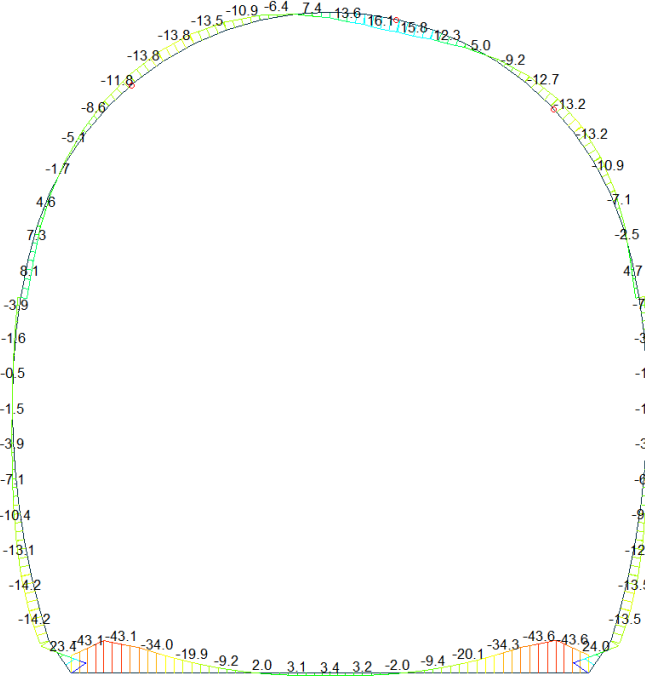


midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

ST: N22
MAX : 8
MIN : 17
FILE: FdE_CcT (4-
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - Block analysis / ST_N22

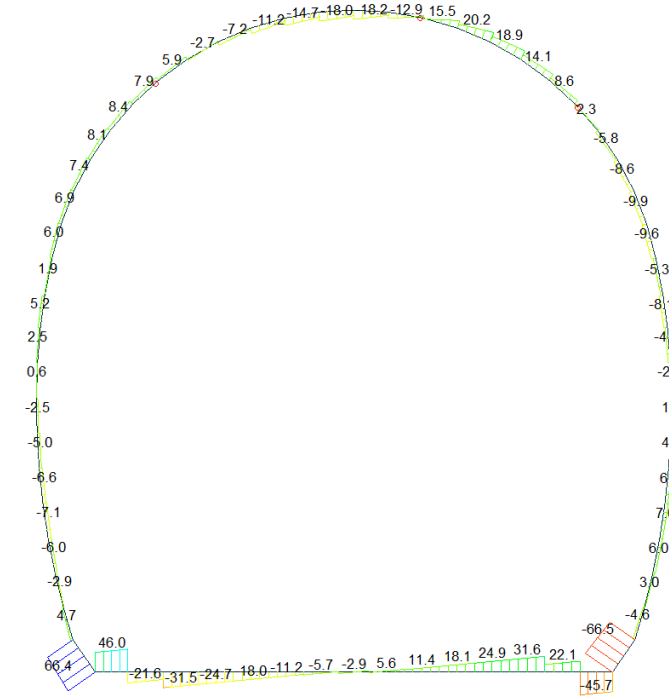


midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

ST: N22
MAX : 16
MIN : 14
FILE: FdE_CcT (4-
UNIT: kN*m
DATE: 04/30/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz - Block analysis / ST_N22



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

66.43
54.34
42.26
30.17
18.09
0.00
-6.08
-16.17
-30.26
-42.34
-54.43
-66.51

ST: N22
MAX : 63
MIN : 16
FILE: FdE_CcT (4-
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.20	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{ct,90\%}$ [N/mm ²]	20.47	$f_{ct,90\%}$ [N/mm ²]	1.373	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI FESSURATE

VERIFICA SEZIONE NODO 41 i

Combinazione di carico	Nodo n°	Posizione del nodo	M_d [kN·m/m]	N_d [kN/m]	V_d [kN/m]	$E_p = 0.8 \cdot E_{cm}$ [kN/m ²]	e_d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità $e_d < d/2$	σ_d [N/mm ²]	$f_{ctd, 90\%}$ [N/mm ²]	Verifica della compressione $\sigma_d \leq f_{ctd, 90\%}$
N22	41 i	Volta	15.8	98.0	5.0	26'400'000	0.161	0.35	OK	4.68	20.47	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\psi_{Posteri}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN·m/rad]	$1/Cf_{Posteri}$ [kN·m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{Posteri}$ [mm]	Ampiezza della fessura $w < 1$ [mm]	$f_{ctd, 90\%}$ [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$ [N/mm ²]	f_{cvd} (EC2) [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp, max} \leq F_{cvd}$
N22	41 i	0.042	1.2522488	12'800	12'601	OK	0.386	OK	1.37	0.18	9.52	2.88	OK

Iterazione ok

VERIFICA SEZIONE NODO 34 i

Combinazione di carico	Nodo n°	Posizione del nodo	M_d [kN·m/m]	N_d [kN/m]	V_d [kN/m]	$E_p = 0.8 \cdot E_{cm}$ [kN/m ²]	e_d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità $e_d < d/2$	σ_d [N/mm ²]	$f_{ctd, 90\%}$ [N/mm ²]	Verifica della compressione $\sigma_d \leq f_{ctd, 90\%}$
N22	34 i	Platea Dx	13.2	83.2	5.8	26'400'000	0.158	0.35	OK	3.31	20.47	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\psi_{Posteri}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN·m/rad]	$1/Cf_{Posteri}$ [kN·m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{Posteri}$ [mm]	Ampiezza della fessura $w < 1$ [mm]	$f_{ctd, 90\%}$ [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$ [N/mm ²]	f_{cvd} (EC2) [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp, max} \leq F_{cvd}$
N22	34 i	0.050	0.7070643	19'000	18'626	OK	0.212	OK	1.37	0.17	9.52	2.54	OK

Iterazione ok

VERIFICA SEZIONE NODO 48 j

Combinazione di carico	Nodo n°	Posizione del nodo	M_d [kN·m/m]	N_d [kN/m]	V_d [kN/m]	$E_p = 0.8 \cdot E_{cm}$ [kN/m ²]	e_d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità $e_d < d/2$	σ_d [N/mm ²]	$f_{ctd, 90\%}$ [N/mm ²]	Verifica della compressione $\sigma_d \leq f_{ctd, 90\%}$
N22	48 j	Platea Dx	11.8	76.5	8.0	26'400'000	0.154	0.35	OK	2.44	20.47	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\psi_{Posteri}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN·m/rad]	$1/Cf_{Posteri}$ [kN·m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{Posteri}$ [mm]	Ampiezza della fessura $w < 1$ [mm]	$f_{ctd, 90\%}$ [N/mm ²]	τ_{cp} [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$ [N/mm ²]	f_{cvd} (EC2) [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp, max} \leq F_{cvd}$
N22	48 j	0.063	0.3884109	29'100	30'354	OK	0.112	OK	1.37	0.19	9.52	2.29	OK

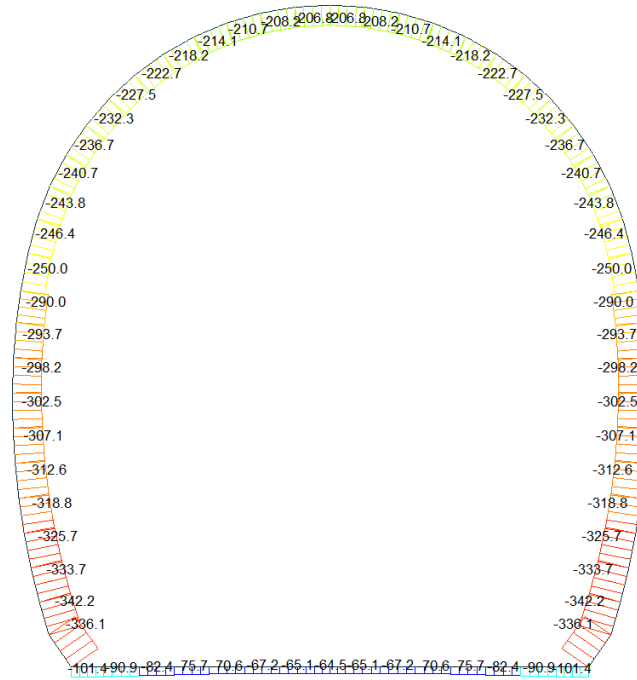
Iterazione ok

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M _d [kN-m]	N _d [kN]	V _d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ _{sup}	σ _{inf}	f _{ctd,90%}	f _{ctd,90%}		τ _{cp}	τ _{cp}	f _{ctd(EC2)}	Verifica a taglio τ _{cp,max} ≤ F _{ctd}
							[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
N22	29	I[30]	-7.1	-89.1	9.9	0.28	-0.86	0.22	-20.47	1.37	OK	0.053	0.430	1.57	OK
N22	29	J[29]	-2.5	-93.2	8.3	0.28	-0.53	-0.14	-20.47	1.37	OK	0.045	0.333	1.53	OK
N22	30	I[31]	-10.9	-86.1	8.6	0.28	-1.14	0.53	-20.47	1.37	OK	0.046	0.570	1.63	OK
N22	30	J[30]	-7.1	-90.0	6.6	0.28	-0.86	0.22	-20.47	1.37	OK	0.035	0.431	1.57	OK
N22	31	I[32]	-13.2	-83.2	5.8	0.28	-1.31	0.71	-20.47	1.37	OK	0.031	0.653	1.67	OK
N22	31	J[31]	-10.9	-86.8	3.4	0.28	-1.14	0.52	-20.47	1.37	OK	0.018	0.571	1.63	OK
N22	32	I[33]	-12.7	-80.1	0.5	0.28	-1.26	0.69	-20.47	1.37	OK	0.003	0.630	1.66	OK
N22	32	J[32]	-13.2	-83.4	2.3	0.28	-1.31	0.71	-20.47	1.37	OK	0.012	0.653	1.67	OK
N22	33	I[34]	-9.2	-76.7	5.4	0.28	-0.98	0.43	-20.47	1.37	OK	0.029	0.490	1.60	OK
N22	33	J[33]	-12.7	-79.6	8.6	0.28	-1.26	0.69	-20.47	1.37	OK	0.046	0.629	1.66	OK
N22	34	I[35]	-3.1	-73.0	10.6	0.28	-0.49	-0.03	-20.47	1.37	OK	0.057	0.261	1.50	OK
N22	34	J[34]	-9.2	-75.6	14.1	0.28	-0.98	0.44	-20.47	1.37	OK	0.076	0.488	1.60	OK
N22	35	I[36]	5.0	-89.1	12.4	0.28	0.13	-0.63	-20.47	1.37	OK	0.066	0.314	1.52	OK
N22	35	J[35]	-3.1	-71.3	18.9	0.28	-0.49	-0.02	-20.47	1.37	OK	0.101	0.255	1.49	OK
N22	36	I[37]	12.3	-65.6	8.0	0.28	0.70	-1.17	-20.47	1.37	OK	0.043	0.586	1.64	OK
N22	36	J[36]	5.0	-67.3	20.2	0.28	0.14	-0.62	-20.47	1.37	OK	0.108	0.311	1.52	OK
N22	37	I[38]	15.8	-63.0	2.3	0.28	0.98	-1.43	-20.47	1.37	OK	0.012	0.716	1.69	OK
N22	37	J[37]	12.3	-64.2	15.5	0.28	0.71	-1.17	-20.47	1.37	OK	0.083	0.584	1.64	OK
N22	38	I[39]	13.6	-62.1	12.9	0.28	0.82	-1.26	-20.47	1.37	OK	0.069	0.630	1.66	OK
N22	38	J[38]	15.8	-62.8	5.0	0.28	0.98	-1.43	-20.47	1.37	OK	0.027	0.716	1.69	OK
N22	39	I[40]	7.4	-62.9	18.2	0.28	0.34	-0.79	-20.47	1.37	OK	0.098	0.394	1.56	OK
N22	39	J[39]	13.6	-63.2	5.7	0.28	0.81	-1.26	-20.47	1.37	OK	0.031	0.632	1.66	OK
N22	40	I[41]	-0.1	-64.8	18.0	0.28	-0.24	-0.23	-20.47	1.37	OK	0.096	0.232	1.48	OK
N22	40	J[40]	7.4	-64.6	10.9	0.28	0.33	-0.79	-20.47	1.37	OK	0.058	0.397	1.56	OK
N22	41	I[42]	-6.4	-67.2	14.8	0.28	-0.73	0.25	-20.47	1.37	OK	0.079	0.363	1.54	OK
N22	41	J[41]	-0.1	-66.5	10.4	0.28	-0.24	-0.23	-20.47	1.37	OK	0.056	0.237	1.49	OK
N22	42	I[43]	-10.9	-69.7	11.2	0.28	-1.08	0.59	-20.47	1.37	OK	0.060	0.542	1.62	OK
N22	42	J[42]	-6.4	-68.4	7.0	0.28	-0.73	0.24	-20.47	1.37	OK	0.037	0.366	1.54	OK
N22	43	I[44]	-13.5	-72.2	7.2	0.28	-1.29	0.77	-20.47	1.37	OK	0.038	0.644	1.66	OK
N22	43	J[43]	-10.9	-70.5	3.1	0.28	-1.09	0.58	-20.47	1.37	OK	0.017	0.543	1.62	OK
N22	44	I[45]	-13.9	-74.7	2.7	0.28	-1.33	0.79	-20.47	1.37	OK	0.014	0.663	1.67	OK
N22	44	J[44]	-13.5	-72.6	1.1	0.28	-1.29	0.77	-20.47	1.37	OK	0.006	0.645	1.66	OK
N22	45	I[46]	-11.8	-77.1	2.4	0.28	-1.18	0.63	-20.47	1.37	OK	0.013	0.589	1.64	OK
N22	45	J[45]	-13.9	-74.5	5.9	0.28	-1.33	0.79	-20.47	1.37	OK	0.032	0.663	1.67	OK
N22	46	I[47]	-8.6	-79.5	4.7	0.28	-0.94	0.38	-20.47	1.37	OK	0.025	0.472	1.59	OK
N22	46	J[46]	-11.8	-76.5	8.0	0.28	-1.18	0.63	-20.47	1.37	OK	0.043	0.588	1.64	OK
N22	47	I[48]	-5.1	-82.0	5.6	0.28	-0.68	0.10	-20.47	1.37	OK	0.030	0.342	1.53	OK
N22	47	J[47]	-8.6	-78.7	8.4	0.28	-0.94	0.38	-20.47	1.37	OK	0.045	0.470	1.59	OK
N22	48	I[49]	-1.7	-84.9	5.6	0.28	-0.43	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.030	0.303	1.52	OK
N22	48	J[48]	-5.1	-81.2	8.1	0.28	-0.68	0.10	-20.47	1.37	OK	0.043	0.341	1.53	OK
N22	49	I[50]	1.5	-88.0	5.4	0.28	-0.20	-0.43	-20.47	1.37	OK	0.029	0.314	1.52	OK
N22	49	J[49]	-1.7	-84.1	7.5	0.28	-0.43	-0.17	-20.47	1.37	OK	0.040	0.300	1.52	OK
N22	50	I[51]	4.6	-91.4	5.3	0.28	0.02	-0.68	-20.47	1.37	OK	0.029	0.338	1.53	OK
N22	50	J[50]	1.5	-87.3	6.9	0.28	-0.19	-0.43	-20.47	1.37	OK	0.037	0.312	1.52	OK

A.5.4.12. Load combination SLU 22 FEM analysis

Beam Diagram_Fx - FEM analysis / ST_N22



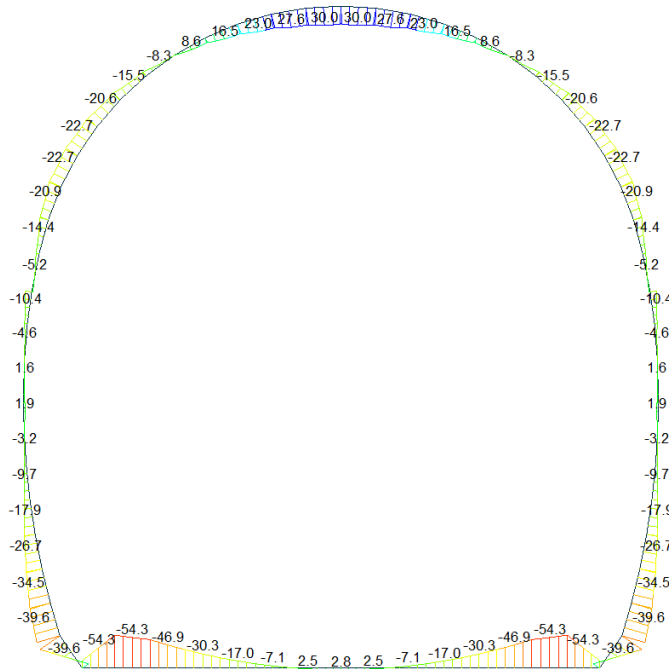
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-64.53
Cyan	-89.77
Green	-115.01
Light Green	-140.26
Yellow-Green	-165.50
Yellow	-190.74
Orange	-215.99
Red-Orange	-241.23
Red	-266.47
Dark Red	-291.72
Dark Red	-316.96
Dark Red	-342.20

ST: N22
MAX : 8
MIN : 17
FILE: FdE_CcT (5-
UNIT: kN
DATE: 04/29/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_N22



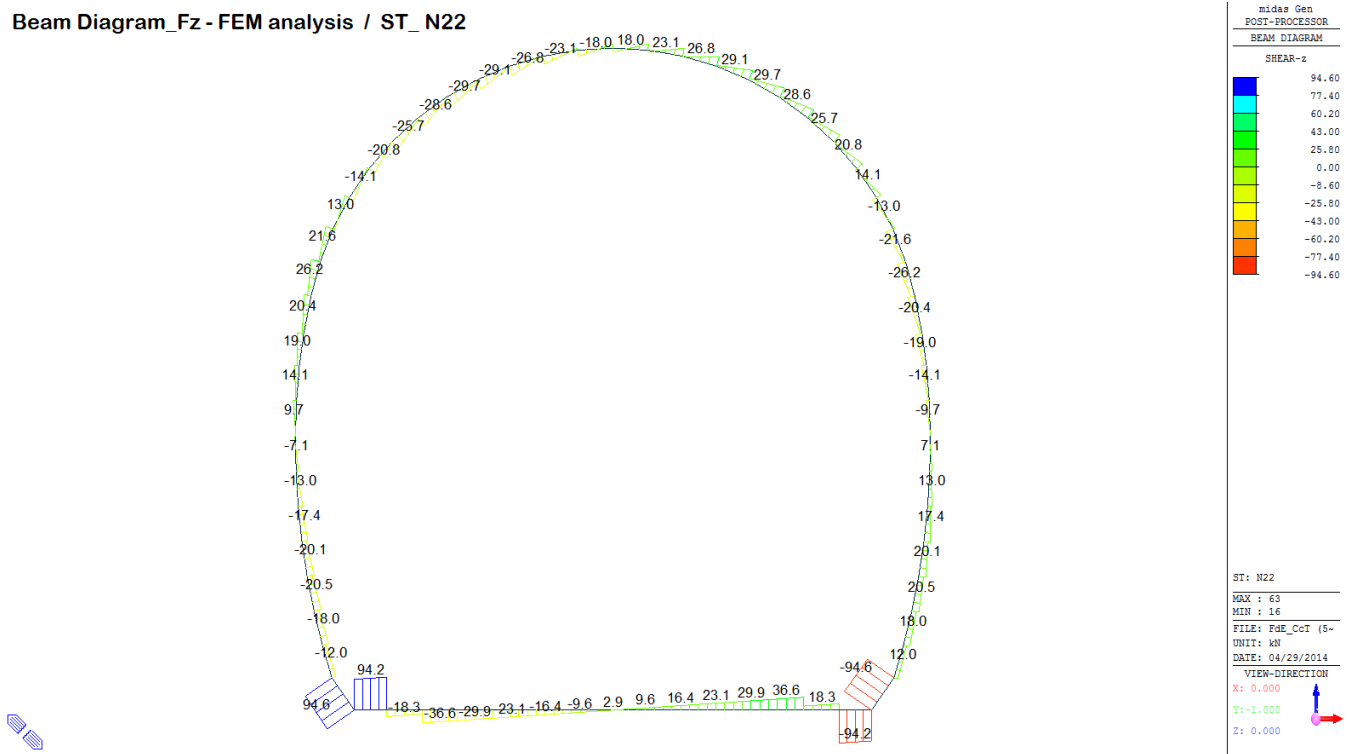
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	30.03
Cyan	22.36
Green	14.69
Light Green	7.02
Yellow-Green	0.00
Yellow	-8.32
Orange	-15.99
Red-Orange	-23.66
Red	-31.34
Dark Red	-39.01
Dark Red	-46.68
Dark Red	-54.35

ST: N22
MAX : 40
MIN : 14
FILE: FdE_CcT (5-
UNIT: kNm
DATE: 04/29/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz - FEM analysis / ST_N22



VERIFICHE SEZIONALI CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_d [N/mm ²]	37.00	F_{td} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.95}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.20	α_{cc}	0.80	α_{ct}	0.80	ψ	0.80
$f_{td,95\%}$ [N/mm ²]	20.47	$f_{ctk,95\%}$ [N/mm ²]	1.373	E_s [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Solicitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ_{top} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]	$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]		τ_{cp} [N/mm ²]	τ_{cp}^{II} [N/mm ²]	$f_{ctd}(EC2)$ [N/mm ²]	Verifica a taglio $\tau_{cp,max} \leq F_{ctd}$
N22	29	J[30]	-20.9	-239.7	21.6	0.28	-2.45	0.74	-20.47	1.37	OK	0.116	1.227	1.89	OK
N22	29	J[29]	-14.4	-243.8	4.5	0.28	-1.97	0.23	-20.47	1.37	OK	0.024	0.987	1.80	OK
N22	30	J[31]	-22.7	-236.8	13.0	0.28	-2.59	0.89	-20.47	1.37	OK	0.070	1.293	1.91	OK
N22	30	J[30]	-20.9	-240.7	5.5	0.28	-2.46	0.74	-20.47	1.37	OK	0.029	1.229	1.89	OK
N22	31	J[32]	-20.6	-233.1	5.8	0.28	-2.41	0.75	-20.47	1.37	OK	0.031	1.206	1.88	OK
N22	31	J[31]	-22.7	-236.7	14.1	0.28	-2.59	0.89	-20.47	1.37	OK	0.076	1.293	1.91	OK
N22	32	J[33]	-15.5	-229.0	0.5	0.28	-2.00	0.37	-20.47	1.37	OK	0.103	1.002	1.81	OK
N22	32	J[32]	-20.6	-232.3	20.8	0.28	-2.41	0.75	-20.47	1.37	OK	0.112	1.204	1.88	OK
N22	33	J[34]	-8.3	-224.5	2.9	0.28	-1.44	-0.16	-20.47	1.37	OK	0.016	0.802	1.73	OK
N22	33	J[33]	-15.5	-227.5	25.7	0.28	-2.00	0.37	-20.47	1.37	OK	0.137	1.000	1.80	OK
N22	34	J[35]	0.0	-220.2	4.6	0.28	-0.79	-0.79	-20.47	1.37	OK	0.024	0.786	1.72	OK
N22	34	J[34]	-8.3	-222.7	28.6	0.28	-1.43	-0.16	-20.47	1.37	OK	0.153	0.796	1.73	OK
N22	35	J[36]	8.6	-216.0	4.4	0.28	-0.12	-1.43	-20.47	1.37	OK	0.024	0.772	1.72	OK
N22	35	J[35]	0.0	-218.2	29.7	0.28	-0.78	-0.78	-20.47	1.37	OK	0.159	0.779	1.72	OK
N22	36	J[37]	16.5	-212.4	2.5	0.28	0.50	-2.02	-20.47	1.37	OK	0.014	1.010	1.81	OK
N22	36	J[36]	8.6	-214.1	29.1	0.28	-0.11	-1.42	-20.47	1.37	OK	0.156	0.765	1.71	OK
N22	37	J[38]	23.0	-209.5	0.9	0.28	1.01	-2.51	-20.47	1.37	OK	0.005	1.255	1.90	OK
N22	37	J[37]	16.5	-210.7	26.8	0.28	0.51	-2.01	-20.47	1.37	OK	0.144	1.007	1.81	OK
N22	38	J[39]	27.4	-207.5	5.7	0.28	1.35	-2.84	-20.47	1.37	OK	0.031	1.418	1.96	OK
N22	38	J[38]	23.0	-208.2	23.1	0.28	1.02	-2.50	-20.47	1.37	OK	0.124	1.252	1.90	OK
N22	39	J[40]	29.0	-206.5	11.8	0.28	1.37	-2.95	-20.47	1.37	OK	0.063	1.477	1.98	OK
N22	39	J[39]	27.4	-206.8	18.0	0.28	1.36	-2.83	-20.47	1.37	OK	0.096	1.417	1.96	OK
N22	40	J[41]	27.4	-206.8	18.0	0.28	1.36	-2.83	-20.47	1.37	OK	0.096	1.417	1.96	OK
N22	40	J[40]	29.0	-206.5	11.8	0.28	1.37	-2.95	-20.47	1.37	OK	0.063	1.477	1.98	OK
N22	41	J[42]	23.0	-208.2	23.1	0.28	1.02	-2.50	-20.47	1.37	OK	0.124	1.252	1.90	OK
N22	41	J[41]	27.4	-207.5	5.7	0.28	1.35	-2.84	-20.47	1.37	OK	0.031	1.418	1.96	OK
N22	42	J[43]	16.5	-210.7	26.8	0.28	0.51	-2.01	-20.47	1.37	OK	0.144	1.007	1.81	OK
N22	42	J[42]	23.0	-209.5	0.9	0.28	1.01	-2.51	-20.47	1.37	OK	0.005	1.255	1.90	OK
N22	43	J[44]	8.6	-214.1	29.1	0.28	-0.11	-1.42	-20.47	1.37	OK	0.156	0.765	1.71	OK
N22	43	J[43]	16.5	-212.4	2.5	0.28	0.50	-2.02	-20.47	1.37	OK	0.014	1.010	1.81	OK
N22	44	J[45]	0.0	-218.2	29.7	0.28	-0.78	-0.78	-20.47	1.37	OK	0.159	0.779	1.72	OK
N22	44	J[44]	8.6	-216.0	4.4	0.28	-0.12	-1.43	-20.47	1.37	OK	0.024	0.772	1.72	OK
N22	45	J[46]	-8.3	-222.7	28.6	0.28	-1.43	-0.16	-20.47	1.37	OK	0.153	0.796	1.73	OK
N22	45	J[45]	0.0	-220.2	4.6	0.28	-0.79	-0.79	-20.47	1.37	OK	0.024	0.786	1.72	OK
N22	46	J[47]	-15.5	-227.5	25.7	0.28	-2.00	0.37	-20.47	1.37	OK	0.137	1.000	1.80	OK
N22	46	J[46]	-8.3	-224.5	2.9	0.28	-1.44	-0.16	-20.47	1.37	OK	0.016	0.802	1.73	OK
N22	47	J[48]	-20.6	-232.3	20.8	0.28	-2.41	0.75	-20.47	1.37	OK	0.112	1.204	1.88	OK
N22	47	J[47]	-15.5	-229.0	0.5	0.28	-2.00	0.37	-20.47	1.37	OK	0.003	1.002	1.81	OK
N22	48	J[49]	-22.7	-236.7	14.1	0.28	-2.59	0.89	-20.47	1.37	OK	0.076	1.293	1.91	OK
N22	48	J[48]	-20.6	-233.1	5.8	0.28	-2.41	0.75	-20.47	1.37	OK	0.031	1.206	1.88	OK
N22	49	J[50]	-20.9	-240.7	5.5	0.28	-2.46	0.74	-20.47	1.37	OK	0.029	1.229	1.89	OK
N22	49	J[49]	-22.7	-236.8	13.0	0.28	-2.59	0.89	-20.47	1.37	OK	0.070	1.293	1.91	OK
N22	50	J[51]	-14.4	-243.8	4.5	0.28	-1.97	0.23	-20.47	1.37	OK	0.024	0.987	1.80	OK
N22	50	J[50]	-20.9	-239.7	21.6	0.28	-2.45	0.74	-20.47	1.37	OK	0.116	1.227	1.89	OK

A.5.4.13. Rebarred sections ratio checking – Block analysis

4

SECTION CHECKING - PLATEA E PARAMENTI															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
1	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	9'380	55.383	69.881	0.000	211.356	-	112.765
2	1.00	0.54								0.296	0.294	0.000	0.534	-	0.534
2	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	9'380	49.629	69.881	0.000	203.836	-	44.817
2	1.00	0.54								0.292	0.299	0.000	0.220	-	0.220
3	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	81.406	59.826	0.000	208.161	-	49.430
2	1.00	0.54								0.217	0.214	0.000	0.237	-	0.237
4	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	74.786	37.390	0.000	207.260	-	40.317
2	1.00	0.54								0.108	0.107	0.000	0.195	-	0.195
5	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	73.101	20.818	0.000	206.582	-	31.205
2	1.00	0.54								0.034	0.034	0.000	0.151	-	0.151
6	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	69.491	7.501	0.000	206.112	-	22.092
2	1.00	0.54								0.012	0.012	0.000	0.107	-	0.107
7	100 x 54		30.00	450.00	OK	N5	N1	14-2-P14	9'380	64.348	6.795	0.000	205.839	-	12.980
2	1.00	0.54								0.011	0.011	0.000	0.063	-	0.063
8	100 x 54		30.00	450.00	OK	N5	N2	14-2-P14	9'380	63.755	6.795	0.000	200.964	-	3.867
2	1.00	0.54								0.011	0.011	0.000	0.019	-	0.019
9	100 x 54		30.00	450.00	OK	N5	N1	14-2-P14	9'380	64.348	6.795	0.000	205.839	-	12.980
2	1.00	0.54								0.011	0.011	0.000	0.063	-	0.063
10	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	69.522	7.540	0.000	206.112	-	22.092
2	1.00	0.54								0.012	0.012	0.000	0.107	-	0.107
11	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	73.148	20.872	0.000	206.582	-	31.205
2	1.00	0.54								0.034	0.034	0.000	0.151	-	0.151
12	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	40.980	30.552	0.000	207.260	-	40.317
2	1.00	0.54								0.109	0.109	0.000	0.195	-	0.195
13	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	81.406	59.826	0.000	208.161	-	49.430
2	1.00	0.54								0.217	0.214	0.000	0.237	-	0.237
14	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	9'380	49.152	72.833	0.000	203.771	-	47.716
2	1.00	0.54								0.322	0.316	0.000	0.234	-	0.234
15	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	9'380	54.802	72.833	0.000	211.373	-	112.672
2	1.00	0.54								0.307	0.309	0.000	0.533	-	0.533
17	100 x 68		30.00	450.00	OK	N5	N11	14-2-P14	11'612	402.268	52.419	0.000	258.051	-	16.968
6	1.00	0.68								0.053	0.054	0.000	0.066	-	0.066
18	100 x 60	100 x 60	30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	10'337	402.134	52.419	0.000	237.670	-	9.003
5	1.00	0.60								0.065	0.065	0.000	0.038	-	0.038
19	100 x 50		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	8'743	391.782	48.312	0.000	237.389	-	15.578
4	1.00	0.50								0.081	0.080	0.000	0.066	-	0.066
20	100 x 45		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	7'946	382.782	40.933	0.000	221.070	-	17.819
9	1.00	0.45								0.084	0.085	0.000	0.081	-	0.081
21	100 x 40		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	7'149	374.505	32.308	0.000	204.392	-	16.791
3	1.00	0.40								0.087	0.087	0.000	0.082	-	0.082
22	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	367.145	24.091	0.000	187.246	-	13.218
1	1.00	0.35								0.089	0.089	0.000	0.071	-	0.071
23	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	360.786	17.571	0.000	158.658	-	10.458
1	1.00	0.35								0.077	0.078	0.000	0.066	-	0.066
24	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	354.669	13.655	0.000	158.164	-	17.774
1	1.00	0.35								0.071	0.072	0.000	0.112	-	0.112
25	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	341.725	14.900	0.000	157.670	-	24.123
1	1.00	0.35								0.071	0.071	0.000	0.153	-	0.153
26	100 x 35		30.00	450.00	OK	N12	N6	14-2-P14	6'352	128.656	34.871	0.000	157.341	-	30.632
1	1.00	0.35								0.156	0.156	0.000	0.195	-	0.195
27	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	6'352	281.320	6.281	0.000	155.233	-	15.083
1	1.00	0.35								0.051	0.051	0.000	0.097	-	0.097
28	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	6'352	107.407	22.415	0.000	154.609	-	11.603
1	1.00	0.35								0.082	0.081	0.000	0.075	-	0.075

MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
51	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	6'352	275.742	9.706	0.000	154.121	-	20.358
1	1.00	0.35								0.054	0.054	0.000	0.132	-	0.132
52	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	280.893	4.415	0.000	154.707	-	14.678
1	1.00	0.35								0.049	0.049	0.000	0.095	-	0.095
53	100 x 35		30.00	450.00	OK	N12	N12	14-2-P14	6'352	128.656	34.871	0.000	157.341	-	30.632
1	1.00	0.35								0.156	0.156	0.000	0.195	-	0.195
54	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	341.417	14.265	0.000	157.670	-	24.123
1	1.00	0.35								0.070	0.070	0.000	0.153	-	0.153
55	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	354.381	13.666	0.000	158.164	-	17.774
1	1.00	0.35								0.071	0.072	0.000	0.112	-	0.112
56	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	6'352	360.516	17.738	0.000	158.658	-	10.458
1	1.00	0.35								0.078	0.078	0.000	0.066	-	0.066
57	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	6'352	366.885	24.339	0.000	187.213	-	13.383
1	1.00	0.35								0.089	0.090	0.000	0.071	-	0.071
58	100 x 40		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	7'149	374.251	32.589	0.000	204.359	-	16.857
3	1.00	0.40								0.087	0.087	0.000	0.082	-	0.082
59	100 x 45		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	7'946	382.530	41.214	0.000	221.036	-	17.820
9	1.00	0.45								0.086	0.084	0.000	0.081	-	0.081
60	100 x 50		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	8'743	391.529	48.574	0.000	237.355	-	15.539
4	1.00	0.50								0.081	0.081	0.000	0.065	-	0.065
61	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	10'337	401.878	52.650	0.000	237.670	-	9.003
5	1.00	0.60								0.064	0.065	0.000	0.038	-	0.038
62	100 x 68		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	11'612	412.623	51.364	0.000	258.051	-	16.968
6	1.00	0.68								0.054	0.054	0.000	0.066	-	0.066

A.5.4.14. Rebarred sections ratio cheking for fire combinations load – Block analysis

SECTION CHECKING - FIRE COMBINATIONS LOAD															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
28(M+N) / 28(V)	100 x 35		30.00	360.00	OK	N22	N22	14-2-P14	7'105	76.058	11.305	0.000	176.274	-	12.295
1	1.00	0.30								0.041	0.041	0.000	0.070	-	0.070
14(M+N) / 15(V)	100 x 54		30.00	360.00	OK	N22	N21	14-2-P14	11'143	36.994	34.714	0.000	222.023	-	51.008
2	1.00	0.49								0.155	0.156	0.000	0.230	-	0.230
58(M+N) / 21(V)	100 x 40		30.00	360.00	OK	N21	N21	14-2-P14	8'168	181.279	12.031	0.000	203.335	-	8.086
3	1.00	0.35								0.034	0.035	0.000	0.040	-	0.040
19(M+N) / 19(V)	100 x 50		30.00	360.00	OK	N21	N21	14-2-P14	10'293	192.622	20.528	0.000	230.523	-	8.852
4	1.00	0.45								0.033	0.033	0.000	0.038	-	0.038
18(M+N) / 18(V)	100 x 60		30.00	360.00	OK	N21	N21	14-2-P14	12'418	199.609	23.234	0.000	254.427	-	6.231
5	1.00	0.55								0.026	0.027	0.000	0.024	-	0.024
62(M+N) / 62(V)	100 x 68		30.00	360.00	OK	N21	N22	14-2-P14	14'118	206.905	23.267	0.000	267.699	-	2.630
6	1.00	0.63								0.022	0.022	0.000	0.010	-	0.010
59(M+N) / 20(V)	100 x 45		30.00	360.00	OK	N21	N21	14-2-P14	9'230	186.605	16.478	0.000	217.302	-	9.319
9	1.00	0.40								0.034	0.034	0.000	0.043	-	0.043

A.5.4.15. Rebarred sections ratio checking – FEM analysis

SECTION CHECKING - PLATEA E PARAMENTI															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
1	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	9'380	134.736	85.100	0.000	220.765	-	173.334
2	1.00	0.54								0.277	0.279	0.000	0.785	-	0.785
2	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N2	14-2-P14	9'380	120.790	85.100	0.000	202.553	-	43.763
2	1.00	0.54								0.299	0.297	0.000	0.216	-	0.216
3	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	81.406	59.826	0.000	208.161	-	49.430
2	1.00	0.54								0.217	0.214	0.000	0.237	-	0.237
4	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	100.585	43.615	0.000	207.260	-	40.317
2	1.00	0.54								0.110	0.110	0.000	0.195	-	0.195
5	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	121.250	29.540	0.000	206.582	-	31.205
2	1.00	0.54								0.043	0.043	0.000	0.151	-	0.151
6	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	115.250	16.216	0.000	206.112	-	22.092
2	1.00	0.54								0.023	0.023	0.000	0.107	-	0.107
7	100 x 54		30.00	450.00	OK	N5	N1	14-2-P14	9'380	111.774	7.448	0.000	205.839	-	12.980
2	1.00	0.54								0.016	0.016	0.000	0.063	-	0.063
8	100 x 54		30.00	450.00	OK	N5	N2	14-2-P14	9'380	110.744	3.236	0.000	200.966	-	3.867
2	1.00	0.54								0.013	0.013	0.000	0.019	-	0.019
9	100 x 54		30.00	450.00	OK	N5	N1	14-2-P14	9'380	111.774	7.448	0.000	205.839	-	12.980
2	1.00	0.54								0.016	0.016	0.000	0.063	-	0.063
10	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	115.250	16.216	0.000	206.112	-	22.092
2	1.00	0.54								0.023	0.023	0.000	0.107	-	0.107
11	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	121.250	29.540	0.000	206.582	-	31.205
2	1.00	0.54								0.043	0.043	0.000	0.151	-	0.151
12	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	100.585	43.615	0.000	207.260	-	40.317
2	1.00	0.54								0.110	0.110	0.000	0.195	-	0.195
13	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N1	14-2-P14	9'380	81.406	59.826	0.000	208.161	-	49.430
2	1.00	0.54								0.217	0.214	0.000	0.237	-	0.237
14	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N2	14-2-P14	9'380	120.790	85.100	0.000	202.553	-	43.763
2	1.00	0.54								0.299	0.297	0.000	0.216	-	0.216
15	100 x 54		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	9'380	134.736	85.100	0.000	220.765	-	173.334
2	1.00	0.54								0.277	0.279	0.000	0.785	-	0.785
17	100 x 68		30.00	450.00	OK	N5	15	14-2-P14	11'612	593.984	91.433	0.000	258.051	-	16.968
6	1.00	0.68								0.088	0.087	0.000	0.066	-	0.066
18	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	582.367	83.074	0.000	294.069	-	30.182
5	1.00	0.60								0.098	0.100	0.000	0.103	-	0.103
19	100 x 50		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	8'743	571.206	69.520	0.000	262.728	-	35.577
4	1.00	0.50								0.115	0.117	0.000	0.135	-	0.135
20	100 x 45		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	7'946	561.514	53.798	0.000	245.901	-	35.989
9	1.00	0.45								0.116	0.116	0.000	0.146	-	0.146
21	100 x 40		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	7'149	552.691	38.333	0.000	228.660	-	32.604
3	1.00	0.40								0.114	0.116	0.000	0.143	-	0.143
22	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	6'352	544.943	25.004	0.000	210.864	-	26.345
1	1.00	0.35								0.115	0.115	0.000	0.125	-	0.125
23	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	6'352	538.369	15.231	0.000	210.019	-	18.011
1	1.00	0.35								0.101	0.102	0.000	0.086	-	0.086
24	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	532.164	9.802	0.000	158.167	-	17.734
1	1.00	0.35								0.094	0.093	0.000	0.112	-	0.112
25	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	519.430	10.509	0.000	157.673	-	24.084
1	1.00	0.35								0.093	0.091	0.000	0.153	-	0.153
26	100 x 35		30.00	450.00	OK	N12	N12	14-2-P14	6'352	128.677	34.796	0.000	157.344	-	30.593
1	1.00	0.35								0.156	0.156	0.000	0.194	-	0.194
27	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	6'352	459.107	3.842	0.000	183.074	-	31.006
1	1.00	0.35								0.076	0.075	0.000	0.169	-	0.169
28	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	6'352	454.366	12.897	0.000	182.537	-	35.168
1	1.00	0.35								0.085	0.087	0.000	0.193	-	0.193

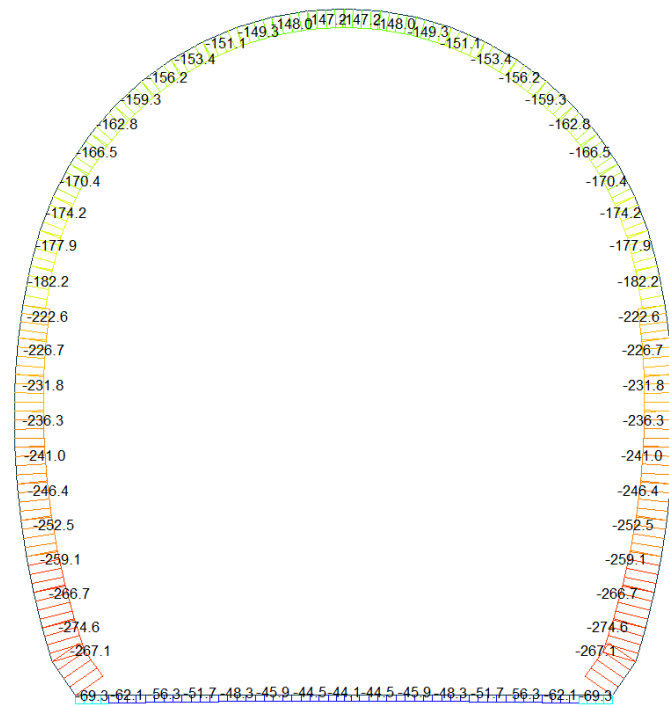
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
51	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	6'352	454.366	12.897	0.000	182.537	-	35.168
1	1.00	0.35								0.085	0.087	0.000	0.193	-	0.193
52	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	6'352	459.107	3.842	0.000	183.074	-	31.006
1	1.00	0.35								0.076	0.075	0.000	0.169	-	0.169
53	100 x 35		30.00	450.00	OK	N12	N12	14-2-P14	6'352	128.677	34.796	0.000	157.344	-	30.593
1	1.00	0.35								0.156	0.156	0.000	0.194	-	0.194
54	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	519.430	10.509	0.000	157.673	-	24.084
1	1.00	0.35								0.093	0.091	0.000	0.153	-	0.153
55	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N12	14-2-P14	6'352	532.164	9.802	0.000	158.167	-	17.734
1	1.00	0.35								0.094	0.093	0.000	0.112	-	0.112
56	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	6'352	538.369	15.231	0.000	210.019	-	18.011
1	1.00	0.35								0.101	0.102	0.000	0.086	-	0.086
57	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	6'352	544.943	25.004	0.000	210.864	-	26.345
1	1.00	0.35								0.115	0.115	0.000	0.125	-	0.125
58	100 x 40		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	7'149	552.691	38.333	0.000	228.660	-	32.604
3	1.00	0.40								0.114	0.116	0.000	0.143	-	0.143
59	100 x 45		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	7'946	561.514	53.798	0.000	245.901	-	35.989
9	1.00	0.45								0.116	0.116	0.000	0.146	-	0.146
60	100 x 50		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	8'743	571.206	69.520	0.000	262.728	-	35.577
4	1.00	0.50								0.115	0.117	0.000	0.135	-	0.135
61	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	582.367	83.074	0.000	294.069	-	30.182
5	1.00	0.60								0.098	0.100	0.000	0.103	-	0.103
62	100 x 68		30.00	450.00	OK	N5	N11	14-2-P14	11'612	593.984	91.433	0.000	258.051	-	16.968
6	1.00	0.68								0.088	0.087	0.000	0.066	-	0.066

A.5.4.16. Rebarred sections ratio cheking for fire combinations load – FEM analysis

SECTION CHECKING - FIRE COMBINATIONS LOAD															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
22(M+N) / 51(V)	100 x 35		30.00	360.00	OK	N21	N22	14-2-P14	7'105	314.873	8.390	0.000	196.254	-	24.840
1	1.00	0.30								0.054	0.054	0.000	0.127	-	0.127
14(M+N) / 1(V)	100 x 54		30.00	360.00	OK	N22	N21	14-2-P14	11'143	87.634	47.729	0.000	228.904	-	96.896
2	1.00	0.49								0.172	0.173	0.000	0.423	-	0.423
21(M+N) / 21(V)	100 x 40		30.00	360.00	OK	N21	N21	14-2-P14	8'168	319.758	15.544	0.000	221.685	-	18.744
3	1.00	0.35								0.054	0.053	0.000	0.085	-	0.085
19(M+N) / 19(V)	100 x 50		30.00	360.00	OK	N21	N21	14-2-P14	10'293	331.802	34.147	0.000	249.816	-	22.488
4	1.00	0.45								0.056	0.056	0.000	0.090	-	0.090
18(M+N) / 18(V)	100 x 60		30.00	360.00	OK	N21	N21	14-2-P14	12'418	339.329	43.175	0.000	274.390	-	20.405
5	1.00	0.55								0.048	0.048	0.000	0.074	-	0.074
17(M+N) / 17(V)	100 x 68		30.00	360.00	OK	N21	N21	14-2-P14	14'118	347.322	49.609	0.000	292.829	-	14.861
6	1.00	0.63								0.042	0.043	0.000	0.051	-	0.051
20(M+N) / 20(V)	100 x 45		30.00	360.00	OK	N21	N21	14-2-P14	9'230	325.438	24.465	0.000	236.158	-	21.636
7	1.00	0.40								0.054	0.055	0.000	0.092	-	0.092

A.5.4.17. Load combination SLE 1

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 1



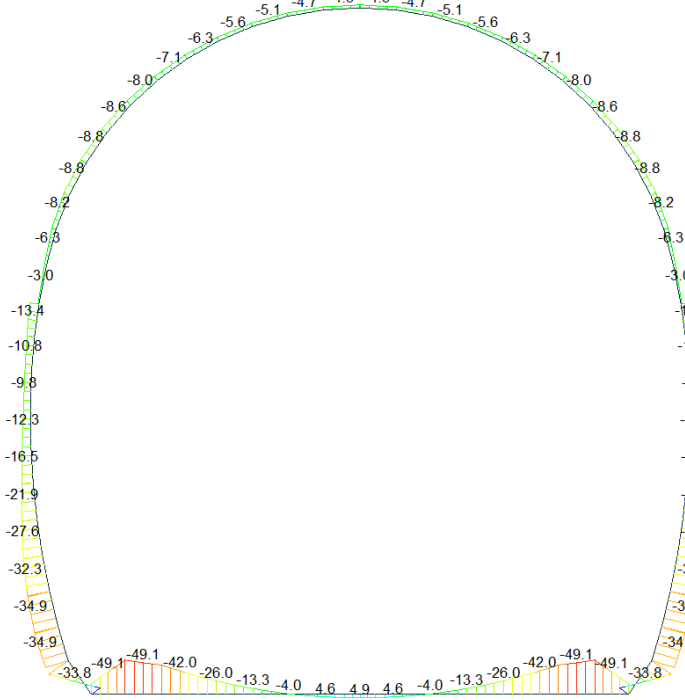
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-44.10
Cyan	-65.06
Green	-86.01
Light Green	-106.97
Yellow-Green	-127.93
Yellow	-148.88
Orange-Yellow	-169.84
Orange	-190.79
Light Orange	-211.75
Orange-Red	-232.70
Red-Orange	-253.66
Red	-274.61

ST: NSLE - 1
MAX : 8
MIN : 62
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: KN
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 1



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	15.47
Cyan	9.60
Green	3.73
Light Green	0.00
Yellow-Green	-8.01
Yellow	-13.89
Orange-Yellow	-19.76
Orange	-25.63
Light Orange	-31.50
Orange-Red	-37.37
Red-Orange	-43.25
Red	-49.12

ST: NSLE - 1
MAX : 16
MIN : 15
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: KN*m
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI - CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ctk} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.00	α_{cc}	1.00	α_{ct}	1.00	φ	0.80
f_{ctd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctE} [N/mm ²]	2.059	E_g [N/mm ²]	26'400		

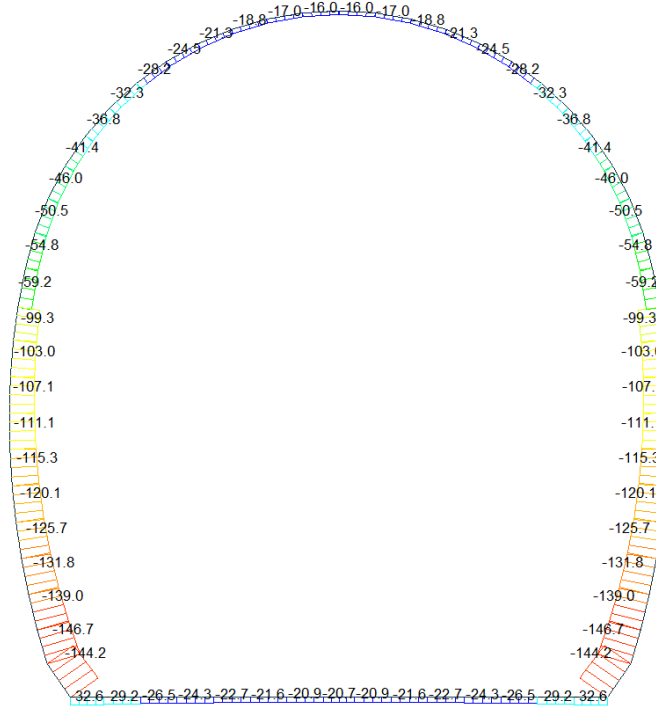
VERIFICA SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	f_{ctE} [N/mm ²]	
NSLE - 1	29	I[30]	-8.2	-170.1	4.7	0.35	-0.89	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	29	J[29]	-6.3	-174.2	3.1	0.35	-0.81	-0.19	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	30	I[31]	-8.8	-166.5	2.2	0.35	-0.91	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	30	J[30]	-8.2	-170.4	0.2	0.35	-0.89	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	31	I[32]	-8.6	-162.9	0.8	0.35	-0.89	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	31	J[31]	-8.8	-166.5	1.7	0.35	-0.91	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	32	I[33]	-8.0	-159.5	0.1	0.35	-0.85	-0.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	32	J[32]	-8.6	-162.8	2.8	0.35	-0.89	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	33	I[34]	-7.1	-156.4	0.0	0.35	-0.80	-0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	33	J[33]	-8.0	-159.3	3.2	0.35	-0.84	-0.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	34	I[35]	-6.3	-153.6	0.2	0.35	-0.75	-0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	34	J[34]	-7.1	-156.2	3.4	0.35	-0.80	-0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	35	I[36]	-5.6	-151.3	0.5	0.35	-0.71	-0.16	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	35	J[35]	-6.3	-153.4	3.3	0.35	-0.75	-0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	36	I[37]	-5.1	-149.4	0.9	0.35	-0.68	-0.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	36	J[36]	-5.6	-151.1	3.1	0.35	-0.71	-0.16	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	37	I[38]	-4.7	-148.1	1.4	0.35	-0.65	-0.19	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	37	J[37]	-5.1	-149.3	2.9	0.35	-0.68	-0.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	38	I[39]	-4.5	-147.2	1.7	0.35	-0.64	-0.20	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	38	J[38]	-4.7	-148.0	2.6	0.35	-0.65	-0.19	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	39	I[40]	-4.4	-147.0	2.0	0.35	-0.64	-0.20	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	39	J[39]	-4.5	-147.2	2.3	0.35	-0.64	-0.20	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	40	I[41]	-4.5	-147.2	2.3	0.35	-0.64	-0.20	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	40	J[40]	-4.4	-147.0	2.0	0.35	-0.64	-0.20	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	41	I[42]	-4.7	-148.0	2.6	0.35	-0.65	-0.19	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	41	J[41]	-4.5	-147.2	1.7	0.35	-0.64	-0.20	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	42	I[43]	-5.1	-149.3	2.9	0.35	-0.68	-0.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	42	J[42]	-4.7	-148.1	1.4	0.35	-0.65	-0.19	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	43	I[44]	-5.6	-151.1	3.1	0.35	-0.71	-0.16	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	43	J[43]	-5.1	-149.4	0.9	0.35	-0.68	-0.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	44	I[45]	-6.3	-153.4	3.3	0.35	-0.75	-0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	44	J[44]	-5.6	-151.3	0.5	0.35	-0.71	-0.16	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	45	I[46]	-7.1	-156.2	3.4	0.35	-0.80	-0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	45	J[45]	-6.3	-153.6	0.2	0.35	-0.75	-0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	46	I[47]	-8.0	-159.3	3.2	0.35	-0.84	-0.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	46	J[46]	-7.1	-156.4	0.0	0.35	-0.80	-0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	47	I[48]	-8.6	-162.8	2.8	0.35	-0.89	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	47	J[47]	-8.0	-159.5	0.1	0.35	-0.85	-0.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	48	I[49]	-8.8	-166.5	1.7	0.35	-0.91	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	48	J[48]	-8.6	-162.9	0.8	0.35	-0.89	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	49	I[50]	-8.2	-170.4	0.2	0.35	-0.89	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	49	J[49]	-8.8	-166.5	2.2	0.35	-0.91	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	50	I[51]	-6.3	-174.2	3.1	0.35	-0.81	-0.19	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	50	J[50]	-8.2	-170.1	4.7	0.35	-0.89	-0.08	-30.71	2.06	OK

$\sigma_{c, max}$	-0.91
$\sigma_{t, max}$	-0.04

A.5.4.18. Load combination SLE 2

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 2



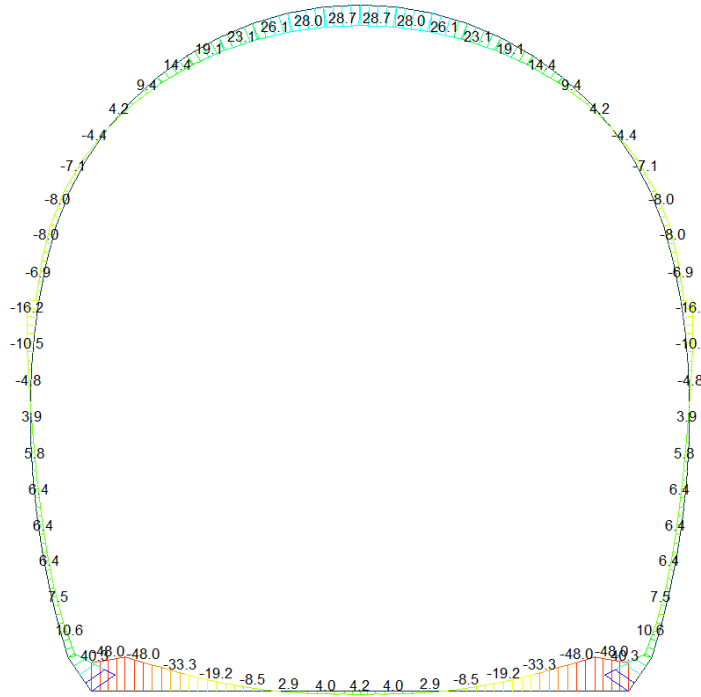
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-15.73
Cyan	-27.64
Green	-39.54
Light Green	-51.45
Yellow-Green	-63.36
Yellow	-75.26
Orange	-87.17
Light Orange	-99.08
Orange-Red	-110.99
Red-Orange	-122.89
Red	-134.80
Dark Red	-146.71

ST: NSLE - 2
MAX : 40
MIN : 62
FILE: FdE_Cot (5-UNIT: KN
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 2



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	40.28
Cyan	32.25
Green	24.22
Light Green	16.19
Yellow-Green	8.16
Yellow	0.00
Orange	-7.89
Light Orange	-15.92
Orange-Red	-23.95
Red-Orange	-31.98
Red	-40.00
Dark Red	-48.03

ST: NSLE - 2
MAX : 63
MIN : 1
FILE: FdE_Cot (5-UNIT: KN*m
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI - CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ck} [N/mm ²]	37.00	F_{ck} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.00	α_{cc}	1.00	α_{ct}	1.00	φ	0.80
f_{cd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctd} [N/mm ²]	2.059	E_g [N/mm ²]	26'400		

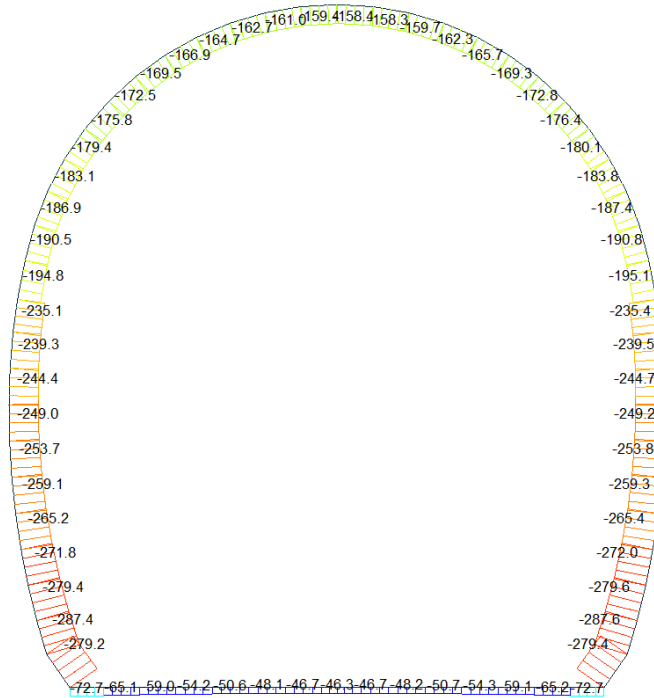
VERIFICA SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	
NSLE - 2	29	I[30]	-7.1	-46.5	1.1	0.35	-0.48	0.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	29	J[29]	-8.0	-50.6	2.6	0.35	-0.54	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	30	I[31]	-4.4	-42.2	4.3	0.35	-0.34	0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	30	J[30]	-7.1	-46.0	6.4	0.35	-0.48	0.22	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	31	I[32]	-0.5	-37.8	6.7	0.35	-0.13	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	31	J[31]	-4.4	-41.4	9.1	0.35	-0.34	0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	32	I[33]	4.3	-33.5	8.1	0.35	0.11	-0.30	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	32	J[32]	-0.5	-36.8	10.9	0.35	-0.13	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	33	I[34]	9.4	-29.4	8.6	0.35	0.37	-0.54	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	33	J[33]	4.3	-32.3	11.8	0.35	0.12	-0.30	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	34	I[35]	14.4	-25.6	8.4	0.35	0.63	-0.78	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	34	J[34]	9.4	-28.2	11.9	0.35	0.38	-0.54	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	35	I[36]	19.1	-22.3	7.5	0.35	0.87	-1.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	35	J[35]	14.4	-24.5	11.3	0.35	0.64	-0.78	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	36	I[37]	23.1	-19.6	5.9	0.35	1.07	-1.19	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	36	J[36]	19.1	-21.3	10.0	0.35	0.88	-1.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	37	I[38]	26.1	-17.6	3.9	0.35	1.23	-1.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	37	J[37]	23.1	-18.8	8.1	0.35	1.08	-1.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	38	I[39]	28.0	-16.3	1.6	0.35	1.32	-1.42	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	38	J[38]	26.1	-17.0	5.9	0.35	1.23	-1.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	39	I[40]	28.6	-15.7	0.9	0.35	1.36	-1.45	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	39	J[39]	28.0	-16.0	3.5	0.35	1.32	-1.42	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	40	I[41]	28.0	-16.0	3.5	0.35	1.32	-1.42	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	40	J[40]	28.6	-15.7	0.9	0.35	1.36	-1.45	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	41	I[42]	26.1	-17.0	5.9	0.35	1.23	-1.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	41	J[41]	28.0	-16.3	1.6	0.35	1.32	-1.42	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	42	I[42]	23.1	-18.8	8.1	0.35	1.08	-1.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	42	J[42]	26.1	-17.6	3.9	0.35	1.23	-1.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	43	I[44]	19.1	-21.3	10.0	0.35	0.88	-1.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	43	J[43]	23.1	-19.6	5.9	0.35	1.07	-1.19	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	44	I[45]	14.4	-24.5	11.3	0.35	0.64	-0.78	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	44	J[44]	19.1	-22.3	7.5	0.35	0.87	-1.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	45	I[46]	9.4	-28.2	11.9	0.35	0.38	-0.54	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	45	J[45]	14.4	-25.6	8.4	0.35	0.63	-0.78	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	46	I[47]	4.3	-32.3	11.8	0.35	0.12	-0.30	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	46	J[46]	9.4	-29.4	8.6	0.35	0.37	-0.54	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	47	I[48]	-0.5	-36.8	10.9	0.35	-0.13	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	47	J[47]	4.3	-33.5	8.1	0.35	0.11	-0.30	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	48	I[49]	-4.4	-41.4	9.1	0.35	-0.34	0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	48	J[48]	-0.5	-37.8	6.7	0.35	-0.13	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	49	I[50]	-7.1	-46.0	6.4	0.35	-0.48	0.22	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	49	J[49]	-4.4	-42.2	4.3	0.35	-0.34	0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	50	I[51]	-8.0	-50.6	2.6	0.35	-0.54	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	50	J[50]	-7.1	-46.5	1.1	0.35	-0.48	0.21	-30.71	2.06	OK

$\sigma_{c, max}$	-1.45
$\sigma_{t, max}$	1.36

A.5.4.19. Load combination SLE 5 Block analysis

Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_NSLE - 5



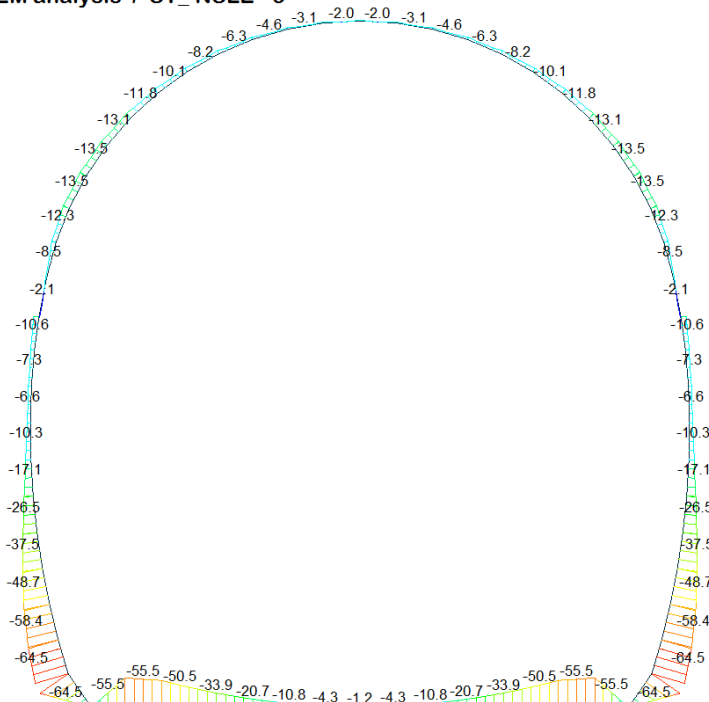
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-46.27
Cyan	-68.20
Green	-90.14
Light Green	-112.07
Yellow-Green	-134.01
Yellow	-155.94
Orange	-177.88
Light Orange	-199.81
Orange-Red	-221.75
Red-Orange	-243.68
Red	-265.62
Dark Red	-287.55

ST: NSLE - 5
MAX : 8
MIN : 17
FILE: FdE_Cot (4-
UNIT: kN
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_NSLE - 5



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	1.43
Cyan	0.00
Green	-10.55
Light Green	-16.54
Yellow-Green	-22.53
Yellow	-28.52
Orange	-34.51
Light Orange	-40.50
Orange-Red	-46.49
Red-Orange	-52.48
Red	-58.48
Dark Red	-64.47

ST: NSLE - 5
MAX : 52
MIN : 16
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: kNm
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI - CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ctk} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.00	α_{cc}	1.00	α_{ct}	1.00	φ	0.80
f_{ctd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctE} [N/mm ²]	2.059	E_g [N/mm ²]	26'400		

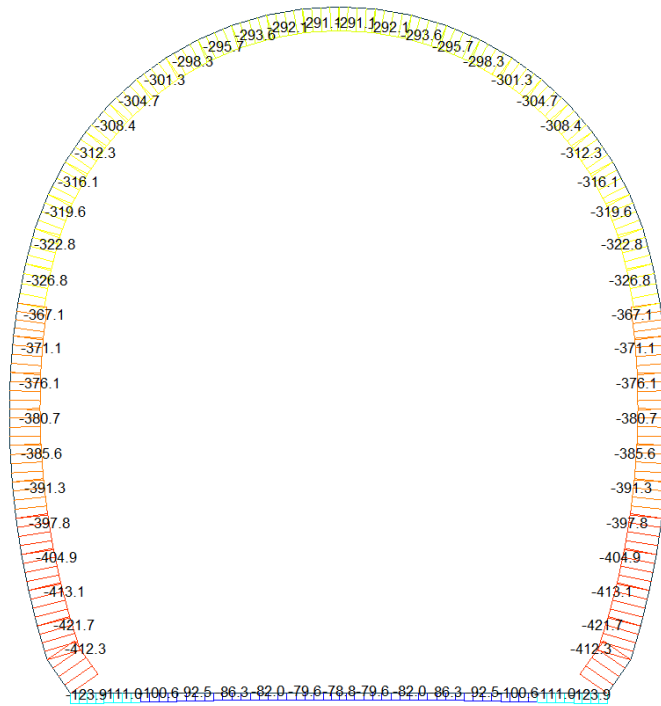
VERIFICA SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	f_{ctE} [N/mm ²]	
NSLE - 5	29	I[30]	-11.0	-183.3	6.5	0.35	-1.06	0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	29	J[29]	-8.1	-187.4	4.9	0.35	-0.93	-0.14	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	30	I[31]	-12.4	-179.9	3.9	0.35	-1.12	0.09	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	30	J[30]	-11.0	-183.8	1.9	0.35	-1.06	0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	31	I[32]	-12.7	-176.5	1.9	0.35	-1.13	0.12	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	31	J[31]	-12.4	-180.1	0.6	0.35	-1.12	0.09	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	32	I[33]	-12.1	-173.1	0.1	0.35	-1.09	0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	32	J[32]	-12.7	-176.4	2.8	0.35	-1.13	0.12	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	33	I[34]	-10.2	-169.9	2.1	0.35	-0.99	0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	33	J[33]	-12.1	-172.8	5.3	0.35	-1.08	0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	34	I[35]	-6.9	-166.7	4.9	0.35	-0.81	-0.14	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	34	J[34]	-10.2	-169.3	8.5	0.35	-0.98	0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	35	I[36]	-2.0	-163.5	6.1	0.35	-0.56	-0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	35	J[35]	-6.9	-165.7	12.6	0.35	-0.81	-0.14	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	36	I[37]	2.8	-160.6	3.0	0.35	-0.32	-0.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	36	J[36]	-2.0	-162.3	15.2	0.35	-0.56	-0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	37	I[38]	5.2	-158.4	4.6	0.35	-0.20	-0.71	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	37	J[37]	2.8	-159.7	13.1	0.35	-0.32	-0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	38	I[39]	3.4	-157.6	11.9	0.35	-0.28	-0.62	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	38	J[38]	5.2	-158.3	5.9	0.35	-0.20	-0.71	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	39	I[40]	-0.7	-158.1	14.1	0.35	-0.49	-0.42	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	39	J[39]	3.4	-158.4	1.6	0.35	-0.28	-0.62	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	40	I[41]	-4.9	-159.4	11.6	0.35	-0.70	-0.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	40	J[40]	-0.7	-159.2	4.5	0.35	-0.49	-0.42	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	41	I[42]	-7.7	-161.0	7.6	0.35	-0.83	-0.09	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	41	J[41]	-4.9	-160.3	3.3	0.35	-0.70	-0.22	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	42	I[43]	-9.0	-162.7	4.8	0.35	-0.91	-0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	42	J[42]	-7.7	-161.5	0.6	0.35	-0.84	-0.09	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	43	I[44]	-9.5	-164.7	3.1	0.35	-0.94	0.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	43	J[43]	-9.0	-163.0	0.9	0.35	-0.91	-0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	44	I[45]	-9.7	-166.9	2.2	0.35	-0.95	0.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	44	J[44]	-9.5	-164.8	1.6	0.35	-0.94	0.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	45	I[46]	-9.8	-169.5	1.9	0.35	-0.96	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	45	J[45]	-9.7	-167.0	1.7	0.35	-0.95	0.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	46	I[47]	-9.8	-172.5	1.7	0.35	-0.97	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	46	J[46]	-9.8	-169.5	1.5	0.35	-0.96	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	47	I[48]	-9.8	-175.8	1.4	0.35	-0.98	-0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	47	J[47]	-9.8	-172.5	1.4	0.35	-0.97	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	48	I[49]	-9.5	-179.4	0.6	0.35	-0.98	-0.05	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	48	J[48]	-9.8	-175.8	1.9	0.35	-0.98	-0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	49	I[50]	-8.5	-183.1	1.0	0.35	-0.94	-0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	49	J[49]	-9.5	-179.3	3.1	0.35	-0.98	-0.05	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	50	I[51]	-6.2	-186.9	3.8	0.35	-0.84	-0.23	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	50	J[50]	-8.5	-182.8	5.4	0.35	-0.94	-0.11	-30.71	2.06	OK

$\sigma_{c, max}$	-1.13
$\sigma_{t, max}$	0.12

A.5.4.20. Load combination SLE 5 FEM analysis

Beam Diagram_Fx- FEM analysis / ST_NSLE - 5



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

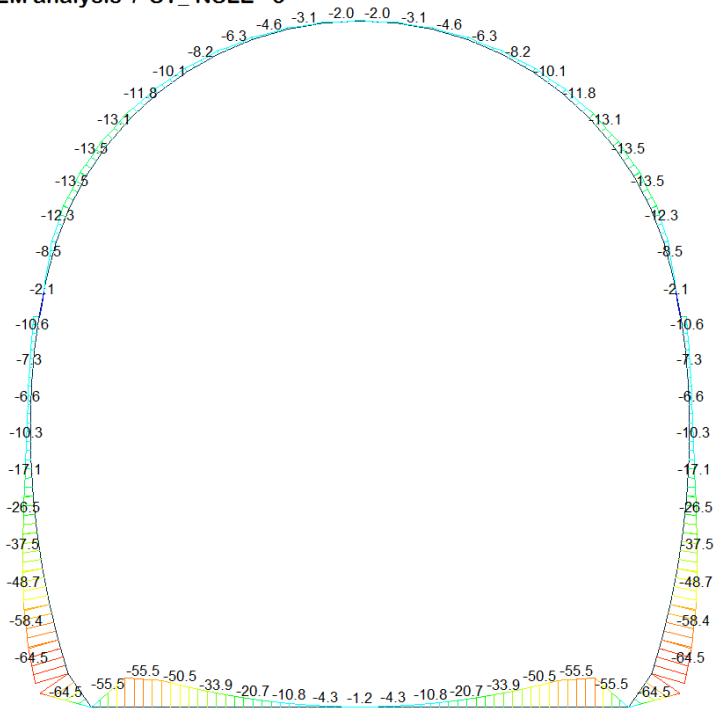
AXIAL

Blue	-78.82
Cyan	-109.99
Green	-141.17
Light Green	-172.34
Yellow-Green	-203.51
Yellow	-234.68
Orange-Yellow	-265.85
Orange	-297.02
Light Red	-328.19
Red-Orange	-359.36
Red	-390.53
Dark Red	-421.71

ST: NSLE - 5
MAX : 8
MIN : 62
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: KN
DATE: 03/31/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_NSLE - 5



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	1.43
Cyan	0.00
Green	-10.55
Light Green	-16.54
Yellow-Green	-22.53
Yellow	-28.52
Orange-Yellow	-34.51
Orange	-40.50
Light Red	-46.49
Red-Orange	-52.48
Red	-58.48
Dark Red	-64.47

ST: NSLE - 5
MAX : 52
MIN : 16
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: KN*m
DATE: 03/31/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI - CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.00	α_{cc}	1.00	α_{ct}	1.00	φ	0.80
f_{ctd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctd} [N/mm ²]	2.059	E_w [N/mm ²]	26'400		

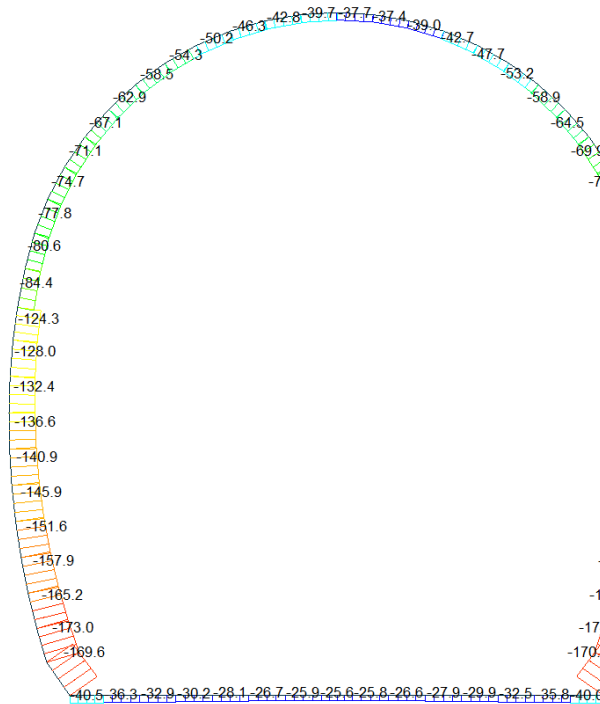
VERIFICA SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	
NSLE - 5	29	I[30]	-12.3	-315.5	16.2	0.35	-1.50	-0.30	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	29	J[29]	-8.5	-319.6	0.9	0.35	-1.33	-0.50	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	30	I[31]	-13.5	-312.2	11.8	0.35	-1.55	-0.23	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	30	J[30]	-12.3	-316.1	6.7	0.35	-1.51	-0.30	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	31	I[32]	-13.1	-308.7	9.3	0.35	-1.52	-0.24	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	31	J[31]	-13.5	-312.3	10.7	0.35	-1.55	-0.23	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	32	I[33]	-11.8	-305.1	8.1	0.35	-1.45	-0.29	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	32	J[32]	-13.1	-308.4	13.2	0.35	-1.52	-0.24	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	33	I[34]	-10.1	-301.8	8.0	0.35	-1.35	-0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	33	J[33]	-11.8	-304.7	14.8	0.35	-1.45	-0.29	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	34	I[35]	-8.2	-298.8	8.4	0.35	-1.25	-0.45	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	34	J[34]	-10.1	-301.3	15.7	0.35	-1.35	-0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	35	I[36]	-6.3	-296.2	9.0	0.35	-1.16	-0.54	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	35	J[35]	-8.2	-298.3	16.3	0.35	-1.25	-0.45	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	36	I[37]	-4.6	-294.0	9.9	0.35	-1.07	-0.61	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	36	J[36]	-6.3	-295.7	16.6	0.35	-1.16	-0.53	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	37	I[38]	-3.2	-292.4	11.0	0.35	-0.99	-0.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	37	J[37]	-4.6	-293.6	16.7	0.35	-1.07	-0.61	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	38	I[39]	-2.0	-291.3	12.3	0.35	-0.93	-0.73	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	38	J[38]	-3.2	-292.1	16.5	0.35	-0.99	-0.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	39	I[40]	-1.6	-290.9	14.1	0.35	-0.91	-0.75	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	39	J[39]	-2.0	-291.1	15.8	0.35	-0.93	-0.73	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	40	I[41]	-2.0	-291.1	15.8	0.35	-0.93	-0.73	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	40	J[40]	-1.6	-290.9	14.1	0.35	-0.91	-0.75	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	41	I[42]	-3.2	-292.1	16.5	0.35	-0.99	-0.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	41	J[41]	-2.0	-291.3	12.3	0.35	-0.93	-0.73	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	42	I[43]	-4.6	-293.6	16.7	0.35	-1.07	-0.61	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	42	J[42]	-3.2	-292.4	11.0	0.35	-0.99	-0.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	43	I[44]	-6.3	-295.7	16.6	0.35	-1.16	-0.53	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	43	J[43]	-4.6	-294.0	9.9	0.35	-1.07	-0.61	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	44	I[45]	-8.2	-298.3	16.3	0.35	-1.25	-0.45	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	44	J[44]	-6.3	-296.2	9.0	0.35	-1.16	-0.54	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	45	I[46]	-10.1	-301.3	15.7	0.35	-1.35	-0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	45	J[45]	-8.2	-298.8	8.4	0.35	-1.25	-0.45	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	46	I[47]	-11.8	-304.7	14.8	0.35	-1.45	-0.29	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	46	J[46]	-10.1	-301.8	8.0	0.35	-1.35	-0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	47	I[48]	-13.1	-308.4	13.2	0.35	-1.52	-0.24	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	47	J[47]	-11.8	-305.1	8.1	0.35	-1.45	-0.29	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	48	I[49]	-13.5	-312.3	10.7	0.35	-1.55	-0.23	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	48	J[48]	-13.1	-308.7	9.3	0.35	-1.52	-0.24	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	49	I[50]	-12.3	-316.1	6.7	0.35	-1.51	-0.30	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	49	J[49]	-13.5	-312.2	11.8	0.35	-1.55	-0.23	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	50	I[51]	-8.5	-319.6	0.9	0.35	-1.33	-0.50	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	50	J[50]	-12.3	-315.5	16.2	0.35	-1.50	-0.30	-30.71	2.06	OK

$\sigma_{c, max}$	-1.55
$\sigma_{t, max}$	-0.23

A.5.4.21. Load combination SLE 6 Block analysis

Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_NSLE - 6



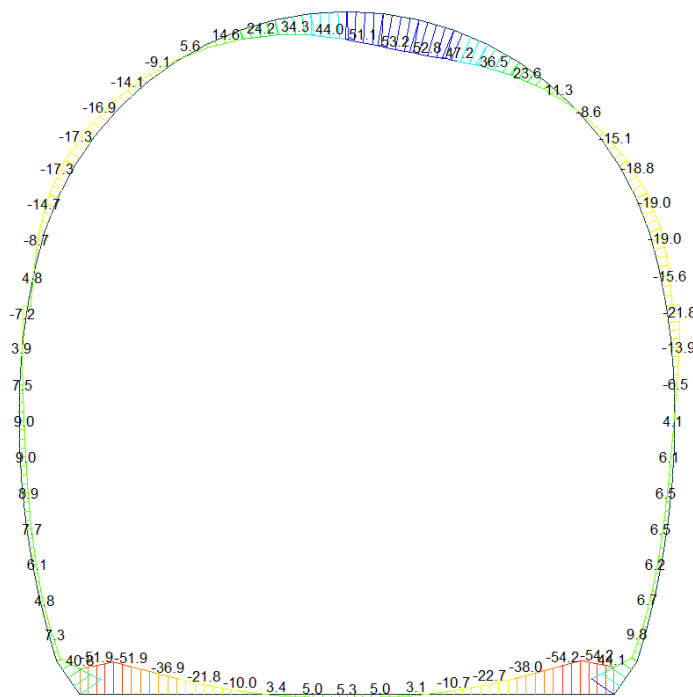
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-25.60
Cyan	-39.13
Green	-52.66
Light Green	-66.18
Yellow-Green	-79.71
Yellow	-93.23
Orange	-106.76
Light Orange	-120.28
Orange-Red	-133.81
Red-Orange	-147.33
Red	-160.86
Dark Red	-174.39

ST: NSLE - 6
MAX : 8
MIN : 17
FILE: FdE_Cot (4-
UNIT: kN
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - Block analysis / ST_NSLE - 6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	53.20
Cyan	43.44
Green	33.67
Light Green	23.91
Yellow-Green	14.15
Yellow	0.00
Orange	-5.38
Light Orange	-15.14
Orange-Red	-24.90
Red-Orange	-34.67
Red	-44.43
Dark Red	-54.19

ST: NSLE - 6
MAX : 38
MIN : 14
FILE: FdE_Cot (4-
UNIT: kNm
DATE: 03/31/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI - CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ctk} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{ctm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.00	α_{cc}	1.00	α_{ct}	1.00	φ	0.80
f_{ctd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctd} [N/mm ²]	2.059	E_g [N/mm ²]	26'400		

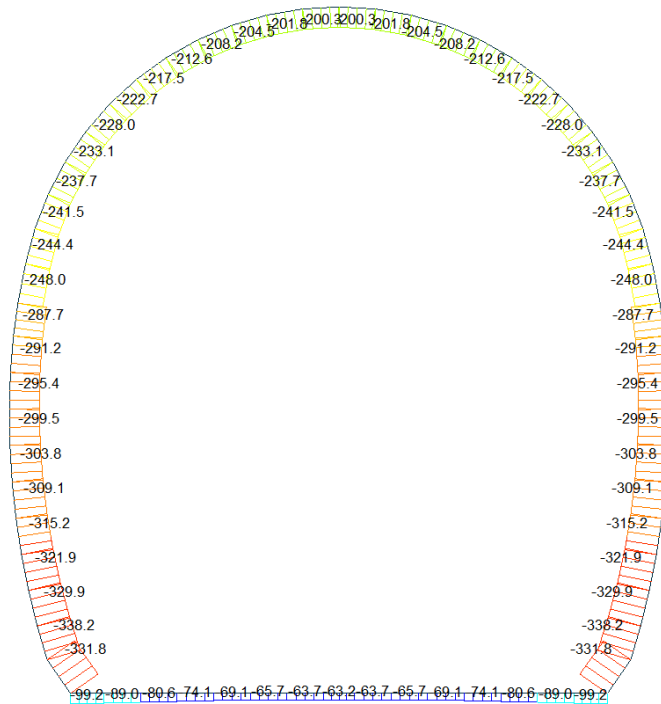
VERIFICA SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	
NSLE - 6	29	I[30]	-18.5	-76.8	3.1	0.35	-1.13	0.69	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	29	J[29]	-17.4	-80.8	1.5	0.35	-1.08	0.62	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	30	I[31]	-16.2	-72.7	3.7	0.35	-1.00	0.58	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	30	J[30]	-18.5	-76.6	5.7	0.35	-1.13	0.69	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	31	I[32]	-10.8	-68.2	9.5	0.35	-0.72	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	31	J[31]	-16.2	-71.8	12.0	0.35	-1.00	0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	32	I[33]	-2.9	-63.4	14.4	0.35	-0.32	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	32	J[32]	-10.8	-66.7	17.3	0.35	-0.72	0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	33	I[34]	7.1	-58.4	18.3	0.35	0.18	-0.51	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	33	J[33]	-2.9	-61.3	21.5	0.35	-0.32	-0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	34	I[35]	18.6	-53.3	21.3	0.35	0.76	-1.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	34	J[34]	7.1	-55.9	24.9	0.35	0.19	-0.51	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	35	I[36]	30.9	-48.4	20.8	0.35	1.37	-1.65	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	35	J[35]	18.6	-50.5	27.3	0.35	0.77	-1.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	36	I[37]	41.1	-44.0	14.0	0.35	1.89	-2.14	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	36	J[36]	30.9	-45.7	26.2	0.35	1.38	-1.64	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	37	I[38]	46.4	-40.8	1.2	0.35	2.06	-2.39	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	37	J[37]	41.1	-42.1	19.0	0.35	1.89	-2.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	38	I[39]	44.6	-39.7	12.0	0.35	2.05	-2.30	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	38	J[38]	46.4	-40.4	5.9	0.35	2.06	-2.39	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	39	I[40]	37.6	-40.5	19.9	0.35	1.73	-1.96	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	39	J[39]	44.6	-40.8	7.4	0.35	2.05	-2.30	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	40	I[41]	28.1	-42.8	22.2	0.35	1.25	-1.50	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	40	J[40]	37.6	-42.5	15.1	0.35	1.72	-1.96	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	41	I[42]	18.5	-45.8	21.4	0.35	0.77	-1.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	41	J[41]	28.1	-45.0	17.1	0.35	1.25	-1.50	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	42	I[43]	9.4	-49.2	20.3	0.35	0.32	-0.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	42	J[42]	18.5	-47.9	16.1	0.35	0.77	-1.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	43	I[44]	1.1	-52.9	18.5	0.35	-0.10	-0.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	43	J[43]	9.4	-51.2	14.5	0.35	0.31	-0.61	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	44	I[45]	-6.0	-56.8	16.2	0.35	-0.46	0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	44	J[44]	1.1	-54.6	12.4	0.35	-0.10	-0.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	45	I[46]	-11.7	-60.8	13.1	0.35	-0.74	0.40	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	45	J[45]	-6.0	-58.3	9.6	0.35	-0.46	0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	46	I[47]	-15.5	-64.9	9.3	0.35	-0.94	0.57	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	46	J[46]	-11.7	-61.9	6.1	0.35	-0.75	0.39	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	47	I[48]	-17.1	-68.9	4.7	0.35	-1.03	0.64	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	47	J[47]	-15.5	-65.5	1.8	0.35	-0.95	0.57	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	48	I[49]	-16.1	-72.5	0.8	0.35	-1.00	0.58	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	48	J[48]	-17.1	-68.9	3.2	0.35	-1.03	0.64	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	49	I[50]	-12.1	-75.9	7.0	0.35	-0.81	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	49	J[49]	-16.1	-72.0	9.1	0.35	-0.99	0.58	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	50	I[51]	-5.7	-78.8	12.0	0.35	-0.50	0.05	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	50	J[50]	-12.1	-74.7	13.5	0.35	-0.81	0.38	-30.71	2.06	OK

$\sigma_{c, max}$	-2.39
$\sigma_{t, max}$	2.06

A.5.4.22. Load combination SLE 6 FEM analysis

Beam Diagram_Fx- FEM analysis / ST_NSLE - 6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

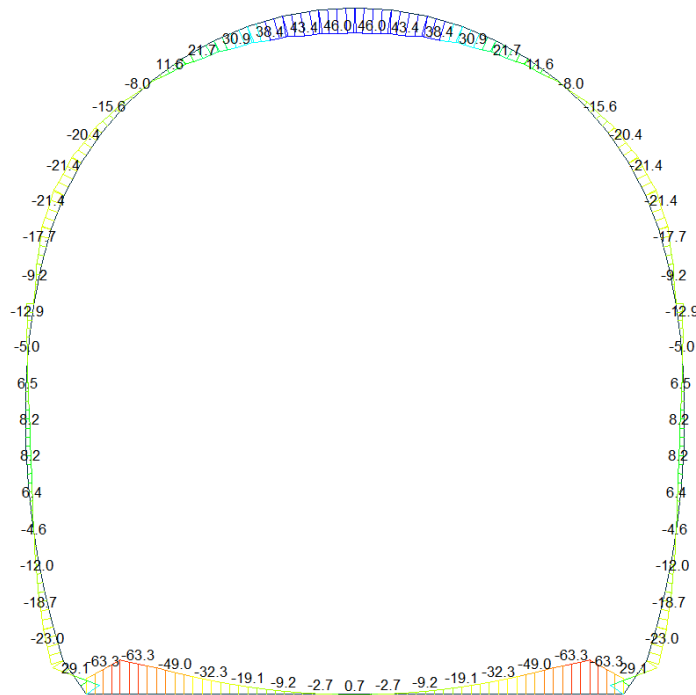
AXIAL

Blue	-63.15
Cyan	-88.16
Green	-113.17
Light Green	-138.17
Yellow-Green	-163.18
Yellow	-188.19
Orange	-213.20
Light Orange	-238.21
Orange-Red	-263.21
Red-Orange	-288.22
Red	-313.23
Dark Red	-338.24

ST: NSLE - 6
MAX : 8
MIN : 17
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: KN
DATE: 03/31/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_NSLE - 6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	46.05
Cyan	36.11
Green	26.17
Light Green	16.23
Yellow-Green	6.30
Yellow	0.00
Orange	-13.58
Light Orange	-23.51
Orange-Red	-33.45
Red-Orange	-43.39
Red	-53.32
Dark Red	-63.26

ST: NSLE - 6
MAX : 40
MIN : 2
FILE: FdE_Cot (5-
UNIT: KN*m
DATE: 03/31/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI - CALOTTA

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ctk} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctk,0.05}$ [N/mm ²]	2.06	E_{cm} [N/mm ²]	33'000
γ_c	1.00	α_{cc}	1.00	α_{ct}	1.00	φ	0.80
f_{ctd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctE} [N/mm ²]	2.059	E_g [N/mm ²]	26'400		

VERIFICA SEZIONI NON FESSURATE

Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	f_{ctE} [N/mm ²]	
NSLE - 6	29	I[30]	-21.4	-237.4	16.0	0.35	-1.73	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	29	J[29]	-17.7	-241.5	1.1	0.35	-1.56	0.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	30	I[31]	-20.4	-233.8	7.3	0.35	-1.67	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	30	J[30]	-21.4	-237.7	11.2	0.35	-1.73	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	31	I[32]	-15.6	-229.5	0.5	0.35	-1.42	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	31	J[31]	-20.4	-233.1	19.5	0.35	-1.66	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	32	I[33]	-8.0	-224.7	4.4	0.35	-1.04	-0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	32	J[32]	-15.6	-228.0	25.7	0.35	-1.42	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	33	I[34]	1.4	-219.8	7.3	0.35	-0.56	-0.69	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	33	J[33]	-8.0	-222.7	30.0	0.35	-1.03	-0.24	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	34	I[35]	11.6	-214.9	8.4	0.35	-0.05	-1.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	34	J[34]	1.4	-217.5	32.4	0.35	-0.56	-0.69	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	35	I[36]	21.7	-210.4	7.6	0.35	0.46	-1.67	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	35	J[35]	11.6	-212.6	32.9	0.35	-0.04	-1.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	36	I[37]	30.9	-206.5	5.1	0.35	0.93	-2.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	36	J[36]	21.7	-208.2	31.6	0.35	0.47	-1.66	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	37	I[38]	38.4	-203.3	1.0	0.35	1.30	-2.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	37	J[37]	30.9	-204.5	28.6	0.35	0.93	-2.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	38	I[39]	43.3	-201.1	4.6	0.35	1.55	-2.70	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	38	J[38]	38.4	-201.8	24.2	0.35	1.30	-2.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	39	I[40]	45.1	-200.1	11.5	0.35	1.64	-2.78	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	39	J[39]	43.3	-200.3	18.4	0.35	1.55	-2.69	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	40	I[41]	43.3	-200.3	18.4	0.35	1.55	-2.69	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	40	J[40]	45.1	-200.1	11.5	0.35	1.64	-2.78	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	41	I[42]	38.4	-201.8	24.2	0.35	1.30	-2.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	41	J[41]	43.3	-201.1	4.6	0.35	1.55	-2.70	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	42	I[43]	30.9	-204.5	28.6	0.35	0.93	-2.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	42	J[42]	38.4	-203.3	1.0	0.35	1.30	-2.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	43	I[44]	21.7	-208.2	31.6	0.35	0.47	-1.66	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	43	J[43]	30.9	-206.5	5.1	0.35	0.93	-2.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	44	I[45]	11.6	-212.6	32.9	0.35	-0.04	-1.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	44	J[44]	21.7	-210.4	7.6	0.35	0.46	-1.67	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	45	I[46]	1.4	-217.5	32.4	0.35	-0.56	-0.69	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	45	J[45]	11.6	-214.9	8.4	0.35	-0.05	-1.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	46	I[47]	-8.0	-222.7	30.0	0.35	-1.03	-0.24	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	46	J[46]	1.4	-219.8	7.3	0.35	-0.56	-0.69	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	47	I[48]	-15.6	-228.0	25.7	0.35	-1.42	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	47	J[47]	-8.0	-224.7	4.4	0.35	-1.04	-0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	48	I[49]	-20.4	-233.1	19.5	0.35	-1.66	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	48	J[48]	-15.6	-229.5	0.5	0.35	-1.42	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	49	I[50]	-21.4	-237.7	11.2	0.35	-1.73	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	49	J[49]	-20.4	-233.8	7.3	0.35	-1.67	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	50	I[51]	-17.7	-241.5	1.1	0.35	-1.56	0.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	50	J[50]	-21.4	-237.4	16.0	0.35	-1.73	0.37	-30.71	2.06	OK

$\sigma_{c, max}$	-2.78
$\sigma_{t, max}$	1.64

A.5.4.23. Rebarred sections stress checking – Block analysis

STRESS CONTROL - PLATEA E PARAMENTI												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
1	100 x 54		NSLE-5	0.99	2.90	OK	-1.20	-18.00	OK	4.68	360.00	OK
2	1.00	0.54										
2	100 x 54		NSLE-5	1.00	2.90	OK	-1.18	-18.00	OK	4.73	360.00	OK
2	1.00	0.54										
3	100 x 54		NSLE-6	0.80	2.90	OK	-1.02	-18.00	OK	3.69	360.00	OK
2	1.00	0.54										
4	100 x 54		NSLE-6	0.46	2.90	OK	-0.66	-18.00	OK	2.10	360.00	OK
2	1.00	0.54										
5	100 x 54		NSLE-6	0.20	2.90	OK	-0.39	-18.00	OK	0.84	360.00	OK
2	1.00	0.54										
6	100 x 54		NSLE-6	0.02	2.90	OK	-0.18	-18.00	OK	0.05	360.00	OK
2	1.00	0.54										
7	100 x 54		NSLE-6	0.05	2.90	OK	-0.19	-18.00	OK	0.20	360.00	OK
2	1.00	0.54										
8	100 x 54		NSLE-6	0.06	2.90	OK	-0.19	-18.00	OK	0.21	360.00	OK
2	1.00	0.54										
9	100 x 54		NSLE-6	0.05	2.90	OK	-0.19	-18.00	OK	0.20	360.00	OK
2	1.00	0.54										
10	100 x 54		NSLE-6	0.02	2.90	OK	-0.18	-18.00	OK	0.05	360.00	OK
2	1.00	0.54										
11	100 x 54		NSLE-5	0.20	2.90	OK	-0.39	-18.00	OK	0.84	360.00	OK
2	1.00	0.54										
12	100 x 54		NSLE-5	0.46	2.90	OK	-0.67	-18.00	OK	2.11	360.00	OK
2	1.00	0.54										
13	100 x 54		NSLE-5	0.80	2.90	OK	-1.02	-18.00	OK	3.70	360.00	OK
2	1.00	0.54										
14	100 x 54		NSLE-5	1.05	2.90	OK	-1.18	-18.00	OK	4.96	360.00	OK
2	1.00	0.54										
15	100 x 54		NSLE-5	1.04	2.90	OK	-1.20	-18.00	OK	4.91	360.00	OK
2	1.00	0.54										
17	100 x 68		NSLE-5	0.06	2.90	OK	-0.87	-18.00	OK	-0.09	360.00	OK
6	1.00	0.68										
18	100 x 60	100 x 60	NSLE-5	0.14	2.90	OK	-1.06	-18.00	OK	0.16	360.00	OK
5	1.00	0.60										
19	100 x 50		NSLE-5	0.26	2.90	OK	-1.34	-18.00	OK	0.49	360.00	OK
4	1.00	0.50										
20	100 x 45		NSLE-5	0.26	2.90	OK	-1.42	-18.00	OK	0.30	360.00	OK
9	1.00	0.45										
21	100 x 40		NSLE-5	0.21	2.90	OK	-1.48	-18.00	OK	-0.17	360.00	OK
3	1.00	0.40										
22	100 x 35		NSLE-5	0.12	2.90	OK	-1.53	-18.00	OK	-0.84	360.00	OK
1	1.00	0.35										
23	100 x 35		NSLE-5	0.00	2.90	OK	-1.30	-18.00	OK	-1.14	360.00	OK
1	1.00	0.35										
24	100 x 35		NSLE-5	0.00	2.90	OK	-1.16	-18.00	OK	-0.83	360.00	OK
1	1.00	0.35										
25	100 x 35		NSLE-5	0.32	2.90	OK	-1.19	-18.00	OK	0.60	360.00	OK
1	1.00	0.35										
26	100 x 35		NSLE-5	0.71	2.90	OK	-1.42	-18.00	OK	2.23	360.00	OK
1	1.00	0.35										
27	100 x 35		NSLE-5	0.53	2.90	OK	-1.00	-18.00	OK	1.71	360.00	OK
1	1.00	0.35										
28	100 x 35		NSLE-5	0.70	2.90	OK	-1.16	-18.00	OK	2.45	360.00	OK
1	1.00	0.35										

MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	σ_c, MAX [N/mm ²]	σ_c, Adm [N/mm ²]	CHECK	σ_s, MAX [N/mm ²]	σ_s, Adm [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
51	100 x 35		NSLE-5	0.25	2.90	OK	-0.83	-18.00	OK	0.74	360.00	OK
1	1.00	0.35										
52	100 x 35		NSLE-6	0.18	2.90	OK	-0.67	-18.00	OK	0.44	360.00	OK
1	1.00	0.35										
53	100 x 35		NSLE-6	0.52	2.90	OK	-1.29	-18.00	OK	1.60	360.00	OK
1	1.00	0.35										
54	100 x 35		NSLE-6	0.23	2.90	OK	-1.17	-18.00	OK	0.39	360.00	OK
1	1.00	0.35										
55	100 x 35		NSLE-6	0.00	2.90	OK	-1.16	-18.00	OK	-0.80	360.00	OK
1	1.00	0.35										
56	100 x 35		NSLE-6	0.05	2.90	OK	-1.31	-18.00	OK	-0.57	360.00	OK
1	1.00	0.35										
57	100 x 35		NSLE-6	0.12	2.90	OK	-1.54	-18.00	OK	-0.57	360.00	OK
1	1.00	0.35										
58	100 x 40		NSLE-6	0.21	2.90	OK	-1.48	-18.00	OK	-0.17	360.00	OK
3	1.00	0.40										
59	100 x 45		NSLE-6	0.26	2.90	OK	-1.42	-18.00	OK	0.30	360.00	OK
9	1.00	0.45										
60	100 x 50		NSLE-6	0.26	2.90	OK	-1.34	-18.00	OK	0.49	360.00	OK
4	1.00	0.50										
61	100 x 60		NSLE-6	0.14	2.90	OK	-1.06	-18.00	OK	0.16	360.00	OK
5	1.00	0.60										
62	100 x 68		NSLE-6	0.06	2.90	OK	-0.88	-18.00	OK	-0.09	360.00	OK
6	1.00	0.68										

A.5.4.24. Rebared sections stress checking – FEM analysis

STRESS CONTROL - PLATEA E PARAMENTI												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
1	100 x 54		NSLE-5	1.12	2.90	OK	-1.49	-18.00	OK	5.14	360.00	OK
2	1.00	0.54										
2	100 x 54		NSLE-5	1.14	2.90	OK	-1.47	-18.00	OK	5.26	360.00	OK
2	1.00	0.54										
3	100 x 54		NSLE-6	0.86	2.90	OK	-1.23	-18.00	OK	3.94	360.00	OK
2	1.00	0.54										
4	100 x 54		NSLE-6	0.53	2.90	OK	-0.87	-18.00	OK	2.37	360.00	OK
2	1.00	0.54										
5	100 x 54		NSLE-6	0.27	2.90	OK	-0.59	-18.00	OK	1.11	360.00	OK
2	1.00	0.54										
6	100 x 54		NSLE-6	0.07	2.90	OK	-0.37	-18.00	OK	0.17	360.00	OK
2	1.00	0.54										
7	100 x 54		NSLE-6	0.04	2.90	OK	-0.24	-18.00	OK	0.15	360.00	OK
2	1.00	0.54										
8	100 x 54		NSLE-6	0.04	2.90	OK	-0.18	-18.00	OK	0.15	360.00	OK
2	1.00	0.54										
9	100 x 54		NSLE-6	0.04	2.90	OK	-0.24	-18.00	OK	0.15	360.00	OK
2	1.00	0.54										
10	100 x 54		NSLE-6	0.07	2.90	OK	-0.37	-18.00	OK	0.17	360.00	OK
2	1.00	0.54										
11	100 x 54		NSLE-5	0.27	2.90	OK	-0.59	-18.00	OK	1.11	360.00	OK
2	1.00	0.54										
12	100 x 54		NSLE-5	0.53	2.90	OK	-0.87	-18.00	OK	2.37	360.00	OK
2	1.00	0.54										
13	100 x 54		NSLE-5	0.86	2.90	OK	-1.23	-18.00	OK	3.94	360.00	OK
2	1.00	0.54										
14	100 x 54		NSLE-5	1.14	2.90	OK	-1.47	-18.00	OK	5.26	360.00	OK
2	1.00	0.54										
15	100 x 54		NSLE-5	1.12	2.90	OK	-1.49	-18.00	OK	5.14	360.00	OK
2	1.00	0.54										
17	100 x 68		NSLE-5	0.22	2.90	OK	-1.46	-18.00	OK	0.46	360.00	OK
6	1.00	0.68										
18	100 x 60		NSLE-5	0.28	2.90	OK	-1.66	-18.00	OK	0.61	360.00	OK
5	1.00	0.60										
19	100 x 50		NSLE-5	0.36	2.90	OK	-1.98	-18.00	OK	0.56	360.00	OK
4	1.00	0.50										
20	100 x 45		NSLE-5	0.26	2.90	OK	-1.99	-18.00	OK	0.30	360.00	OK
9	1.00	0.45										
21	100 x 40		NSLE-5	0.21	2.90	OK	-1.97	-18.00	OK	-0.17	360.00	OK
3	1.00	0.40										
22	100 x 35		NSLE-5	0.12	2.90	OK	-1.94	-18.00	OK	-0.84	360.00	OK
1	1.00	0.35										
23	100 x 35		NSLE-5	0.00	2.90	OK	-1.59	-18.00	OK	-1.14	360.00	OK
1	1.00	0.35										
24	100 x 35		NSLE-5	0.00	2.90	OK	-1.40	-18.00	OK	-0.83	360.00	OK
1	1.00	0.35										
25	100 x 35		NSLE-5	0.23	2.90	OK	-1.41	-18.00	OK	0.39	360.00	OK
1	1.00	0.35										
26	100 x 35		NSLE-5	0.52	2.90	OK	-1.56	-18.00	OK	1.60	360.00	OK
1	1.00	0.35										
27	100 x 35		NSLE-5	0.18	2.90	OK	-1.15	-18.00	OK	0.44	360.00	OK
1	1.00	0.35										
28	100 x 35		NSLE-5	0.25	2.90	OK	-1.55	-18.00	OK	0.74	360.00	OK
1	1.00	0.35										

MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	σ_c, MAX [N/mm ²]	σ_c, Adm [N/mm ²]	CHECK	σ_s, MAX [N/mm ²]	σ_s, Adm [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
51	100 x 35		NSLE-5	0.25	2.90	OK	-1.55	-18.00	OK	0.74	360.00	OK
1	1.00	0.35										
52	100 x 35		NSLE-6	0.18	2.90	OK	-1.15	-18.00	OK	0.44	360.00	OK
1	1.00	0.35										
53	100 x 35		NSLE-6	0.52	2.90	OK	-1.56	-18.00	OK	1.60	360.00	OK
1	1.00	0.35										
54	100 x 35		NSLE-6	0.23	2.90	OK	-1.41	-18.00	OK	0.39	360.00	OK
1	1.00	0.35										
55	100 x 35		NSLE-6	0.00	2.90	OK	-1.40	-18.00	OK	-0.83	360.00	OK
1	1.00	0.35										
56	100 x 35		NSLE-6	0.00	2.90	OK	-1.59	-18.00	OK	-1.14	360.00	OK
1	1.00	0.35										
57	100 x 35		NSLE-6	0.12	2.90	OK	-1.94	-18.00	OK	-0.84	360.00	OK
1	1.00	0.35										
58	100 x 40		NSLE-6	0.21	2.90	OK	-1.97	-18.00	OK	-0.17	360.00	OK
3	1.00	0.40										
59	100 x 45		NSLE-6	0.26	2.90	OK	-1.99	-18.00	OK	0.30	360.00	OK
9	1.00	0.45										
60	100 x 50		NSLE-6	0.36	2.90	OK	-1.98	-18.00	OK	0.56	360.00	OK
4	1.00	0.50										
61	100 x 60		NSLE-6	0.28	2.90	OK	-1.66	-18.00	OK	0.61	360.00	OK
5	1.00	0.60										
62	100 x 68		NSLE-6	0.22	2.90	OK	-1.46	-18.00	OK	0.46	360.00	OK
6	1.00	0.68										

ANHANG 6 - BEMESSUNG DER ZWISCHENPLATTE

Der Anhang 6 gibt die Nachweise GZG und GZT an der Zwischenplatte wieder.

APPENDICE 6 – DIMENSIONAMENTO SOLETTA INTERMEDIA

L'appendice 6 contiene le verifiche sezionali allo SLU e SLE svolte sulle solette intermedie.

1 EINFÜHRUNG

Dieser Bericht behandelt die Dimensionierung der Zwischenplatte, die im Mittelstollen Trens vorgesehen ist.

Die Struktur hat eine Stützweite von ca. 8.3 m und liegt an ihren Enden auf dem Innenausbau des Tunnels auf, wie aus der nachfolgenden Abbildung hervorgeht.

1 INTRODUZIONE

Il presente allegato tratta il dimensionamento della soletta intermedia prevista nel Cunicolo centrale di Trens.

La struttura ha una luce di circa 8.3 m ed è appoggiata agli estremi sul rivestimento definitivo della galleria, come illustrato nella seguente figura.

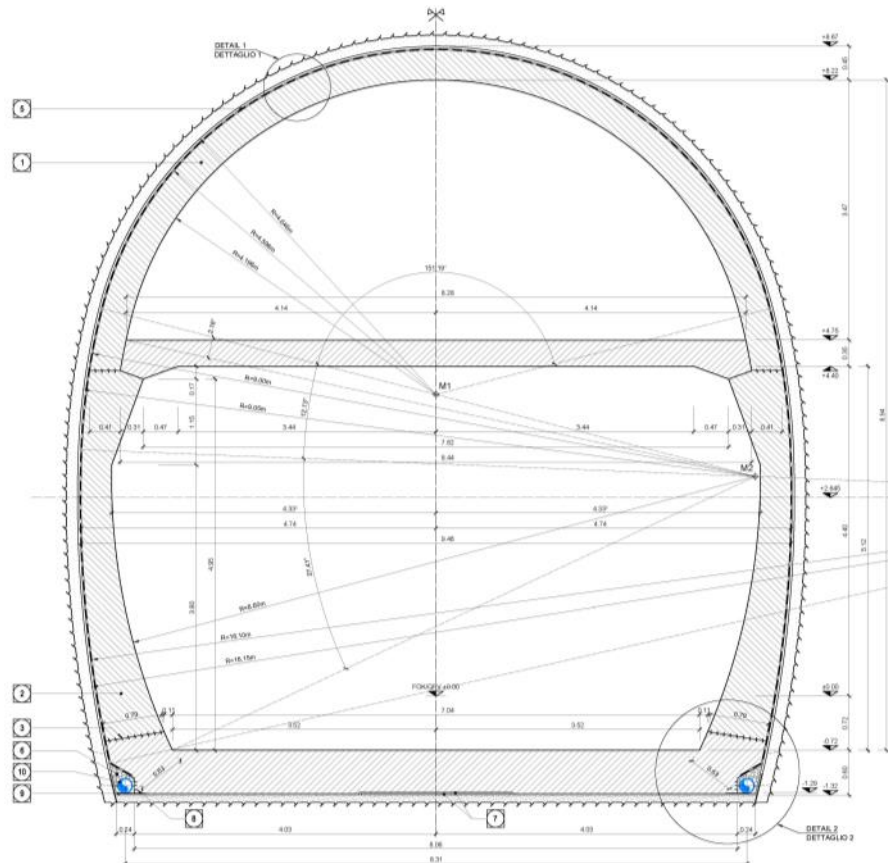


Abbildung 13: Darstellung der Zwischenschale

Illustrazione 13: Rappresentazione della soletta intermedia

2 NORMEN UND RICHTLINIEN

- [1] D.M. Infr. e Trasp. 28 ottobre 2005, "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie. Analisi dei rischi - Misure di prevenzione e protezione - Approvazione dei progetti".
- [2] NTC 2008 del 14 gennaio 2008, "Norme tecniche delle Costruzioni D. Min. Infrastrutture".
- [31] UNI EN 1992-1-1:2005 „Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“
- [32] UNI EN 1992-1-2:2005 „Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall“
- [33] UNI 11076 vom 1. Juli 2003, „Prüfmethoden zur Bewertung der baulichen Brandschutz-Maßnahmen“

2 NORMATIVA

- [3] D.M. Infr. e Trasp. 28 ottobre 2005, "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie. Analisi dei rischi - Misure di prevenzione e protezione - Approvazione dei progetti".
- [4] NTC 2008 del 14 gennaio 2008, "Norme tecniche delle Costruzioni D. Min. Infrastrutture".
- [5] UNI EN 1992-1-1:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"
- [6] UNI EN 1992-1-2:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"
- [7] UNI 11076 del 1 luglio 2003, "Modalità di prova per la valutazione del comportamento di protettivi applicati"

für Decken von Untertagebauwerken im Brandfall.“

a soffitti di opere sotterranee, in condizioni di incendi“.

3 MATERIALIEN

3.2 BETON

Für die Dimensionierung der Decke ist in der Regel ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen:

$$E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Hierbei sind:

- E_{cm} ist der Mittelwert des Sekanten Elastizitätsmoduls
- f_{ck} ist die charakteristische Druckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen

3.3 BEWEHRUNGSSTAHL

Für die Dimensionierung der Decke wird Baustahl des Typs B450C verwendet:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

Hierbei ist:

- E_s ist das Elastizitätsmodul
- f_{yk} – charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls

4 BERECHNUNGSMODELL

Das Berechnungsmodell der Innenschale ist der eines Trägers auf zwei Stützen mit 8.3 m Stützweite.

4.1 BELASTUNGSANALYSE

Anschließend werden die Einwirkungen festgelegt, die für die Dimensionierung der Innenschale herangezogen werden.

4.1.1 Eigengewicht G1

Das Volumen für die Berechnung des Eigengewichts basiert auf den Realmaßen der Konstruktion.

Das spezifische Eigengewicht des Stahlbetons ist mit $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ zu berücksichtigen.

4.1.2 Lüftung Q1

Für die Dimensionierung der Innenschale wurden eine Sonderlast von $\pm 20 \text{ kN/m}^2$ (Szenario N), eine häufige Last von

3 MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

Per il dimensionamento della soletta si considera un calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 con le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_{cm} è il valore medio del modulo elastico secante
- f_{ck} è la resistenza caratteristica a compressione dello calcestruzzo a 28 giorni

3.2 ACCIAIO DA ARMATURA

Per il dimensionamento della soletta si utilizza l'acciaio tipo B450C:

dove:

- E_s è il modulo elastico
- f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento acciaio per cemento armato

4 MODELLO DI CALCOLO

Lo schema di calcolo della soletta intermedia è di trave su due appoggi con luce pari a 8.3 m.

4.1 ANALISI DEI CARICHI

In seguito si definiscono le azioni da utilizzare nel dimensionamento della soletta intermedia

4.1.1 Peso proprio G1

Il volume utilizzato per il calcolo del peso proprio si basa sulle dimensioni effettive della struttura.

Il peso specifico del calcestruzzo viene assunto pari $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

4.1.2 Ventilazione Q1

Per il dimensionamento delle solette intermedie si è adottato un carico eccezionale pari a $\pm 20 \text{ kN/m}^2$ (scenario N), un carico

+9.27 kN/m² (Szenario SZ 21), eine seltene Last von -5.90 kN/m² (Szenario N) und eine Ermüdungslast von +6.56 kN/m² (Szenario SZ 14) angenommen. Laut Konvention werden die nach oben wirkenden Lasten mit dem Zeichen +, und die nach unten wirkenden mit dem Zeichen – gekennzeichnet.

4.1.3 Nutzung Q2

Für die Dimensionierung der Innenschale wurde eine wechselnde Last von -4.0 kN/m² angenommen. Laut Konvention werden die nach oben wirkenden Lasten mit dem Zeichen +, und die nach unten wirkenden mit dem Zeichen – gekennzeichnet.

4.1.4 Brand A1

Gemäß den Vorschriften des MD 28/10/2005 Eisenbahntunnelsicherheit wird eine Standfestigkeit aller Werke angesichts der Temperatur-Zeitkurve laut UNI 11076 gewährleistet.

4.1.4.1 Temperatur-Zeitkurve im Tunnelbau [UNI 11076]

Die Feuereexposition wird mittels der Temperatur-Zeitkurve der Norm UNI 11076 beschrieben, die nachfolgend angeführt ist, und im Rechnungsprogramm CPI win REI Calcolo verwendet.

frequente pari a +9.27 kN/m² (scenario SZ 21), un carico raro pari a -5.90 kN/m² (scenario N) e un carico a fatica pari a +6.56 kN/m² (scenario SZ 14). Per convenzione si intendono agenti verso l'alto i carichi indicati con segno + e agenti verso il basso quelli con segno -.

4.1.3 Utilizzazione Q2

Per il dimensionamento delle solette intermedie si è adottato un carico variabile pari a -4.0 kN/m². Per convenzione si intendono agenti verso l'alto i carichi indicati con segno + e agenti verso il basso quelli con segno -.

4.1.4 Incendio A1

In accordo con le prescrizioni del DM 28/10/2005 Sicurezza gallerie ferroviarie viene garantita la stabilità di tutte le opere in considerazione della curva temperatura-tempo secondo la UNI 11076.

4.1.4.1 Curva della temperatura/tempo per tunnel [UNI 11076]

L'esposizione al fuoco viene descritta dalla curva della temperatura/tempo della normativa UNI 11076, di seguito riportata ed inserita nel programma di calcolo CPI win REI Calcolo.

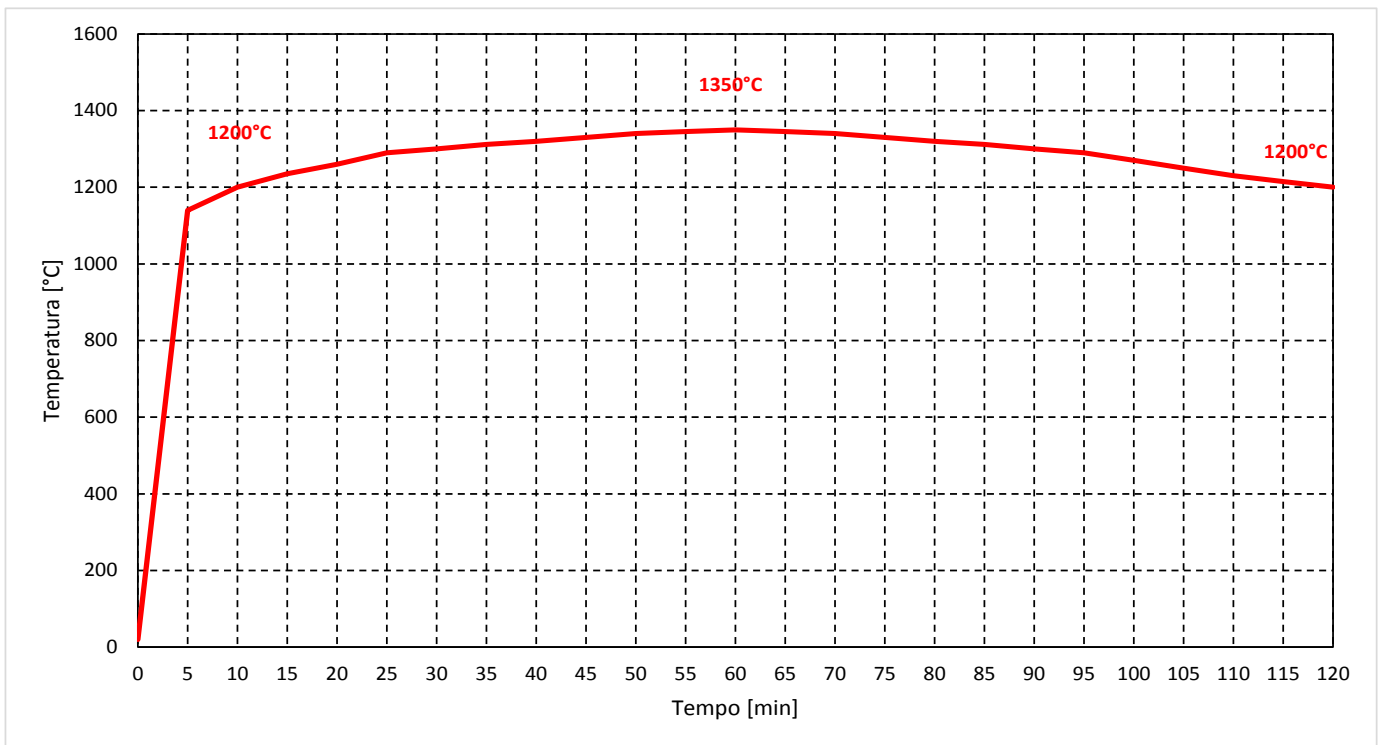


Abbildung 14: Temperatur-Zeitkurve

Illustrazione 14: Curva della temperatura/tempo

Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	20
5	1140
10	1200
15	1235
20	1260
25	1290
30	1300
35	1312
40	1320
45	1330
50	1340
55	1345
60	1350
65	1345
70	1340
75	1330
80	1320
85	1312
90	1300
95	1290
100	1270
105	1250
110	1230
115	1215
120	1200

Abbildung 15: Temperaturwerte zu den verschiedenen Zeitpunkten

Illustrazione 15: Valori della temperatura nei diversi istanti temporali

4.1.4.2 Koeffizienten zur Bewertung der temperaturbedingten Festigkeitsminderung der Materialien

4.1.4.2 Coefficienti per la valutazione della diminuzione delle caratteristiche di resistenza dei materiali in funzione della temperatura

Laut Norm UNI EN 1992-1-2 wird die Materialfestigkeit durch Überhitzung gemindert, wie in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt:

In conformità alla UNI EN 1992-1-2 la resistenza dei materiali si riduce con l'aumento della temperatura, come rappresentato nelle figure seguenti:

- 1 Curva 1: calcestruzzo ordinario con aggregati silicei
- 2 Curva 2: calcestruzzo ordinario con aggregati calcarei

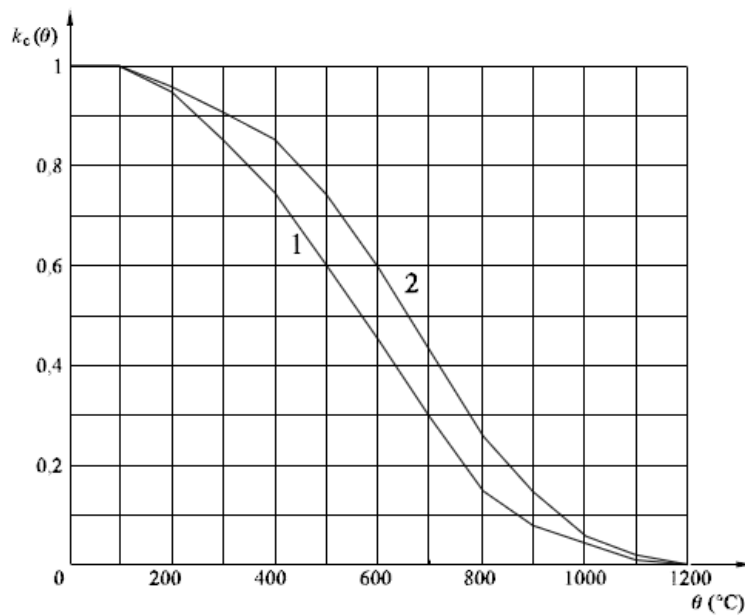


Abbildung 16: Koeffizient $k_c(\theta)$ zur Bewertung der Abminderung der charakteristischen Betonfestigkeit (f_{ck})

Illustrazione 16: Coefficiente $k_c(\theta)$ per tener conto della diminuzione della resistenza caratteristica (f_{ck}) del calcestruzzo

- Curva 1 Armatura tesa (laminata a caldo) per deformazioni $\epsilon_{s,fi} \geq 2\%$
- Curva 2 Armatura tesa (trafilata a freddo) per deformazioni $\epsilon_{s,fi} \geq 2\%$
- Curva 3 Armatura compressa e tesa per deformazioni $\epsilon_{s,fi} < 2\%$

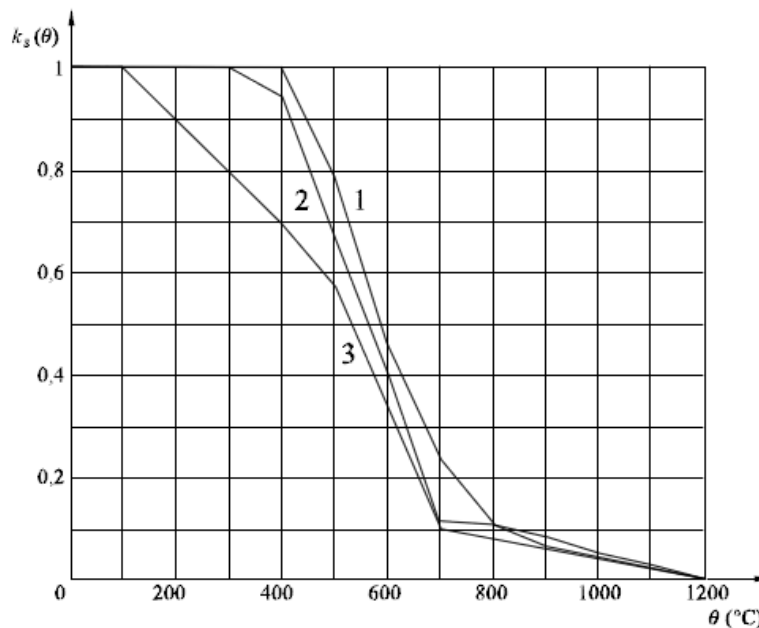


Abbildung 17: Koeffizient $k_s(\theta)$ zur Bewertung der Minderung der charakteristischen Zug- und Druckfestigkeit (f_{yk}) von Stahlbetons Klasse N

Illustrazione 17: Coefficiente $k_s(\theta)$ per tener conto della diminuzione della resistenza caratteristica (f_{yk}) a trazione e a compressione dell'armatura classe N.

4.2 NACHWEISVERFAHREN

Für den Nachweis des Grenzzustandes der Trag- und Gebrauchstauglichkeit der Innenschale werden die Lastfallkombinationen gemäß den Vorgaben im NTC2008, Abs. 2.5.3 berücksichtigt.

4.2.1 Grenzzustand der Tragsicherheit (GZT) und der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

4.2.1.1 Kombinations- und Teilkoeffizienten der Sicherheit der Wirkungen

Die Kombinationen der zu analysierenden Lastfälle müssen, laut NTC 2008, mit den entsprechenden Kombinationskoeffizienten ψ berechnet werden. Im überprüften Fall werden folgende Werte verwendet:

4.2 VERIFICHE

Per la verifica allo stato limite ultimo ed allo stato limite di esercizio della soletta intermedia sono state considerate le combinazioni delle azioni in conformità delle prescrizioni del paragrafo 2.5.3 delle NTC2008.

4.2.1 Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite di Esercizio (SLE)

4.2.1.1 Coefficienti di combinazione e parziali di sicurezza per le azioni

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate, in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ , nel caso in esame si adottano i seguenti valori:

Gefahren-Szenario / Scenario Di Pericolo	Nachweis-Verfahren / Verifica	Eigengewicht / Peso Proprio	Dauerlasten (Auslastung) / Carichi Permanenti (Utilizzazione)	Wechselast (Auslastung) / Carichi Variabili (Utilizzazione)	Lüftungs-Druck (Ausnahme) / Pressione Ventilazione (Eccezionale)	Lüftungs-Druck (Wechselnd) / Pressione Ventilazione (Variabile)
Lüftung / Ventilazione	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.00$	-	-	$\gamma_a = 1.00$	-
	GZG (HÄUFIGER) /SLE (FREQUENTE)	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	$\gamma_0 = 0.00$
	GZG (SELTENER) /SLE (RARO)	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	$\gamma_1 = 1.00$
Brand/ Incendio	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	-
Ermüdung/ Fatica	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	$\gamma_q = 1.00$
Auslastung / Utilizzazione	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.35$	-	$\gamma_q = 1.50$	-	-
	GZG (HÄUFIGER) /SLE (FREQUENTE)	$\gamma_g = 1.00$	-	$\gamma_q = 1.00$	-	-

Abbildung 18: Kombinations- und Teilkoeffizienten der Sicherheit der Wirkungen

Illustrazione 18: Coefficienti di combinazione e parziali di sicurezza per le azioni

4.2.1.2 Teilsicherheitskoeffizienten der Festigkeit

Folgende Sicherheitskoeffizienten, die eine Lebensdauer von 200 Jahren dem Bauwerk garantieren und mit BBT SE abgesprochen wurden, werden für die Materialfestigkeit verwendet:

$\gamma_c = 1.6$ e $\gamma_s = 1.2$ für Auslastungskombinationen

$\gamma_c = 1.2$ e $\gamma_s = 1.0$ für Sonderkombinationen (Lüftung) und für den Brandlastfall.

4.2.1.2 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

I coefficienti di sicurezza, concordati con BBT SE al fine di garantire una vita utile dell'opera di 200anni, applicati alle resistenze dei materiali sono i seguenti:

$\gamma_c = 1.6$ e $\gamma_s = 1.2$ per le combinazioni di utilizzazione

$\gamma_c = 1.2$ e $\gamma_s = 1.0$ per le combinazioni eccezionali (ventilazione) e per il carico da incendio.

4.3 ERGEBNISSE

4.3 RISULTATI

4.3.1 Grenzzustand der Tragsicherheit (GZT)

4.3.1 Sollecitazioni Stati Limite Ultimi (SLU)



Abbildung 19: M_{GZT} -Lüftung

Illustrazione 19: M_{SLU} -VENTILAZIONE

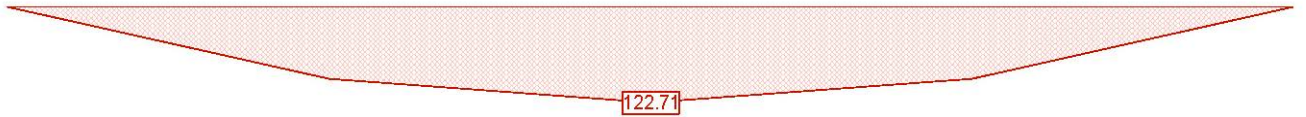


Abbildung 20: M_{GZT} -Auslastung

Illustrazione 20: M_{SLU} -UTILIZZAZIONE

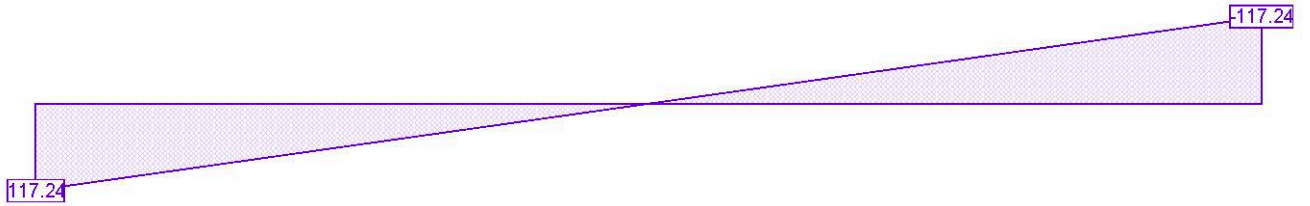


Abbildung 21: V_{GZT} -Maximum

Illustrazione 21: V_{SLU} -MASSIMO

4.3.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

4.3.2 Sollecitazioni Stati Limite d'Esercizio (SLE)

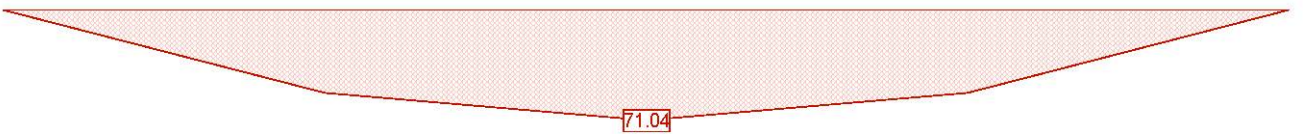


Abbildung 22: M_{GZG} -häufige Lüftung

Illustrazione 22: M_{SLE} -VENTILAZIONE-FREQUENTE

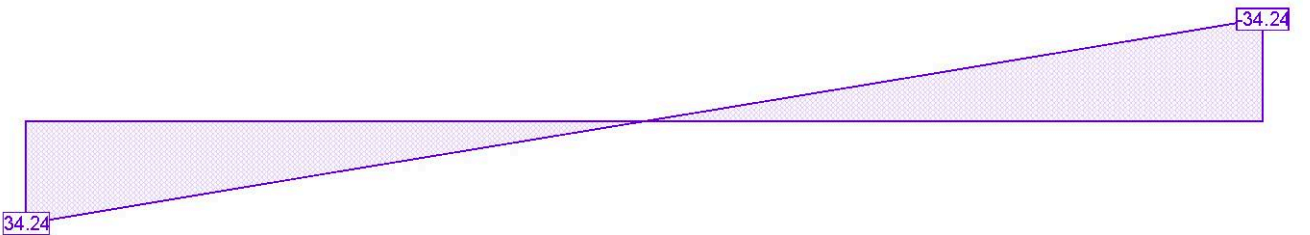


Abbildung 23: V_{GZG} -Eigengewicht

Illustrazione 23: V_{SLE} -PESO PROPRIO

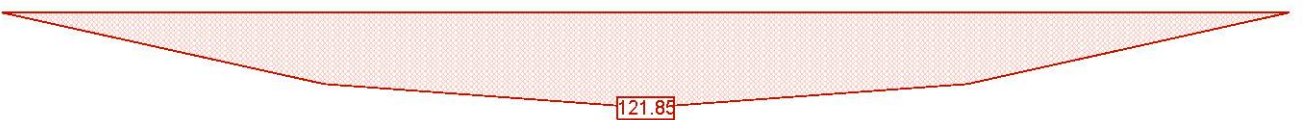


Abbildung 24: M_{GZG} -seltene Lüftung

Illustrazione 24: M_{SLE} -VENTILAZIONE-RARO

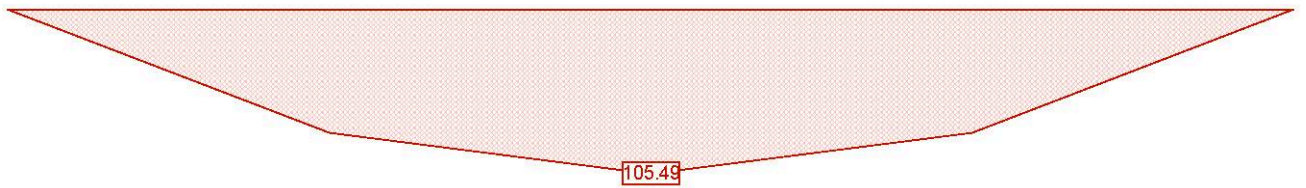


Abbildung 25: M_{GZG} - häufige Auslastung

Illustrazione 25: $M_{SLE-UTILIZZAZIONE-FREQUENTE}$

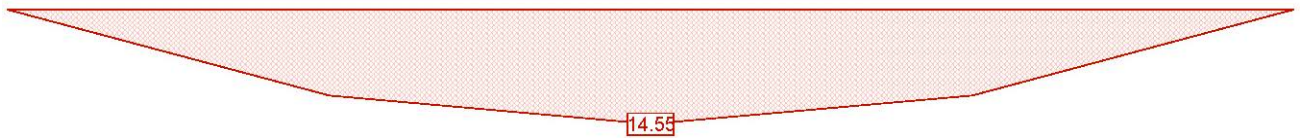


Abbildung 26: M_{GZG} -Ermüdung

Illustrazione 26: $M_{SLE-FATICA}$

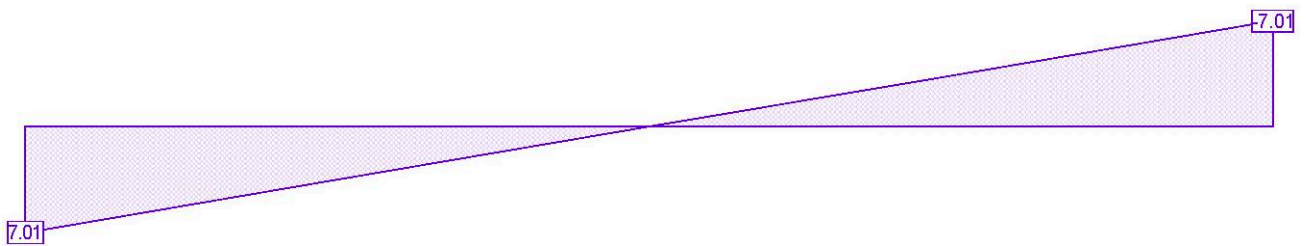


Abbildung 27: V_{GZG} -Ermüdung

Illustrazione 27: $V_{SLE-FATICA}$

4.3.3 Brandlastfall (GZT)

4.3.3 Sollecitazioni incendio (SLU)

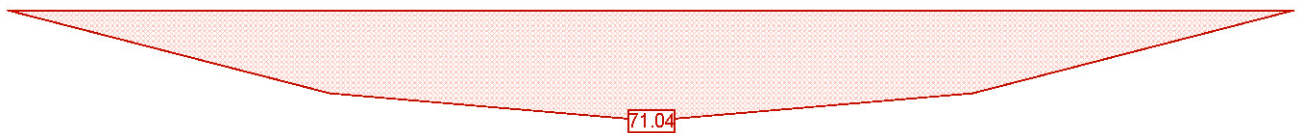


Abbildung 28: M_{GZT} -Brand

Illustrazione 28: $M_{SLU-INCENDIO}$

4.4 NACHWEISVERFAHREN

4.4 VERIFICHE

4.4.1 Prüfungen des Grenzzustandes der Tragsicherheit

4.4.1 Verifiche Stati Limite Ultimi

4.4.1.1 Prüfung auf Biegung

4.4.1.1 Verifica a flessione

Unter Berücksichtigung einer Toleranz von 2 cm wurde ein Querschnitt von 100x33 cm untersucht, anstatt des symmetrischen, bewehrten Querschnitts von 100x35 cm mit Bewehrungseisen $\phi 26/15$ und Abstandhalter $\phi 12/15$, netto Betondeckung 5 cm.

Tenuti conto dei 2 cm di tolleranza si verifica una sezione 100x33 cm invece della sezione 100x35 cm armata simmetricamente con ferri principali $\phi 26/15$ e ripartitori $\phi 12/15$, copriferro netto 5 cm.

Im Anlage 1 wird die Querschnittsprüfung auf Biegung der Grenzzustände der Tragsicherheit aufgezeigt.

Nell'Allegato 1 si riporta la verifica della sezione a flessione agli Stati Limite Ultimi.

4.4.1.2 Prüfung auf Querkraft

4.4.1.2 Verifica a taglio

Im Anlage 2 wird die Querschnittsprüfung auf Querkraft der Grenzzustände der Tragsicherheit des Querschnitts von 100x33 cm angeführt.

Nell'Allegato 2 si riporta la verifica della sezione a taglio agli Stati Limite Ultimi della sezione pari a 100x33 cm.

4.4.2 Prüfungen der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

Im Anlage 3 wird die Querschnittsprüfung auf Biegung der Grenzzustände auf Gebrauchstauglichkeit aufgezeigt.

4.4.3 Prüfungen auf Rissbildung

Im Anlage 4 wird die Prüfung auf Rissbildung aufgezeigt.

4.4.4 Prüfungen auf Verformung

Anschließend wird die Prüfung auf elastische sowie auf viskose Verformung angeführt.

Wie im Absatz C.4.1.2.2.2 des Rundschreibens der NTC2008 beträgt der Grenzwert 1/250 der Stützweite.

$$8300\text{mm}/250 = 33.2 \text{ mm}$$

Elastische Verformung:

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
L =	8300	mm
E =	33000	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	8.08	mm

Viskose Verformung:

Bei viskoser Verformung wird das Elastizitätsmodul laut UNI EN 1992-1-1 Absatz 7.4.3 mit der Formel 7.20 reduziert:

$$E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi^\infty, t_0)$$

Wenn man ein t_0 gleich 7 Tage und eine relative Feuchtigkeit von 75% berücksichtigt, erhält man von der Tabelle 11.2.VI der NTC2008 ein ϕ von 2.5.

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
ϕ =	2.5	
L =	8300	mm
E =	9429.57	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	30.97	mm

In beiden Fällen ist der Pfeil tiefer als der Grenzpfail.

4.4.2 Verifiche Stati Limite d'Esercizio

Nell'Allegato 3 si riporta la verifica della sezione a flessione agli Stati Limite di Esercizio

4.4.3 Verifiche a fessurazione

Nell'Allegato 4 si riporta la verifica a fessurazione.

4.4.4 Verifica di deformabilità

Nel seguito si esegue la verifica di deformabilità sia in fase elastica che viscosa.

Come indicato nel paragrafo C.4.1.2.2.2 della circolare delle NTC2008 il limite è pari a 1/250 della luce.

$$8300\text{mm}/250 = 33.2 \text{ mm}$$

Deformazione elastica:

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
L =	8300	mm
E =	33000	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	8.08	mm

Deformazione viscosa:

Nel caso di deformazione viscosa il modulo elastico viene ridotto secondo UNI EN 1992-1-1 paragrafo 7.4.3 con la formula 7.20:

$$E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi^\infty, t_0)$$

Considerando un t_0 pari a 7 giorni ed un'umidità relativa pari a 75% si ottiene dalla tabella 11.2.VI delle NTC2008 un ϕ del valore di 2.5.

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
ϕ =	2.5	
L =	8300	mm
E =	9429.57	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	30.97	mm

In entrambi i casi la freccia è inferiore alla freccia limite.

4.4.5 Prüfung auf Ermüdung durch Biegung

Die Prüfungen auf Ermüdung durch Biegung werden laut UNI EN 1992-1-1, Absatz 6.8 durch getrennte Prüfungen des Beton und des Stahls ausgeführt. Im Besonderen:

Stahlprüfungen: die Überprüfungen werden unter GZG-Zuständen ausgeführt, in dem man die zyklischen Wirkungen der ungünstigsten Grundkombination addiert (häufige Kombination beim Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit). Danach wird die Ungleichung (6.71) der Norm überprüft, wobei eine Zyklusanzahl von 10^6 (gerade Stangen) und die Sicherheitskoeffizienten $\gamma_{F,fat}$ und $\gamma_{S,fat}$ von jeweils 1.00 (Vermerk 1 von Absatz 6.8.4) und von 1.20 (Sicherheitskoeffizient des Bewehrungsstahls) berücksichtigt werden.

Betonprüfungen: die Überprüfungen werden unter GZG-Zuständen ausgeführt, in dem man die zyklischen Wirkungen der ungünstigsten Grundkombination addiert (häufige Kombination bei Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit). Danach wird die Ungleichung (6.77) der Norm überprüft. Bei der Berechnung der Planungsfestigkeit auf Ermüdung des Betons ($f_{cd,fat}$) müssen der Betontyp und die Dauer in Tagen, bei der die Anwendung der zyklischen Last beginnt, festgelegt werden: vorsichtshalber kann man $t_0=28$ Tage und $s=0.20$ (in dem man den Koeffizienten β_{cc} minimalisiert, der im Absatz 3.1.2 festlegt ist) annehmen.

Im Anlage 5 wird die Prüfung des Querschnitts auf Biegung der Grenzzustände der Ermüdung aufgezeigt.

4.4.6 Prüfung auf Ermüdung auf Querkraft

Die Prüfungen auf Ermüdung auf Querkraft werden laut UNI EN 1992-1-1, Absatz 6.8.7 Punkt (4) ausgeführt. Insbesondere für Bauglieder, für die keine Berechnung der Schubbewehrung auf den Grenzzustand der Tragsicherheit notwendig ist, kann man annehmen, dass die Festigkeit des Beton unter Ermüdung gegeben ist, wenn folgende Bedingungen eintreten:

- für $V_{Ed,min}/V_{Ed,max} \geq 0$:

$$V_{Ed,max}/V_{Rd,c} \leq 0.5 + 0.45 \cdot (V_{Ed,min}/V_{Rd,c}) \leq 0.9$$

$$V_{Ed,min}/V_{Ed,max} = 7.01/34.24 = 0.20 \geq 0$$

$$34.24/187.5 \leq 0.5 + 0.45 \cdot (7.01/187.5) \leq 0.9$$

$$0.18 \leq 0.52 \leq 0.9$$

4.4.7 Brandprüfung (GZT)

Die Anlage 6 gibt die Nachweise für den Lastfall Brand wieder.

4.4.5 Verifica a fatica a flessione

Le verifiche a fatica a flessione si effettuano secondo UNI EN 1992-1-1, paragrafo 6.8 eseguendo verifiche separate per il calcestruzzo e per l'acciaio. In particolare:

Verifiche lato acciaio: le verifiche sono eseguite in condizione SLE sommando le azioni cicliche alla combinazione di base più sfavorevole (Combinazione Frequente a Stato Limite di Esercizio). Si procede quindi verificando la disequaglianza (6.71) della Normativa, considerando un numero di cicli N^* pari a 10^6 (barre dritte) ed i coefficienti di sicurezza $\gamma_{F,fat}$ e $\gamma_{S,fat}$ pari rispettivamente a 1.00 (Nota 1 del paragrafo 6.8.4) e 1.20 (coefficiente di sicurezza sull'acciaio da armatura).

Verifiche lato cls: le verifiche sono eseguite in condizione SLE sommando le azioni cicliche alla combinazione di base più sfavorevole (Combinazione Frequente a Stato Limite di Esercizio). Si procede quindi verificando la disequaglianza (6.77) della Normativa. Nel calcolo della resistenza di progetto a fatica del cls ($f_{cd,fat}$) occorre definire il tipo di cemento e il tempo in giorni in cui comincia l'applicazione del carico ciclico: ponendosi a favore di sicurezza si può assumere $t_0=28$ gg e $s=0.20$ (minimizzando il coefficiente β_{cc} definito nel paragrafo 3.1.2).

Nell'Allegato 5 si riporta la verifica della sezione a flessione allo Stato Limite di Fatica.

4.4.6 Verifica a fatica a taglio

Le verifiche a fatica a taglio si effettuano secondo UNI EN 1992-1-1, paragrafo 6.8.7 punto (4). In particolare per membrane per le quali non è richiesto il calcolo di armature a taglio allo stato limite ultimo, si può ritenere che il calcestruzzo resista a fatica da taglio se si verificano le condizioni seguenti:

- per $V_{Ed,min}/V_{Ed,max} \geq 0$:

$$V_{Ed,max}/V_{Rd,c} \leq 0.5 + 0.45 \cdot (V_{Ed,min}/V_{Rd,c}) \leq 0.9$$

$$V_{Ed,min}/V_{Ed,max} = 7.01/34.24 = 0.20 \geq 0$$

$$34.24/187.5 \leq 0.5 + 0.45 \cdot (7.01/187.5) \leq 0.9$$

$$0.18 \leq 0.52 \leq 0.9$$

4.4.7 Verifica incendio (SLU)

Nell'Allegato 6 si riportano le verifiche per la condizione di carico da incendio.

5 VERANKERUNGEN

Das Verankerungssystem, das die Wölbung der Zwischendecken verhindern soll, besteht aus Inox-Stahlstiften, die auf Querkraft arbeiten und beim Betonguss der Kalotte eingefügt werden und zwar an den Seitenschalungen der Zwischendecke.

Diese Elemente ermöglichen alle Bewegungen innerhalb der Schalungsoberfläche (X,Y Richtungen), aber nicht die Bewegungen senkrecht zur eigenen Oberfläche (Z Richtung). Die Anwendung dieses Systems ermöglicht es, dass das Element statisch bestimmt leibt und so die Auswirkungen von Temperatur und Schwinden zu vernachlässigen.

Die Höchstreaktion zur Abstützung ist 137.47 kN, daher werden Stifte des Typs HSD-CRT134V eingesetzt, seitlich des Elements werden 3 ϕ 12 links und 3 ϕ 12 rechts verteilt, insgesamt 6 ϕ 12.

Hinsichtlich der Brandfestigkeit werden die Querkraft-Stifte mit einem Brandschutzanstrich ausgestattet. Da sie außerdem axial zur Dicke der Decke angebracht werden, erreichen die Temperaturen dieser Elemente nicht die Temperaturen der Bewehrung. Daher ist die Brandwirkung für die Bemessung der Stahlstifte nicht relevant.

5 ANCORAGGI

Il sistema di ritegno pensato per evitare il sollevamento delle solette intermedie è costituito da degli spinotti in acciaio inox lavoranti a taglio inseriti in getto nella calotta, in corrispondenza delle facce laterale delle solette.

Tali elementi permettono tutti gli spostamenti interni al piano della soletta (direzione X,Y) ma non quelli perpendicolari al proprio piano (direzione Z). L'adozione di tale sistema permette di mantenere l'isostaticità dell'elemento, consentendo di trascurare gli effetti di temperatura e ritiro.

La reazione massima all'appoggio è pari a 137.47 kN, quindi si adottano spinotti tipo HSD-CRT134V, ai lati dell'elemento si disporranno 3 ϕ 12 a sinistra e 3 ϕ 12 a destra per un totale di 6 ϕ 12.

Per quanto riguarda la resistenza antincendio, gli spinotti a taglio saranno provvisti di guaina intumescente, inoltre, essendo posizionati in asse allo spessore della soletta, le temperature raggiunte da tali elementi sono comunque inferiori a quelle dall'armatura statica. Per questi motivi non si reputa problematica l'azione incendio in ambito di dimensionamento degli spinotti.

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Efficiency $M_y=243.3$; $eff(M,N) = 0.83$ OK

Scale 1 :18.3

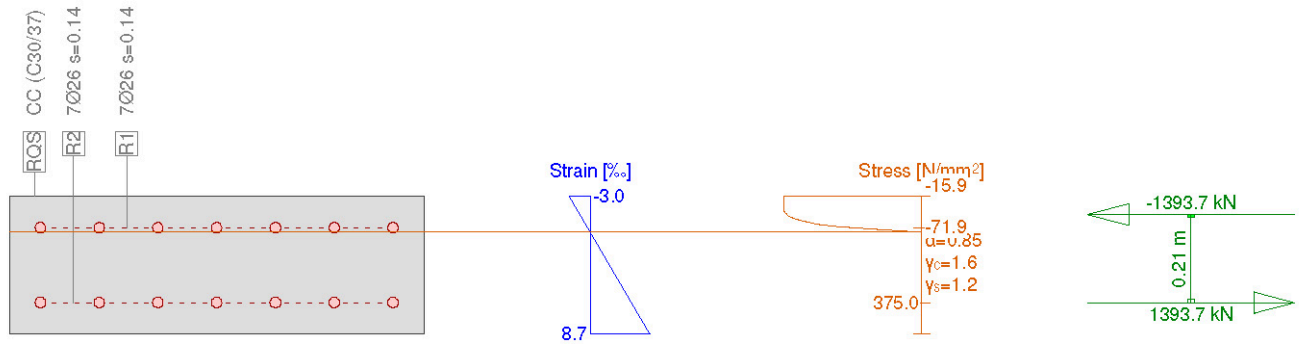


Abbildung 29: Nachweis auf Druck-Biegefestigkeit bei außergewöhnlicher Einwirkung der Lüftung (GZT) Illustrazione 29: Verifica a pressoflessione carico di ventilazione eccezionale (SLU)

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Efficiency $M_y=122.7$; $eff(M,N) = 0.42$ OK

Scale 1 :18.3

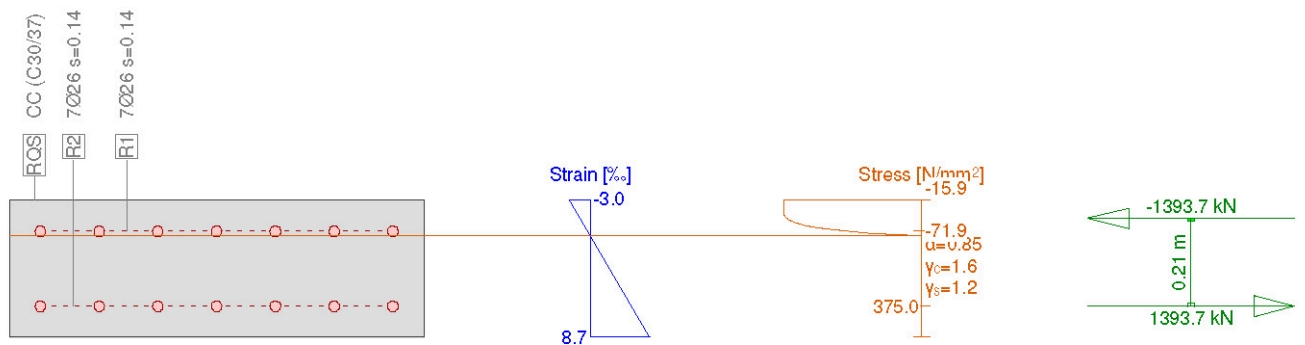


Abbildung 30: Nachweis auf Druck-Biegefestigkeit bei Gebrauchslast (GZT) Illustrazione 30: Verifica a pressoflessione carico di utilizzazione (SLU)

VERIFICA A TAGLIO SECONDO NTC2008 Art. 4.1.2.1.3.1Verifica sezione senza armatura a taglio

$f_{ck} =$	30.00	MPa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$k =$	1.886		Coefficiente
$h =$	330	mm	Altezza geometrica della sezione
$d =$	255	mm	Altezza statica della sezione
$A_s =$	3'539	mm ²	Area di armatura longitudinale
$\rho_1 =$	0.01388		Percentuale di armatura
$N_{Ed} =$	0	kN	Azione assiale di progetto
$A_c =$	255'000	mm ²	Area della sezione di calcestruzzo
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coefficiente per carichi di lunga durata
$\sigma_{cp} =$	0.00	MPa	Sforzo di compressione agente
$b_w =$	1'000	mm	Larghezza sezione collaborante
$V_{Rd1} =$	187.49	kN	
$V_{Rd2}(V_{min}) =$	126.58	kN	
$V_{Rd} =$	187.49	kN	$V_{Ed} =$ 137.47 kN $V_{Rd} > V_{Ed}$

Abbildung 31: Prüfung auf Querkraft

Illustrazione 31: Verifica a taglio

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $M_y=71.0$;

Scale 1 :18.3

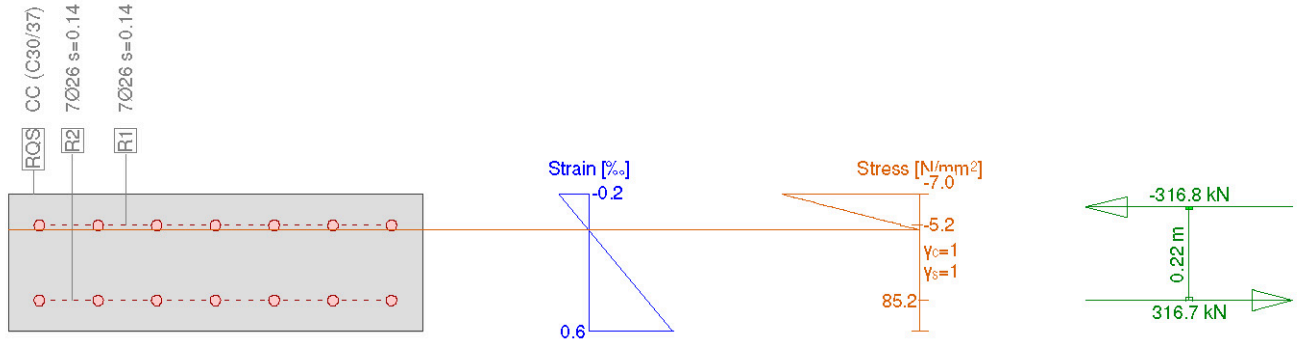


Abbildung 32: Nachweis auf Druck-Biegefestigkeit bei häufiger Einwirkung der Lüftung (GZG)

Illustrazione 32: Verifica a pressoflessione carico di ventilazione frequente(SLE)

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $M_y=121.8$;

Scale 1 :18.3

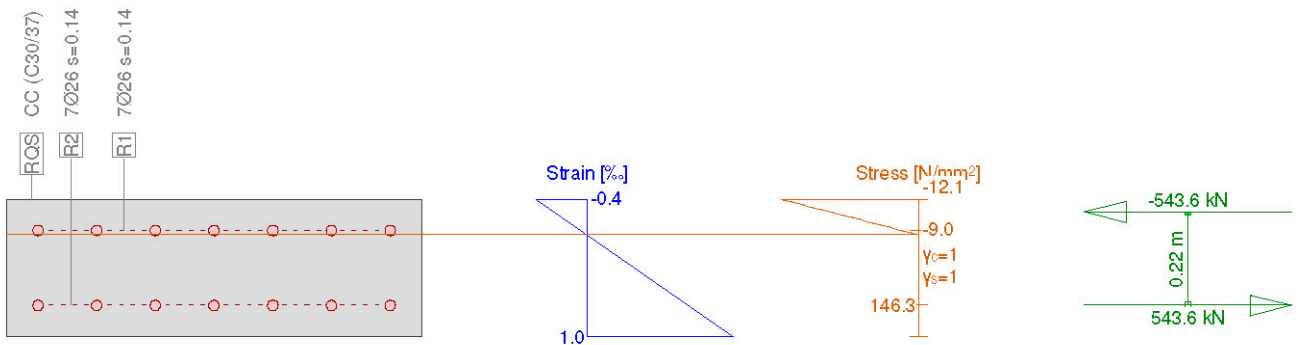


Abbildung 33: Nachweis auf Druck-Biegefestigkeit bei seltener Einwirkung der Lüftung (GZG)

Illustrazione 33: Verifica a pressoflessione carico di ventilazione raro (SLE)

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $M_y=105.5$;

Scale 1 :18.3

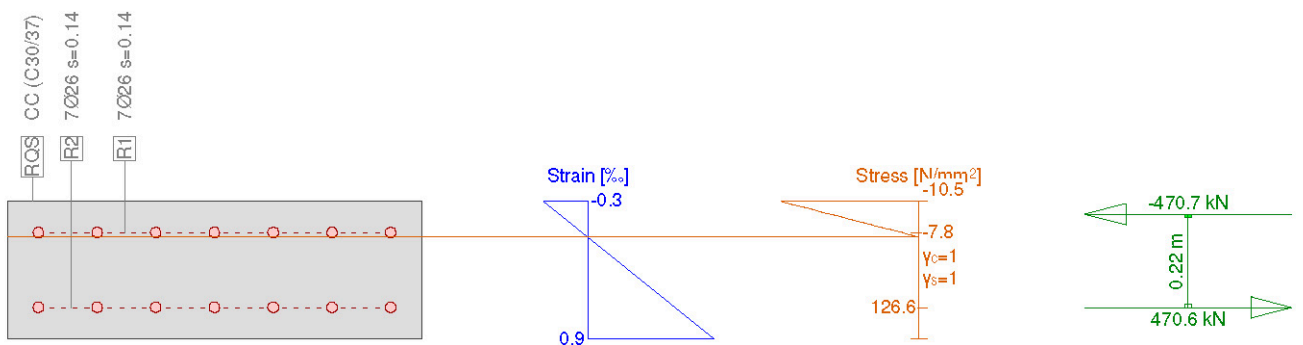


Abbildung 34: Nachweis auf Druck-Biegefestigkeit bei häufiger Gebrauchslast (GZG)

Illustrazione 34: Verifica a pressoflessione carico di utilizzazione frequente (SLE)

Crack verification

Text	Value	Text	Value
Basic principles	EN 1992-1-1 7.3		
Cross section			
h	330.0 mm	Compression zone (uncracked)	165.0 mm
d	255.0 mm	h-d	50.0 mm
Cover c	37.0 mm	$h_{c,eff}$	55.0 mm
$A_{c,eff}$ Tension surface	55000 mm ²	= Min[2.5 (h-d); (h-x)/3; h/2]	
Concrete		Additional parameters	
E_c	33000.0 N/mm ²	Duration of load k_t	0.40
α_e (E_s/E_c)	6.10	Bond properties k_1	0.800
Creep coefficient ϕ	0	Distribution of strain k_2	0.500
f_{ctm}	2.9 N/mm ²	k_3	3.400
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm ²	k_4	0.425
Reinforcement		Results	
E_s	205000.0 N/mm ²	Moment	121.8 kNm
A_s (in tension surface)	3717 mm ²	Stress in reinforcement σ_s	146.3 N/mm ²
Diameter \varnothing_{eq}	26.0 mm	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ (7.9)	0.41 o/oo
ρ_{eff}	6.757 o/o	Crack spacing $s_{r,max}$ (7.11)	0.19 m
		Crack width w_k (7.8)	0.13 mm

Abbildung 35: Nachweis der Rissbildung (GZG)

Illustrazione 35: Verifica a fessurazione (SLE)

Stress analysis Cross section (Girder): 330X1000**Extreme stresses and strain**

Name	Class	y_{q1} [m]	z_{q1} [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
RQS	C30/37	0.50	0.33	-0.2	-7.0	1.00
RQS	C30/37	-0.50	0	0.6	0	1.00
R1	B450C	-0.42	0.26	-0.0	-5.2	1.00
R2	B450C	-0.42	0.07	0.4	85.2	1.00

Abbildung 36: Nachweis auf Druck-Biegefestigkeit der Eigenlast (GZG)

Illustrazione 36: Verifica a pressoflessione carico peso proprio (SLE)

Stress analysis Cross section (Girder): 330X1000**Extreme stresses and strain**

Name	Class	y_{q1} [m]	z_{q1} [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
RQS	C30/37	0.50	0.33	-0.0	-1.4	1.00
RQS	C30/37	-0.50	0	0.1	0	1.00
R1	B450C	0.42	0.26	-0.0	-1.1	1.00
R2	B450C	-0.42	0.07	0.1	17.5	1.00

Abbildung 37: Nachweis auf Druck-Biegefestigkeit bei Ermüdungslast (GZG)

Illustrazione 37: Verifica a pressoflessione carico a fatica (SLE)

$$\Delta \sigma_s = 85.2 \text{ N/mm}^2 - 17.51 \text{ N/mm}^2 = 67.69 \text{ N/mm}^2$$

$$67.69 \text{ N/mm}^2 < 162.5/1.2 = 135.42 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta \sigma_c = 7.0 \text{ N/mm}^2 - 1.4 \text{ N/mm}^2 = 5.6 \text{ N/mm}^2$$

$$5.6 \text{ N/mm}^2 < 0.85 \cdot 1 \cdot 15.43 \cdot (1 - (30/250)) = 11.54 \text{ N/mm}^2$$

Cross-section 330X1001 (C30/37;B450C): Efficiency $M_y=71.0$; $eff(M,N) = 0.24$ OK

Scale 1 :18.3

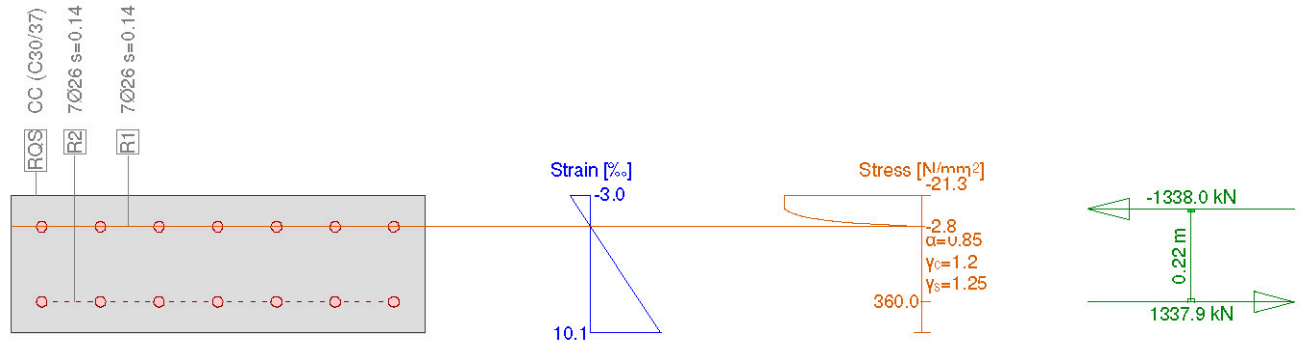


Abbildung 38: Nachweis auf Druck-Biegefestigkeit bei Brandlast (GZT)

Illustrazione 38: Verifica a pressoflessione carico da incendio (SLU)