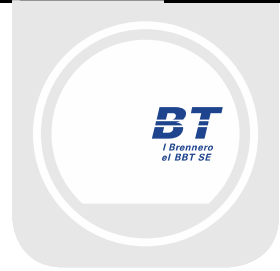




Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

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



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona

BRENNER BASISTUNNEL

Ausführungsplanung

Potenziamento 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-V(01-06)-T1/T4

Titolo

Relazione di calcolo FdE – V(01-06)- T1/T4



Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P

ch 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



Progetto
Infrastrutture
Territorio s.r.l.

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



Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE

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 44.5+55
bis / a 45.0+25
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

22911

21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
00	Vorläufige Abgabe / Consegna preliminare	A.Battaglia / M. Falanesca	22.05.2014
10	Endgültige Abgabe / Consegna definitiva	A.Battaglia / M. Falanesca	31.07.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	A.Battaglia / M. Falanesca	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. Falanesca	04.12.2014
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	A.Battaglia	30.01.2015

1	EINLEITUNG	
1	INTRODUZIONE	6
2	MATERIALKENNWERTE	
2	MATERIALI	7
2.1	SPRITZBETON	
2.1	BETONCINO PROIETTATO	7
2.2	ANKER	
2.2	ANCORAGGI	7
2.3	BETON	
2.3	CALCESTRUZZO.....	7
2.4	BEWEHRUNGSSTAHL	
2.4	ACCIAIO DA ARMATURA.....	8
3	GEOTECHNISCHES MODELL	
3	MODELLO GEOTECNICO	9
3.1	GEOLOGIE UND GEOMECHANIK	
3.1	GEOLOGIA E GEOMECCANICA.....	9
3.2	TRENNFLÄCHENORIENTIERUNG	
3.2	ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ	10
3.2.1	Trennflächenparameter	
3.2.1	Parametri delle discontinuità	11
4	GEBIRGSVERHALTEN	
4	COMPORTEMENTO DELLA ROCCIA	12
4.1	ABSCHÄTZUNG DES GEBIRGSVERHALTENS	
4.1	VALUTAZIONE DEL COMPORTEMENTO DELLA ROCCIA.....	12
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	Ergebnisse	
5.1.3	Casi analizzati e risultati	15
5.2	ANALYSE DER AUSBRUCHSPHASEN	
5.2	ANALISI DELLE FASI DI SCAVO	16
5.2.1	Ausbruchquerschnitt FdE-V T3	
5.2.1	Sezione di scavo FdE-V T3	16
5.2.1.1	Modellgeometrie	
5.2.1.1	Geometria del modello	16
5.2.1.2	Bildendes Gebirgsmodell	
5.2.1.2	Modello costitutivo dell'ammasso e stato tensionale iniziale	17
5.2.1.3	Eigenschaften der Außenschale	
5.2.1.3	Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase	18
5.2.1.4	Laststufe	
5.2.1.4	Step di carico.....	19
5.2.1.5	Nachweisverfahren	
5.2.1.5	Procedura di verifica.....	20

5.2.1.6	Ergebnisse	
5.2.1.6	Risultati.....	20
5.2.2	Ausbruchsquerschnitt Fd-V T4	
5.2.2	Sezione di scavo FdE-V T4.....	20
5.2.2.1	Modellgeometrie	
5.2.2.1	Geometria del modello	20
5.2.2.2	Gebirgsmodell und Ausgangsspannungslage	
5.2.2.2	Modello costitutivo dell'ammasso e stato tensionale iniziale	21
5.2.2.3	Eigenschaften der Außenschale	
5.2.2.3	Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase.....	22
5.2.2.4	Laststufen	
5.2.2.4	Step di carico.....	23
5.2.2.5	Nachweisverfahren	
5.2.2.5	Procedura di verifica.....	24
5.2.2.6	Ergebnisse	
5.2.2.6	Risultati.....	24
5.3	ANALYSE DER STANDSICHERHEIT DER ORTBRUST	
5.3	ANALISI DELLA STABILITÀ DEL FRONTE.....	24
5.3.1	Nachweisverfahren	
5.3.1	Procedura di verifica.....	24
5.3.2	Ergebnisse	
5.3.2	Risultati.....	25
5.3.2.1	Bruchkörperanalyse	
5.3.2.1	Analisi a blocchi.....	25
5.3.2.2	Axialsymmetrische Analysen	
5.3.2.2	Analisi assialsimmetriche	25
6	INNENSCHALE	
6	RIVESTIMENTO DEFINITIVO	26
6.1	STABWERKSMODELLE	
6.1	METODO DELLE REAZIONI IPERSTATICHE	26
6.2	INTERAKTION TRAGWERK-BAUGRUND	
6.2	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA.....	26
6.2.1	Modellierung der Bettung	
6.2.1	Rigidezza radiale.....	27
6.2.2	Federkonstanten Auflagerbereich/Sohle	
6.2.2	Costante della molla nelle zone di appoggio / fondo	27
6.3	EINWIRKUNGEN	
6.3	ANALISI DEI CARICHI.....	28
6.3.1	Eigengewicht G1	
6.3.1	Peso proprio G1	28
6.3.2	Kettenwerk G2	
6.3.2	Catenaria G2.....	28
6.3.3	Auffüllung mit Beton oberhalb des Sohlgewölbes G3	
6.3.3	Riempimento in cls al di sopra dell'arco rovescio G3	29
6.3.4	Wasserdruck G4	
6.3.4	Pressione idraulica G4	29
6.3.5	Gebirgslast G5	
6.3.5	Carico dell'ammasso G5	29
6.3.6	Kriechen und Schwinden des Betons G6	
6.3.6	Viscosità e ritiro del calcestruzzo G6.....	30

6.3.7	Squeezing und swelling G7	
6.3.7	Squeezing e swelling G7	30
6.3.8	Temperatur Q1	
6.3.8	Temperatura Q1	30
6.3.9	Erdbebeneinwirkung E1	
6.3.9	Azione sismica E1	31
6.3.10	Druck / Sog infolge Zugfahrt A1	
6.3.10	Pressione aerodinamica A1	31
6.3.11	Anpralllast A2	
6.3.11	Urto A2	31
6.3.12	Brand A3	
6.3.12	Incendio A3	31
6.4	EINWIRKUNGSKOMBINATIONEN	
6.4	COMBINAZIONE DI CARICO	32
6.5	NACHWEISVERFAHREN	
6.5	VERIFICHE	33
6.5.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)	
6.5.1	Stati Limite Ultimi (SLU)	33
6.5.1.1	Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen	
6.5.1.1	Coefficienti parziali di sicurezza per le azioni	33
6.5.1.2	Kombinationsbeiwerte Einwirkungen	
6.5.1.2	Coefficienti di combinazione delle azioni	33
6.5.1.3	Einwirkungskombinationen	
6.5.1.3	Combinazione delle azioni	34
6.5.1.4	Teilsicherheitsfaktoren Widerstand	
6.5.1.4	Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	34
6.5.1.5	Bemessung auf Biegung und Längskraft	
6.5.1.5	Verifica a pressoflessione	34
6.5.1.6	Bemessung Querkraft	
6.5.1.6	Verifica a taglio	35
6.5.2	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	
6.5.2	Stati Limite Esercizio (SLE)	36
6.5.2.1	Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen	
6.5.2.1	Coefficienti parziali di sicurezza delle azioni	36
6.5.2.2	Kombinationsbeiwerte Einwirkungen	
6.5.2.2	Coefficienti di combinazione delle azioni	36
6.5.2.3	Einwirkungskombinationen	
6.5.2.3	Combinazioni delle azioni	36
6.5.2.4	Teilsicherheitsfaktoren Widerstand	
6.5.2.4	Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	36
6.5.2.5	Ermittlung der Verformungen	
6.5.2.5	Calcolo delle deformazioni	36
6.5.2.6	Begrenzung der Rissbreiten	
6.5.2.6	Limitazione dello spessore delle fessure	36
6.6	BAULICHE DURCHBILDUNG	
6.6	STRUTTURA COSTRUTTIVA	37
6.6.1	Expositionsklasse und Mindestdeckungen	
6.6.1	Classe di esposizione e copriferro minimo	37
6.6.2	Mindestbewehrung	
6.6.2	Armatatura minima	37

6.7	ERGEBNISSE	
6.7	RISULTATI.....	38
7	VERZEICHNISSE	
7	ELENCHI.....	39
7.1	TABELLENVERZEICHNIS	
7.1	ELENCO DELLE TABELLE.....	39
7.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
7.2	ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI.....	39
7.3	ANLAGENVERZEICHNIS	
7.3	ELENCO APPENDICI	40
7.4	REFERENZDOKUMENTE	
7.4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	40
7.4.1	Eingangsdokumente	
7.4.1	Documenti in ingresso.....	40
7.4.1.1	Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3	
7.4.1.1	Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3.....	40
7.4.1.2	Technische Projektaufbereitung	
7.4.1.2	Elaborazione tecnica del progetto	41
7.4.1.3	Ausführungsprojekt Erweiterung Baulos Mauls 1	
7.4.1.3	Progetto Esecutivo Estensione Lotto Mules 1	41
7.4.2	Normen und Richtlinien	
7.4.2	Normativa.....	41
7.4.3	Literatur	
7.4.3	Letteratura	42
ANHANG 1 – GEOMECHANISCHE KARTEN		
APPENDICE 1 - SCHEDE GEOMECCANICHE		43
ANHANG 2 – KENNLINIENVERFAHREN		
APPENDICE 2 - CURVE CARATTERISTICHE		50
ANHANG 3 - BRUCHKÖRPERANALYSE		
APPENDICE 3 - ANALISI DEI BLOCCHI.....		53
ANHANG 4 – FEM-ANALYSE DER AUßENSCHALE SCHNITT FDE-V T3		
APPENDICE 4 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FDE-V T3		71
ANHANG 5 – FEM-ANALYSE DER AUßENSCHALE SCHNITT FDE-V-T4		
APPENDICE 5 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FDE-V-T4		76
ANHANG 6 - FEM- ANALYSEN DER INNENSCHALE DER REGELPROFILE T1-T3		
APPENDICE 6 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO PROFILI TIPO T1-T3		92
ANHANG 7 - FEM- ANALYSEN DER INNENSCHALE DES REGELPROFILS T4		
APPENDICE 7 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO PROFILO TIPO T4.....		174

1 EINLEITUNG

Das vorliegende Dokument beinhaltet die Bemessung der Außen- und Innenschalen der Belüftungsstollen im Bereich der Nothaltestelle (FdE-V 01-06), welche zwischen Kilometrierung km 45.0+40.0 und km 44.6+10 ca. (Oströhre) und zwischen Kilometrierung km 45.0+02.773 und km 44.5+72.819 ca. (Weströhre) konventionell vorgetrieben wird.

Laut geomechanischem Profil [3]-[4] entwickeln sich die FdE-V Stollen gänzlich innerhalb des Bündnerschieferkomplexes (geomechanische Homogenbereiche 11 - 13 [2]) mit variablen Überdeckungen von 1025 m bis 1115 m

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Bemessung der Regelprofile FdE-V T1, FdE-V T3 und FdE-V T4.

Für den Abschnitt FdE-V-T1, mit Aushubquerschnitt von 31.65 m², ist der Einsatz von radialen Ankern vorgesehen, welche aus Superswellex Pm 16 (3+4) von 3 m Länge bestehen, mit Querabstand 1.8 m und Längsabstand 1.5 m, sowie Spritzbeton von 15 cm Gesamtstärke.

Für den Abschnitt FdE-V-T3, mit Aushubquerschnitt von 31.65 m², ist der Einsatz von radialen Ankern vorgesehen, welche aus Superswellex Pm 16 (6+7) von 3 m Länge bestehen, mit Querabstand 1.8 m und Längsabstand 1.5 m, sowie Spritzbeton von 15 cm Gesamtstärke.

Für den Abschnitt FdE-V-T4, mit Aushubquerschnitt von 40.97 m², ist der Einsatz von radialen Anker vorgesehen, welche aus Selbstbohrankern des Typs R38N (Ny ≥ 400 kN) bestehen, oder alternativ aus Anker SN28 Typ Dywidag (Ny ≥ 413 kN, Querabstand 1.5 m und Längsabstand 1.5 m), die eventuelle Sicherung der Laibung mit Selbstbohranker des Typs R38N oder SuperSwelllex Pm24, sowie eventuelle Befestigung der Ortsbrust mit selbstbohrenden Ankern des Typs R38N und/oder (eventuellen) lokalen Verstärkungen mit Ankern SuperSwelllex PM 24, sowie Spritzbeton von 25 cm Gesamtstärke.

Die Innenschale der Regelprofile FdE-V T1 und FdE-V T3 sind nicht bewehrt und bestehen aus Beton C30/37 mit Mindeststärken, die auf jeden Fall die Bautoleranzen berücksichtigen und jeweils 30 cm an der Kalotte und am Sohlgewölbe betragen.

Die Innenschale des Regelprofils FdE-V T4 ist bewehrt und besteht aus Beton C30/37 mit Mindeststärken, die auf jeden Fall die Bautoleranzen berücksichtigen und 35 cm in der Kalotte betragen, während im Sohlgewölbe aufgrund der massiven Bauweise eine fiktive Stärke von 80 cm entsprechend dem Verlauf der Drücke angesetzt.

Betreffend die statische Bemessung des Querschnittes der Aufweitung FdE-Va im Bereich der Einmündung zum

1 INTRODUZIONE

La seguente relazione riporta il dimensionamento dei rivestimenti di prima fase e definitivi dei cunicoli di ventilazione in corrispondenza della fermata d'emergenza (FdE-V 01-06), realizzati mediante avanzamento in scavo tradizionale tra le progr. 45.0+40 e 44.6+10 (Canna Est) e tra le progr. 45.0+02.773 e 44.5+72.819 (Canna Ovest).

Secondo il profilo geomeccanico [3]-[4] i cunicoli FdE-V si sviluppano per la loro totalità all'interno del complesso dei calcescisti (zone geomeccaniche omogenee 11 - 13 [2]) con coperture variabili da 1025 m a 1115 m.

Il presente rapporto concerne il dimensionamento dei profili tipo FdE-V T1, FdE-V T3 e FdE-V T4.

Il profilo FdE-V T1 è caratterizzato da una sezione di scavo di 31.65 m², da chiodature radiali costituite da Superswellex Pm 16 (3+4), di lunghezza 3 m, con passo trasversale 1.8 m e longitudinale 1.5 m e uno spessore di betoncino proiettato totale di 15 cm.

Il profilo FdE-V T3 è caratterizzato da una sezione di scavo di 31.65 m², da chiodature radiali costituite da Superswellex Pm 16 (6+7), di lunghezza 3 m, con passo trasversale 1.8 m e longitudinale 1.5 m e uno spessore di betoncino proiettato totale di 15 cm.

Il profilo FdE-V T4 è caratterizzato da una sezione di scavo di 40.97 m², da chiodature radiali costituite da barre autoperforanti R38N o ancoraggi tipo Dywidag SNØ28 con passo trasversale 1.5m e longitudinale 1.5m, da eventuale consolidamento al contorno mediante chiodature al contorno barre autoperforanti tipo R38N o SuperSwelllex Pm24, da eventuali ancoraggi al fronte costituiti da barre autoperforanti tipo R38N e/o rinforzo localizzato (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24 e uno spessore totale di betoncino proiettato di 25 cm.

Il rivestimento definitivo per i profili tipo FdE-V T1 e FdE-V T3 non è armato ed è costituito da calcestruzzo C30/37 con spessori minimi, che tengono conto delle tolleranze in fase di costruzione pari a 30 cm sia in calotta sia in platea di fondazione.

Il rivestimento definitivo per il profili tipo FdE-V T4 è armato ed è costituito da calcestruzzo C30/37 con spessori minimi, che tengono conto delle tolleranze in fase di costruzione, pari a 35 cm in calotta, mentre per l'arco rovescio, data la sua massività, si ipotizza nella modellazione una fascia fittizia corrispondente andamento delle pressioni pari a 80 cm.

Per quanto riguarda il dimensionamento statico della sezione di allargo FdE-Va in corrispondenza dell'innesto con il cunicolo centrale di Trens, si rimanda al Rapporto

Mittelstollen Trens wird auf den Bericht 02_H61_OP_060_KST_D0700_22913 "Relazione di calcolo 02_H61_OP_060_KST_D0700_22913 "Statischer Bericht FdE-V-IN-FdE-CcTa". Ausbau FdE-V-IN-FdE-CcTa " verwiesen.

2 MATERIALKENNWERTE

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

2.2 ANKER

Es wird der Einsatz von Ankern des Typs Super Swellex Pm 16 (FdE-V T1/T3) und Selbstbohrankern R38N, Anker Typ Dywidag SN 28 Super Swellex Pm 24 (FdE-V T4)vorgesehen, mit folgenden Eigenschaften:

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

$$N_y = 140 \text{ kN (Pm16)}$$

$$N_y = 200 \text{ kN (Pm24)}$$

$$N_y = 400 \text{ kN (R38N)}$$

$$N_y = 413 \text{ kN (Dywidag SNØ28)}$$

Wobei:

- E_s = elastisches Modul
- N_y = Ermüdungslast der Niete

2.3 BETON

Für die Bemessung der Innenschale wird ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu angenommen:

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

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

Hierbei sind:

- E_{cm} = Mittelwert Sekantenmodul

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 ANCORAGGI

Si prevede l'utilizzo di ancoraggi tipo Superswellex Pm 16 (FdE-V T1/T3) e barre autoperforanti R38N, ancoraggi tipo Dywidag SNØ28, Superswellex Pm24 (FdE-V T4) aventi le seguenti caratteristiche:

Dove:

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

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} = charakteristische Druckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen

- 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:

2.4 ACCIAIO DA ARMATURA

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

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

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

Hierbei ist:

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

dove:

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

3 GEOTECHNISCHES MODELL

3.1 GEOLOGIE UND GEOMECHANIK

Die Haupttunnel innerhalb der Nothaltestelle von Trens werden konventionell vorgetrieben und befinden sich laut den Dokumenten gänzlich innerhalb des Bündnerschieferkomplexes.

Laut der geomechanischen und Projektschnitte [3]-[4], durchqueren die FdE-V zwischen Kilometrierung km 44.5+55.0 / km 45.0+25.0 (Oströhre) 3 geomechanische Homogenbereiche mit einer Überdeckung, die von 1025 m bis 1115 m reicht. Im Folgenden werden weiters die Daten des Homogenbereichs 14 angeführt, für den Fall, dass der geologische Übergang zwischen dem Amphibolitkomplex (Gebirge GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g) und dem Bündnerschieferkomplex sich weiter nördlich als im geomechanischen Längsprofil [3]-[4] vorgesehen, befinden sollte und somit den Aubruch der Stollen FdE-V betrifft.

Zone number	Zone initial pk (approx.)	Zone final pk (approx.)	Zone length [m]	Zone max overburden	Zone min overburden	Rock mass name	Rock mass Length	
	[km]	[km]		[m]	[m]		[m]	[% of zone length]
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

3 MODELLO GEOTECNICO

3.1 GEOLOGIA E GEOMECCANICA

Le galleria di linea all'interno della fermata di emergenza di Trens sono scavate in tradizionale e si sviluppano per la loro totalità all'interno del complesso dei calcescisti.

In accordo con i profili geomeccanici e progettuali di dettaglio [3]-[4], i cunicoli FdE-V tra la progressive km 44.5+55 / km 45+25 (canna est), attraversano 3 zone geomeccaniche omogenee (11-13) con coperture variabili da 1025 m a 1115 m. Nel seguito si riportano inoltre i dati della tratta omogenea 14 nel caso in cui il contatto geologico tra il complesso delle anfiboliti (ammassi GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g) e complesso dei calcescisti sia più a nord di quanto previsto nel profilo geomeccanico [3]-[4] e interessi lo scavo dei cunicoli FdE-V.

Tabella 1: Zone geomeccaniche omogenee

Folgende Tabellen zeigen die geomechanischen Grundparameter für die Definition der geomechanischen homogenen Zonen und die Wahrscheinlichkeitsverteilung nach Bieniawskis [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
γ (m) [kN/m ³]	26.6	27.3	25	28.2	26.6	27.8	27.3
γ (σ) [kN/m ³]	0.36	0.04	0.5	0.45	0.36	0.52	1.49
σ_{ci} (m) [MPa]	41	54	15	48	41	140	75
σ_{ci} (σ) [MPa]	18	13	10	16	18	48	5
m_i (m)	12	8	7	13	12	20	17
m_i (σ)	2	1	2	2	2	6	3
E_i (m) [GPa]	43	39	5	46	43	53	56
E_i (σ) [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 = Gewicht des natürlichen Volumen der Gebirges
- σ_{ci} = monoaxialen Druckfestigkeit der Matrix
- m_i = Krümmungsparameter der dreiaxialen Bruchhülle des Gebirgsmaterial
- E_i = Verformungsmodul der Matrix
- RMR = *Rock Mass Rating 1989*
- GSI = *Geological Strength Index*

Die typischen Verformungs- und Festigkeitsparameter jeder Strecke wurden gemäß dem Bruchkriterium nach Hoek & Brown [23] 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 [23] 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 der Gebirges in den unterschiedlichen Zonen und Klassen

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

Wobei:

- Φ_{peak} Reibungswinkel am Peak
- Φ_{res} Restreibungswinkel
- C_{peak} Kohäsion am Peak
- C_{res} Restkohäsion
- E_{rm} Gebirgsmodul
- ψ 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 TRENFLÄCHENORIENTIERUNG

Auf Grund der verfügbaren Daten der Regelplanung [6] und [7] wurden die Diskontinuitäten von Tabelle 4 berücksichtigt. Um einen breiteren Bereich des Trennflächengefüges des Kalkschiefergebirges zu erreichen, wurden auch die Parameter der Gebirge GA-BST-KS-8e, GA-BS-GM-8e, GA-T-A-8e, GA-BST-M-8e, GA-BST-KPH-8e, in welchen das

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,

vorherrschende Risikoszenario die Gebirgslockerung ist, GA-BST-KPH-8e. berücksichtigt.

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
	SC	345	45	3
GA-BCA-A-10g GA-BCA-GS-10g <i>Doc. [13]</i>	RTF1	160	80	1
	RTFw	255	75	1
	RTF3	300	85	1
	RTF6	020	80	3

Tabelle 4 Lage der Trennflächen im Bündnerschieferkomplex

Tabella 4: Giacitura delle discontinuità nel complesso dei calcescisti

3.2.1 Trennflächenparameter

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

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

3.2.1 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 GEBIRGSVERHALTEN

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.

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], [2], [6] und [7] 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

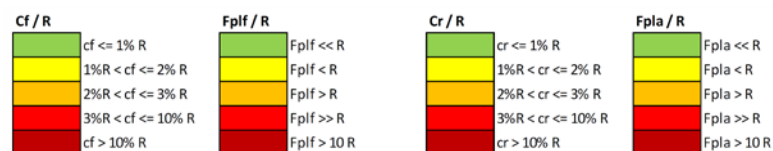


Tabelle 5: Ergebnisse Kennlinienverfahren. c_f = Ortsbrustkonvergenz, c_a = absolute Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, c_r = relative Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, F_{plf} = plastische Zone an der Ortsbrust, F_{pla} = plastische Zone Gleichgewicht, R = Ausbruchradius (mit 4.86m)

Das Berechnungsergebnis zeigt, dass die statische Bemessung im vorliegenden Dokument für die Gebirge GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g, bei denen geringe Verformungs- und Stabilitätsprobleme (< 5 cm) zu erwarten sind, gelten kann. Das erwartete Verhalten des Hohlraums ist im Wesentlichen von elastischer Art mit einer plastischen Zone, die kleiner als der Aushubradius ist, und die Ortsbrust erscheint fast stabil. Diese Gebirge werden für die Bemessung der Regelprofile FdE-V T1/T3 herangezogen.

Beim Gebirge GA-BST-KS-8f (Gebirge vorwiegend innerhalb

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 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], [2], [6] e [7]. Rimandando al Rapporto [2] per maggiori dettagli, si riportano nella tabella seguente i risultati ottenuti dalle linee caratteristiche.

Tabella 5: Risultati del metodo delle Linee Caratteristiche. c_f = 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 per gli ammassi GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g 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. Questi ammassi vengono considerati per il dimensionamento dei profili tipo FdE-V T1/T3.

Per quanto riguarda l'ammasso GA-BST-KS-8f (ammasso prevalente all'interno della fermata di emergenza), si evidenzia

der Nothaltestelle) weist man darauf hin, dass es sich um ein druckhaftes Gebirge handelt. Man erwartet sich daher hauptsächlich ein elastisch-plastisches Verhalten des Hohlraums mit einem plastifizierten Streifen an der Ortsbrust, der dem Aushubradius entspricht, und eine kurzzeitig standhafte Ortsbrust. Dieses Gebirge wird für die Bemessung des Regelprofil FdE-V T4 herangezogen.

Beim Gebirge GA-T-R-8f, das aus rolligen Formationen wie Rauwacken, Siltiten, Clay gouge, Dolomitsanden und Phylliten besteht, erwartet man sich Lockerungen und tiefe Plastifizierungen zusammen mit hohen Verformungen (siehe geomechanische Karte im Anhang 1). Laut dem Dokument [2] besitzt diese Formation eine variable Länge von 0 bis ca. 10 m. Daher wird nicht eine eigenständige Bemessung vorgenommen, aber es gelten die Vorschriften aus dem Bericht Ablauf des Risikomanagements (02-H61-GD-040-KTB-D0700-22102). Diese Vorschriften gelten auch bei gestörten Zonen / Störungen mit schlechteren geologischen Eigenschaften als die in den Dokumenten [1], [2], [6] und [7] angegeben.

Aufgrund des Vorkommens von Anhydrit im Gebirge GA-BST-KS-8f laut Angaben aus den Dokumenten [3] und [4] kann es zu Langzeit-Quellbildungen kommen. Aufgrund des Ausbruchs wird das Phänomen bewertet werden und mögliche Einwirkungen auf die Innenschale überprüft werden; die Bemessung der Innenschale, die der Quelllast ausgesetzt ist, ist im Anhang wiedergegeben. Im Anhang 1 sind die geomechanischen Karten der untersuchten Gebirge beigelegt.

un comportamento spingente. Il comportamento del cavo atteso è di tipo sostanzialmente elasto-plastico con fascia plastica al fronte circa pari al raggio di scavo, e il fronte si presenta stabile a breve termine. Questo ammasso viene considerato per il dimensionamento del profilo tipo FdE-V T4.

Per quanto riguarda lo scavo all'interno dell'ammasso GA-T-R-8f composto da formazioni incoerenti, sono attesi allentamenti e plasticizzazioni profonde connesse a deformazioni elevate (vedasi schede geomeccaniche riportate in Appendice 1). Secondo il documento [2], questa formazione ha una lunghezza limitata variabile da 0 a circa 10 m. Per questo motivo non verrà eseguito un dimensionamento specifico per questa formazione ma valgono le prescrizioni contenute nel Rapporto *Procedura di gestione del rischio* (02-H61-GD-040-KTB-D0700-22102). Tali prescrizioni possono ritenersi valide per la presenza di zone disturbate/ di faglia con caratteristiche geologiche peggiori rispetto a quanto previsto nei documenti [1], [2], [6] e [7].

Per la possibile presenza di anidrite all'interno degli ammassi in esame secondo le indicazioni dei documenti [3] e [4] è possibile che ci siano problemi di rigonfiamento a lungo termine. Sulla base del riscontro dello scavo verrà valutato il fenomeno e saranno considerati eventuali influssi sul rivestimento definitivo; il dimensionamento dell'anello interno soggetto al carico di rigonfiamento è riportato in Appendice. Nell'Appendice 1 sono riportate le schede geomeccaniche per gli ammassi in esame.

5 AUSSENSCHALE

Aus der Analyse mittels Kennlinienverfahren für die Gebirge GA-T-A-8f, 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 für die Bemessung der Innenschale zu berücksichtigende Last ergibt sich aus der Größe der Felsblöcke. Eine beispielhafte Ableitung der im Modell des gebetteten Stabmodells anzusetzende Last ist nachfolgend dargestellt.

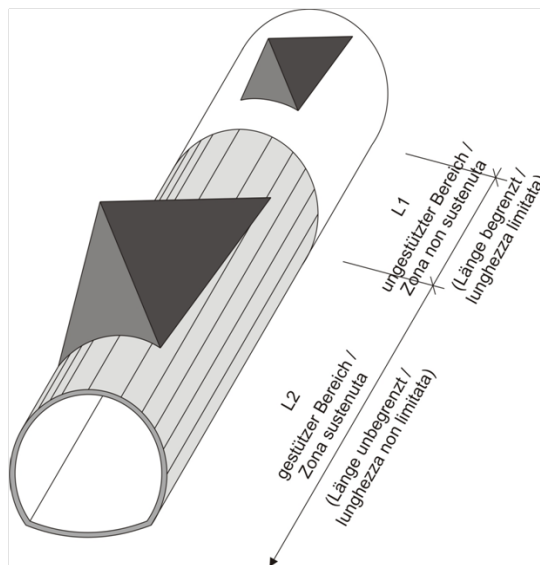


Abbildung 1: Qualitative Darstellung der Einwirkung aus dem Gebirge auf die Schale bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten

5.1.2 Nachweisverfahren

Gemäß NTC 2008 ist das Teilsicherheitskonzept zu berücksichtigen. Demnach sind die Einwirkungen mit dem Faktor $\gamma_G = 1,30$ zu erhöhen und die Widerstände mit $\gamma_c = 1,50$ bzw. $\gamma_s = 1,15$ zu reduzieren.

Für die Berechnung werden die charakteristischen Werte c' und ϕ' verwendet, die im Absatz 3.2.1 angeführt sind.

5 RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE

Dall'analisi delle linee caratteristiche, per gli ammassi GA-T-A-8f, 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 diametro 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.

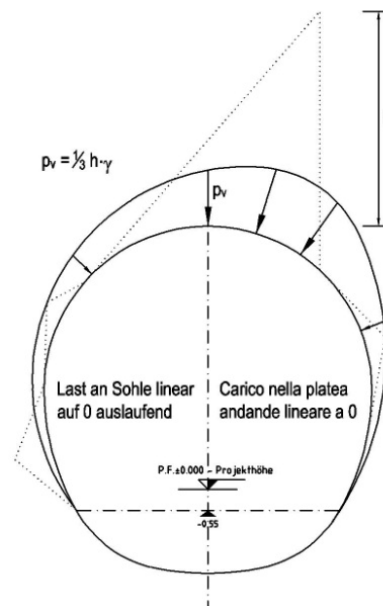


Figura 1: Rappresentazione qualitativa degli effetti dell'ammasso sul rivestimento, in caso di ammasso fratturato

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 $\gamma_s = 1,15$.

Per l'analisi, si adottano i valori caratteristici c' e ϕ' riportati al paragrafo 3.2.1.

Für den Nachweis mittels Bruchkörperanalyse ist folgendes Sicherheitskonzept zu berücksichtigen.

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

$$E_d \leq R_d$$

Hierbei ist:

- R_d = Bemessungswert Widerstand
- E_d = Bemessungswert Einwirkung

Dove:

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

5.1.3 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. Auf der sicheren Seite liegend wurde der Regelquerschnitt FdE-V T1 aufgrund der Tabelle 4 berechnet. Die erhaltenen Ergebnisse sind auch für den Querschnitt FdE-V T3 gültig.

Es werden zwei Arten von Nachweis geführt:

- 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 ($N_{yd} = 140$ 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 ($N_{yd} = 140$ kN) von 3.0 Meter Länge mit Raster 1.80 m (längs) x 1.50 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 Geotechnikspezialisten 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 Y_G , erreicht wird.

Als asymmetrisch wirkender Felsblock wird ein Block mit einer maximalen Höhe von 2,74 m, einem Gewicht von 48 kN, mit einer wirkenden Oberfläche von ca. 1,56 m² berücksichtigt. Der Druck des Blocks mit dreieckigem Verlauf auf die Spritzbetonschale entspricht einem Wert von:

$$P_v \approx 30.6 \text{ kPa}$$

5.1.3 Casi analizzati e risultati

Le analisi sono state effettuate con il programma di calcolo UNWEDGE 3 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-V T1 sulla base delle discontinuità riportate in Tabella 4. I risultati ottenuti sono validi anche per la sezione FdE-V 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 ($N_{yd} = 140$ kN) di lunghezza 3 metri e maglia 1.50 m (longitudinale) x 1.80 m (trasversale).
- settore L2: lunghezza di analisi illimitata con presenza di uno strato di betoncino proiettato di 10 cm e ancoraggi Superswellex Pm 16 ($N_{yd} = 140$ kN) di lunghezza 3 metri e maglia 1.50 m (longitudinale) x 1.80 m (trasversale).

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 Y_G .

Dall'analisi risulta che il peso massimo del blocco è di 48 kN (altezza massima pari a 2.74 m) con superficie agente di ca. 1.56 m². La pressione esercitata del blocco con andamento triangolare, ha un valore massimo di:

$$P_v \approx 30.6 \text{ kPa}$$

5.2 ANALYSE DER AUSBRUCHSPHASEN

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 [31] durchgeführt. Dieses erlaubt es, die Lastentwicklung und das spannungs-verformende Verhalten des Gebirges während der einzelnen Bauphasen zu verfolgen.

Die Modellierung 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 Ausbruchquerschnitt FdE-V T3

5.2.1.1 Modellgeometrie

Für die Bemessung des Ausbruchquerschnitts FdE-V T3 wurde der Querschnitt mit der höchsten Überdeckung im Bereich des Bündnerschieferkomplexes (H=1115m) berücksichtigt.

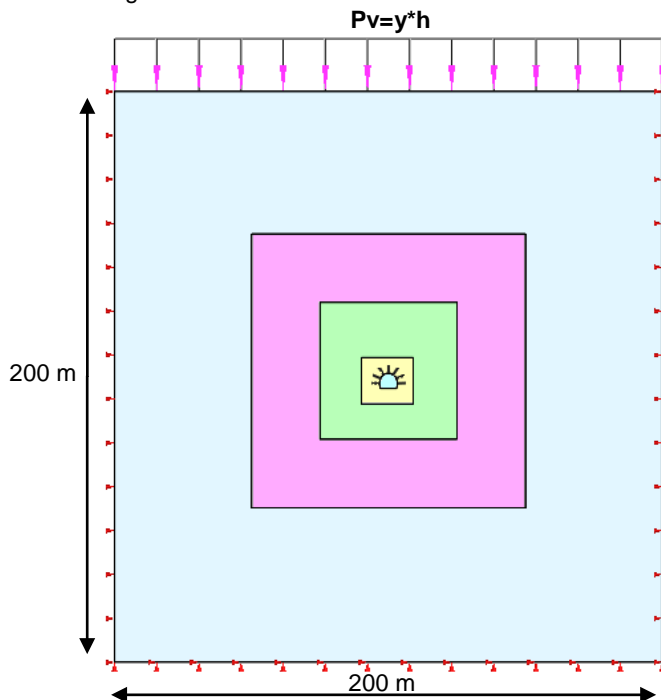


Abbildung 2: Analyseabschnitt FdE-V T3

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 stato condotta un'analisi mediante il programma agli elementi finiti MIDAS GTS [31]. Quest'ultimo consente di seguire la storia di carico e il comportamento tenso-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 di scavo FdE-V T3

5.2.1.1 Geometria del modello

Per il dimensionamento della sezione FdE-V T3 si è considerata la sezione con la massima copertura nel complesso dei calcescisti (H= 1115m).

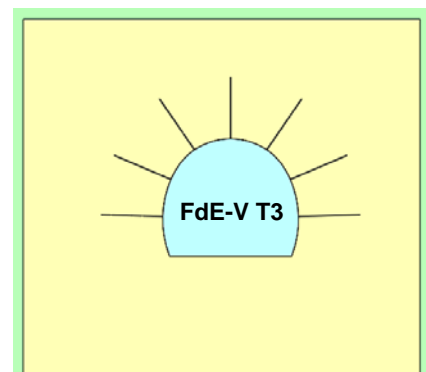


Figura 2: sezione di analisi FdE-V-T3

Aufgrund der Symmetrie der zu untersuchenden Problemstellung, erstreckt sich das Berechnungsmodell über eine Breite von 100 m ab den Grenzen der Hohlräume und über eine Höhe von 200 m, von denen 100 m unter und 100 m über der Schienenoberkante liegen. Durch die gewählten Modellabmessungen kann davon ausgegangen werden, dass eventuelle Randeinflüsse vernachlässigbar werden. 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 Verschiebung in beide Richtungen am unteren Modellrand und blockieren Verschiebungen in horizontaler Richtung an den vertikalen Modelrändern. Am oberen Modellrand wurde ein Druck aufgebracht, welcher der vorhandenen Bodenauflast (von Tunnel bis Geländeoberkante) entspricht.

5.2.1.2 Bildendes Gebirgsmodell

Das Gebirge wurde als ein kontinuierlich elastisch-plastisches Medium modelliert mit Widerstandskriterium des Typs Hoek-Brown [23] und Restparameter, die gemäß der Cai et. al [30] Theorie bewertet werden [1]. Im Besonderen wurden die elastischen (Verformungsmodul und Poisson-Beiwert), elastisch-plastischen (m_b , s mit Peak- und Restwerte) und physischen (Dichte und einachsiger Komprimierungswiderstand) Eigenschaften der vom Aushub betroffenen Felsen bestimmt.

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

Zone max overburden [m]	GSI	GSI _{res}	γ [kN/m ³]	E_{rm} [MPa]	σ_{ci} [MPa]	σ_{cm} [MPa]	m_i [-]	$m_{b, peak}$ [-]	$m_{b, res}$ [-]	$s_{, peak}$ [-]	$s_{, res}$ [-]
1115	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

Ähnliche geomechanische Parameter können auch für das Gebirge GA-BST-KS-8f gelten, wobei man optimistische Werte innerhalb der variablen Zonen laut Bericht [2] zugrundelegt.

Lo stato di sforzo in sito è stato valutato secondo le seguenti relazioni:

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

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

Il modello di calcolo, in virtù della simmetria del problema, si estende per 100 m in larghezza agli estremi della cavità, 200 m in altezza, di cui 100 m al di sotto del piano del ferro e 100 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.

5.2.1.2 Modello costitutivo dell'ammasso e stato tensionale iniziale

L'ammasso è stato modellato come un mezzo continuo elasto-plastico avente criterio di resistenza di tipo Hoek-Brown [23] con parametri residui valutati sulla base della teoria di Cai et. al [30] e riportata nel Rapporto [1]. 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.

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

Tabella 6: Parametri geomeccanici considerati

Parametri geomeccanici simili possono essere validi per l'ammasso GA-BST-KS-8f, considerando valori ottimistici all'interno dei campi di variabilità indicati nel Rapporto [2].

Lo stato di sforzo in sito è stato valutato secondo le seguenti relazioni:

Wobei:

- Z = Abstand des allgemeinen Elements von der Geländeoberkante
- K_0 = Beiwert des waagrechten Schubs, gleich 0.75 angenommen ist.

Dove

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

5.2.1.3 Eigenschaften der Außenschale

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

	Ancoraggi Anker						Betoncino proiettato Spritzbeton		
	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-V T3	Pm16	140	3.0	1.5	1.8	6+7	C30/37	15	9

Tabelle 7: Eigenschaften der Außenschalen FdE-V T3

5.2.1.3 Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase

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

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

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

Die Anker werden mit spezifischen eindimensionalen Elementen (Truss) nachgebildet, mit perfekt plastisch-elastischem Verhalten (Abbildung 3) und Von Mises Bruchkriterium ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 174$ kN). Sie sind mit den Gitterknoten über eine Schnittstelle verbunden, wobei Vorsichtswerte des Querwiderstands (100 kN/m) und der tangentialen Steifigkeit (10 MN/m/m) [29] berücksichtigt werden.

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

Gli ancoraggi sono stati riprodotti con specifici elementi monodimensionali (Truss) aventi comportamento elastico perfettamente plastico (Figura 3) 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) [29].

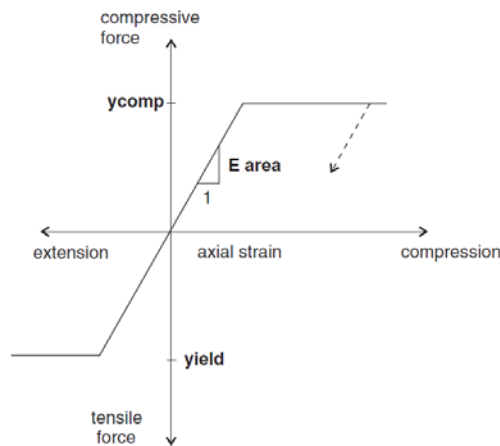


Abbildung 3: Spannungs – Dehnungs – Verhalten der Anker

Figura 3: Comportamento sforzo-deformazione per gli ancoraggi

Auf der sicheren Seite liegend wird die Außenschale in Spritzbeton für die Bemessung nicht herangezogen unter der Annahme, dass dieser zur Erstsicherung gegen das Abbrechen von Felsblöcken oder dgl. während der Ausbrucharbeiten dient (sh. 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).

5.2.1.4 Laststufe

Nach einer ersten Phase der Modellinitialisierung, zur Berechnung des Ausgangsgleichgewichts, wird die Tunnelaushebung des FdE-V mittels Trägheits-Kräften der Aushebung simuliert (späterhin FFS). Der Prozentsatz dieser Kräfte an der Ortsbrust ist aufgrund der Ergebnisse der Charakteristischen Linien bestimmt (Anhang 2).

5.2.1.4 Step di carico

Dopo una prima fase di inizializzazione del modello, necessaria per calcolare l'equilibrio iniziale, lo scavo della FdE-V viene simulato mediante l'utilizzo delle Forze Fittizie di Scavo, di seguito denominate FFS. La percentuale di tali forze al fronte e prima dell'installazione delle chiodature è definita sulla base dei risultati delle Linee Caratteristiche (vedasi Appendice 2).

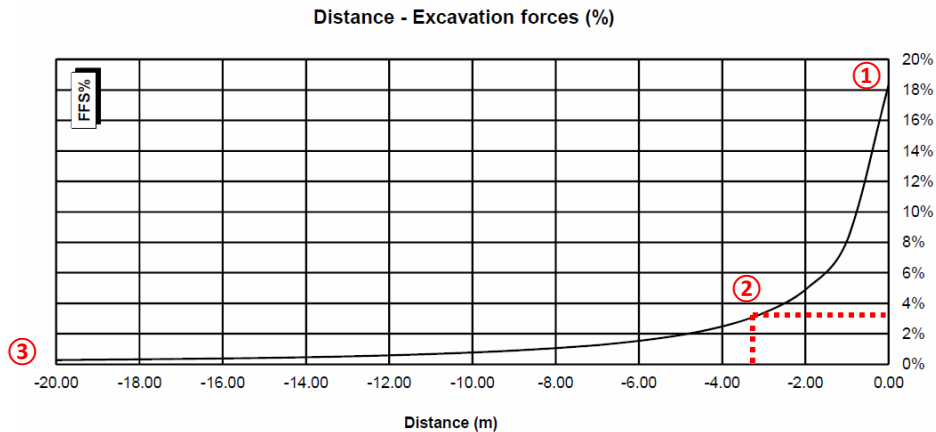


Abbildung 4: FFS an der Ortsbrust und beim Einbau der Anker

Figura 4: FFS al fronte e all'installazione delle chiodature

Nachfolgend sind die Berechnungsstufen zusammengefasst:

Di seguito sono riassunti gli step di calcolo:

- 0) Geostatische Ausgangslage mit Bestimmung der Geometrie, der Umgebungslagen, 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 (auf 3.0 m von der Ortsbrust) (FFS =3%);
- 3) Einführung des numerischen Außenstützenmodells und Annullierung der FFS (FFS =0%);
- 4) Entfernung der Außenschale und Simulation der Langzeitkonfiguration mit der Einsetzung der Innenschale. Diese ist mit der Bewehrungsmatte verbunden mittels eines Schnittstellenelementes, mit normaler dem Gebirge entsprechende Steifigkeit, und tangentialer Steifigkeit gleich Null. Dieses Schnittstellenelement ermöglicht die Wirkung der Abdichtungsschicht zwischen den zwei Schalen zu berücksichtigen, indem es die tangentialen Spannungen annulliert, darüber hinaus die Drucke zu schätzen die auf der Innenschale wirken.

- 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=3%);
- 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 rigidità normale pari a quella dell'ammasso e rigidità 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.

5.2.1.5 Nachweisverfahren

Gemäß den NTC 2008 sind die vom FEM Modell entnommenen Handlungen über der Außenschale 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 ergeben sich als befriedigend 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 übergangen wurde, geschieht, dass die Anker welche ihre Streckgrenze erreichen ($N_{yd} = 174$ kN) nicht die axiale Verformungsgrenze überschreiten, die vorsichtshalber auf 5% gesetzt wurde.

5.2.1.6 Ergebnisse

Die im Anhang 4 aufgezeigten Analysen bestätigen, dass das Gebirgsverhalten durch reduzierte Konvergenzen (< 50 mm u) und durch der Ausformung eines plastischen Streifens mit maximale Ausdehnung von ca. 2 m charakterisiert ist.

Die Anker erreichen die Streckgrenze ($N_{yd} = 122$ kN), aber erreichen nicht die Verformungsgrenze des Stahls ($\epsilon < 5\%$).

Der vom Gebirge ausgeübter Druck auf die Innenschale, bei Verfall der Nietungen, ist in Höhe von 40 kPa.

5.2.2 Ausbruchsquerschnitt Fd-V T4

5.2.2.1 Modellgeometrie

Zur Bemessung des Querschnittes FdE-V T4 wurde der Abschnitt mit der höchsten Überdeckung in den geomechanischen Zonen 11-13 (H=1115 m) berücksichtigt.

Das Berechnungsmodell, der Problemsymmetrie zufolge, erstreckt sich 100 m in der Breite an den Enden des Hohlraums, 200 m in der Höhe, von denen sich 100 m unter und 100 m über der Schienenoberkante befinden. 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 Mesh verdichtet und die

5.2.1.5 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 nel modello FEM il betoncino proiettato come riportato al Par. 5.2.1.3, 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%

5.2.1.6 Risultati

Le analisi riportate nell'Appendice 4 confermano che comportamento dell'ammasso è caratterizzato da convergenze ridotte (< 50 mm) e dalla formazione di una fascia plastica di estensione massima di ca. 2 m.

Gli ancoraggi raggiungono il limite di snervamento ($N_{yd} = 122$ 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 40 kPa.

5.2.2 Sezione di scavo FdE-V T4

5.2.2.1 Geometria del modello

Per il dimensionamento della sezione FdE-V T4 si è considerata la sezione con la massima copertura (1115m) all'interno della zone geomeccaniche 11-13.

Il modello di calcolo, in virtù della simmetria del problema, si estende per 100 m in larghezza agli estremi della cavità, 200 m in altezza, di cui 100 m al di sotto del piano del ferro e 100 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

Elemente erreichen Abmessungen von 50x50 cm.

Die gewählten Auflagebedingungen 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.

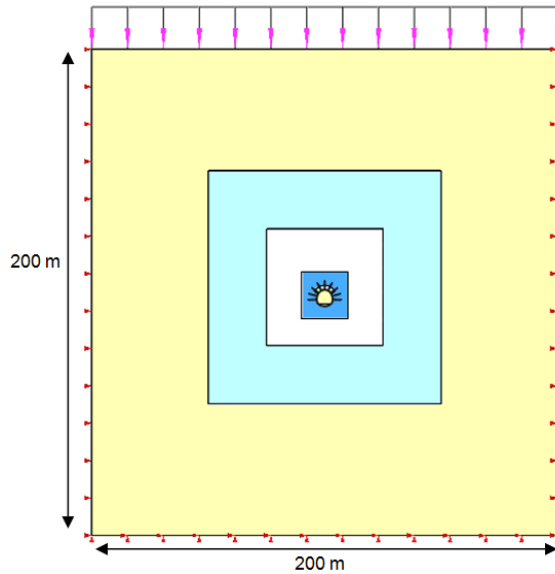


Abbildung 5: Berechnungsquerschnitt FdE-V T4

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.

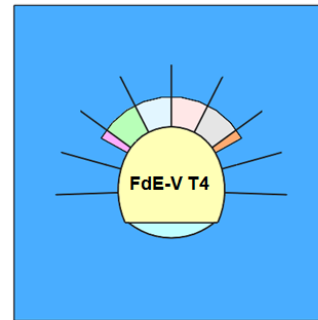


Figura 5: sezione di analisi FdE-V-T4

5.2.2.2 Gebirgsmodell und Ausgangsspannungslage

Das Gebirge ist als ein kontinuierlich elastisch-plastisches Medium modelliert worden mit Widerstandskriterium des Typs Hoek-Brown [23] und Rest Parameter, welche gemäß der Theorie nach Cai et. al [30] bewertet werden, die im Bericht [1] angeführt ist. Insbesondere sind die elastischen (Verformungsmodul und Poissonsahl), elastisch-plastischen (m_b , s mit Peak- und Restwerten) und physischen (Dichte und einaxiale Druckfestigkeit) Eigenschaften der vom Ausbruch betroffenen Felsen festgelegt worden.

Aufgrund der im Abs. 3.1 aufgezeigten Bemerkungen, werden die geomechanischen Parameter des Gebirges GA-BST-KS-8f berücksichtigt.

Zone max overburden [m]	GSI	GSI _{res}	γ [kN/m ³]	E_{rm} [MPa]	σ_{ci} [MPa]	σ_{cm} [MPa]	m_i [-]	$m_{b, peak}$ [-]	$m_{b, res}$ [-]	$s_{, peak}$ [-]	$s_{, res}$ [-]
1115	50	25.59	26.6	11135	32	5.84	11	1.844	0.841	0.0039	0.0003

Tabelle 8: Berücksichtigte geomechanische Parameter

Die Spannungen vor Ort wurden gemäß folgenden Verhältnissen ausgewertet:

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

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

5.2.2.2 Modello costitutivo dell'ammasso e stato tensionale iniziale

L'ammasso è stato modellato come un mezzo continuo elasto-plastico avente criterio di resistenza di tipo Hoek-Brown [23] con parametri residui valutati sulla base della teoria di Cai et. al [30] e riportata nel Rapporto [1]. 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.

Sulla base delle considerazione riportate nel Par 3.1, vengono considerati i parametri geomeccanici dell'ammasso GA-BST-KS-8f:

Tabella 8: Parametri geomeccanici considerati

Lo stato di sforzo in sito è stato valutato secondo le seguenti relazioni:

Wobei:

- Z = Abstand des allgemeinen Elements von der Geländeoberkante
- K_0 = 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

5.2.2.3 Eigenschaften der Außenschale

Folgende Tabelle zeigt die Eigenschaften der Sicherheitsmaßnahmen für das Profil FdE-V-T4 auf:

FdE-V T4	Anker Ancoraggi							Spritzbeton Betoncino proiettato			Stähibogen Centine	
	Position Posizione	Typ Tipo	N_y [kN]	L [m]	i_{long} [m]	i_{trasv} [m]	n° [-]	Klasse Classe [-]	s_{nom} [cm]	s_{min} [cm]	Typ Tipo	i [m]
	Radial / Radiali	R38N/ Dywidag SN28	400 413	4	1.5	1.5	9	C30/37	25	21	2 IPN 180	0.75 - 1.5
Umriss/ Contorno	R38N	400	6	3.0	0.75	10						

Tabelle 9: Eigenschaften der Außenschale FdE-V T4

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

Die Anker werden mit spezifischen eindimensionalen Elementen (Truss) nachgebildet, mit perfekt plastisch-elastischem Verhalten (Abbildung 3) und Von Mises Bruchkriterium ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 348$ kN), Querwiderstand (190 kN/m) und der tangentielle Steifigkeit (15 MN/m/m) [29].

5.2.2.3 Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase

La seguente tabella riporta le caratteristiche dei provvedimenti di messa in sicurezza per il profilo FdE-V T4:

Tabella 9: Caratteristiche rivestimenti di prima fase FdE-V T4

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

Gli ancoraggi sono stati riprodotti con specifici elementi monodimensionali (Truss) aventi comportamento elastico perfettamente plastico (Figura 3) con criterio di rottura alla Von Mises ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 348$ kN) di resistenza a taglio (190 kN/m) e rigidità tangenziale (15 MN/m/m) [29].

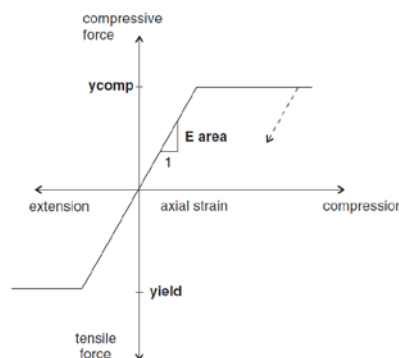


Abbildung 6: Spannungs – Dehnungsverhalten der Anker

Figura 6: Comportamento sforzo-deformazione per gli ancoraggi

Zur Modellierung des Spritzbetons wurden eindimensionale Elemente - beam mit elastischem Verhalten angenommen. Vorsichtshalber wurden zwei Analysen durchgeführt: eine mit $E = 5$ GPa, um die Verformungen zu maximieren und eine mit $E = 15$ GPa, um die Belastungen zu maximieren. Der Wert $E = 15$ GPa entspricht ca. 50% der Steifigkeit eines verhärteten Betons mittlerer Klasse; auf diese Weise ist es möglich das typische Verhalten der viskosen Verformung und des

Per la modellazione dello spritzbeton si sono assunti elementi monodimensionali beam con comportamento elastico. In via cautelativa si sono eseguite due analisi: una con $E = 5$ GPa per massimizzare le deformazioni e una con $E = 15$ GPa per massimizzare le sollecitazioni. Il valore di $E = 15$ GPa, corrisponde a circa il 50% della rigidezza di un calcestruzzo indurito di classe media; in questo modo è possibile considerare il caratteristico comportamento di deformazione

Schwindens zu berücksichtigen.

Die numerische Modellierung modelliert nicht die Stahlbögen aufgrund des konservativen Ansatzes, die Stahlbögen wurden nur bei den Abschnittsüberprüfungen aus Anlage 5 berücksichtigt.

5.2.2.4 Laststufen

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

viscosa e il ritiro.

Nella modellazione numerica, secondo un approccio conservativo, le centine non sono state modellate ma vengono considerate nelle verifiche sezionali (Appendice 5).

5.2.2.4 Step di carico

Dopo una prima fase di inizializzazione del modello, necessaria per calcolare l'equilibrio iniziale, lo scavo viene simulato mediante l'utilizzo delle Forze Fittizie di Scavo, di seguito denominate FFS, definita sulla base dei risultati delle Linee Caratteristiche (vedasi Appendice 2).

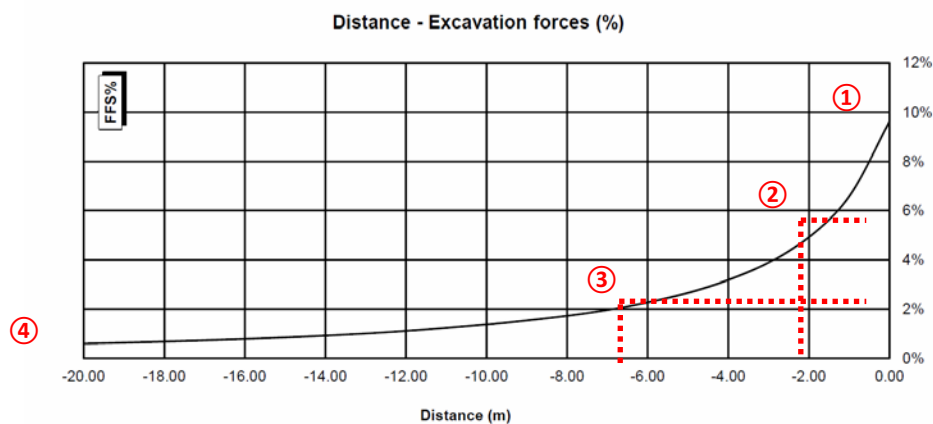


Abbildung 7: FFS an der Ortsbrust und bei der Ausführung der Außenschale

Figura 7: FFS al fronte e all'installazione del rivestimento di prima fase

Nachfolgend sind die Berechnungsstufen zusammengefasst:

Di seguito sono riassunti gli step di calcolo:

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 0) Geostatische Ausgangslage mit Bestimmung der Geometrie, der Randbedingungen, der Stratigraphie und der geostatischen Ausgangsspannungen; 1) Einfügen der befestigten Zone am Umriss und Verringerung der FFS bis zum Wert, den sie an der Ortsbrust einnehmen (FFS =10%); 2) Reduktion der FFS bis zum Wert, den sie bei der Einsetzung der Außenschale einnehmen (1.5 m von der Ortsbrust) (FFS =5.5%); 3) Modellierung im Berechnungsmodell der radialen Anker im Bereich der Kalotte und Reduktion der FFS bis auf ca. 2% (1 Durchmesser, ca. 6 Meter); 4) Modellierung der Spritzbetonschale (Kalotte $s_{tot} = 21$ cm, $E = 15$ GPa; Sohle $s_{tot} = 23$ cm, $E = 15$ GPa) und Annullierung der FFS (FFS=0%); 5) Entfernung der Außenschale und Simulation der Langzeitkonfiguration mit der Einsetzung der Innenschale. Diese ist mit den Maschen mittels eines Schnittstellenelements verbunden, mit normaler | <ol 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) Inserimento zona consolidata al contorno e riduzione delle forze FFS, fino al valore che assumono al fronte (FFS=10%); 2) Riduzione delle FFS fino al valore che assumono nel momento di installazione del rivestimento di prima fase (1.5 m dal fronte) (FFS=5.5%); 3) Introduzione nel modello numerico degli ancoraggi radiali in calotta e riduzione delle FFS a ca. 2% (1 diametro, ca. 6 metri); 4) Attivazione del calcestruzzo proiettato (calotta $s_{tot} = 21$ cm, $E = 15$ GPa; platea $s_{tot} = 23$ cm, $E = 15$ GPa) e annullamento delle FFS (FFS=0%). 5) 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 |
|--|--|

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 zu schätzen, die auf der Innenschale wirken.

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.

5.2.2.5 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

5.2.2.5 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

5.2.2.6 Ergebnisse

Die in Anhang 3 aufgezeigten Analysen bestätigen, dass das Verhalten des Gebirges durch ein druckhaftes Verhalten gekennzeichnet ist mit Konvergenzen, welche kleiner sind als das Übermaß (<10 cm) und mit Ausbildung eines plastischen Streifens von maximaler Ausdehnung von ca. 4 m.

Die Anker erreichen die Streckgrenze ($N_{yd} = 348$ kN), aber nicht die Stahlverformungsgrenze ($\epsilon < 5\%$).

Der vom Gebirge ausgeübte Druck auf die Innenschale, bei Verfall der Außenschale, beträgt 230 kPa.

5.2.2.6 Risultati

Le analisi riportate nell'Appendice 5 confermano che il comportamento dell'ammasso è caratterizzato da un comportamento spingente con convergenze inferiori all'extrascavo (< 10 cm) e dalla formazione di una fascia plastica di estensione di ca. 4 m.

Gli ancoraggi raggiungono il limite di snervamento ($N_{yd} = 348$ 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 230 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 ab gemindert:

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:

Parameter / Parametri	Symbol / Simbolo	Faktor / Fattore
Effektiver Reibungswinkel / Angolo di attrito effettivo ^a	$\gamma_{\phi'}$	1.25
effektive Kohäsion / Coesione effettiva	$\gamma_{c'}$	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_{γ}	1
^a Dieser Faktor wird auf $\tan \phi'$ angewendet / valore applicato alla tangente dell'angolo		

Tabelle 10: Teilsicherheitsfaktoren Ortsbrustnachweis

Tabella 10: Fattori parziali di sicurezza per la verifica di stabilità del fronte di scavo

5.3.2 Ergebnisse

5.3.2.1 Bruchkörperanalyse

Die Ergebnisse der Charakteristischen Linien schließen wichtige Instabilitätsphänomene der Ortsbrust für diese Gebirge aus. Die Blöcke Analyse, die durch die Unwedge Software durchgeführt wurde, zeigt wie das Volumen der abbrechenden Felsblöcke unter 0.5 m^3 liegt und deshalb, wenn sie nicht schon bei der Sprengung abgebrochen sind, können sie auf Anordnung des geotechnischen Fachmann abgelöst werden.

Im Fall eines verlängerten Aufenthalts der Aushubs Tätigkeiten wird zum Ortsbrustschutz der Einsatz einer faserverstärkten Spritzbetonschicht von 10 cm Stärke vorgesehen.

5.3.2.2 Axialsymmetrische Analysen

Für den Abschnitt FdE-CcT T4 bestätigt die axialsymmetrische Analyse, die ohne Ausbau (Anhang 3) und mit Abschlagen von 1.5 m durchgeführt wurde, die Angaben des Kennlinienverfahrens. Es wird hervorgehoben, dass die Ortsbrustextrusion ca. 50 mm beträgt, mit absoluter radialer Konvergenz von 120 mm, während der plastifizierte Bereich sich auf ca. 4 m vor der Ortsbrust und 5 m am Umriss ausdehnt. Die Maßnahmen an der Ortsbrust bewirken eine Begrenzung der Ortsbrustextrusionen auf ca. 40 mm und die Ausdehnung des plastifizierten Bereichs vor der Ortsbrust auf 3.5 m und an der Laibung auf 4 m.

Aufgrund des beobachtenden Ansatzes wird man das tatsächliche Verhalten des Gebirges überprüfen und demnach die Stärke der Anker an der Ortsbrust reduzieren oder erhöhen müssen, auch hinsichtlich des Auftretens eventueller einzelner Abbruchblöcke.

5.3.2 Risultati

5.3.2.1 Analisi a blocchi

L'analisi dei blocchi, eseguita mediante il software Unwedge mostra come i blocchi distaccabili hanno un volume inferiore a 0.5 m^3 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.

5.3.2.2 Analisi assialsimmetriche

L'analisi assialsimmetrica eseguita in assenza dei rivestimenti e secondo sfondi di 1.5m, evidenzia che l'estrusione del fronte è pari a circa 50 mm, con convergenza radiale assoluta di 120 mm, mentre la zona plasticizzata si estende per circa 4 m davanti al fronte e di 5 m al contorno. Gli interventi al fronte consentono di limitare l'estrusione al fronte a circa 40 mm, l'estensione della zona plasticizzata davanti al fronte (3.5 m) e al contorno (4 m).

Nell'ottica di un approccio osservazionale, si dovrà valutare l'effettivo comportamento dell'ammasso e conseguentemente ridurre o aumentare l'intensità degli ancoraggi al fronte.

6 INNENSCHALE

6.1 STABWERKSMODELLE

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 reellen Stärken des berücksichtigten strukturellen Elements besitzen (Kalotte, Widerlager, Gegenbogen/Grundplatte).

Die strukturelle Steifigkeit der Träger Elemente wird als $E'_c \times I_y$ des nicht gerissenen Schnitts berechnet. Das Trägheitsmoment I_g 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 = Modul der Betonestizität;
- 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 Öffnung von Spalten, dort wo die Betonzugfestigkeit überwunden wurde (Bildung von plastischen Scharnieren) verloren gegangen ist. Die Modellierung der plastischen Scharniere erfolgt durch den Einsatz von Torsionsfedern, dessen Steifigkeit iterativ mit der Pöttler-Methode [27], [28] 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 Abdichtungsstreifens angenommen. Letztere zählt für

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 (1m) 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 redistribuzione 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 [27][28].

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 spostamenti inferiori a 0.5 cm. Superati tali spostamenti, la

Verschiebungen von weniger als 0.5 cm. Werden diese Verschiebungen überstiegen, entspricht die Schnittstellensteifigkeit der des Gebirges.

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

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.

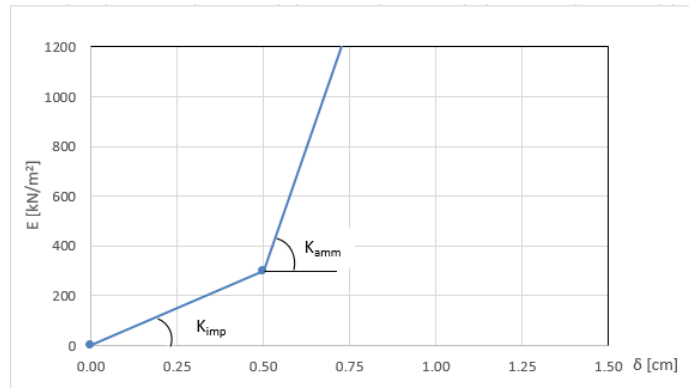


Abbildung 8: Schematisierung der Schnittstelle

Figura 8: 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:

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.

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

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

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 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

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

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 2,50kN

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

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

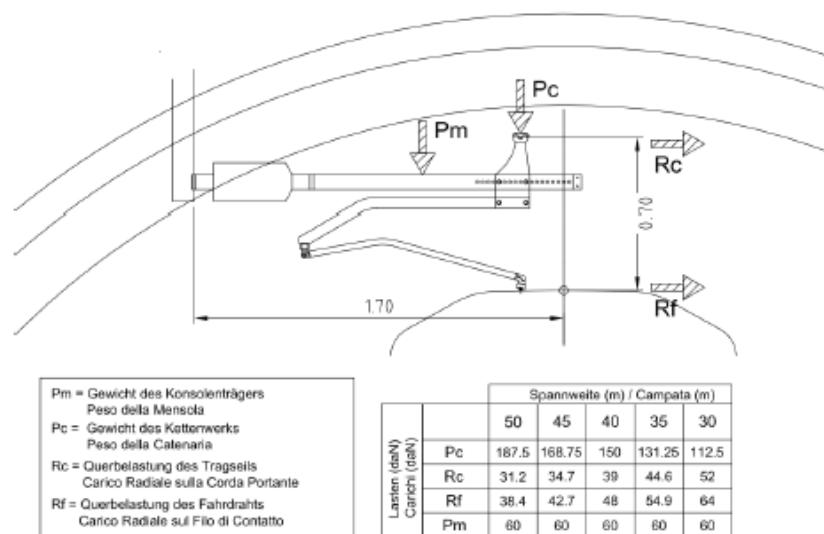


Abbildung 9: Lasten der Oberleitung

Figura 9: 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 vom unteren Scheitelpunkt unter dem Sohlgewölbe bis in die Höhe der Ulmenlängsdrainage berücksichtigt. Die Wasserlasten sind dann wie folgt anzusetzen:

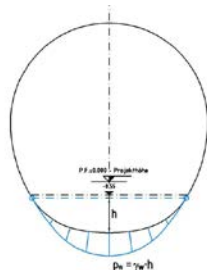


Abbildung 10: Lastbild Wasserdruck – drainierter Regelquerschnitt

6.3.5 Gebirgslast G5

Die Gebirgslast, die auf den Innenausbau für die Aushubklassen T1 und T3 wirkt, leitet sich durch die Berechnung mit der FE-Methode ab. Beide Gebirgslasten wurden nach vollständigem Verfall der fiktiven Aushubkräfte (letzte Stufe der FEM-Analyse) berechnet. Da man a priori die ungünstigste Last nicht definieren konnte, wurden die Berechnungen mit beiden Lastfallkombinationen erstellt.

Die auf die Innenschale wirkende Gebirgslast der Ausbruchsklasse T4 rührt ausschließlich aus Finite-Elemente-Berechnungen her.

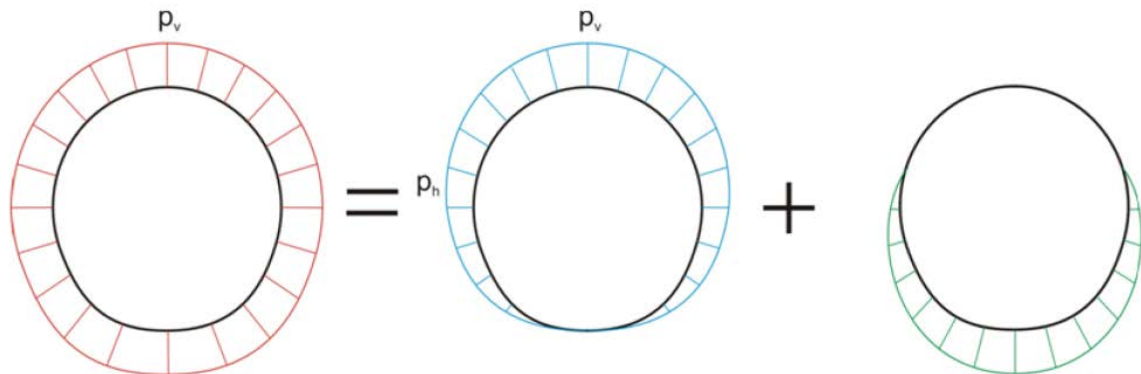


Abbildung 11: Qualitative Darstellung der numerisch ermittelten Normalspannungen (rot), der aktiven Gebirgslast (blau) und der passiven Bettungsreaktion (grün)

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:

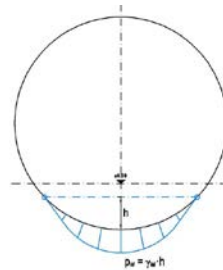


Figura 10: Pressione idrostatica - Sezione tipo drenata

6.3.5 Carico dell'ammasso G5

Il carico d'ammasso per le sezioni di scavo T1 e T3 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.

Il carico d'ammasso che agisce sul rivestimento definitivo per la sezione di scavo T4 deriva unicamente da calcoli svolti mediante analisi agli elementi finiti.

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 Bestimmungen 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 angewendete System muss auf der Baustelle durch präventiven Proben geprüft werden.

Bei der Modellierung der Innenschale, insbesondere bezüglich Absatz 4.1.1.1 des NTC08, verfährt man mit einer gleichmäßigen Temperaturabkühlung von -6.7° C an den GZT und von -8.9°C an den GZG.

6.3.7 Squeezing und swelling G7

Quellversuch auf den Gesteinsproben der Bohrung Vi-B-0/01 haben einen Quelldruck zwischen 0.1 und 0.3 MPa ergeben. Aus Sicherheitsgründen wird ein Druck, der von unten wirkt, von 0.3 MPa angenommen.

Da von einem mäßigem Prozentsatz der quellfähigen Tonmineralen ausgegangen wird, wurden für die Bemessung der Innenschale im Regelprofil T4 sowohl mit der Belastungen durch Quellwirkung als auch ohne berechnet.

6.3.8 Temperatur Q1

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

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 Squeezing e swelling G7

Prove di rigonfiamento su campioni di roccia del sondaggio Vi-B-0/01 hanno rilevato pressioni di rigonfiamento nell'ordine di grandezza tra 0.1 e 0.3 MPa. In via cautelativa si considera una pressione agente dal basso pari a 0.3 MPa.

Poiché la presenza di minerali argillosi rigonfiabili è prevista in percentuali moderate, nel dimensionamento dei rivestimenti definitivi con profilo tipo T4 si è proceduto analizzando separatamente sia le sollecitazioni agenti sull'anello nel caso in cui il rigonfiamento è presente sia quando tale fenomeno è assente.

6.3.8 Temperatura Q1

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

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 11: Temperatureinwirkung Innenschale

Der Temperaturgradient ΔT gibt die Temperaturdifferenz zwischen der Innenkante Innenschale und Außenkante 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 6.3.12.

6.3.9 Erdbebeneinwirkung E1

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

6.3.10 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.

6.3.11 Anpralllast A2

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

6.3.12 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

Tabella 11: Variazione termica

Il gradiente della temperatura ΔT indica la differenza di temperatura tra le superfici interna ed esterna del rivestimento 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 6.3.12.

6.3.9 Azione sismica E1

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

6.3.10 Pressione aerodinamica A1

I processi di carico e scarico tensionale a seguito del passaggio dei treni sono definiti nel documento D0118-064 „Aerodynamica – 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.

6.3.11 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.

6.3.12 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

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 del 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 Strukturelemente größer als 160 mm;
- Betondeckung 'a' (Achsenabstand der Bewehrung von der ausgesetzten Oberfläche) größer als 35 mm.

Beide Voraussetzungen sind erfüllt.

6.4 EINWIRKUNGSKOMBINATIONEN

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

Die Einwirkungskombinationen für die Dimensionierung der Innenschale der Profile T1 und T3 sind in der Tabelle 12 angegeben, jene der Profile T4 in Tabelle 13.

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 12 per i profili tipo T1 e T3 e nella Tabella 13 per il profilo tipo T4:

Lastfall / Caso di carico Einwirkung scombination /Combinazioni	ständig / permanenti							vorübergehend / variabeli			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
druckentlastet / sistema drenato	1	1.35						1.50					
		1.00						1.00					
	2	1.35					1.00		1.50				
		1.00					1.00		1.00				
	5	1.35	1.35	1.00	1.35	1.35			1.50				
		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00				
	6	1.35	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00		1.50				
		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00				
	11	1.00	1.00	1.00					0.60			1.00	
		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	
		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					1.00	

Tabelle 12: Einwirkungskombinationen Innenschale T1 und T3

Tabella 12: Combinazioni di carico per i profili tipo T1 e T3

Lastfall / Caso di carico Einwirkung siko mbination /Combinazi oni	ständig / permanenti							vorübergehend / variabili			außergewöhnlich / eccezionali		
	Eigengewicht	Oberleitung	Sohibeton	Wasserdruck	Gebirgslast ohne Auftrieb	Kriechen und Schwinden	Quell-druck	Temperatur (Sommer)	Temperatur (Winter)	Verkehrslast (Zugfahrt)	Brand	Druck infolge Zugfahrt	Sog infolge Zugfahrt
	Peso proprio	Catenaria	Carichi permanent sull'arco rovescio	Carico idraulico	Carichi della roccia in condizioni asciutte	Ritiro e rilassamento	Swelling- Squeezing	Temperatura (Estate)	Temperatura (inverno)	Carico ferroviario	Fuoco	Carico aerodinamico (pressione)	Carico aerodinamico (aspirazione)
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	Q1	Q1	Q2	A3	A1	A1
druckentlastet / sistema drenato	1	1,35						1,50					
		1,00						1,00					
	2	1,35					1,00			1,50			
		1,00					1,00			1,00			
	3	1,35	1,35	1,00						1,50			
		1,00	1,00	1,00						1,00			
	4	1,35	1,35	1,00			1,00			1,50			
		1,00	1,00	1,00			1,00			1,00			
	5	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35				1,50			
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				1,00			
	6	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,00			1,50			
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			1,00			
	7	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35		1,35	1,50				
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00				
	8	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35		1,50			
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00			
	9	1,35	1,35	1,00				1,35	1,50				
		1,00	1,00	1,00				1,00	1,00				
	10	1,35	1,35	1,00			1,00	1,35	1,50				
		1,00	1,00	1,00			1,00	1,00	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	
23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	0,60			1,00		
24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				1,00		

Tabelle 13: Einwirkungskombinationen Innenschale T4

Tabella 13: Combinazioni di carico per il profilo tipo T4

6.5 NACHWEISVERFAHREN

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

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 Einwirkungen

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

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 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:

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

Tabelle 14: Kombinationsbeiwerte

6.5.1.3 Einwirkungskombinationen

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

Die für die Dimensionierung der Innenschale entsprechenden maßgebenden Einwirkungskombinationen sind in Funktion der in-situ vorherrschenden Randbedingungen auszuwählen

6.5.1.4 Teilsicherheitsfaktoren Widerstand

Die Teilsicherheitsfaktoren der Widerstände 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 den Betonwiderstand $\gamma_c = 1,60$
- Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung der Betondruckfestigkeit: $\alpha_{cc} = 0,85$
- Teilsicherheitskoeffizient für Stahlwiderstand $\gamma_s = 1,20$

Unbewehrter Beton

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

Für den Nachweis der außergewöhnlichen Bemessungssituation sind die Teilsicherheitsfaktoren mit $\gamma_c = 1,2$ und $\gamma_s = 1,0$ zu berücksichtigen. Der Abminderungsbeiwert der Betondruckfestigkeit α_{cc} bleibt unverändert.

6.5.1.5 Bemessung auf Biegung und Längskraft

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, bei

Tabella 14: 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: $\alpha_{cc} = 0,85$
- Coefficiente parziale di sicurezza γ_s per la resistenza dell'acciaio $\gamma_s = 1,20$

Calcestruzzo non armato

- Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza del calcestruzzo $\gamma_c = 1,60$
- Coefficiente 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 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

denen die oben ausgeführte Prüfung offenbar nicht befriedigt ist, berücksichtigt man, gemäß EC2 (§12.3.1), die Betonzugfestigkeit bis zum Planungswert f_{ctd} . Die Prüfung ergibt sich als befriedigt wenn:

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

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:

6.5.1.6 Bemessung Querkraft

Die Bemessung des Stahlbetons erfolgt gemäß den Vorgaben des NTC2008, Abs. 4.1.2.1.2.4.

Der Nachweis bei der unbewehrten Innenschale erfolgt gemäß Kapitel 4.1.11.1 des NTC2008.

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:

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

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

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

$$\delta = \sigma_c - \sigma_{clim}$$

$$\sigma_{clim} = f_{cd} - 2 \cdot \sqrt{f_{ctd}^2 + f_{cd} \cdot f_{ctd}}$$

Bei den überwiegend komprimierten Abschnitten wird die Durchschnittsbelastung der Komprimierung σ_c als Durchschnitt der Komprimierungen im reagierenden 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 komprimiert als auch gespannt 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 Einwirkungskombinationen zu berücksichtigenden Kombinationsbeiwerte sind der Tabelle 12 zu entnehmen. Die Kombinationsbeiwerte sind in der Tabelle 14 wiedergegeben

6.5.2.3 Einwirkungskombinationen

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

6.5.2.4 Teilsicherheitsfaktoren Widerstand

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit der unbewehrten Querschnitt sind die charakteristischen Werte der Widerstände zu berücksichtigen. Für die bewehrten Querschnitte gelten die Vorgaben aus Abs. 4.1.22.5 der NTC08.

6.5.2.5 Ermittlung der Verformungen

Die Ermittlung der der Systemverformung erfolgt im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) 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 12 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.

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 12 si trovano i coefficienti da considerare nelle combinazioni delle azioni. I coefficienti di combinazione sono da considerare come in Tabella 14.

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 delle sezioni non armate si devono considerare i valori caratteristici delle resistenze, per le sezioni armate valgono le prescrizioni al paragrafo 4.1.22.5 della norma NTC08.

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 12. 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 Mindestdeckungen

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	28/35	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 15: Mindestbetondeckung

Um die Stärke zu vereinheitlichen, ist eine Betonbedeckung 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 definiert.

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 mittlerer 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 (UNI 11104)	28/35	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 15: 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 für die FEM-Modelle zur Simulation der Lockerungslast des Gebirges und des Herablösens elementarer Felsblöcke der Regelprofile T1 und T3 keine Biegebewehrung gebraucht wird.

Das Berechnungsmodell mit Lockerungslast des Gebirges konvergiert, ohne dass eine Bewehrung notwendig ist, aber zeigt die Bildung von drei plastischen Scharnieren: eines im Zentrum der Kalotte und zwei an der Unterkante der Verbindung zwischen Widerlager und Grundplatte.

Das Berechnungsmodell mit der Gebirgslast aus der Bruchkörperanalyse zeigt ebenfalls die Bildung von drei plastischen Scharnieren: eines beim Druckpeak des Blocks und zwei bei dessen Mindestdruck.

Diese plastischen Scharniere ermöglichen es auf alle Fälle die Statik der Struktur und deren Funktionalität im Laufe der Zeit zu sichern.

Die in Anhang 6 aufgezeigten Analysen zeigen, dass für die FEM-Modelle zur Simulation der Lockerungslast für die Klasse T4 eine Biegebewehrung $\Phi 12$ mit Abstand 150 an der Kalotte und $\Phi 14$ mit Abstand 150 an den Ulmen und $\Phi 16$ mit Abstand 150 am Sohlgewölbe gebraucht wird. Die Verteilerbewehrung besteht aus $\Phi 10$ mit Abstand 200.

Im Falle von Quellbildungen muss man den Durchmesser der Schubbewehrung im Bereich der Verbindung zwischen Widerlager und Sohlgewölbe erhöhen und zwar auf zwei Bügel $\Phi 12$ mit Abstand 150 pro Tunnelmeter.

6.7 RISULTATI

Le analisi riportate in Appendice 5 mostrano che il modello FEM per la simulazione degli effetti indotti dal carico d'allentamento dell'ammasso e del distacco di blocchi elementari per i profili tipo T1 e T3 non necessita l'impiego di armatura flessionale.

Il modello di calcolo con il carico d'allentamento dell'ammasso converge senza la necessità di predisporre dell'armatura, ma mostra la formazione di 3 cerniere plastiche: una in corrispondenza del centro della calotta e due alla base della connessione tra murette e platea.

Il modello di calcolo con il carico dell'ammasso derivante dall'analisi a blocchi mostra anch'esso la formazione di 3 cerniere plastiche: una in corrispondenza del picco di pressione del blocco e altre due alla base della connessione tra murette e platea.

Tali cerniere plastiche consentono comunque di garantire la staticità della struttura e la sua funzionalità nel tempo.

Le analisi riportate in Appendice 6 mostrano che il modello FEM per la simulazione del carico d'allentamento per la classe T4 necessita l'impiego di armatura flessionale $\Phi 12$ passo 150 in calotta, $\Phi 14$ passo 150 lungo i paramenti e $\Phi 16$ passo 150 nell'arco rovescio. L'armatura di ripartizione è costituita da $\Phi 10$ passo 200.

Nel caso si presentino fenomeni di rigonfiamento risulta necessario predisporre dell'armatura a taglio nella zone di connessione tra murette e arco rovescio. Tale armatura consiste in 2 staffe $\Phi 10$ passo 150 per metro di galleria.

7 VERZEICHNISSE

7.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Geomechanische Homogenbereiche	9
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).	9
Tabelle 3: Typische Parameter der Gebirge in den unterschiedlichen Zonen und Klassen	10
Tabelle 4 Lage der Trennflächen im Bündnerschieferkomplex	11
Tabelle 5: Ergebnisse Kennlinienverfahren. c_f = 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)	12
Tabelle 6: Berücksichtigte geomechanische Parameter	17
Tabelle 7: Eigenschaften der Außenschalen FdE-V T3	18
Tabelle 8: Berücksichtigte geomechanische Parameter	21
Tabelle 9: Eigenschaften der Außenschale FdE-V T4	22
Tabelle 10: Teilsicherheitsfaktoren Ortsbrustnachweis	25
Tabelle 11: Temperatureinwirkung Innenschale.....	31
Tabelle 12: Einwirkungskombinationen Innenschale T1 und T3	32
Tabelle 13: Einwirkungskombinationen Innenschale T4	33
Tabelle 14: Kombinationsbeiwerte	34
Tabelle 15: Mindestbetondeckung	37

7.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Qualitative Darstellung der Einwirkung aus dem Gebirge auf die Schale bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten	14
Abbildung 2: Analyseabschnitt FdE-V T3	16
Abbildung 3: Spannungs – Dehnungs – Verhalten der Anker	18
Abbildung 4: FFS an der Ortsbrust und beim Einbau der Anker	19

7 ELENCHI

7.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Zone geomeccaniche omogenee.....	9
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).	9
Tabella 3: Parametri caratteristici dell'ammasso nelle diverse zone e classi	10
Tabella 4: Giacitura delle discontinuità nel complesso dei calcescisti	11
Tabella 5: Risultati del metodo delle Linee Caratteristiche. c_f = 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).	12
Tabella 6: Parametri geomeccanici considerati	17
Tabella 7: Caratteristiche rivestimenti di prima fase FdE-V T3	18
Tabella 8: Parametri geomeccanici considerati	21
Tabella 9: Caratteristiche rivestimenti di prima fase FdE-V T4	22
Tabella 10: Fattori parziali di sicurezza per la verifica di stabilità del fronte di scavo	25
Tabella 11: Variazione termica	31
Tabella 12: Combinazioni di carico per i profili tipo T1 e T332	33
Tabella 13: Combinazioni di carico per il profilo tipo T4.....	33
Tabella 14: Coefficienti di combinazione	34
Tabella 15: Copriferro minimo.	37

7.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Figura 1: Rappresentazione qualitativa degli effetti dell'ammasso sul rivestimento, in caso di ammasso fratturato	14
Figura 2: sezione di analisi FdE-V-T3.....	16
Figura 3: Comportamento sforzo-deformazione per gli ancoraggi	18
Figura 4: FFS al fronte e all'installazione delle chiodature.	19

Abbildung 5: Berechnungsquerschnitt FdE-V T4	21	Figura 5: sezione di analisi FdE-V-T4.....	21
Abbildung 6: Spannungs – Dehnungsverhalten der Anker.	22	Figura 6: Comportamento sforzo-deformazione per gli ancoraggi	22
Abbildung 7: FFS an der Ortsbrust und bei der Ausführung der Außenschale	23	Figura 7: FFS al fronte e all'installazione del rivestimento di prima fase	23
Abbildung 8: Schematisierung der Schnittstelle	27	Figura 8: Schematizzazione dell'interfaccia.....	27
Abbildung 9: Lasten der Oberleitung.....	28	Figura 9: Carichi della catenaria	28
Abbildung 10: Lastbild Wasserdruck – drainierter Regelquerschnitt	29	Figura 10: Pressione idrostatica - Sezione tipo drenata	29
Abbildung 11: Qualitative Darstellung der numerisch ermittelten Normalspannungen (rot), der aktiven Gebirgslast (blau) und der passiven Bettungsreaktion (grün)	29	Figura 11: Rappresentazione qualitativa delle tensioni normali (rosso), ottenute dal calcolo numerico, del carico attivo dell'ammasso (blu) e della reazione assestamento del terreno (verde)	29

7.3 ANLAGENVERZEICHNIS

- ANHANG 1 – GEOMECHANISCHE KARTEN
- ANHANG 2 - KENNLINIENVERFAHREN
- ANHANG 3 - BRUCHKÖRPERANALYSE
- ANHANG 4 - FEM-ANALYSE DER AUßENSCHALE SCHNITT FdE-V T3
- ANHANG 5 - FEM-ANALYSE DER AUßENSCHALE SCHNITT FdE-V T4
- ANHANG 6 - FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE DER REGELPROFILE T1-T3
- ANHANG 7 - FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE DES REGELPROFILS T4

7.4 REFERENZDOKUMENTE

7.4.1 Eingangsdokumente

7.4.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Mault 2-3

- [1] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Allgemeiner geomechanischer Bericht
- [2] 02_H61_GD_040_GTB_D0700_22001 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 - Geomechanischer Detailbericht
- [3] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22002 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 - Geomechanischer und Planungsvorprofil - GL-T, FdE-GL-T, FdE-GL-TT, GL-CM Ost - von km 44+192 bis km 46+769

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 SEZIONE FdE-V T3
- APPENDICE 5 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FdE-V T4
- APPENDICE 6 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO PROFILO TIPO T1-T3
- APPENDICE 7 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO PROFILO TIPO T4

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_22002 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 2 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione - GL-T, FdE-GL-T, FdE-GL-TT, GL-CM Est - da km 44+192 a km 46+769

[4] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22003 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 - Geomechanischer und Planungsvorprofil - GL-T, FdE-GL-T, FdE-GL-TT, GL-CM West - von km 44+155 bis km 46+732

[5] 02_H61_EG_995_KTB_D0700_15003 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Sicherheit bzgl. Feuerexposition

7.4.1.2 Technische Projektaufbereitung

[6] Geomechanischer Bericht Hauptröhren Muls PMF Trens“

[7] Geomechanischer Bericht Erkundungsstollen Muls-Brenner

7.4.1.3 Ausführungsprojekt Erweiterung Baulos Muls 1

[8] D0755/02-V04-OP.EN 01.01 - Relazione statica rivestimento di prima fase - Galleria di linea km 46+800/47+800

7.4.2 Normen und Richtlinien

[9] Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 – NTC 2008;

[10] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14 gennaio 2008

[11] DM 28/10/2005 Sicherheit für Bahntunnel

[12] UNI EN1990:2006 - Eurocodice 0 – Grundlage für Konstruktion und Dokumentation zur nationalen Umsetzung ;

[13] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011

[14] UNI EN 1992:2005 - Eurocodice 2 – Planung von für Stahlbetonbauwerke und Dokumente zur nationalen Umsetzung;

[15] UNI EN 1997:2005 - Eurocodice 7 – Geotechnik und Dokumente zur nationalen Umsetzung

[16] UNI EN 1992-1-2:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"

[17] 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".

[4] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22003 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali Parte 2 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione - GL-T, FdE-GL-T, FdE-GL-TT, GL-CM Ovest - da km 44+155 a km 46+732

[5] 02_H61_EG_995_KTB_D0700_15003- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Sicurezza nei riguardi di esposizione al fuoco

7.4.1.2 Elaborazione tecnica del progetto

[6] Relazione geomeccanica Canne principali Muls PMF Trens

[7] Relazione geomeccanica Cunicolo esplorativo Muls-Brennero

7.4.1.3 Progetto Esecutivo Estensione Lotto Muls 1

[8] D0755/02-V04-OP.EN 01.01 - Relazione statica rivestimento di prima fase - Galleria di linea km 46+800/47+800

7.4.2 Normativa

[9] Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 – NTC 2008;

[10] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14 gennaio 2008

[11] DM 28/10/2005 , Sicurezza nelle gallerie ferroviarie.

[12] UNI EN1990:2006 - Eurocodice 0 – Basi per la progettazione strutturale e documento di applicazione nazionale3

[13] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011

[14] UNI EN 1992:2005 - Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo e documento di applicazione nazionale

[15] UNI EN 1997:2005 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica e documento di applicazione nazionale

[16] UNI EN 1992-1-2:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"

[17] 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".

[18] D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"

[18] D.M. 162.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"

7.4.3 Literatur

- [19] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.
- [20] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method", Eurock '96, pagg. 855-860.
- [21] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.
- [22] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and Underground Space Technology, 1997.
- [23] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002
- [24] UNWEDGE-rocsience, Underground Wedge Stability Analysis Manual
- [25] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design
- [26] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and underground space technology 16, (247-293)
- [27] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Reißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993
- [28] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990
- [29] Rocscience Phase2 online manual (Swellex / Split Sets Section - indicazioni Atlas Copco 2006)
- [30] 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
- [31] MIDAS GTS Manual
- [32] Hoek, E. (2007). *Practical Rock Engineering*. Toronto: Rocscience, e-book.

7.4.3 Letteratura

- [19] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.
- [20] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method", Eurock '96, pagg. 855-860.
- [21] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.
- [22] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and Underground Space Technology, 1997.
- [23] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002
- [24] UNWEDGE-rocsience, Underground Wedge Stability Analysis Manual
- [25] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design
- [26] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and underground space technology 16, (247-293)
- [27] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Reißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993
- [28] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990
- [29] Rocscience Phase2 online manual (Swellex / Split Sets Section - indicazioni Atlas Copco 2006)
- [30] 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
- [31] MIDAS GTS Manual
- [32] Hoek, E. (2007). *Practical Rock Engineering*. Toronto: Rocscience, e-book.

ANHANG 1 – GEOMECHANISCHE KARTEN

In Folge werden die geomechanischen Karte für die Gebirge aufgezeigt GA-BST-KS-8f, GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g laut Dokument [6]-[7].

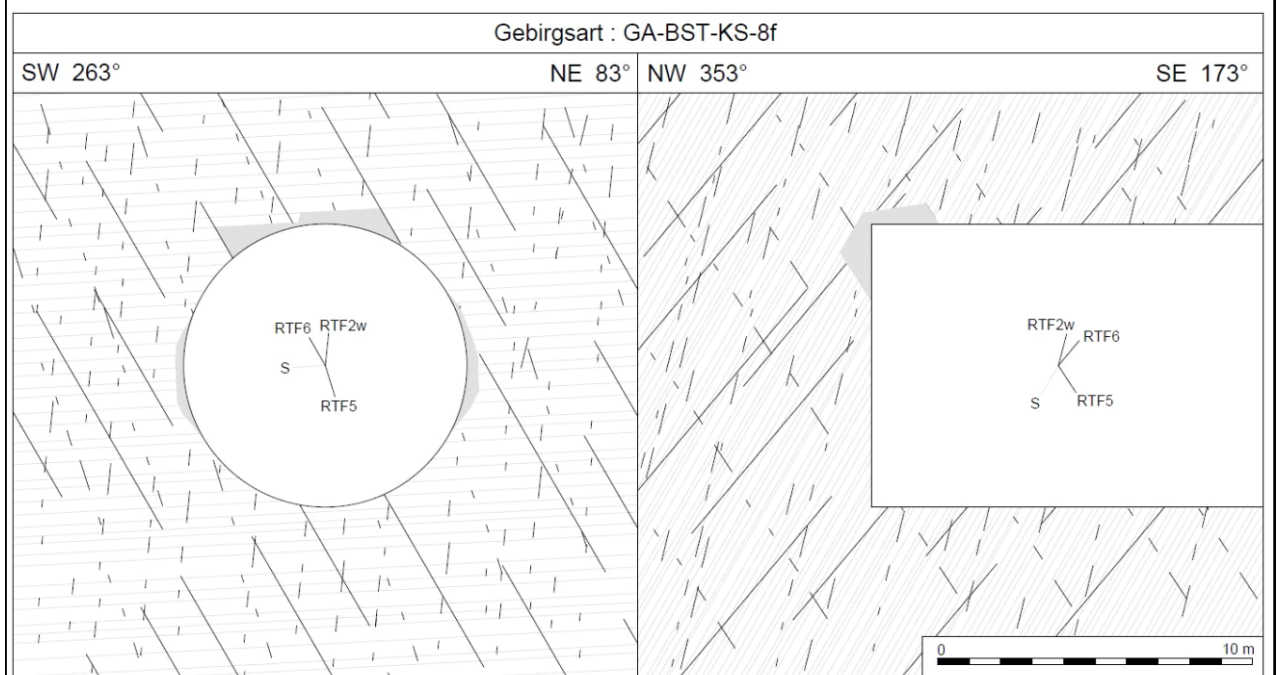
APPENDICE 1 - SCHEDE GEOMECCANICHE

Di seguito sono riportate le schede geomeccaniche per gli ammassi rocciosi GA-T-A-8f, GA-BST-KS-8f, GA-BCA-A-10g e GA-BCA-GS-10g secondo il Documento [6]-[7].

Geotechnische Kennwerte	Gebirgsart GA-BST-KS-8f		
Parametri geotecnici	Tipo di ammasso roccioso GA-BST-KS-8f		
Lithologie	Bündnerschieferkomplex: 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 ²]	0,02656	\pm 0,00036	63
α_i [MPa] med (F II sf)	41	\pm 18	3
α_i [MPa] min (F 45° sf)	24	\pm 9	12
m_i [-] (Hoek&Brown) aus Triax.-Druckversuch / da prova triassiale	12	\pm 2	4
E [MPa] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniaxiale	43000	\pm 11100	15
ν [-] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniaxiale	0,21	\pm 0,05	8
CAI [-]	2,7	\pm 0,4	8
äquiv. Qz-Gehalt / Contenuto equ. di Qz [%]	42	\pm 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			
Trennflächenorientierung [°] (Vertrauenskegel)	RTF2w: 285/85	RTF6: 050/65	
Giacitura delle discontinuità (Cono 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 JRC ₀ [-]	RTF2w: 4-8	RTF6: 10-12	
Rugosità delle discontinuità	RTF5: 4-8	S: 4-8	
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)
$\varphi_{peak/res} / \varphi_{base}$ [°] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)	44 - 46 / 19 - 36 / 30 - 31		3 / 2 / 2
$c_{peak/res}$ [MPa] (unverwitt. TF / Disc. inalterate)	1,7 - 4,1 / 0,27 - 0,47		3 / 2
Gebirgskennwerte in-Situ	Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri dell'ammasso roccioso in sito	Range		Numero di prove (n)
E [MPa] (BLA / Prova dilatometrica): Last/carico 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	\pm	
RMR [-] (Bieniawski, 1999)	60	\pm	
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_c [MPa] (Hoek&Brown)	1,5	0,9	2,0
α_{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 / 28	30 / 28
E [MPa] (Boyd/Serafim 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 ²]	27,0	GSI [-] - Hoek&Brown	50
$\alpha_{i,k}$ (Gestein / roccia) [MPa]	33*	RMR [-] - Bienawski	60
$\alpha_{m,k}$ (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	6,3	$\alpha_v(\gamma^*H_{min}/max)$ [MPa]	25,9 / 30,0
c_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa] - H_{min}/max	2,1 / 2,3	k_σ [-]	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



Gebirgsarten	GA-BST-KS-8f: Dünnsschichtige Wechselfolge von Glimmerarmor, Kalzitquarzit u. Phyllit
Tipo di ammasso roccioso	GA-BST-KS-8f: Alternanze poco spessi di calcescisti, quarziti calcifici 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 $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$ (Hoek 2000)	$> 0,21$: mittel druckhaft
Rapporto di sollecitazione $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$	$\geq 0,21$: mediamente spingente
Einfluss des Bergwassers	vernachlässigbar
Influenza della falda	trascurabile
Quelldruck	keiner
Pressione di rigonfiamento	assente
Gebirgsverhalten	GVT 3: Spannungsbedingte Entfestigung in Hohlraumnähe 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	Paragneis e micascisti ("parascisto"), subordinato anfibolite, localmente ortogneis - 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	
α_i [MPa] min (F 45° sf)	75	± 5	4	
α_i [MPa]				
m_i [-] (Hoek&Brown) geschätzt / stimato	17			
E [MPa] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniaxiale	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 JRCo [-]	RTF1: 10-12	RTF3: 12-14	S: 4-8	
Rugosità delle discontinuità	RTF2w: 8-10	RTF6: 10-12		
Trennflächenverwitterung (ENISO 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)	
Φ_{res} [°] (unverwilt. TF / Disc. inalterate)		35 - 40°		
c_{res} [MPa] (unverwilt. 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/Serafini 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	
$\alpha_{i,k}$ (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_D [-]	0,8-1,0	
ϕ_k (Gebirge / ammasso roccioso) [°] - $H_{min}/med/max$	42 / 38 / 37			
E_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]	8000*			
Bemerkungen	Laboregebnisse 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 Trennflächen 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 Paragneiss 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
$\alpha_{i,k}$ (Gestein / roccia) [MPa]	92*	RMR [-] - Bienawski	70
$\alpha_{m,k}$ (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	ko [-]	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

Aufgezeigt werden in folgenden die Kurven, mittels denen bewertet werden können:

- Radialer Druck – Konvergenz.
- Konvergenz – Ortsbrustabstand.
- Radialer Druck – Ausdehnung des Plastischen Streifens über den Aushebungsprofil hinaus.
- Ortsbrustabstand – Ausdehnung des Plastischen Streifens über den Aushebungsprofil hinaus.
- Ortsbrustabstand – Trägheitskräfte der Aushebung

Das Verfahren wurde auf den Gebirgen GA-BST-KS-8f angewandt unter Annahme eines elastisch-plastischen Materialverhaltens mit softening und nicht damit verbundenem Fließen des Materials Gestein laut Mohr-Coulomb und unter Berücksichtigung der Formel von Ribacchi [19].

Die Kurve „Konvergenz – Ortsbrustabstand“ ist mittels eines vereinfachten analytischen Prozesses herausgearbeitet worden, welcher die vorgeschlagenen Verhältnisse von Nguyen, Minh et al. [20] nützt.

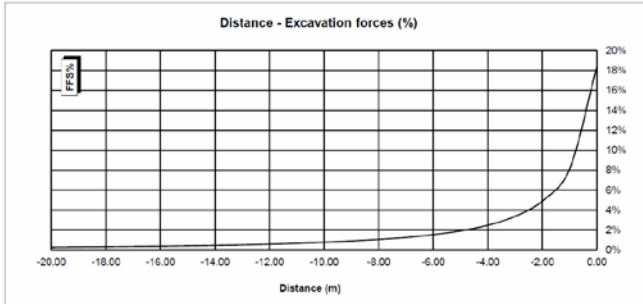
APPENDICE 2 - CURVE CARATTERISTICHE

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-T-A-8f assumendo un modello costitutivo elasto-plastico con softening e flusso non associato del materiale roccia secondo Mohr-Coulomb, nella formulazione proposta da Ribacchi [19].

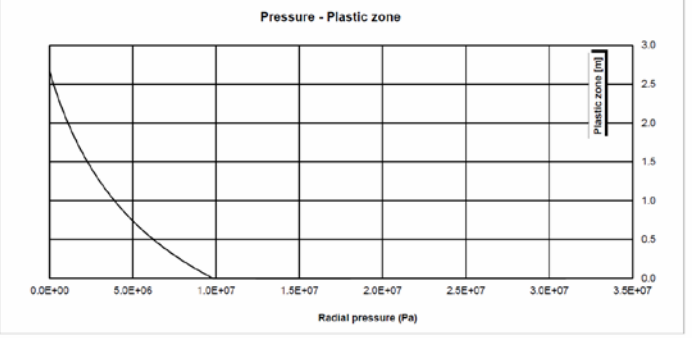
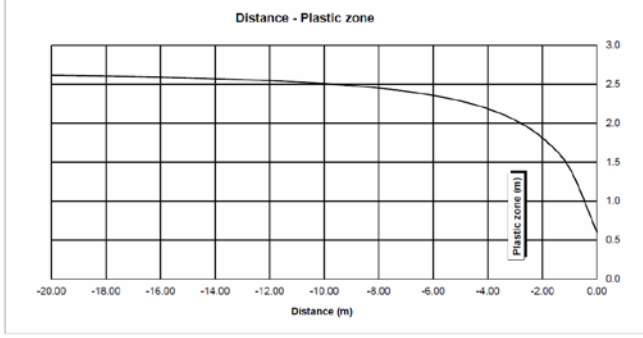
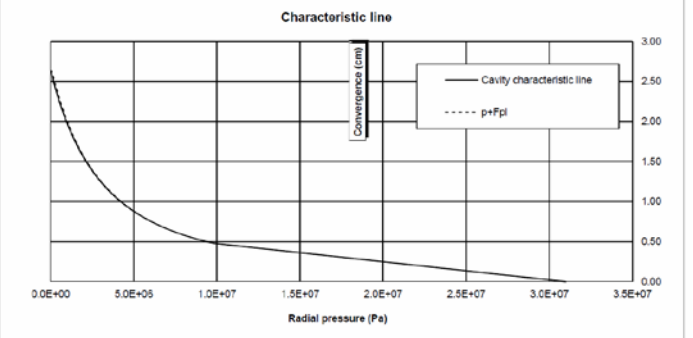
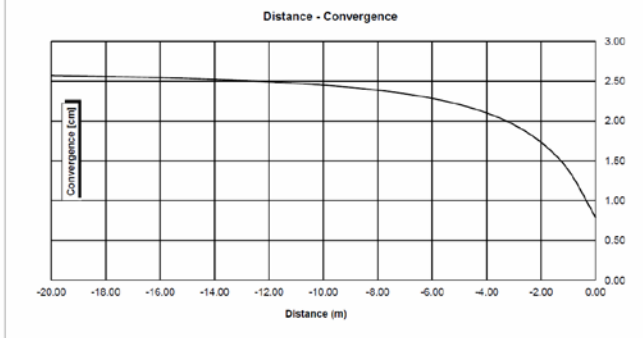
La curva “Convergenza – Distanza dal fronte” è stata ricavata attraverso un procedimento analitico semplificato che sfrutta le relazioni proposte da Nguyen, Minh et al. [20].

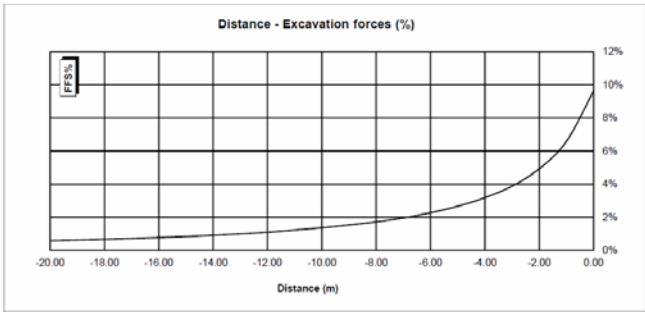


GA-BCA-GS-10g

INPUT DATA		RESULTS	
Weight [N/mc]	27300	At final equilibrium	
Overburden [m]	1135	Total convergence [cm]	2.6
Excavation radius [m]	2.90	Convergence after excavation [cm]	1.6
		Plastic zone thickness [m]	2.7
Peak internal friction angle [°]	36.23	Equilibrium at excavation face	
Post peak internal friction angle [°]	28.85	Convergence [cm]	0.8
Peak cohesion [Pa]	3535000	1 - (deconfinement ratio) [%]	18.3%
Post peak cohesion [Pa]	2274000		
Deformation modulus [Pa]	1.55E+10		
Poisson's ratio [-]	0.21		
Dilation angle [°]	4.53		

c(face) / Radius	0.27 [%]
c(total) / Radius	0.91 [%]
c(after excav.) / Radius	0.64 [%]
Pl thick (face)/Radius	20.8 [%]
Pl thick (total)/Radius	92.1 [%]

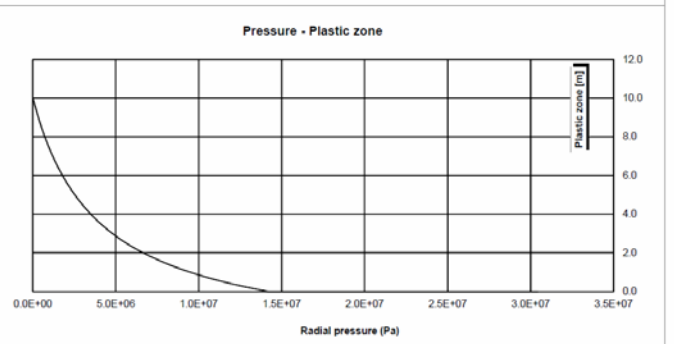
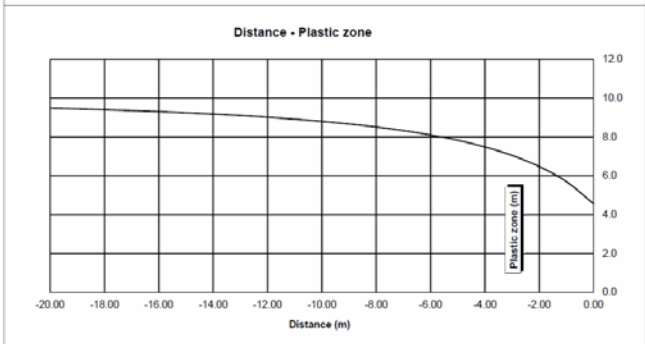
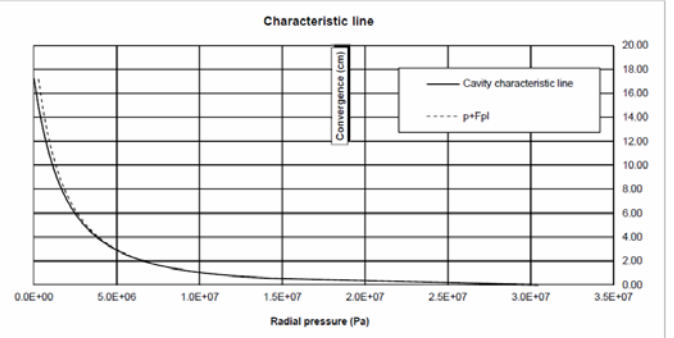
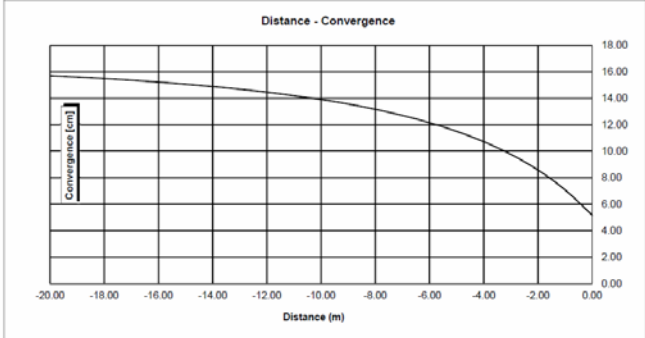




GA-BST-KS-8f

INPUT DATA		RESULTS	
Weight [N/mc]	27300	At final equilibrium	
Overburden [m]	1115	Total convergence [cm]	17.3
Excavation radius [m]	3.20	Convergence after excavation [cm]	12.1
		Plastic zone thickness [m]	10.0
Peak internal friction angle [°]	28.07	Equilibrium at excavation face	
Post peak internal friction angle [°]	21.47	Convergence [cm]	5.2
Peak cohesion [Pa]	2127000	1 - (deconfinement ratio) [%]	9.6%
Post peak cohesion [Pa]	1349000		
Deformation modulus [Pa]	1.11E+10		
Poisson's ratio [-]	0.21		
Dilation angle [°]	3.51		

c(face) / Radius	1.62 [%]
c(total) / Radius	5.39 [%]
c(after excav.) / Radius	3.77 [%]
Pl.thick. (face) / Radius	142.4 [%]
Pl.thick. (total) / Radius	313.6 [%]



ANHANG 3 - BRUCHKÖRPERANALYSE

Anhang 3 zeigt die Ergebnisse der Blockanalysen die mit dem Berechnungsprogramm UNWEDGE 3.0 ausgeführt wurden. Die Tabellen zeigen den Mindestsicherheitsfaktor jeder Dreiergruppe von Unstetigkeit die einzelne homogene Strecken charakterisieren, während nur die Ergebnisse der gravierendsten Dreiergruppen von Unstetigkeit in graphischer Form dargestellt sind.

APPENDICE 3 - ANALISI DEI BLOCCHI

L'appendice 3 riporta i risultati delle analisi a blocchi condotte con il programma di calcolo UNWEDGE 3. 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)

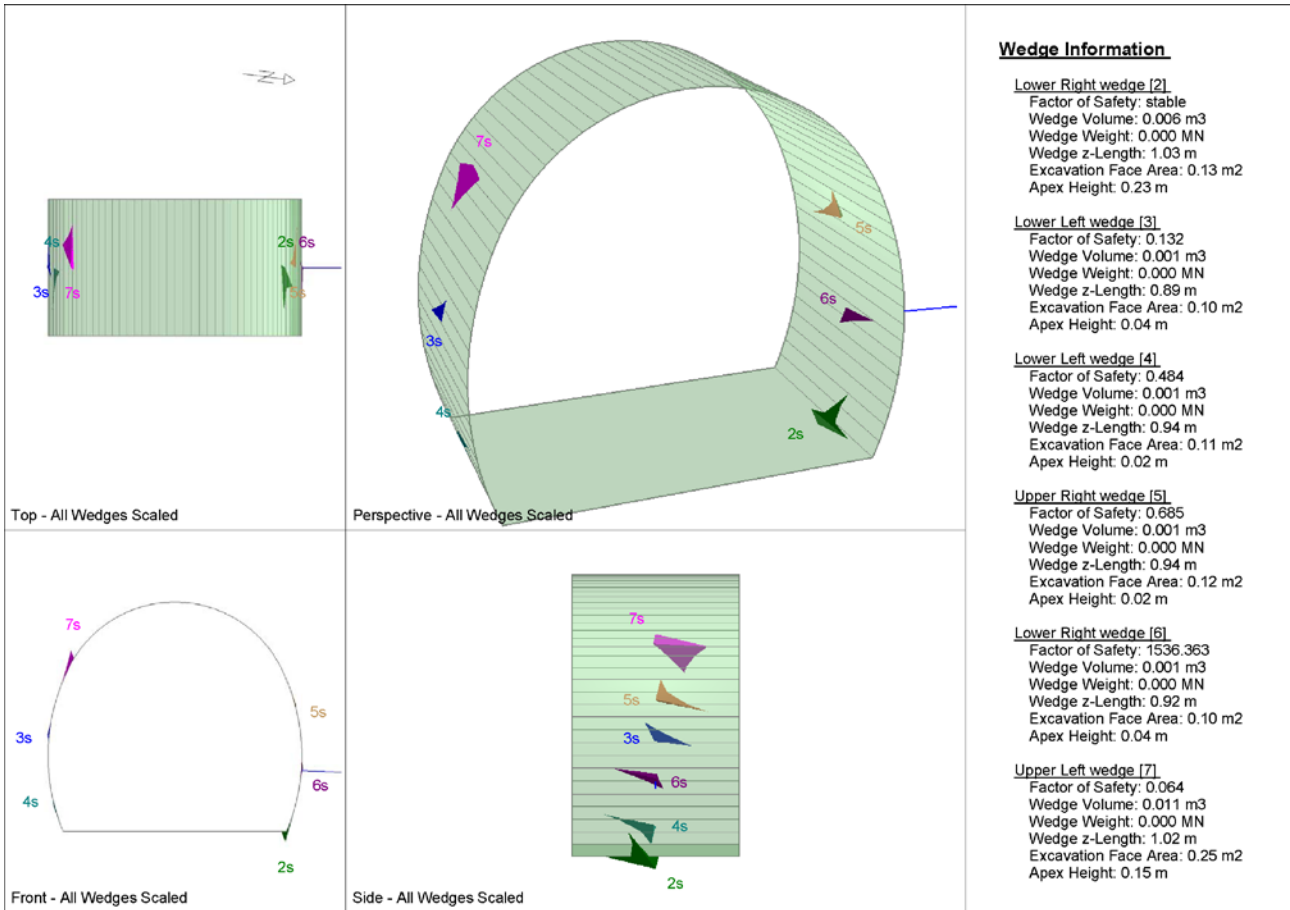
		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	φ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	70	350	10	20	0
J2	RTF1	70	180	1	20	0
J3	RTF2e	80	85	3	20	0
J4	RTF3	80	320	3	20	0
J5	RTF6	80	220	3	20	0

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	1	2	3	0	0	0.009	X1
2	1	3	4	0	0	0	N
3	2	3	5	0	0	0	N
4	1	2	4	0.064	0	0.011	X1
5	1	2	5	0.064	0	0.008	X1
6	1	3	5	0.064	0	0	N
7	1	4	5	0.064	0	0.002	X1
8	2	3	4	0.064	0	0	N
9	2	4	5	0.064	0	0.002	X1
10	3	4	5	0.064	0	0.001	X1



Rock mass

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

Area L2

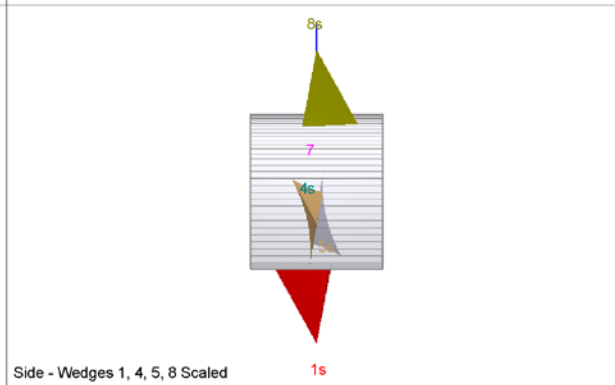
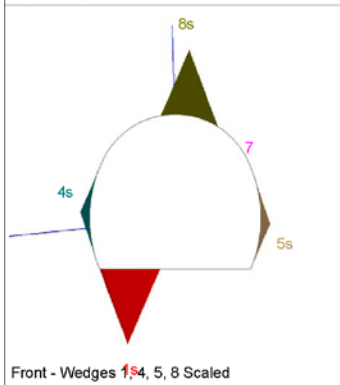
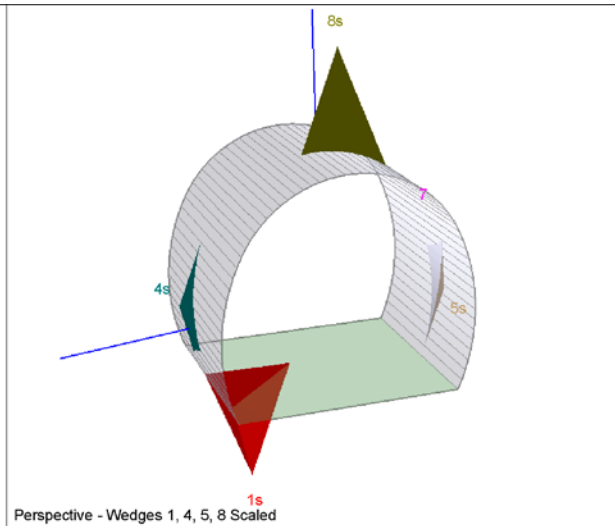
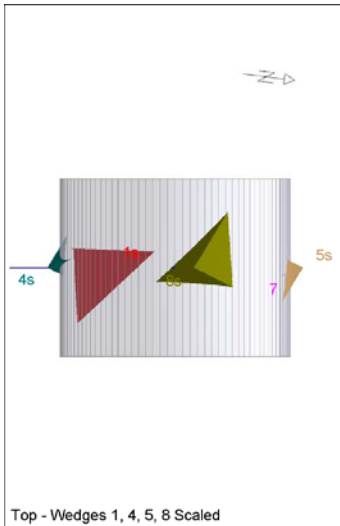
		Joint Orientations		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	70	350	10	20	0
J2	RTF1	70	180	1	20	0
J3	RTF2e	80	85	3	20	0
J4	RTF3	80	320	3	20	0
J5	RTF6	80	220	3	20	0

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	17.645	0.033	1.234	S	2.2
2	3	4	5	20.624	0.026	0.948	S	2.51
3	1	4	5	26.563	0.018	0.681	S	2.54
4	2	3	4	94.7	0.002	0.091	S	0.76
5	2	4	5	100.717	0.001	0.045	S	0.52
6	1	3	4	167.375	0	0.01	S	2.87
7	1	2	3	211.778	0	0.009	S	0.17
8	1	2	4	215.047	0	0.011	S	0.15
9	1	2	5	223.337	0	0.008	S	0.17
10	2	3	5	1798.928	0	0	N	0.35



Wedge Information

Lower Left wedge [1]

Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 1.592 m3
 Wedge Weight: 0.043 MN
 Wedge z-Length: 1.91 m
 Excavation Face Area: 1.90 m2
 Apex Height: 2.52 m

Lower Left wedge [4]

Factor of Safety: 119.313
 Wedge Volume: 0.073 m3
 Wedge Weight: 0.002 MN
 Wedge z-Length: 1.03 m
 Excavation Face Area: 0.89 m2
 Apex Height: 0.32 m

Lower Right wedge [5]

Factor of Safety: 181.158
 Wedge Volume: 0.074 m3
 Wedge Weight: 0.002 MN
 Wedge z-Length: 1.04 m
 Excavation Face Area: 0.90 m2
 Apex Height: 0.32 m

Upper Right wedge [7]

Factor of Safety: 14609.459
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.12 m
 Excavation Face Area: 0.00 m2
 Apex Height: 0.00 m

Roof wedge [8]

Factor of Safety: 17.645
 Wedge Volume: 1.234 m3
 Wedge Weight: 0.033 MN
 Wedge z-Length: 1.89 m
 Excavation Face Area: 1.83 m2
 Apex Height: 2.20 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

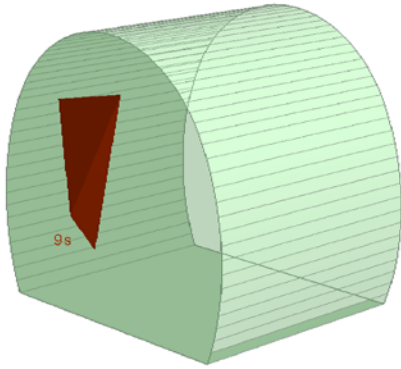
		Joint Orientattions		Joint Properties			
		Dip	Dip Direction	persistence	φ	c	φ_d
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]	[°]
J1	SC	70	350	10	20	0	16.23
J2	RTF1	70	180	1	20	0	16.23
J3	RTF2e	80	85	3	20	0	16.23
J4	RTF3	80	320	3	20	0	16.23
J5	RTF6	80	220	3	20	0	16.23

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

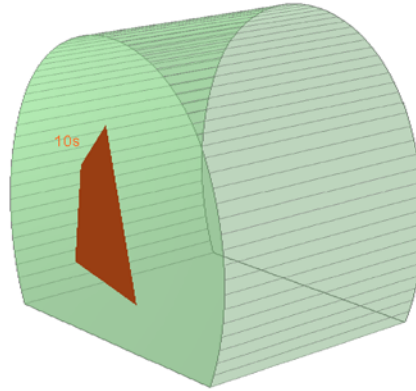
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	3	5	15.141	0.008	0.281	S
2	3	4	5	21.388	0.005	0.177	S
3	1	2	3	75.226	0	0.014	S
4	1	4	5	83.303	0.002	0.065	S
5	2	3	4	95.054	0	0.009	S
6	1	2	4	115.947	0.003	0.099	S
7	1	3	4	144.666	0	0.008	S
8	2	4	5	648.534	0	0.002	S
9	1	2	5	811.859	0	0.002	S
10	2	3	5	2890.261	0	0	N

Near End wedge [9] Scaled
FS: 36.831



Volume: 0.281 m3, Weight: 0.008 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation F

Far End wedge [10] Scaled
FS: 15.141



Wedge Information

Near End wedge [9]

Factor of Safety: 36.831
Wedge Volume: 0.281 m3
Wedge Weight: 0.008 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 2.33 m2
Apex Height: 0.36 m

Far End wedge [10]

Factor of Safety: 15.141
Wedge Volume: 0.281 m3
Wedge Weight: 0.008 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 2.33 m2
Apex Height: 0.36 m

Rock mass
GA-BST-KS-8f

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

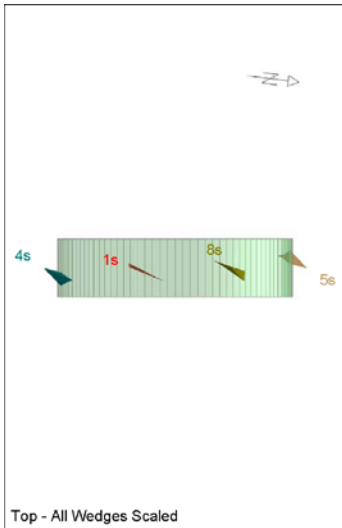
		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	60	355	10	20	0
J2	RTF2w	85	285	1	20	0
J3	RTF5	75	110	1	20	0
J4	RTF6	65	50	10	20	0

Necessary anchorage pattern:

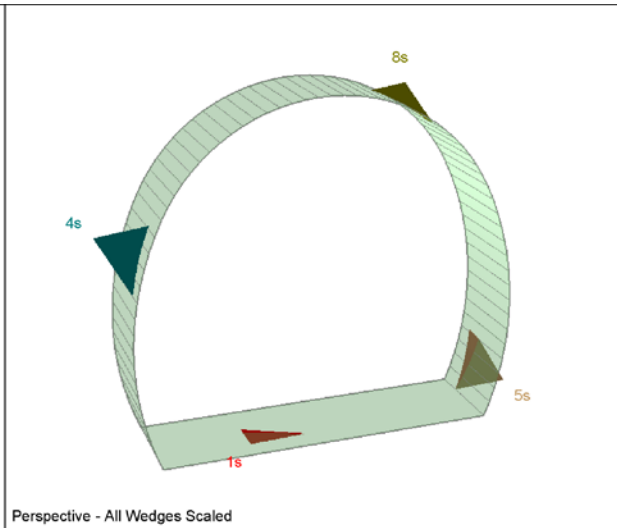
1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
Swellex Pm16	N _{yd}	122	kN

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

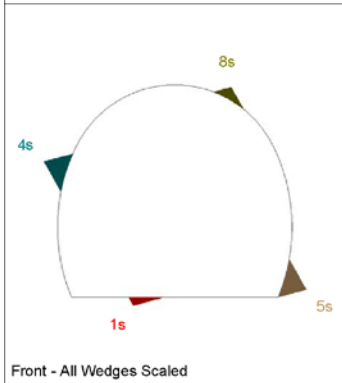
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	2	3	0	0	0.009	X1
2	2	3	4	0	0	0.007	X1
3	1	3	4	0.098	0	0.001	X1
4	1	2	4	0.264	0	0	N



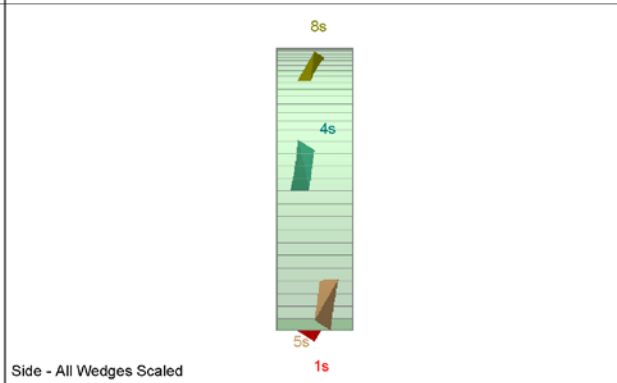
Top - All Wedges Scaled



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: 0.45 m
 Excavation Face Area: 0.04 m2
 Apex Height: 0.21 m

Upper Left wedge [4]

Factor of Safety: 0.264
 Wedge Volume: 0.032 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.34 m
 Excavation Face Area: 0.16 m2
 Apex Height: 0.60 m

Lower Right wedge [5]

Factor of Safety: 8.260
 Wedge Volume: 0.032 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.34 m
 Excavation Face Area: 0.17 m2
 Apex Height: 0.60 m

Roof wedge [8]

Factor of Safety: 0.000
 Wedge Volume: 0.009 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.51 m
 Excavation Face Area: 0.10 m2
 Apex Height: 0.29 m

Rock mass
GA-BST-KS-8f

Area L2

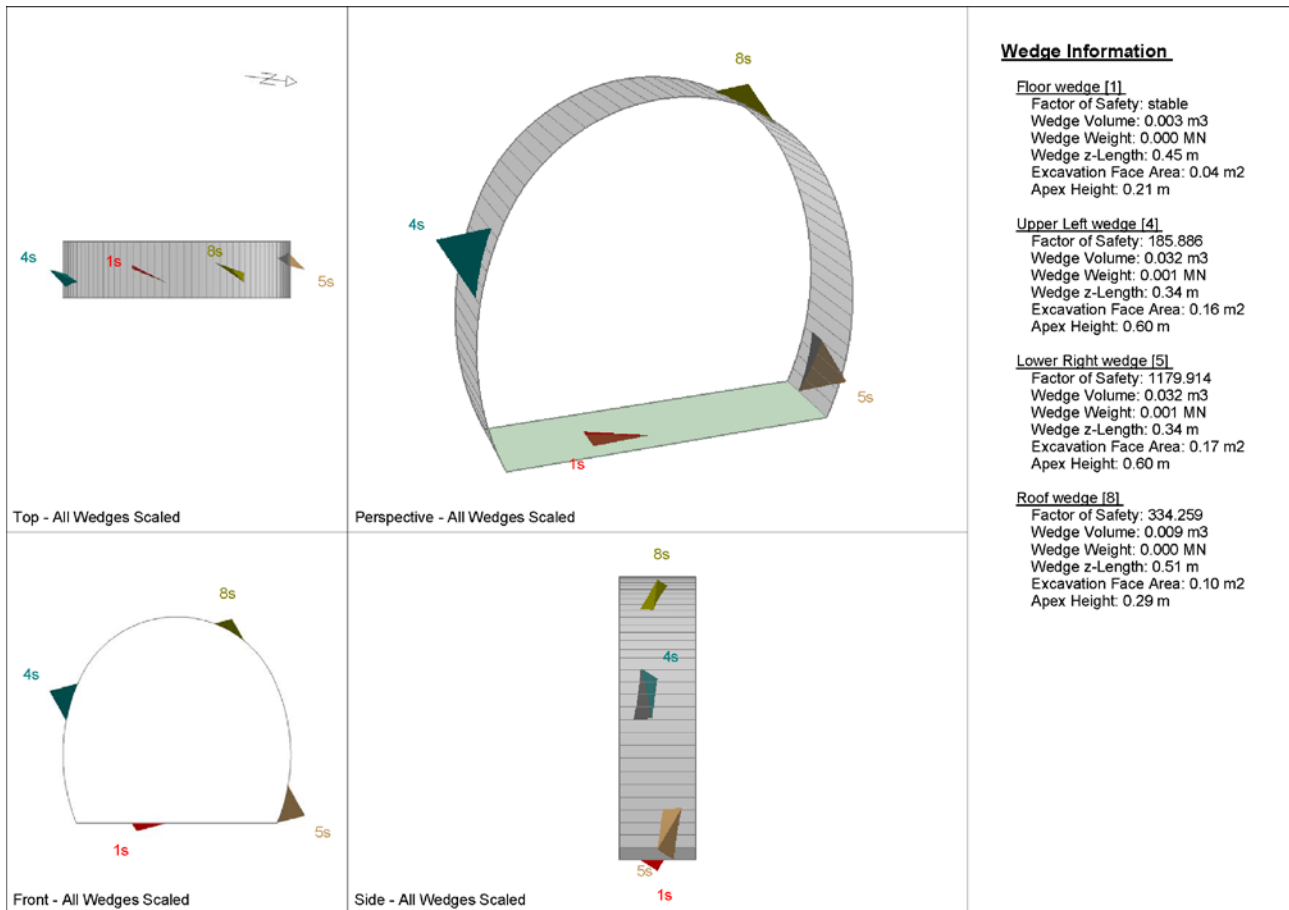
		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	60	355	10	20	0
J2	RTF2w	85	285	1	20	0
J3	RTF5	75	110	1	20	0
J4	RTF6	65	50	10	20	0

Necessary anchorage pattern:

1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
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	185.886	0.001	0.032	S	0.6
2	1	3	4	198.422	0	0.012	S	0.89
3	2	3	4	229.153	0	0.014	S	0.43
4	1	2	4	1763.66	0	0	N	0.89



Rock mass
 GA-BST-KS-8f

Area tunnel face

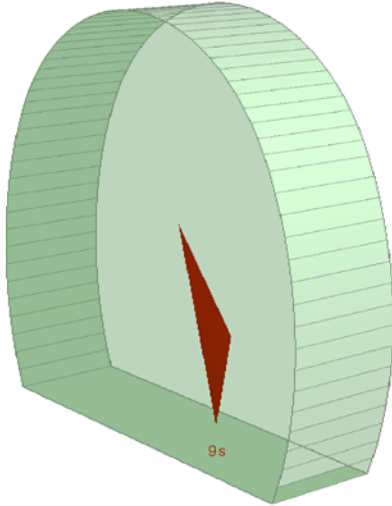
		Joint Orientattions		Joint Properties			
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c	ϕ_d
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]	[°]
J1	SC	60	355	10	20	0	16.23
J2	RTF2w	85	285	1	20	0	16.23
J3	RTF5	75	110	1	20	0	16.23
J4	RTF6	65	50	10	20	0	16.23

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

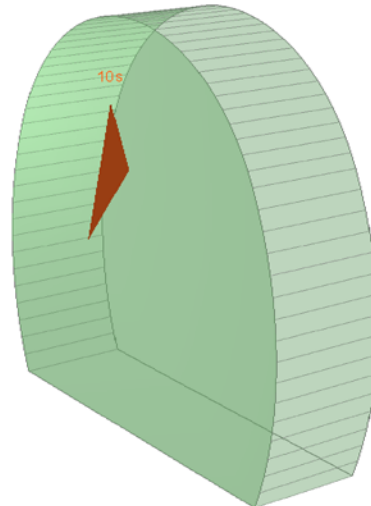
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	3	4	98.527	0.001	0.027	S
2	2	3	4	167.036	0	0.007	S
3	1	2	3	239.076	0	0.004	S
4	1	2	4	1692.948	0	0	N

Near End wedge [9] Scaled
FS: stable



Volume: 0.027 m3, Weight: 0.001 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation F

Far End wedge [10] Scaled
FS: 98.527



Volume: 0.027 m3, Weight: 0.001 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation

Wedge Information

Near End wedge [9]
Factor of Safety: stable
Wedge Volume: 0.027 m3
Wedge Weight: 0.001 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 0.21 m2
Apex Height: 0.37 m

Far End wedge [10]
Factor of Safety: 98.527
Wedge Volume: 0.027 m3
Wedge Weight: 0.001 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 0.21 m2
Apex Height: 0.37 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:

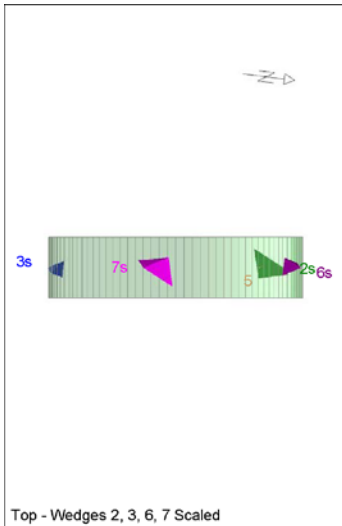
1.8 x 1.5 m

L = 3.0 m

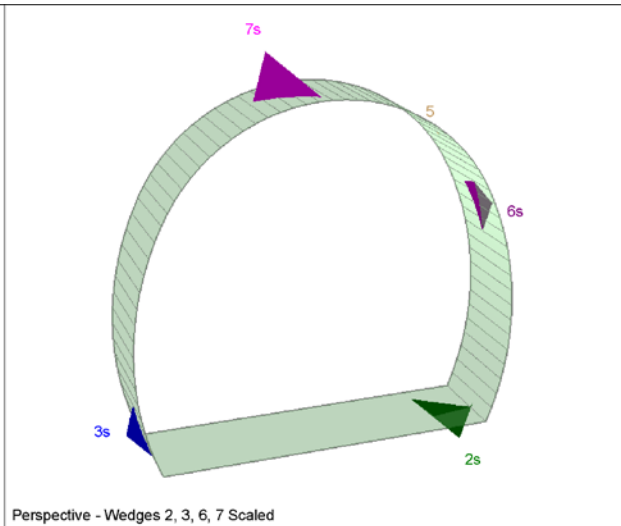
Swelllex Pm16 N_{yd} 122 kN

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

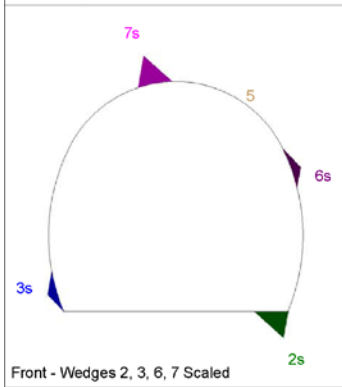
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	2	3	0	0	0.008	X1
2	1	2	4	0	0	0.006	X1
3	1	2	5	0	0	0.003	X1
4	1	3	5	0	0	0.001	X1
5	2	4	5	0	0.001	0.035	X1
6	3	4	5	0	0	0	N
7	1	3	4	0.032	0.001	0.051	X1
8	1	4	5	0.032	0	0	N
9	2	3	4	0.032	0	0	N
10	2	3	5	0.064	0	0	N



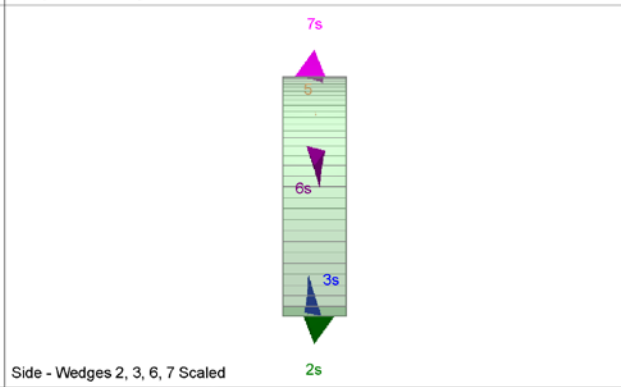
Top - Wedges 2, 3, 6, 7 Scaled



Perspective - Wedges 2, 3, 6, 7 Scaled



Front - Wedges 2, 3, 6, 7 Scaled



Side - Wedges 2, 3, 6, 7 Scaled

Wedge Information

Lower Right wedge [2]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.047 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.68 m
 Excavation Face Area: 0.24 m2
 Apex Height: 0.60 m

Lower Left wedge [3]
 Factor of Safety: 0.364
 Wedge Volume: 0.011 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.38 m
 Excavation Face Area: 0.16 m2
 Apex Height: 0.22 m

Upper Right wedge [5]
 Factor of Safety: 0.098
 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

Upper Right wedge [6]
 Factor of Safety: 0.220
 Wedge Volume: 0.012 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.41 m
 Excavation Face Area: 0.17 m2
 Apex Height: 0.22 m

Roof wedge [7]
 Factor of Safety: 0.032
 Wedge Volume: 0.051 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.67 m
 Excavation Face Area: 0.24 m2
 Apex Height: 0.66 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

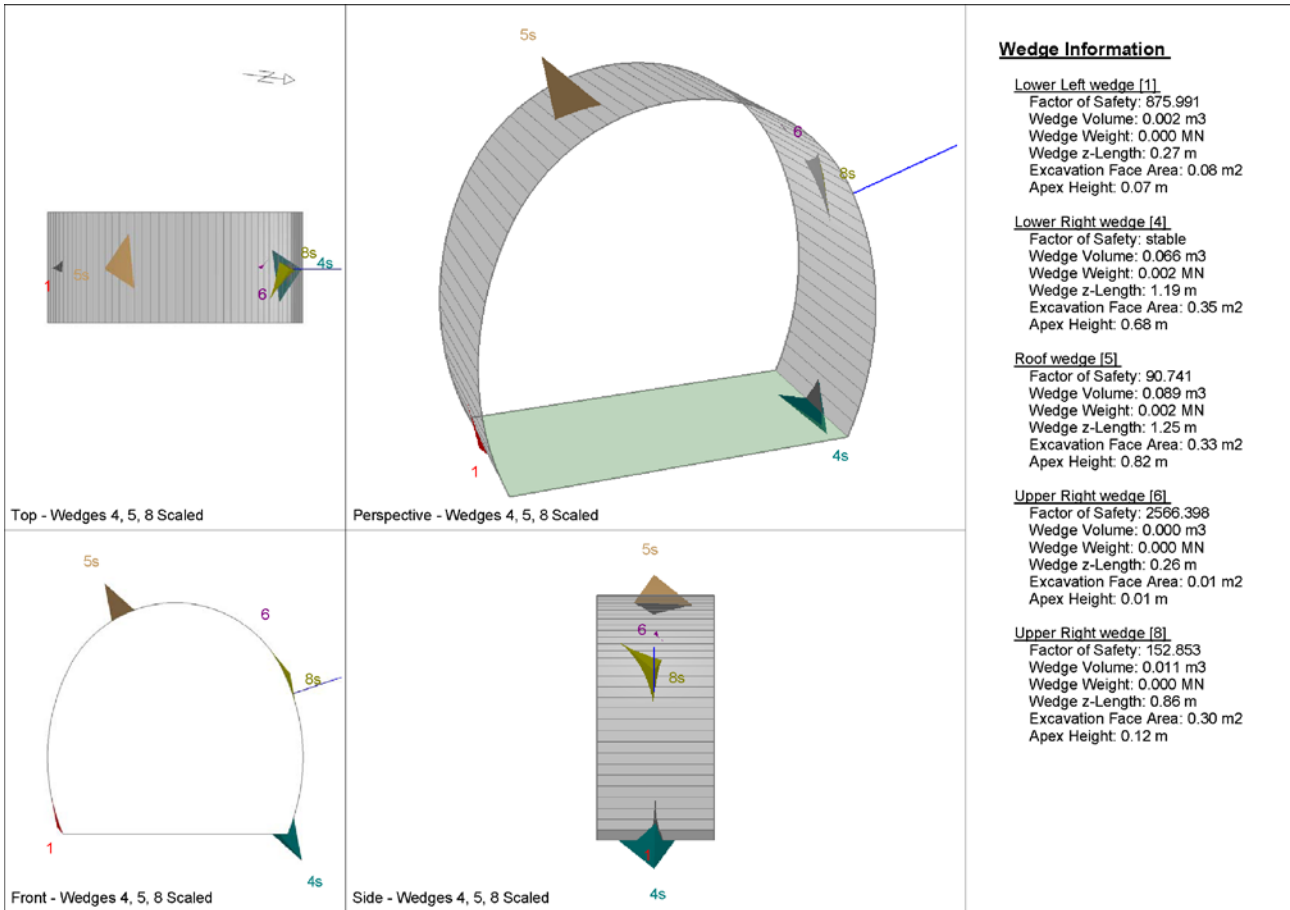
L = 3.0 m

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	4	5	90.741	0.002	0.089	S	0.82
2	1	3	4	110.381	0.001	0.051	S	0.66
3	2	4	5	119.212	0.001	0.035	S	0.87
4	1	2	5	126.089	0.001	0.029	S	0.22
5	1	3	5	132.801	0.001	0.036	S	0.91
6	3	4	5	149.483	0.001	0.022	S	0.91
7	1	2	3	149.795	0.001	0.022	S	0.18
8	2	3	5	161.943	0.001	0.054	S	0.89
9	1	2	4	190.711	0	0.016	S	0.18
10	2	3	4	1185.177	0	0	N	0.95



Wedge Information

Lower Left wedge [1]
 Factor of Safety: 875.991
 Wedge Volume: 0.002 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.27 m
 Excavation Face Area: 0.08 m2
 Apex Height: 0.07 m

Lower Right wedge [4]
 Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.066 m3
 Wedge Weight: 0.002 MN
 Wedge z-Length: 1.19 m
 Excavation Face Area: 0.35 m2
 Apex Height: 0.68 m

Roof wedge [5]
 Factor of Safety: 90.741
 Wedge Volume: 0.089 m3
 Wedge Weight: 0.002 MN
 Wedge z-Length: 1.25 m
 Excavation Face Area: 0.33 m2
 Apex Height: 0.82 m

Upper Right wedge [6]
 Factor of Safety: 2566.398
 Wedge Volume: 0.000 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.26 m
 Excavation Face Area: 0.01 m2
 Apex Height: 0.01 m

Upper Right wedge [8]
 Factor of Safety: 152.853
 Wedge Volume: 0.011 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.86 m
 Excavation Face Area: 0.30 m2
 Apex Height: 0.12 m

Rock mass
 BCA-A-10g; BCA-GS-10g;

Area tunnel face

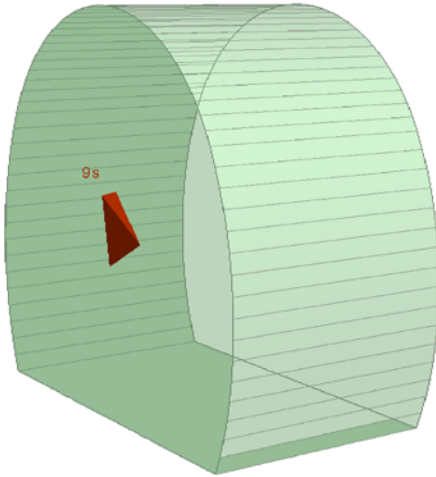
		Joint Orientattions		Joint Properties			
		Dip	Dip Direction	persistence	φ	c	φ_d
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]	[°]
J1	SC	45	345	3	20	0	16.23
J2	RTF1	80	160	1	20	0	16.23
J3	RTF2w	75	255	1	20	0	16.23
J4	RTF3	85	300	1	20	0	16.23
J5	RTF6	80	20	3	20	0	16.23

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

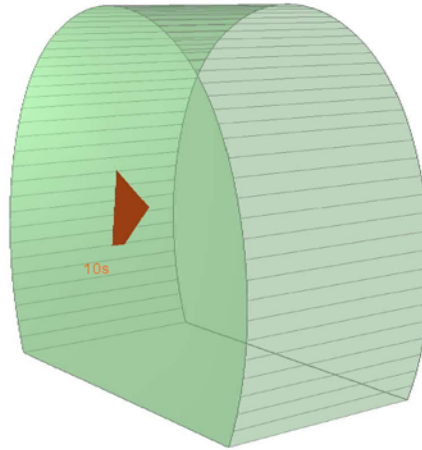
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	2	3	62.032	0.001	0.025	S
2	1	3	4	77.328	0	0.018	S
3	1	3	5	109.397	0	0.012	S
4	2	3	5	138.349	0	0.008	S
5	1	2	5	145.264	0.001	0.031	S
6	1	2	4	260.65	0	0.008	S
7	3	4	5	543.1	0	0	N
8	1	4	5	544.425	0	0	N
9	2	3	4	565.618	0	0	N
10	2	4	5	604.466	0	0	N

Near End wedge [9] Scaled
FS: 62.032



Volume: 0.025 m3, Weight: 0.001 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation F

Far End wedge [10] Scaled
FS: 1609.864



Volume: 0.025 m3, Weight: 0.001 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation

Wedge Information

Near End wedge [9]

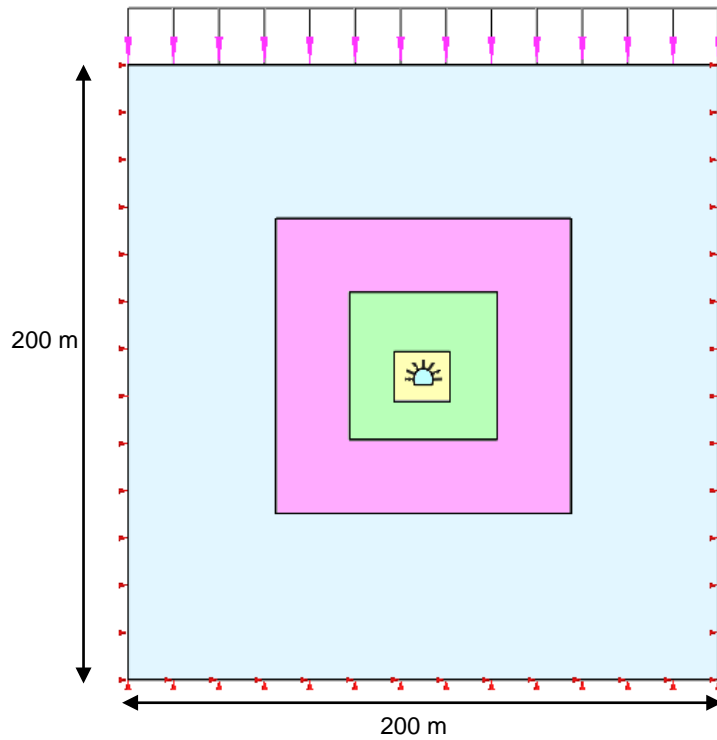
Factor of Safety: 62.032
Wedge Volume: 0.025 m3
Wedge Weight: 0.001 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 0.33 m2
Apex Height: 0.23 m

Far End wedge [10]

Factor of Safety: 1609.864
Wedge Volume: 0.025 m3
Wedge Weight: 0.001 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 0.33 m2
Apex Height: 0.23 m

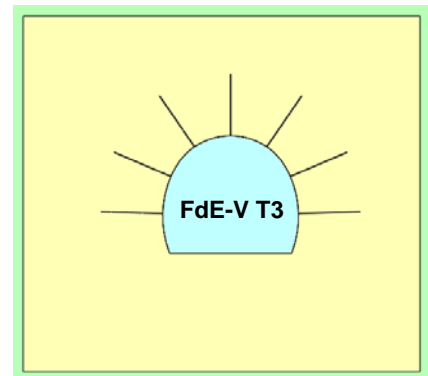
ANHANG 4 – FEM-ANALYSE DER AUßENSCHALE SCHNITT FdE-V T3

In diesem Anhang werden die wichtigsten Outputs der Finite-Elemente-Analysen des Abschnitts FdE-V-T3 aufgezeigt, welche mit dem Berechnungsprogramm Midas GTS durchgeführt wurden.



APPENDICE 4 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FdE-V T3

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



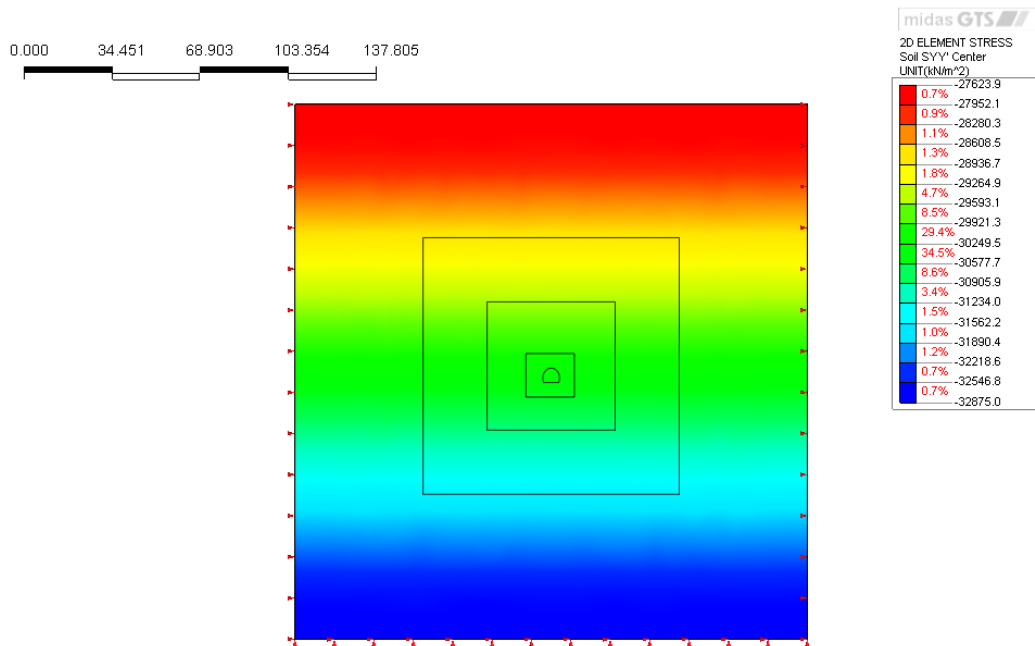


Abbildung 1: Litostatische Phase – Vertikale Spannungen [kN/m²]

Illustrazione 1: Fase litostatica - tensioni verticali [kN/m²]

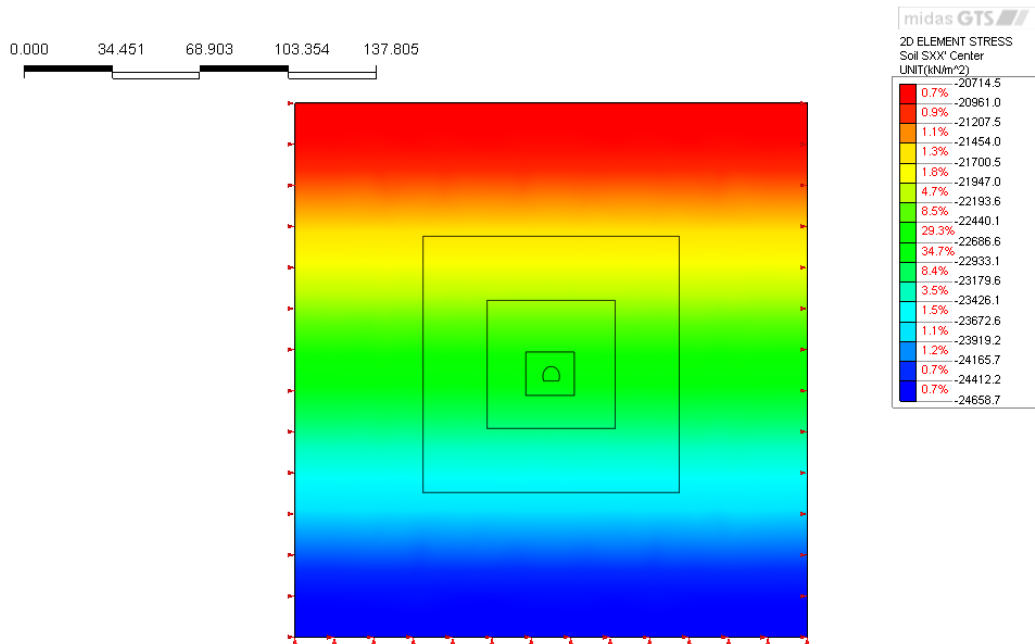


Abbildung 2: Litostatische Phase – horizontale Spannungen [kN/m²]

Illustrazione 2: Fase litostatica - tensioni orizzontali [kN/m²]

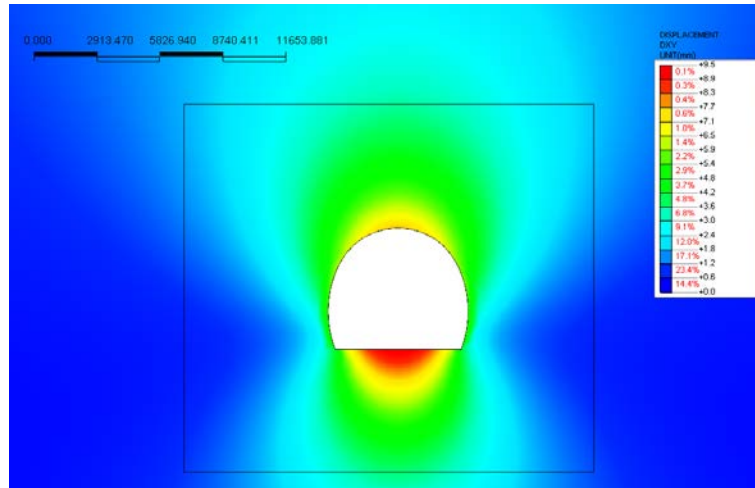


Abbildung 3: Ortsbrustverschiebungen xy [mm] FdE-V-T3

Illustrazione 3: Spostamenti xy [mm] a 3.0m dal fronte FdE-V-T3

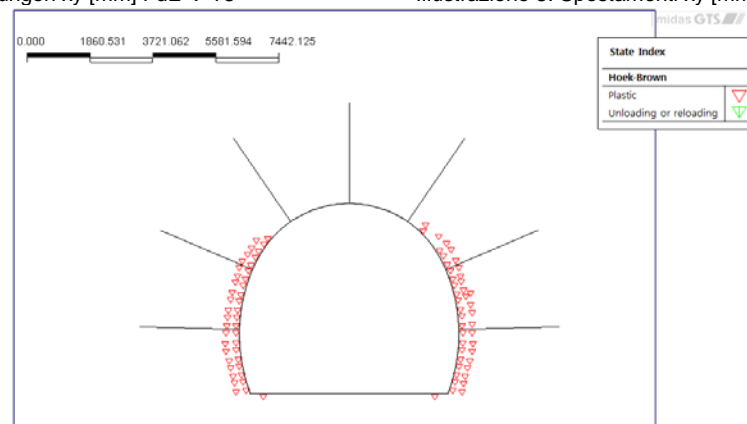


Abbildung 4: Das Plastischerwerden an der Ortsbrust FdE-V-T3

Illustrazione 4: Plasticizzazioni a 3.0m dal fronte FdE-V-T3

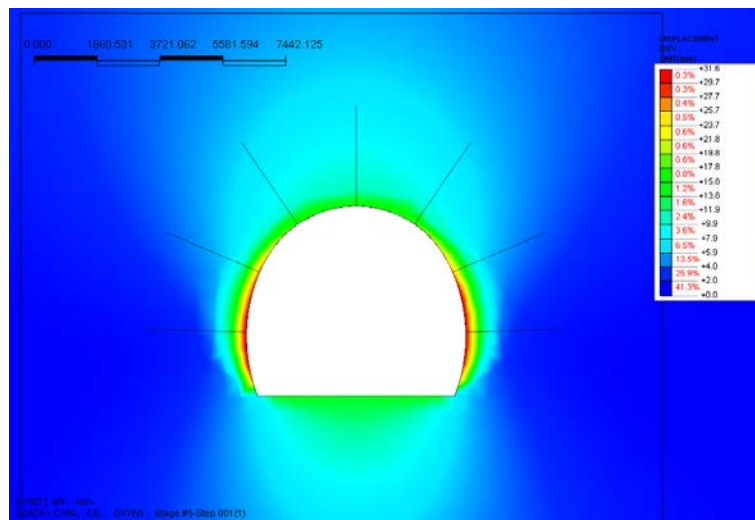


Abbildung 5: Ortsbrustverschiebungen xy [mm] am Aushubsende FdE-G-V-T3

Illustrazione 5: Spostamenti xy [mm] fine scavo FdE-V-T3

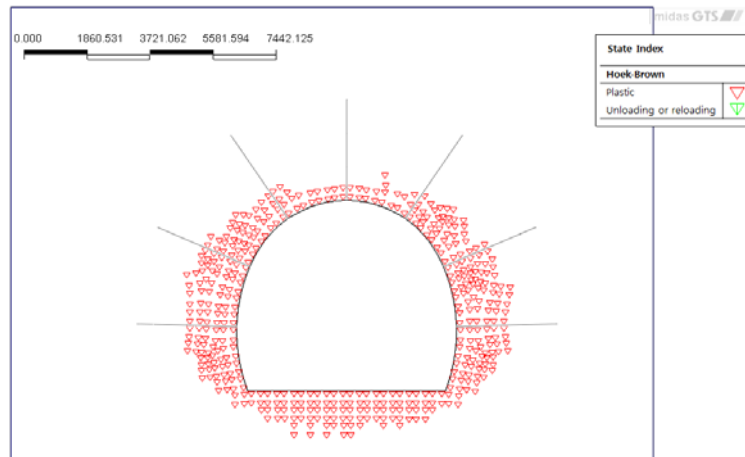


Abbildung 6: Das Plastischerwerden am Aushubsende FdE-V-T3

Illustrazione 6: Plasticizzazioni fine scavo FdE-V-T3

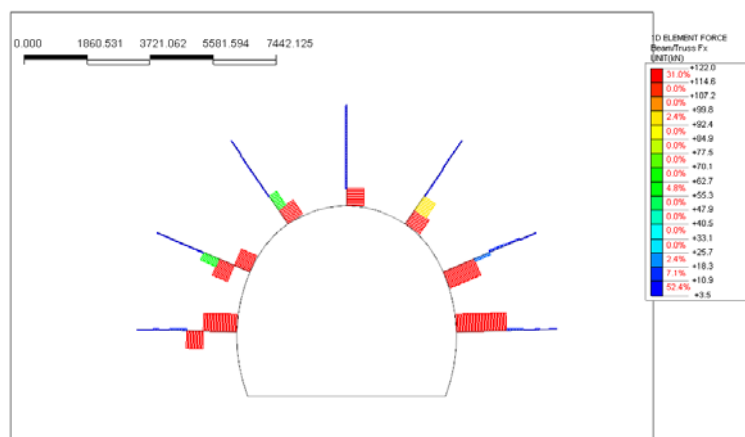


Abbildung 7: Axiale Belastungen an der Anker [kN] – Aushubsende FdE-V-T3

Illustrazione 7: Azione assiale nei chiodi [kN] - FdE-V-T3

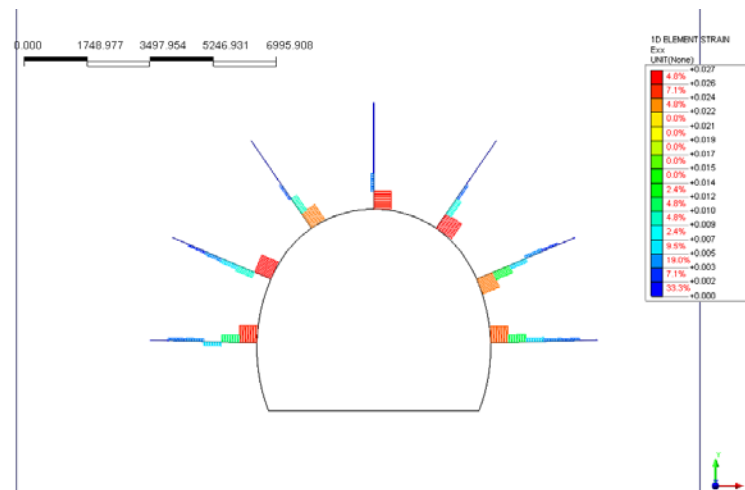


Abbildung 8: Axiale Verformung an der Anker [-] –FdE-CcT (rechts der FdE-V-T3)

Illustrazione 8: Deformazione assiale nei chiodi [-] - FdE-V-T3

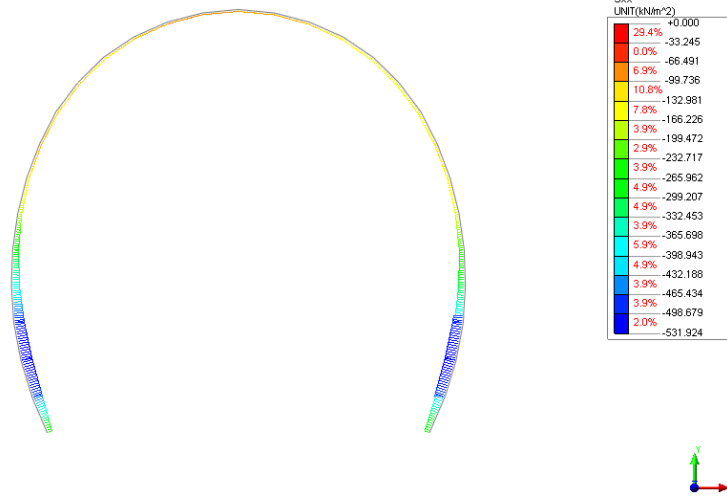


Abbildung 9: Auflockerungsdrucke auf die Innenschale (FdE-V-T3)

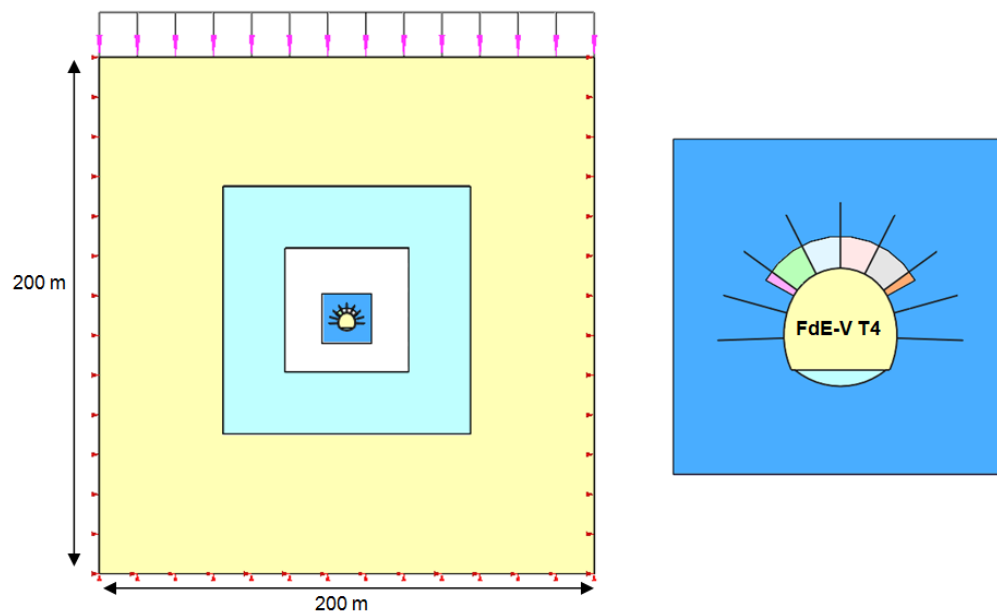
Illustrazione 9: Pressioni normali sul rivestimento definitivo FdE-V-T3

ANHANG 5 – FEM-ANALYSE DER AUßENSCHALE SCHNITT FDE-V-T4

Anhang 5 beinhaltet die graphischen Darstellungen der wichtigsten In- und Outputs der Innenschalenanalyse, die mit dem Programm MIDAS Gen durchgeführt wurden.

APPENDICE 5 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FDE-V-T4

Nella presente appendice sono riportati i principali output delle analisi agli elementi finiti della sezione FdE-V-T4 effettuate con il programma di calcolo Midas GTS.



A5.1 OUTPUT FEM MODELL

A5.1 OUTPUT MODELLO FEM

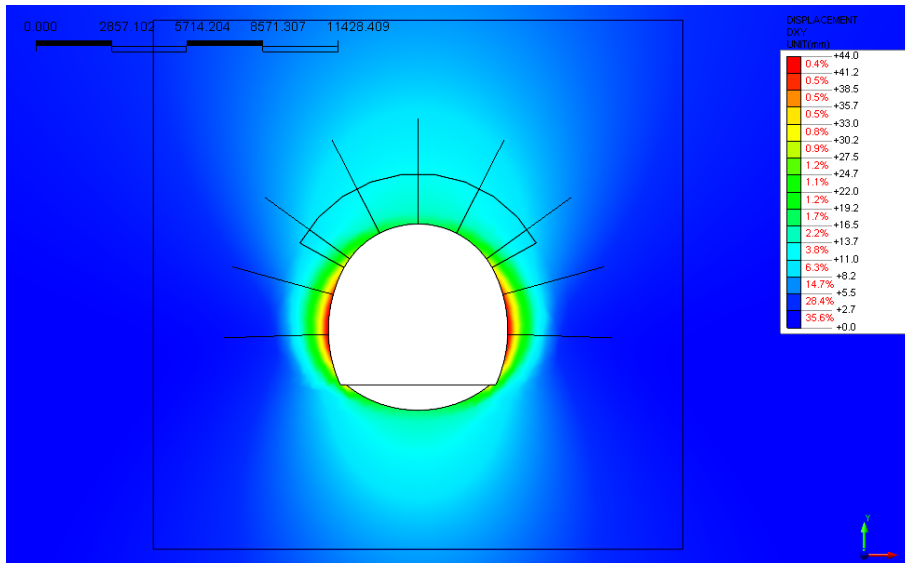


Abbildung 10: Ortsbrustverschiebungen xy [mm] FdE-V-T4

Illustrazione 10: Spostamenti xy [mm] - fronte FdE-V-T4

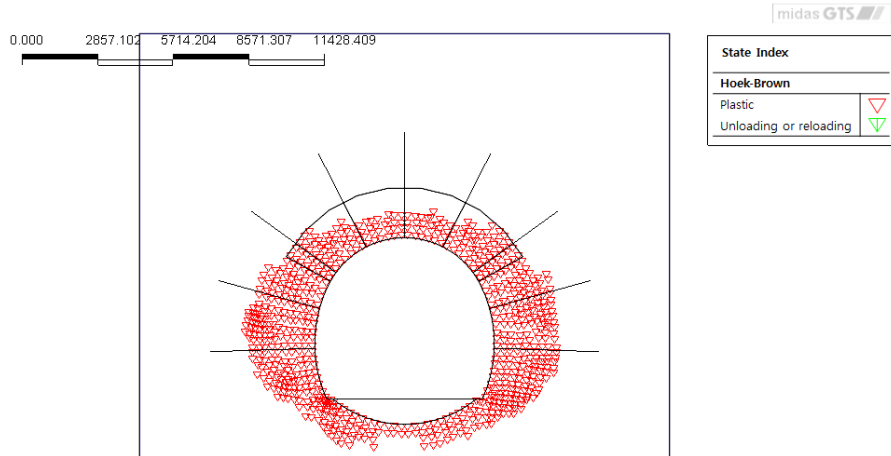


Abbildung 11: Das Plastischwerden an der Ortsbrust FdE-V-T4

Illustrazione 11: Plasticizzazioni - fronte FdE-V-T4

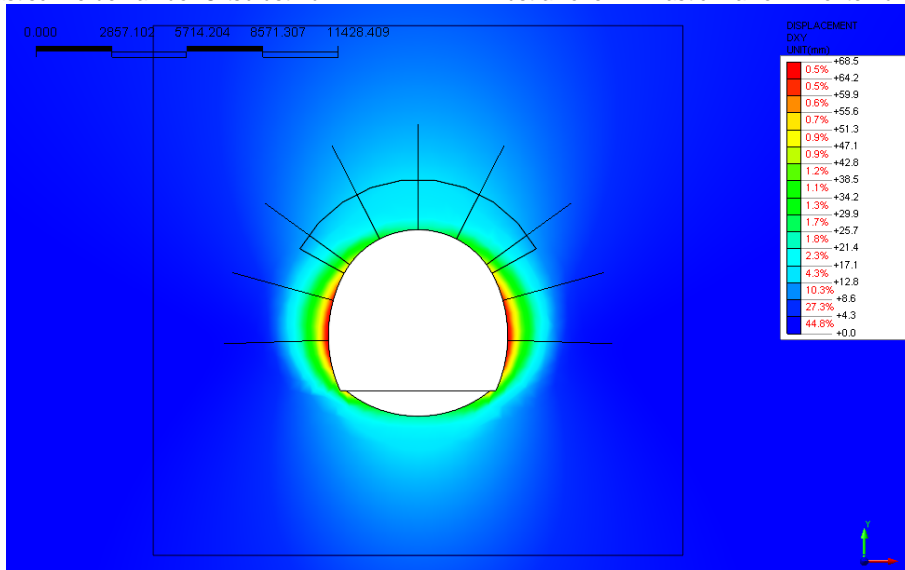


Abbildung 12:: Ortsbrustverschiebungen xy [mm] an 1.5m von der Ortsbrust entfernt FdE-V-T4

Illustrazione 12: Spostamenti xy [mm] a 1.5m fronte FdE-V-T4

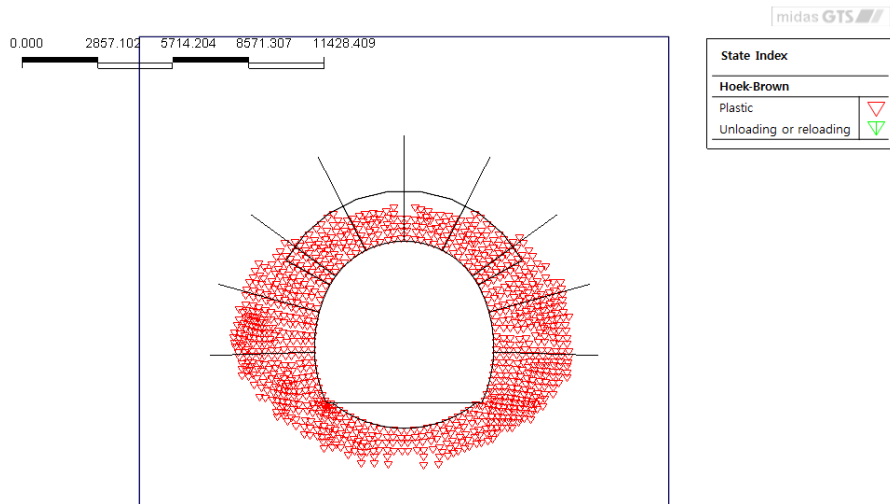


Abbildung 13: Das Plastischwerden an 1.5m von der Ortsbrust entfernt FdE-V-T4

Illustrazione 13: Plasticizzazioni a 1.5m dal fronte FdE-V-T4

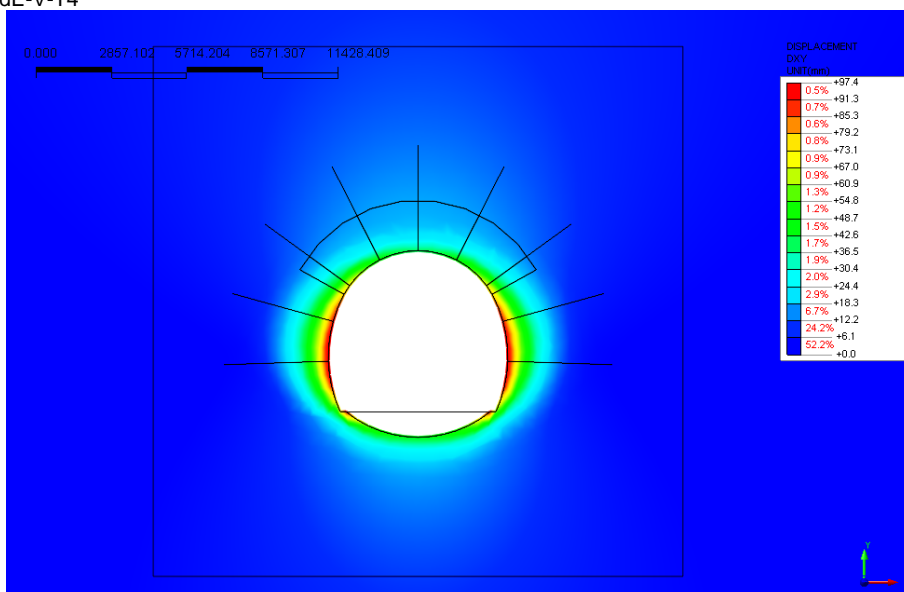


Abbildung 14: Ortsbrustverschiebungen xy [mm] am Aushubsende FdE-V-T4

Illustrazione 14: Spostamenti xy [mm] fine scavo FdE-V-T4

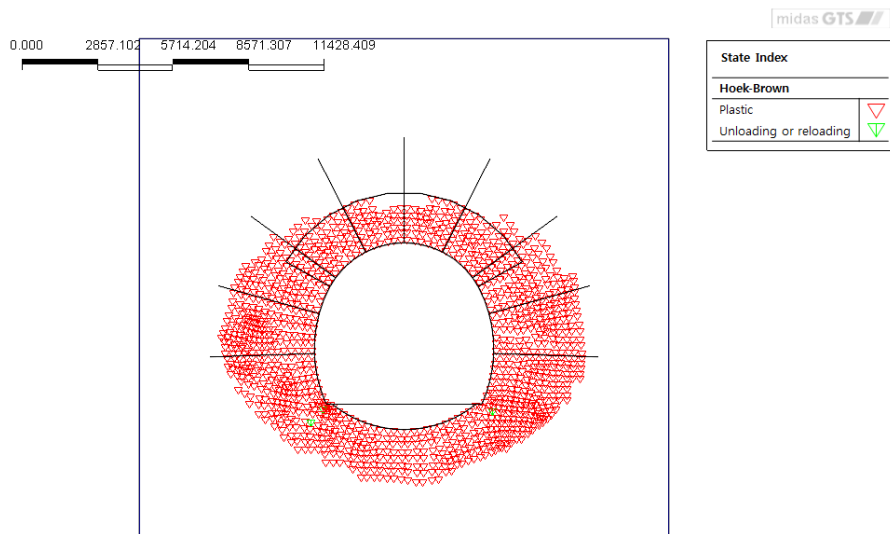


Abbildung 15: Verschiebungen xy [mm] Ende Ausbruch FdE-V-T4

Illustrazione 15: Spostamenti xy [mm] fine scavo FdE-V-T4

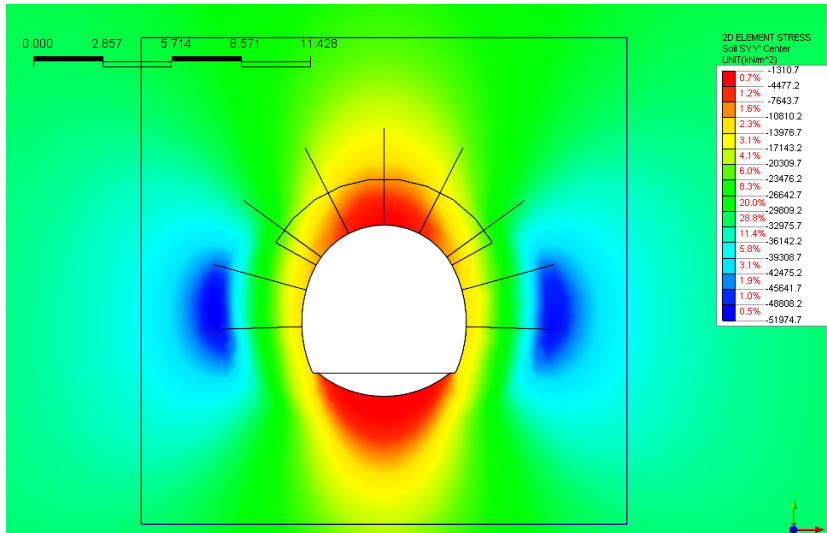


Abbildung 16: Vertikalspannungen σ_{yy} [N/mm²] - Ausbruchsende FdE-V-T4

Illustrazione 16: Tensioni verticali σ_{yy} [N/mm²] - fine scavo FdE-V-T4

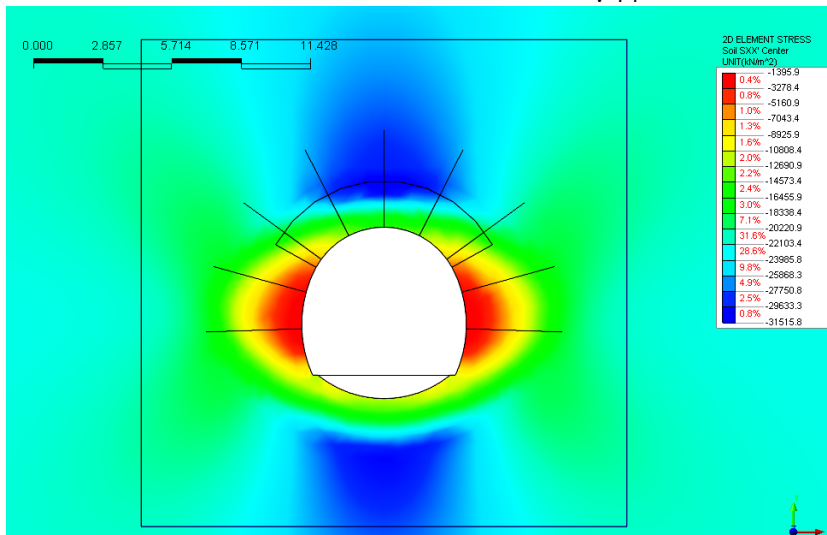


Abbildung 17: Horizontalspannungen σ_{xx} [N/mm²] - Ausbruchsende FdE-V-T4

Illustrazione 17: Tensioni orizzontali σ_{xx} [N/mm²] - fine scavo FdE-V-T4

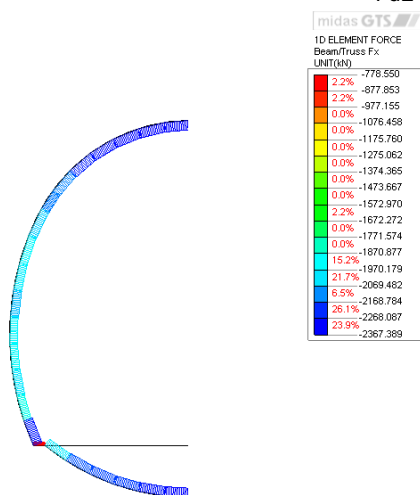


Abbildung 18: Normalbelastungen Aussenschale [kN] - Ausbruchsende FdE-V-T4

Illustrazione 18: Sollecitazioni normali sul rivestimento di prima fase [kN] - fine scavo FdE-V-T4

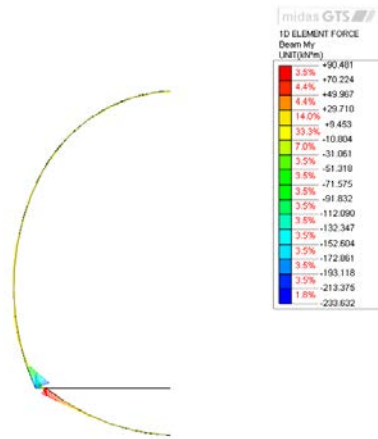


Abbildung 19: Biegemomente Außenschale [kNm] - Ausbruchsende FdE-V-T4

Illustrazione 19: Momenti sul rivestimento di prima fase [kNm] - fine scavo FdE-V-T4

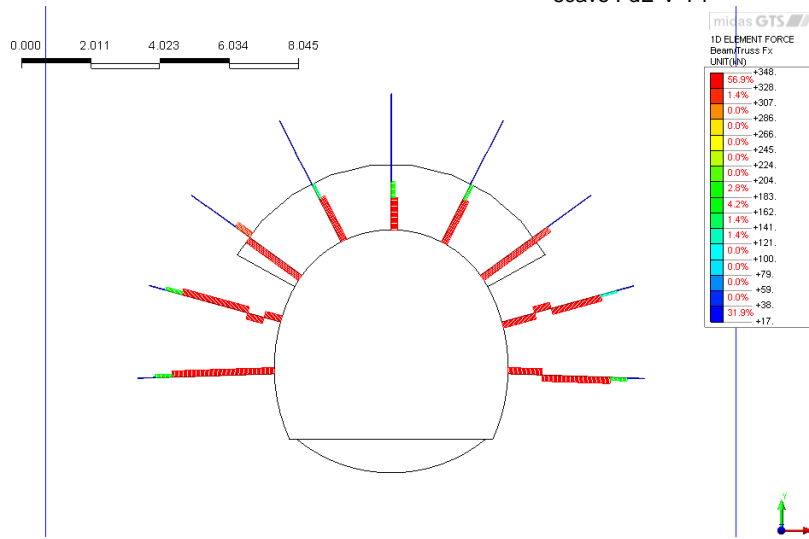


Abbildung 20: Axialbeanspruchungen der Anker [-] - Ausbruchsende FdE-V-T4

Illustrazione 20: Sollecitazioni assiali nei chiodi [-] - fine scavo FdE-V-T4

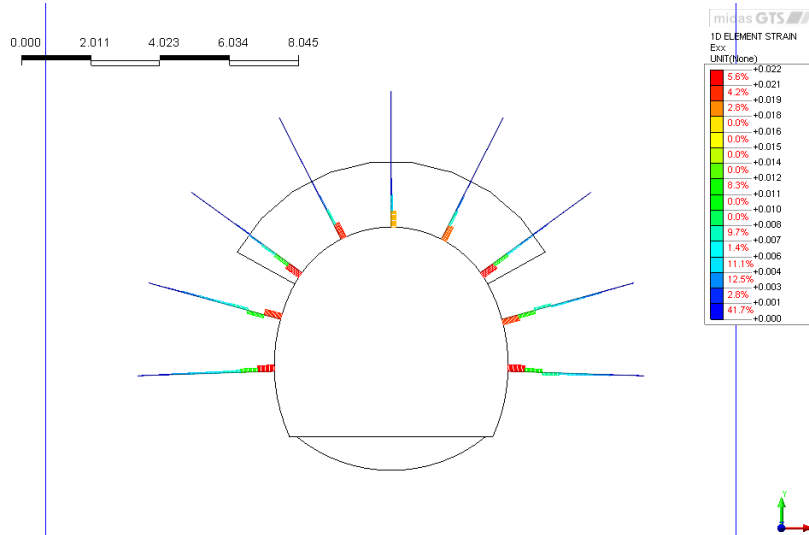


Abbildung 21: Axialverformungen Anker [-] - Ausbruchsende FdE-V-T4

Illustrazione 21: Deformazioni assiali nei chiodi [-] - fine scavo FdE-V-T4

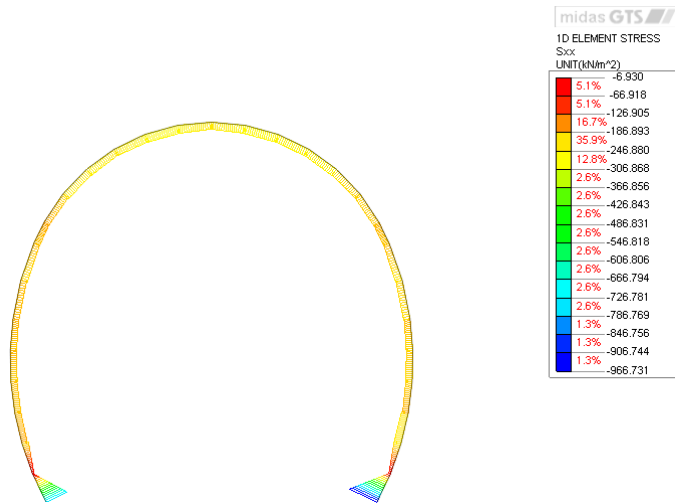


Abbildung 22: Last aus Gebirgslockerung Innenschale - Ausbruchsende FdE-V-T4

Illustrazione 22: Carico di allentamento sul rivestimento interno - fine scavo FdE-V-T4

A5.2 NACHWEISE AUßENSCHALE

Nachweis Diagramm Wechselwirkung M-N

Im Bereich des Fußes des Widerlagers wurden die Höchstwerte der Beanspruchungen vernachlässigt, da sie auf die theoretische Geometrie der Mesh zurückzuführen sind, da durch die numerische Modellierung die Spannung konzentriert wird.

A5.2 VERIFICHE RIVESTIMENTO PRIMA FASE

Verifiche diagramma di interazione M-N

In corrispondenza del piede della muretta sono stati trascurati i picchi di sollecitazione in quanto dovuti alla geometria teorica della mesh che con la modellazione numerica genera delle concentrazioni di sforzi.

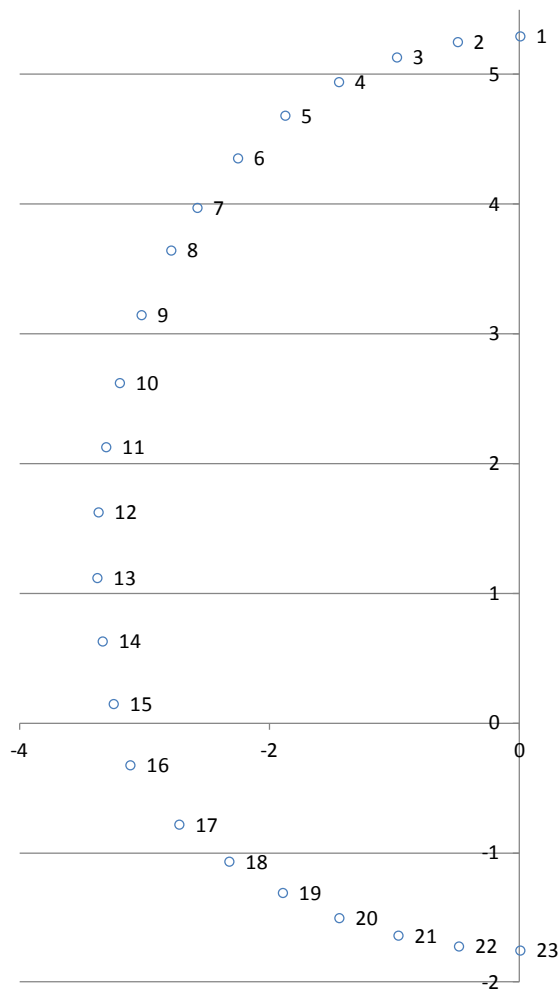
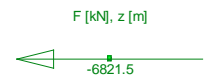
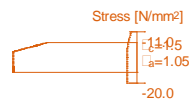
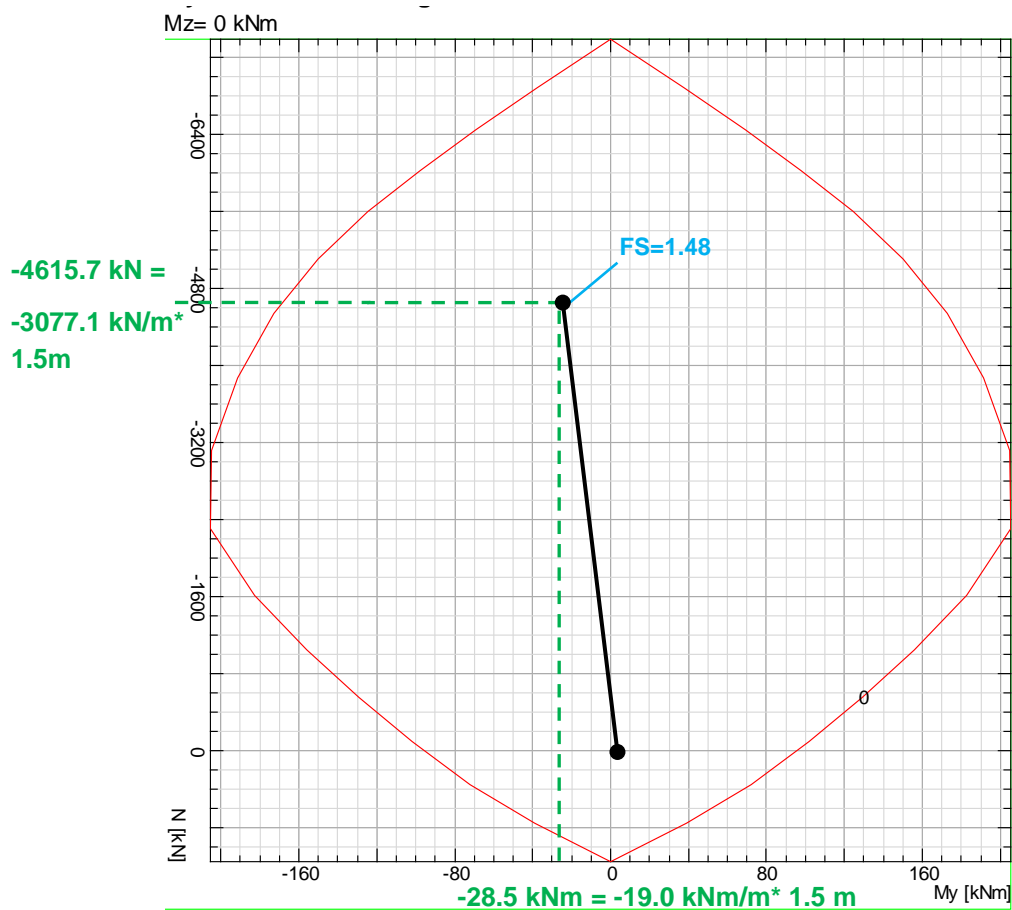


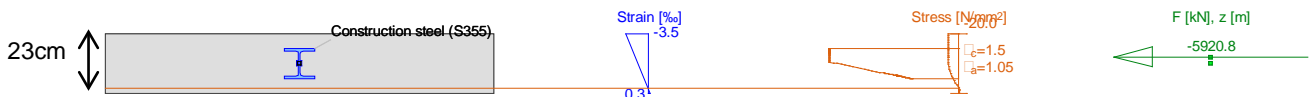
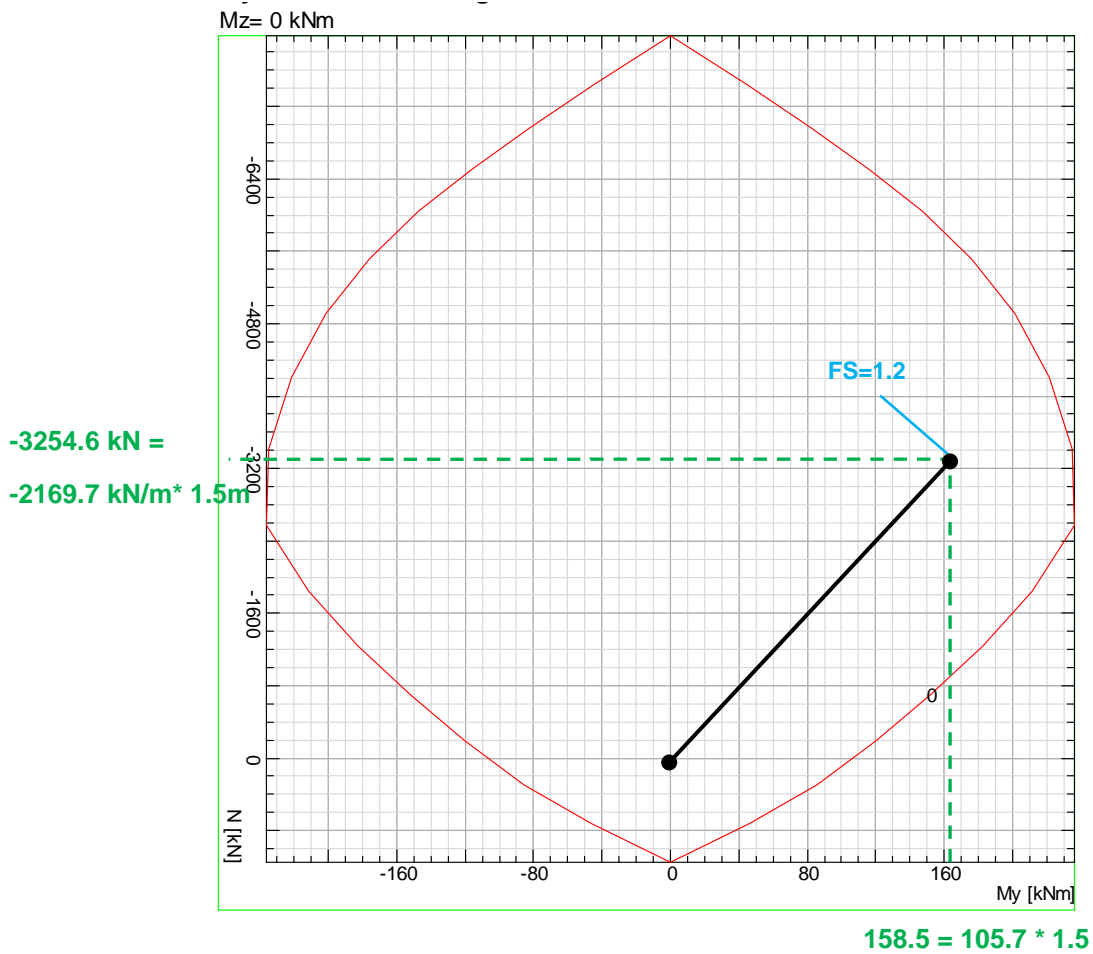
Abbildung 23: Nummerierung der Knoten des numerischen Modells FdE-V-T4

Illustrazione 23: Numerazione dei nodi del modello numerico FdE-V-T4

	X	Y	N _k	M _k	N _d	M _d	FS
	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	0.00	5.30	-2367.00	-14.58	-3077.1	-19.0	1.48
2	-0.50	5.26	-2327.00	0.92	-3025.1	1.2	1.62
3	-0.99	5.14	-2341.00	1.84	-3043.3	2.4	1.6
4	-1.45	4.95	-2295.00	-6.63	-2983.5	-8.6	1.59
5	-1.88	4.69	-2242.00	-1.15	-2914.6	-1.5	1.68
6	-2.26	4.36	-2249.00	2.93	-2923.7	3.8	1.66
7	-2.58	3.98	-2193.00	-9.70	-2850.9	-12.6	1.63
8	-2.79	3.65	-2182.00	4.46	-2836.6	5.8	1.69
9	-3.03	3.15	-2132.00	8.60	-2771.6	11.2	1.69
10	-3.20	2.63	-2042.00	-4.19	-2654.6	-5.4	1.81
11	-3.31	2.13	-1948.00	7.80	-2532.4	10.1	1.85
12	-3.38	1.63	-1989.00	9.45	-2585.7	12.3	1.79
13	-3.38	1.12	-1943.00	-1.95	-2525.9	-2.5	1.92
14	-3.34	0.63	-2001.00	17.71	-2601.3	23.0	1.69
15	-3.25	0.15	-2067.00	26.20	-2687.1	34.1	1.56
16	-3.12	-0.32	-1988.00	-11.09	-2584.4	-14.4	1.77



	X	Y	N _k	M _k	N _d	M _d	FS
	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
17	-2.73	-0.78	-1669.00	81.33	-2169.7	105.7	1.36
18	-2.33	-1.06	-2238.00	58.54	-2909.4	76.1	1.36
19	-1.90	-1.31	-2179.00	9.27	-2832.7	12.1	1.79
20	-1.45	-1.50	-2260.00	-0.46	-2938.0	-0.6	1.81
21	-0.98	-1.63	-2307.00	2.75	-2999.1	3.6	1.75
22	-0.49	-1.72	-2333.00	2.25	-3032.9	2.9	1.74
23	0.00	-1.75	-2315.00	-3.61	-3009.5	-4.7	1.74



A5.3 NACHWEIS STABILITÄT DER ORTSBRUST

Nachfolgend gibt man die Plots der axialsymmetrischen Analysen für den Schnitt FdE-V-T4 wieder.

Analysen ohne Befestigungsmaßnahmen

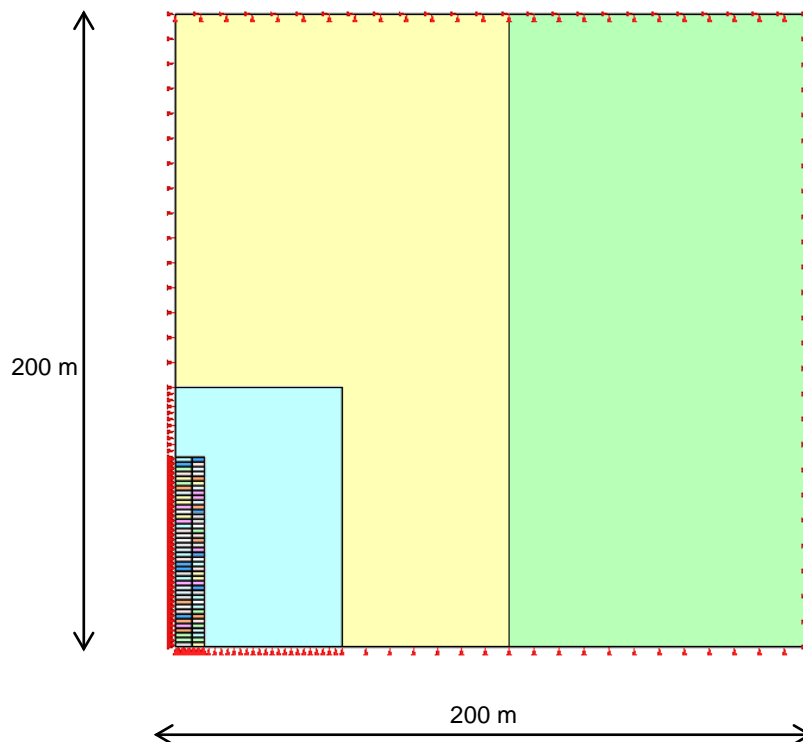
Die Analyse wurde ohne Befestigungsmaßnahmen an der Ortsbrust und ohne Außenschale sowie für Schritte von 1.5 m ausgeführt.

A5.3 VERIFICHE STABILITÀ DEL FRONTE

Nel seguito si riportano i plot delle analisi assialsimmetriche eseguite per la sezione FdE-V-T4.

Analisi senza interventi di consolidamento

L'analisi è stata eseguita in assenza di interventi di consolidamento del fronte e di assenza dei rivestimenti di prima fase e per tappe di 1.5 metri.



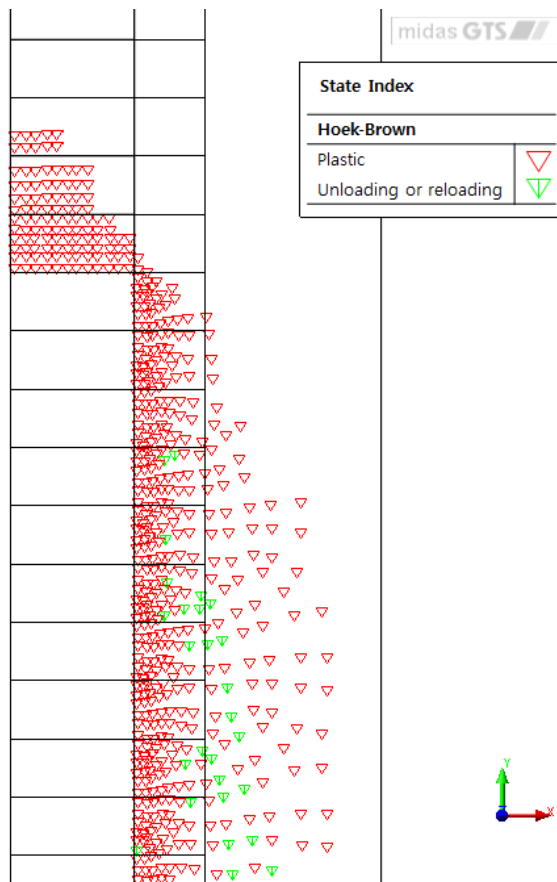


Abbildung 24: Axialsymmetrisches Modell, plastifizierte Zone ohne Verankerungen an der Ortsbrust

Illustrazione 24: Modello Assialsimmetrico, Zona plasticizzata in assenza di ancoraggi al fronte

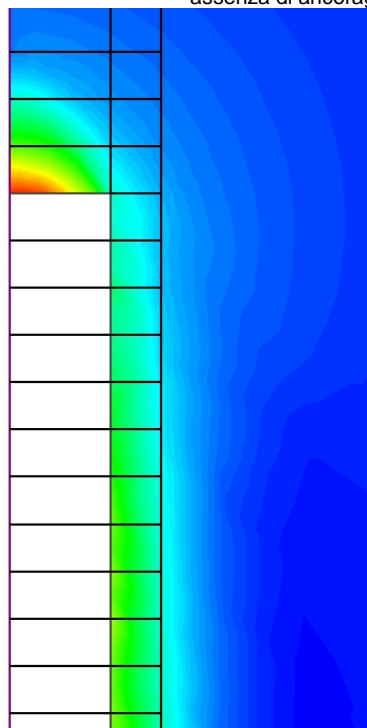
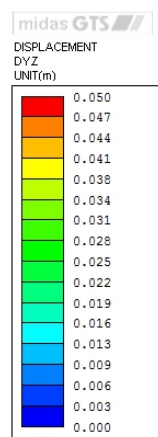


Abbildung 25: Axialsymmetrisches Modell - Extrusion an der Ortsbrust

Illustrazione 25: Modello assialsimmetrico, Estrusione al fronte

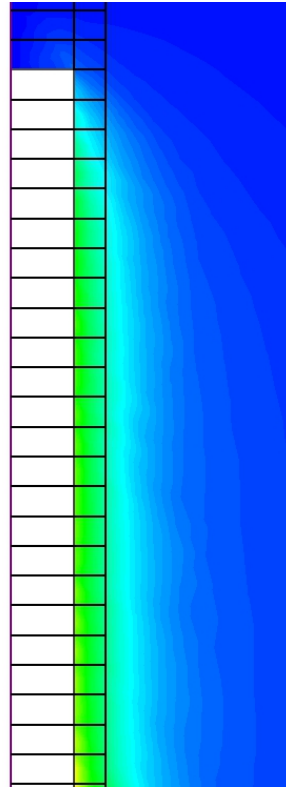
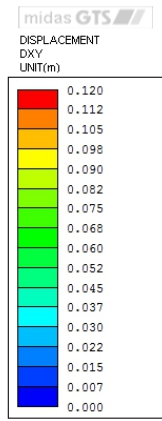


Abbildung 26: Axialsymmetrisches Modell, radiale Konvergenz

Illustrazione 26: Modello assialsimmetrico, convergenza radiale

Analyse mit Stützmaßnahmen

Die Analyse wurde mit Vorhandensein der Befestigungsmaßnahmen an der Ortsbrust und am Umriss durchgeführt, mit einem Schritt von 1.5 m, wobei eine Mindestüberlappung von 6 m der Anker an der Ortsbrust berücksichtigt wurden.

Um den Beitrag der Befestigungen abzuschätzen, wird eine fiktive Erhöhung der Kohäsion Δc am befestigten Gebirge angebracht, die mit dem Begrenzungsdruck σ_3 (Resultierende der Zugfestigkeit eines Einschlusses dividiert durch Einflussbereich) zusammenhängt:

$$\Delta\sigma_3 = \min\left[T_f = \pi \cdot D \cdot \alpha \cdot L \cdot \tau_a; T_f = \sigma_b \cdot A_b\right] \cdot \left(\frac{N_b}{A_b}\right)$$
$$\Delta c = \frac{\cos\phi}{2(1 - \sin\phi)} \cdot \Delta\sigma_3$$

Mit:

- $\Delta\sigma_3$ = Begrenzungsdruck
- N_b = Anzahl der Anker an Ortsbrust
- A_b = Widerstandsfläche des Ankers
- σ_b = Zug-Bruchfestigkeit
- D = Durchmesser Bohrung
- α = Wulstkoeffizient
- L = Länge Überlappung
- s_l = seitliche Oberfläche des Ankers
- τ_a = Haftfestigkeit zwischen Anker und Mörtel (oder zwischen Mörtel und Boden)

Was hingegen die Befestigung des Umrisses des Hohlrums betrifft, so wird der Ansatz nach Hoek und Ribacchi, analog zum Dokument [8], angewandt. Man nimmt eine befestigte Zone von 1 m Quergröße an und führt eine Abfolge von gewichteten Durchschnitten durch mit Bezug auf die Widerstandsfläche der einzelnen Komponenten (Gebirge und Zementinjektion) und berechnet die äquivalenten Werte des Elastizität- und des Kohäsionsmodul:

$$\sigma_{cm,eq} = \frac{\sigma_{cm} \cdot A_{rock} + R_c \cdot A_c}{A_{TOT}}$$
$$c_{eq} = \sigma_{cm,eq} \cdot \frac{1 - \sin\phi}{2 \cos\phi}$$
$$E_{eq} = \frac{E_{rock} \cdot A_{rock} + E_c \cdot A_c}{A_{TOT}}$$

Mit:

- σ_{cm} Druckfestigkeit des urspr. Gebirges, die der einaxialen Druckfestigkeit entspricht;
- A_{rock} Oberfläche des nicht befestigten Gebirges;
- R_c Widerstand der injizierten Mischung;
- A_c von der Injektion betroffene Fläche.

Analisi con interventi di consolidamento

L'analisi è stata eseguita con la presenza di interventi di consolidamento del fronte e al contorno per tappe di 1.5 metri, tenendo conto della sovrapposizione minima di 3 metri per gli ancoraggi al fronte.

La stima del contributo fornito dai consolidamenti è effettuata applicando un incremento di coesione fittizio Δc all'ammasso consolidato, legato alla pressione di confinamento σ_3 (risultante della resistenza a trazione di un incluso divisa per la sua area d'influenza):

In cui:

- $\Delta\sigma_3$ = pressione di confinamento
- N_b = numero delle barre al fronte
- A_b = area resistente della barra
- σ_b = resistenza di rottura a trazione
- D = diametro di perforazione
- α = coefficiente di sbulbatura
- L = lunghezza di sovrapposizione
- s_l = superficie laterale della barra
- τ_a = tensione di aderenza tra barra e malta (o tra malta e terreno)

Per quanto riguarda il consolidamento del contorno del cavo viene adottato l'approccio di Hoek e Ribacchi analogamente al Doc. [8]. Si considera una porzione di zona consolidata avente dimensione trasversale di 1m e si esegue un processo di medie pesate con riferimento all'area ed alla resistenza di ogni singolo componente (ammasso e iniezione cementizia), calcolando valori equivalenti di modulo elastico e coesione:

Dove:

- σ_{cm} è la resistenza dell'ammasso originario pari alla resistenza a compressione monoassiale;
- A_{rock} è la superficie dell'ammasso non consolidato;
- R_c è la resistenza della miscela iniettata;
- A_c è l'area interessata dall'iniezione.

Parametri geotecnici ammasso	Angolo d'attrito di picco	Φ'_p	27.7	°
	Angolo d'attrito residuo	Φ'_r	21.2	°
	Angolo di dilatanza	ψ	3.5	°
	Coesione di picco	c'_p	2.193	MPa
	Coesione residua	c'_r	1.392	MPa
	Resistenza a compressione uniassiale di picco	$\sigma_{cm,p}$	7.255	MPa
	Resistenza a compressione uniassiale residua	$\sigma_{cm,r}$	4.062	MPa
	Pendenza curva $\sigma_1/3$	k	2.736	-
	Modulo elastico	Em	11504	MPa
	Coefficiente di Poisson	ν	0.21	-

Parametri tunnel	Raggio tunnel	r_0	3.2	m
	Copertura	h	1115	m
	Peso specifico roccia	γ_r	26.6	kN/m ³
	Pressione idrostatica	p_0	29.66	MPa

Consolidamento al contorno	Passo longitudinale	il	3.0	m
	Passo trasversale	it	0.75	m
	Numero barre / m ²	n	0.444	-
	area barra	Ab	0.015	m ²
	Diametro corona	dc	0.1	m
	Coefficiente sbulbatura	α	1.3	-
	Area di iniezione	Ac	0.013	m ²
	Resistenza iniezione	Rc	25	MPa
	Modulo elastico iniezione	Ec	25000	MPa
	Resistenza equivalente picco	$R_{p,eq}$	7.399	MPa
	Resistenza equivalente residua	$R_{r,eq}$	4.207	MPa
	Coesione di picco equivalente	$c_{p,eq}$	2.237	MPa
	Coesione residua equivalente	$c_{r,eq}$	1.441	MPa
Modulo elastico equivalente	Eeq	11648	MPa	

Consolidamento del nucleo	Numero consolidamenti	Nb	16.0	-
	Diametro perforazione	D	0.1	m
	Lunghezza sovrapposizione	L	3.0	m
	Coefficiente sbulbatura	α	1	-
	Tensione aderenza barra/malta	τ	0.3	MPa
	Tensione caratteristica SLU	σ_b	400	MPa
	Diametro esterno	de	0.038	m
	Diametro interno	di	0.019	m
	Area resistente	Ab	0.001	m ²
	Area del fronte di scavo	sb	32.17	m ²
	Resistenza a rottura	T1	340.23	kN
	Resistenza a sfilamento	T2	282.74	kN
	Pressione di confinamento longitudinale	$\Delta\sigma_3$	0.141	MPa
	Coesione migliorata	c'	2.279	MPa

Da das Materialmodell nach Hoek-Brown verwendet wurde, wurden die entsprechenden Steigerung des Parameters s_b aufgrund der Angaben aus [32] berücksichtigt.

Essendo stato impiegato il modello costitutivo di Hoek-Brown, sono stati considerati corrispondenti incrementi del parametro s_b , sulla base delle indicazioni contenute in [32].

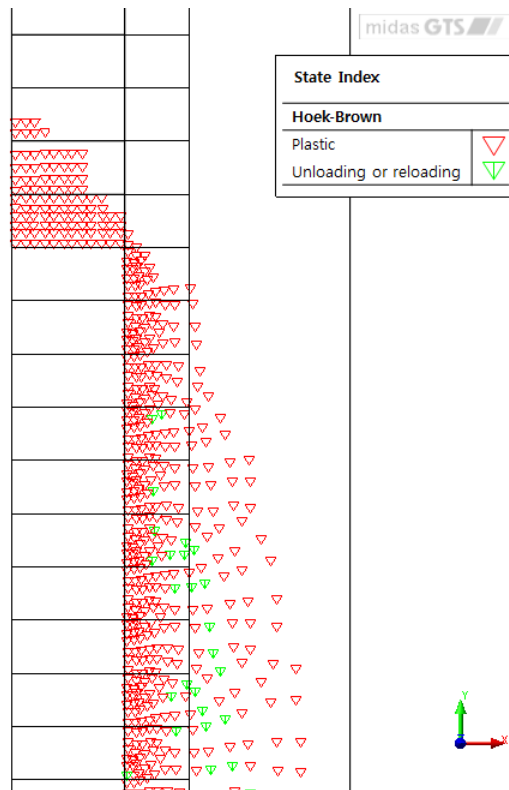


Abbildung 27: Axialsymmetrisches Modell, plastifizierte Zone beim Vorhandensein von Befestigungen

Illustrazione 27: Modello Assialsimmetrico, Zona plasticizzata in presenza dei consolidamenti

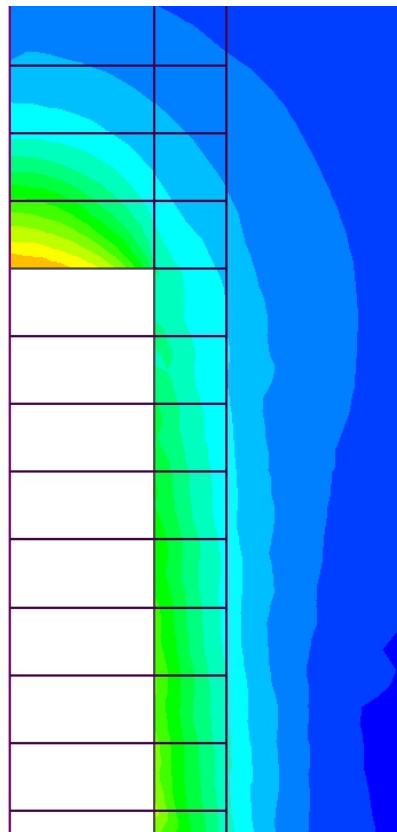
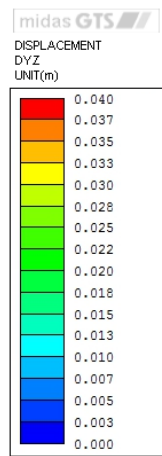


Abbildung 28: Axialsymmetrisches Modell, Extrusion an der Ortsbrust

Illustrazione 28: Modello assialsimmetrico, Estrusione al fronte

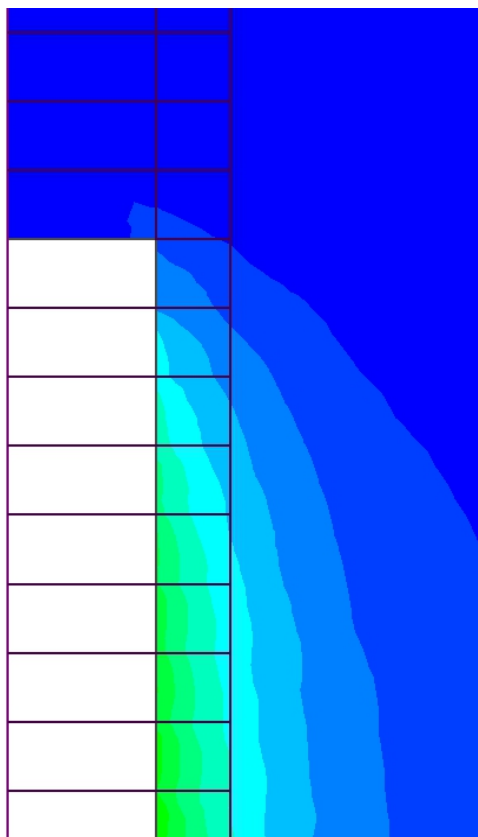
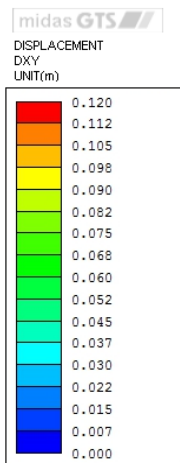


Abbildung 29: Axialsymmetrisches Modell, radiale Konvergenz

Illustrazione 29: Modello assialsimmetrico, convergenza radiale

ANHANG 6 - FEM- ANALYSEN DER INNENSCHALE DER REGELPROFILE T1-T3

Diese Anlage führt die wichtigsten Outputs der FEM-Analysen der Innenschalen der Regelprofile T1 und T3 an, die mit dem Rechenprogramm Midas GTS durchgeführt wurden.

APPENDICE 6 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO PROFILI TIPO T1- T3

L'appendice 6 contiene le rappresentazioni grafiche dei principali input e output dell'analisi del rivestimento definitivo per i profili tipo T1 e T3 condotte con il programma MIDAS Gen, oltre alle opportune verifiche sezionali allo SLU e SLE.

A.5.1. General parameters of structure

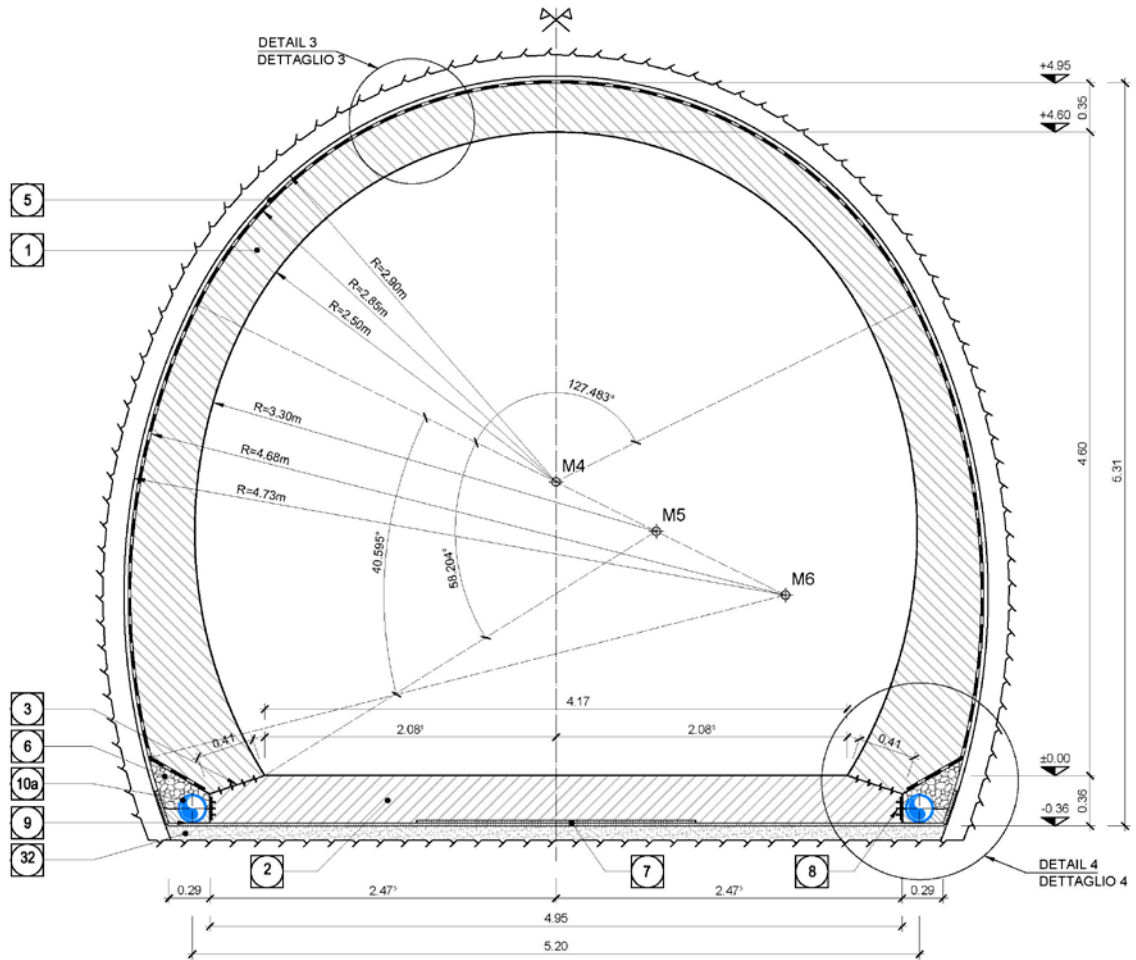


Figure 1 FdE-V01/06 T1-T3 cross section

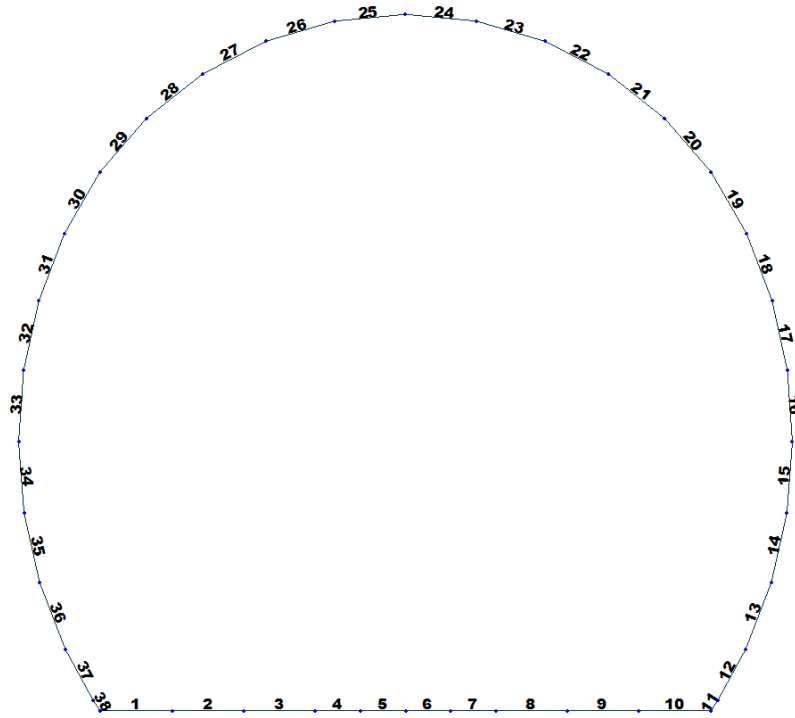


Figure 2 Elements numbering

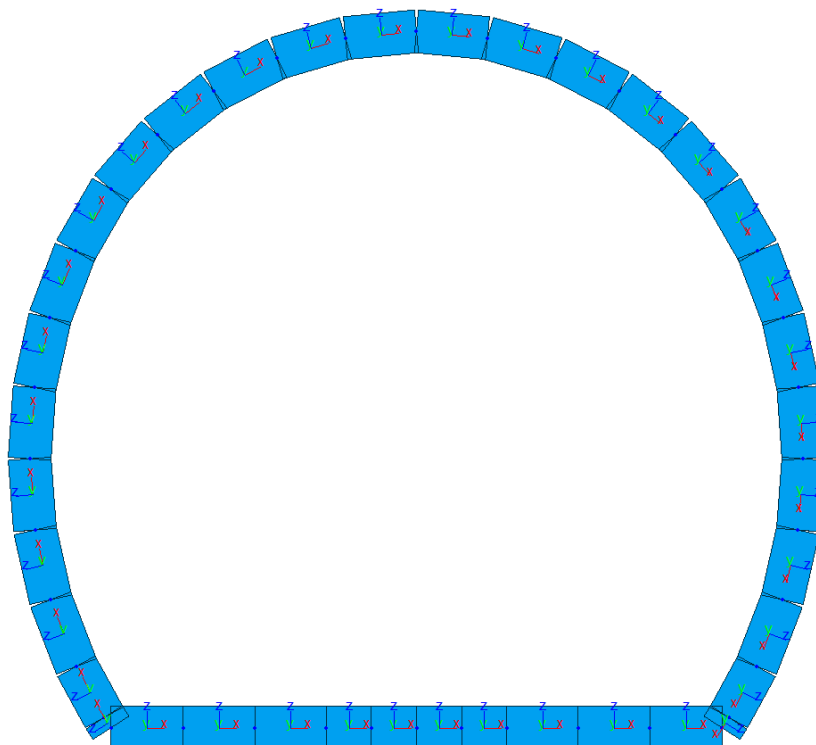


Figure 3 Elements local axis

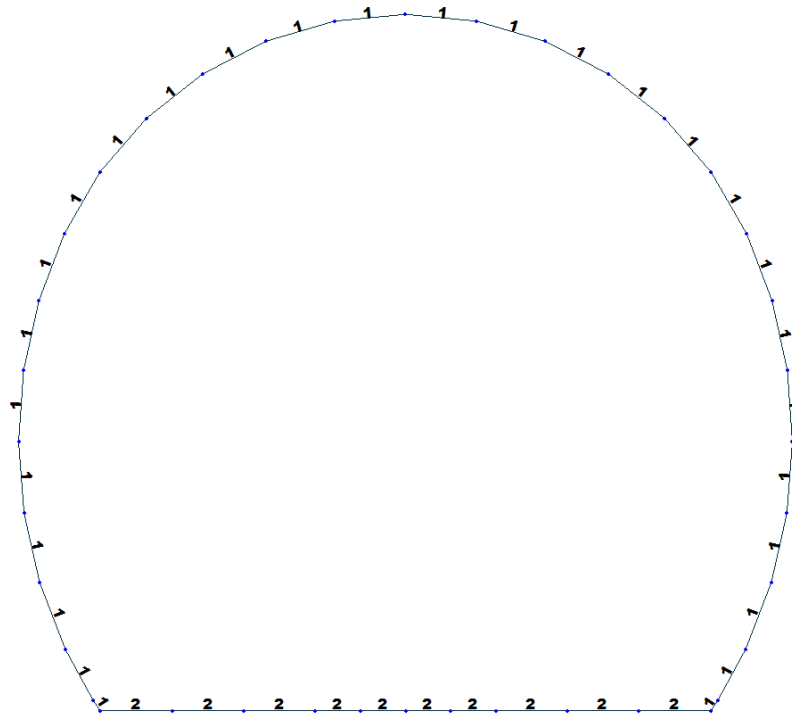


Figure 4 Element section property for T1 and T3 cross section (FdE-V01/06 T1-T3)

Table 1 Section properties for T1 and T3 cross section (FdE-V01/06 T1-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 30	0.3000	0.2500	0.2500	073	022	0250	0.5000	0.5000	0.1500	0.1500
2	100 x 30	0.3000	0.2500	0.2500	073	022	0250	0.5000	0.5000	0.1500	0.1500

Table 2 Material parameters for T1 and T3 cross section (FdE-V01/06 T1-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

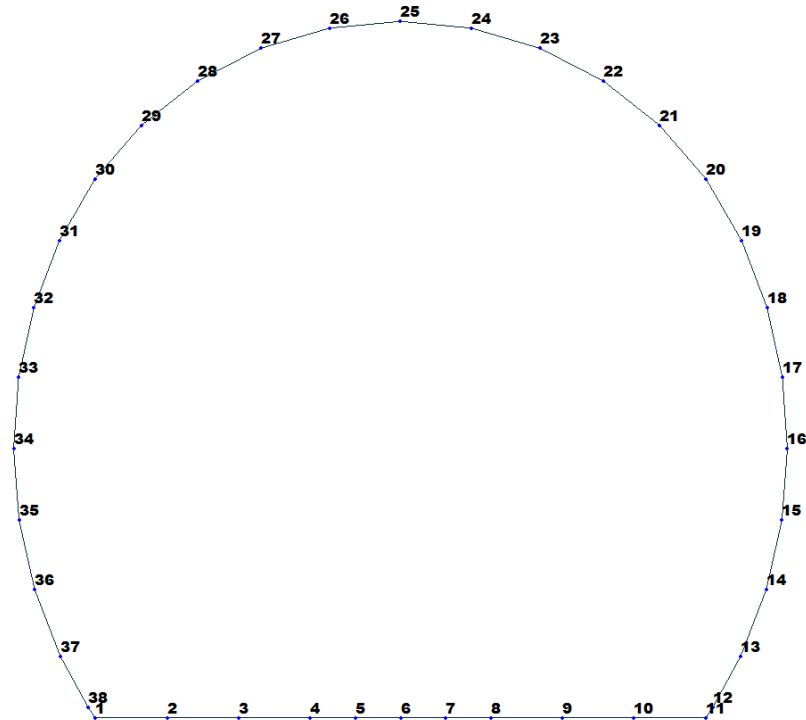


Figure 5 Node numbering

Table 3 Bounderies parameters

Node	Type	SDx (kN/m)	SDz (kN/m)	Stiffness (kN/m)	Direction	Multi-Linear Type	cx (m)	cy (kN)	dx (m)	dy (kN)	ex (m)	ey (kN)
1	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
1	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
2	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
2	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
3	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
3	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
4	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
4	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
5	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
5	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
6	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
6	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
7	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
7	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
8	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
8	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
9	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
9	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
10	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
10	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0

Node	Type	SDx (kN/m)	SDz (kN/m)	Stiffness (kN/m)	Direction	Multi-Linear Type	cx (m)	cy (kN)	dx (m)	dy (kN)	ex (m)	ey (kN)
11	Comp.-only	0	0	1528000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
11	Linear	764000	0	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
12	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
13	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
14	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
15	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
16	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
17	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
18	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
19	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
20	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
21	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
22	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
23	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
24	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
25	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
26	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
27	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
28	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
29	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
30	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
31	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
32	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
33	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
34	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
35	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
36	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
37	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600
38	Multi-Linear	0	0	0	Dz(-)	Unsymmetric	0.01	150	0.10	101800	0.20	203600

A.5.2. Load for T1 and T3 cross section (FdE-V01/06 T1-T3)

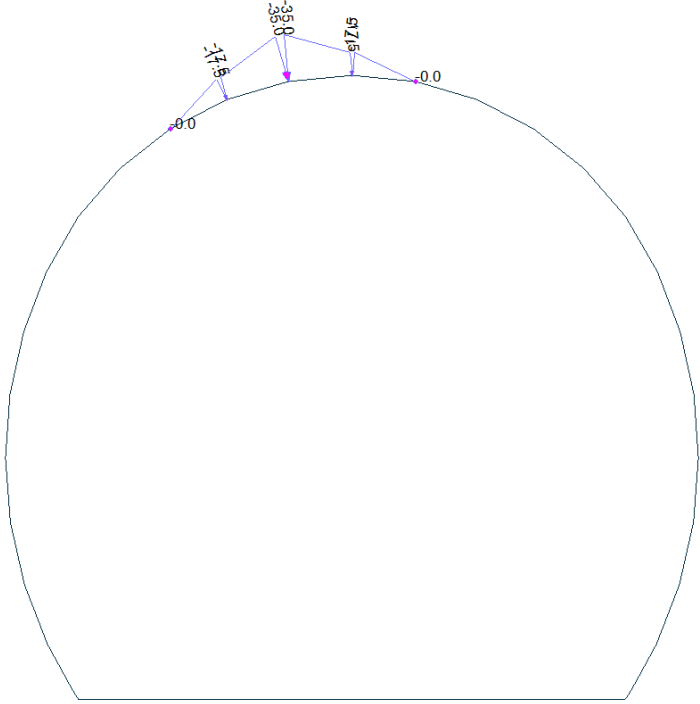


Figure 6 Load G5 – Block analysis

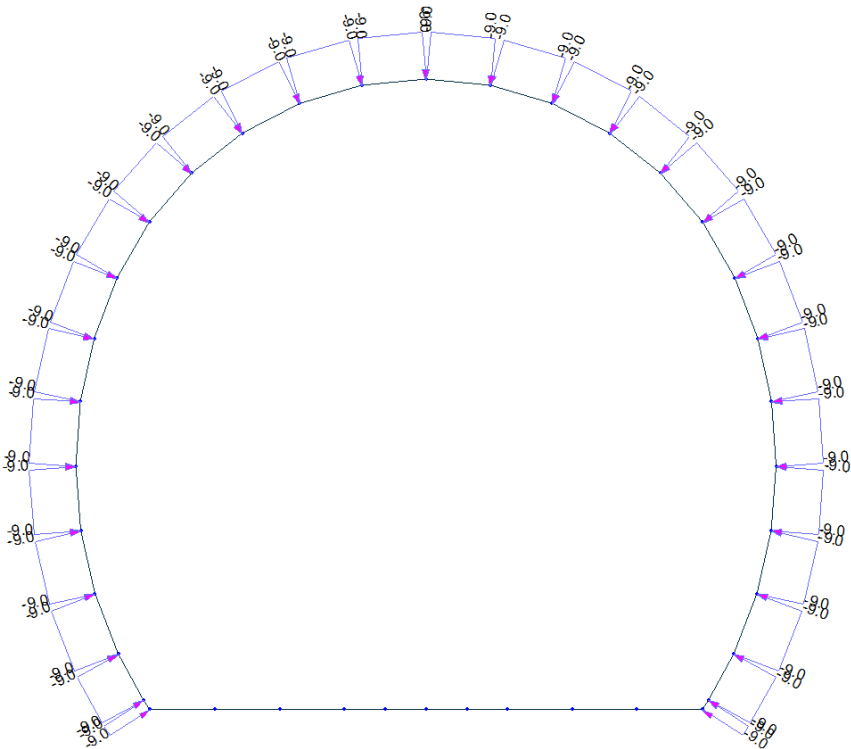


Figure 7 Load G5 – FEM analysis

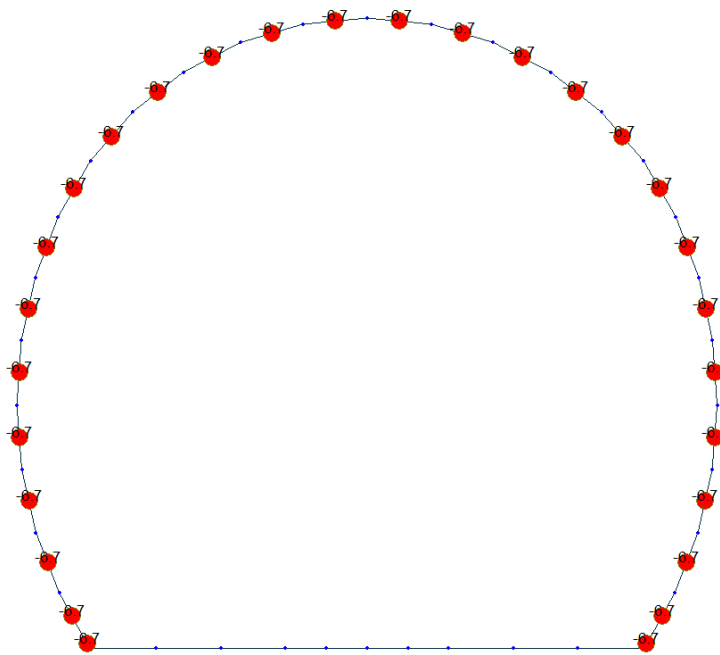


Figure 8 Load G6 SLU

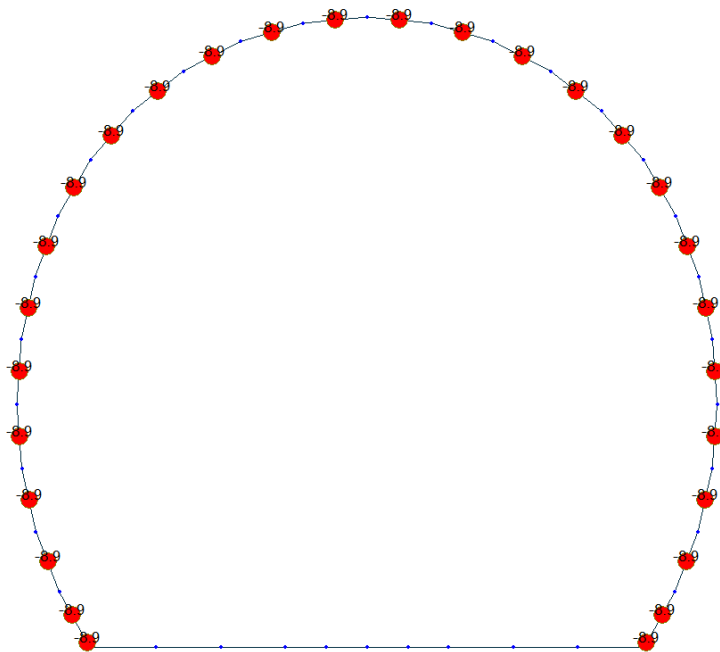


Figure 9 Load G6 SLE

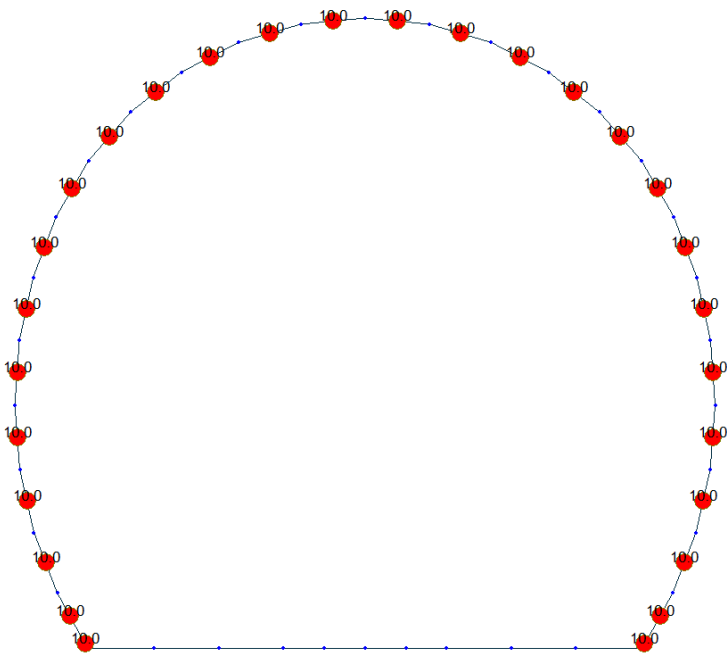


Figure 10 Load Q1 E (Constant temperature)

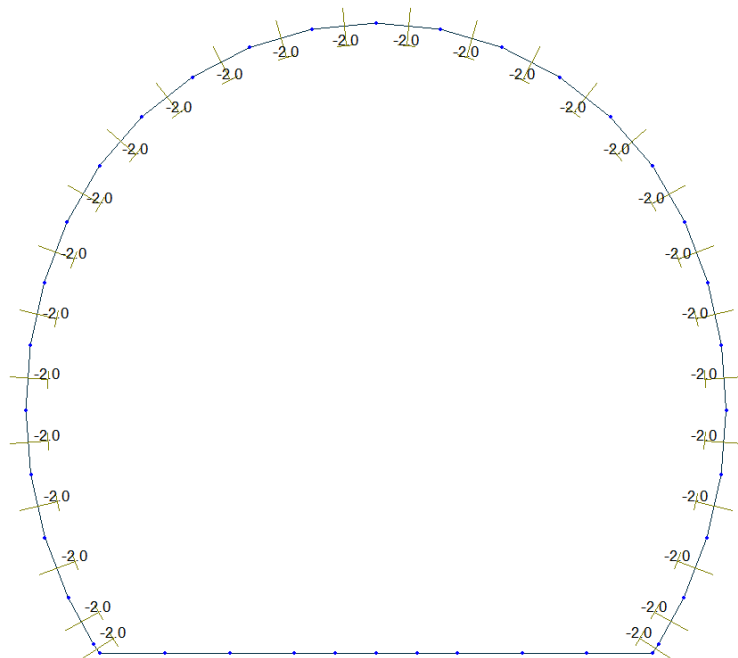


Figure 11 Load Q1 E (Temperature gradient)

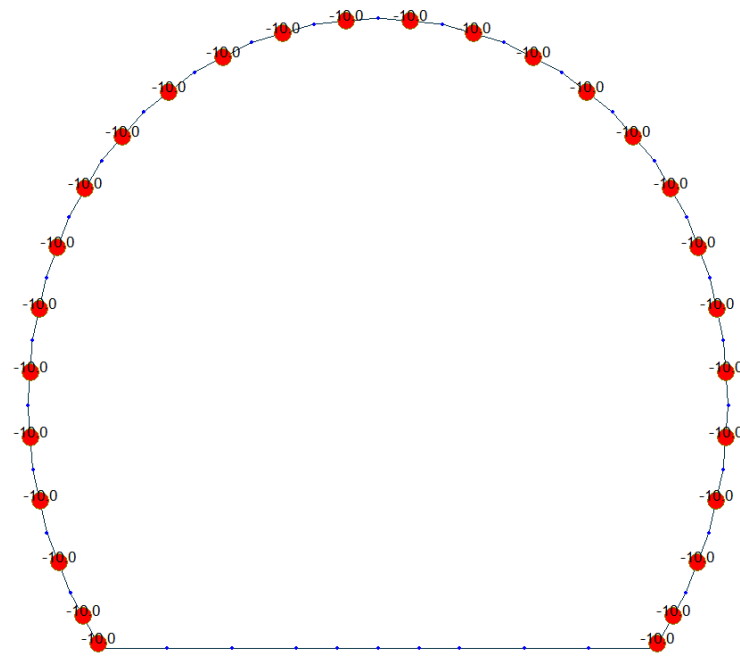


Figure 12 Load Q1 I (Costant temperature)

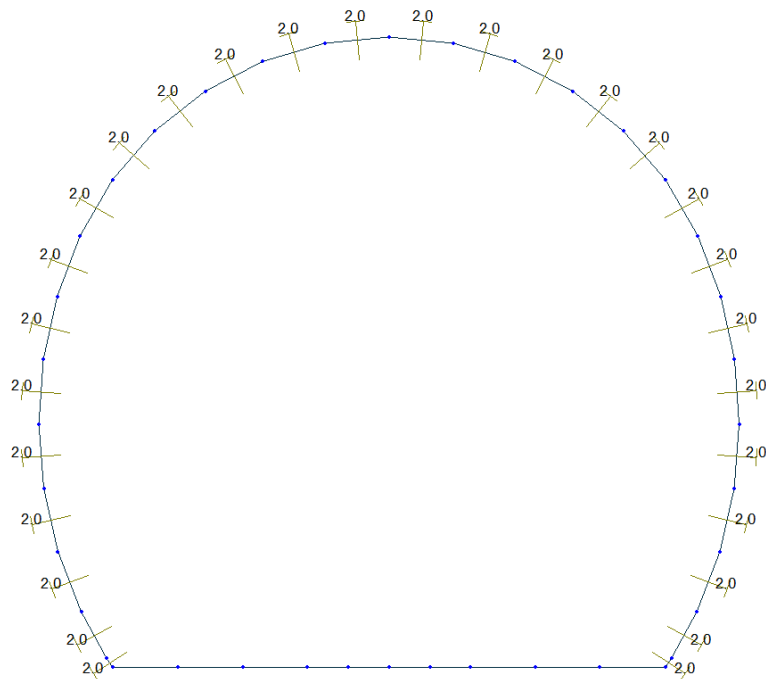


Figure 13 Load Q1 I (Temperature gradient)

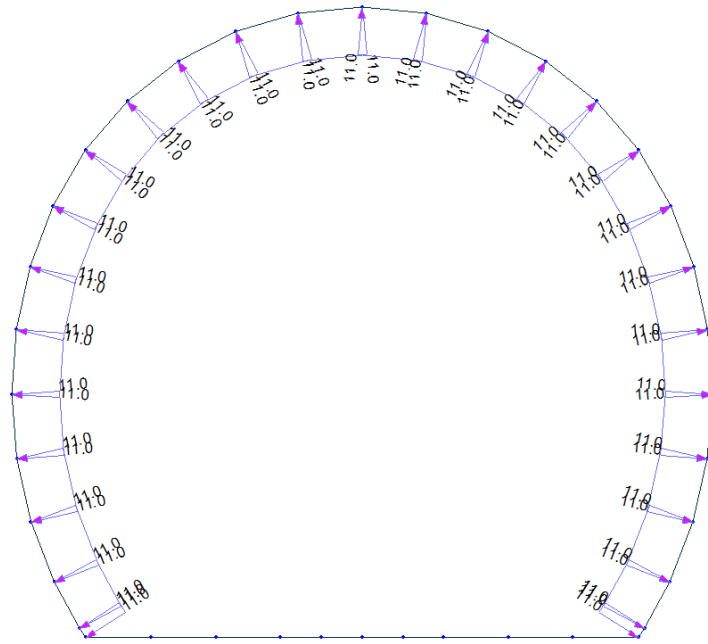


Figure 14 Load A1 Pression

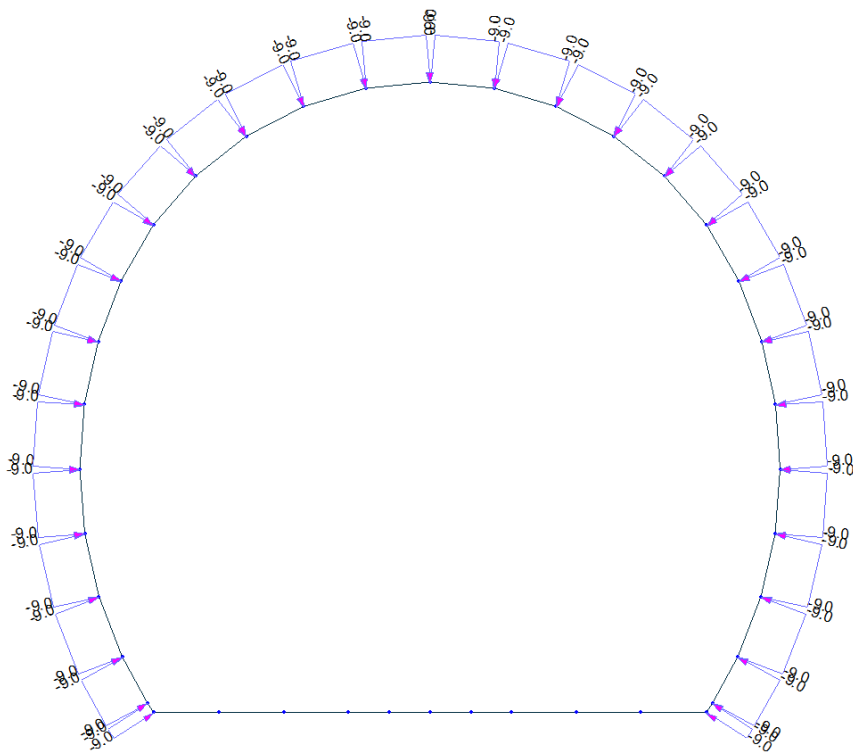


Figure 15 Load A1 Aspiration

A.5.3. Load combinations

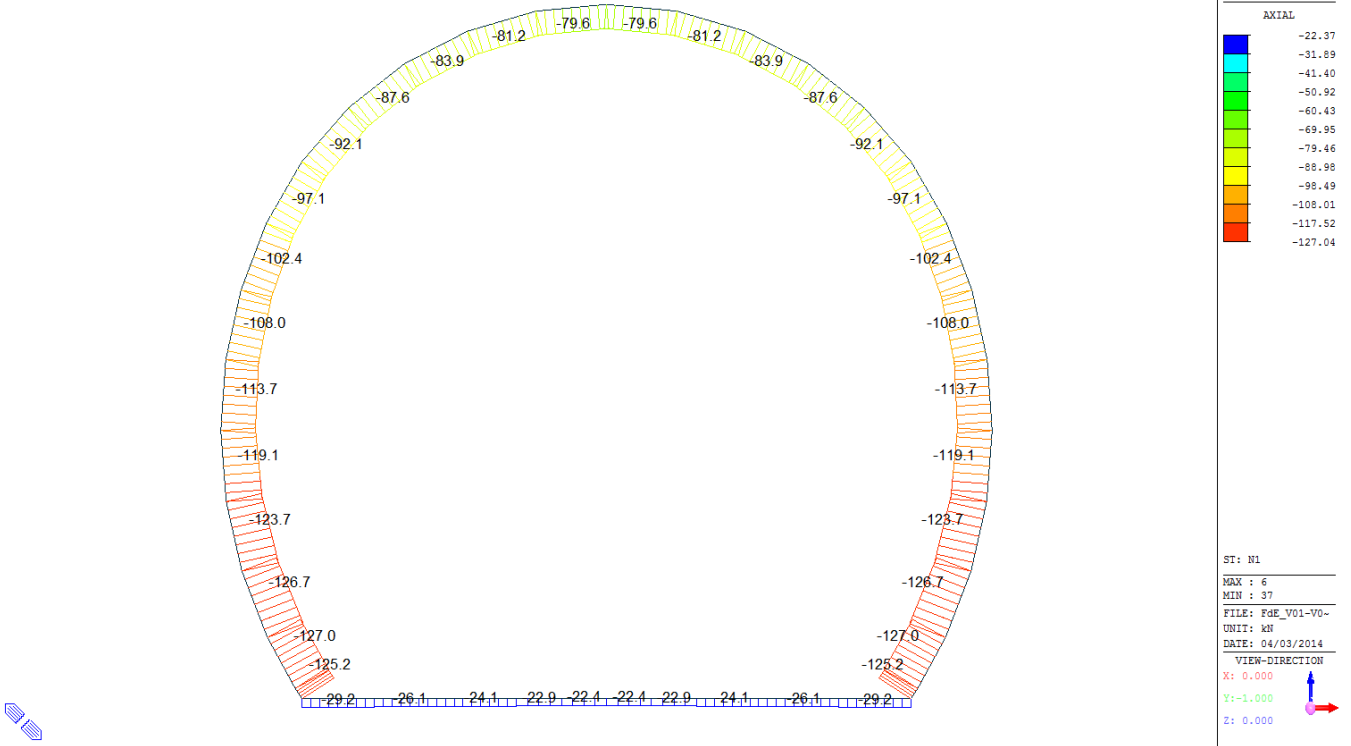
LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE(FACTOR) +	TYPE LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	1	Inactive G1(1.350) +	Add Q1 - E(1.500)	
2	2	Inactive G1(1.350) +	Add G6 - SLU(1.000) +	Q1 - I(1.500)
3	5	Inactive G1(1.350) + + Q1 - E(1.500)	Add G2(1.350) +	G5(1.350)
4	6	Inactive G1(1.350) + + G6 - SLU(1.000) +	Add G2(1.350) + Q1 - I(1.500)	G5(1.350)
5	11	Inactive G1(1.000) + + A1 - P(1.000)	Add G2(1.000) +	Q1 - E(0.600)
6	12	Inactive G1(1.000) + + Q1 - I(0.600) +	Add G2(1.000) + A1 - A(1.000)	G6 - SLU(1.000)
7	21	Strength/Stress G1(1.000) +	Add G5(1.000) +	Q1 - E(0.600)
8	22	Strength/Stress G1(1.000) +	Add G5(1.000) +	G6 - SLU(1.000)
9	SLE - 1	Inactive G1(1.000) +	Add Q1 - E(1.000)	
10	SLE - 2	Inactive G1(1.000) +	Add G6 - SLE(1.000) +	Q1 - I(1.000)
11	SLE - 5	Inactive G1(1.000) + + Q1 - E(1.000)	Add G2(1.000) +	G5(1.000)
12	SLE - 6	Inactive G1(1.000) + + G6 - SLE(1.000) +	Add G2(1.000) + Q1 - I(1.000)	G5(1.000)

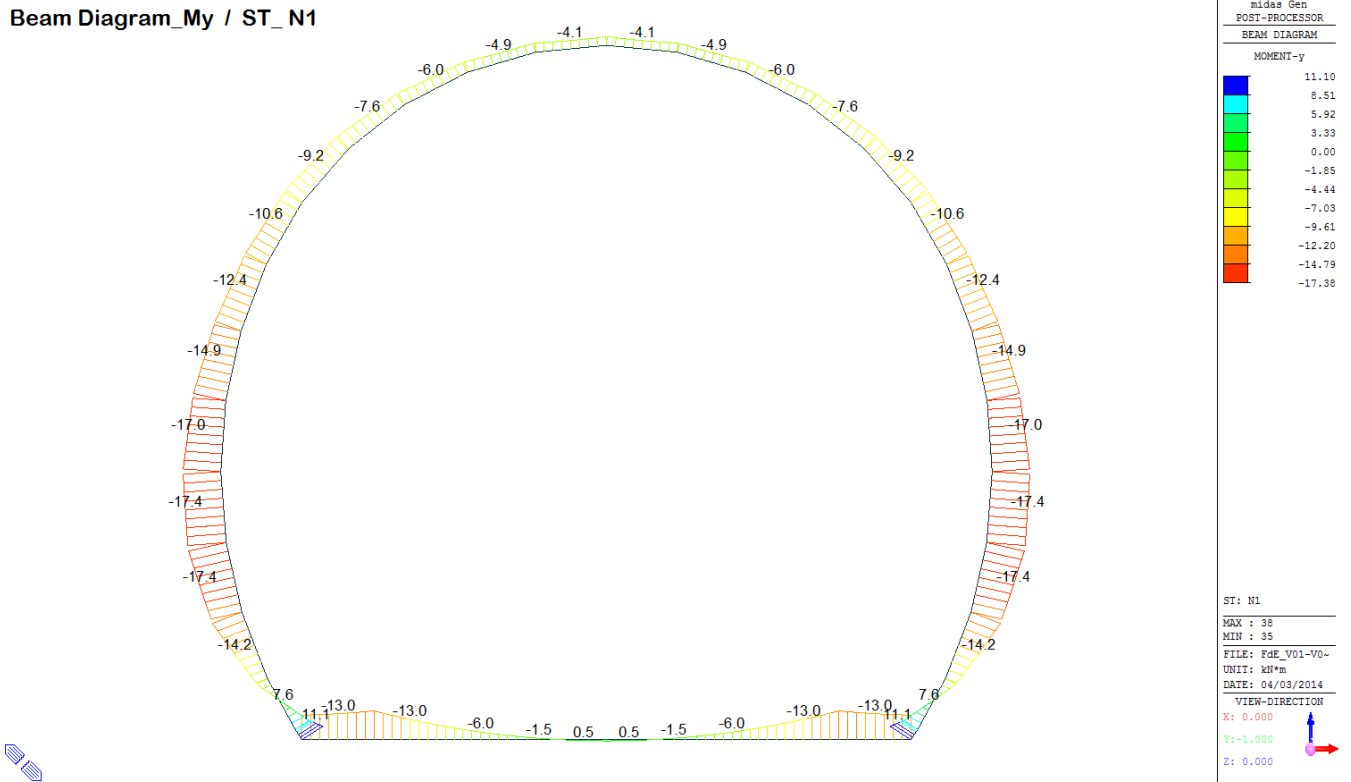
A.5.4. Output and check result for T1 and T3 cross section (FdE- V 01/06 T1-T3)

A.5.4.1. Load combination SLU 1

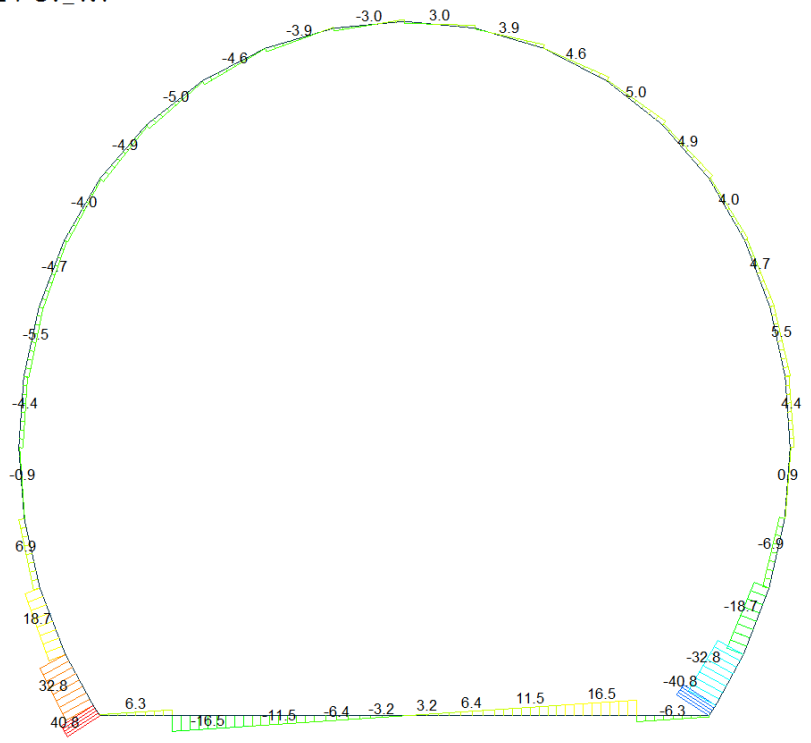
Beam Diagram_Fx / ST_N1



Beam Diagram_My / ST_N1



Beam Diagram_Fz / ST_N1



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

40.78
33.37
25.95
18.54
11.12
3.71
0.00
-11.12
-18.54
-25.95
-33.37
-40.78

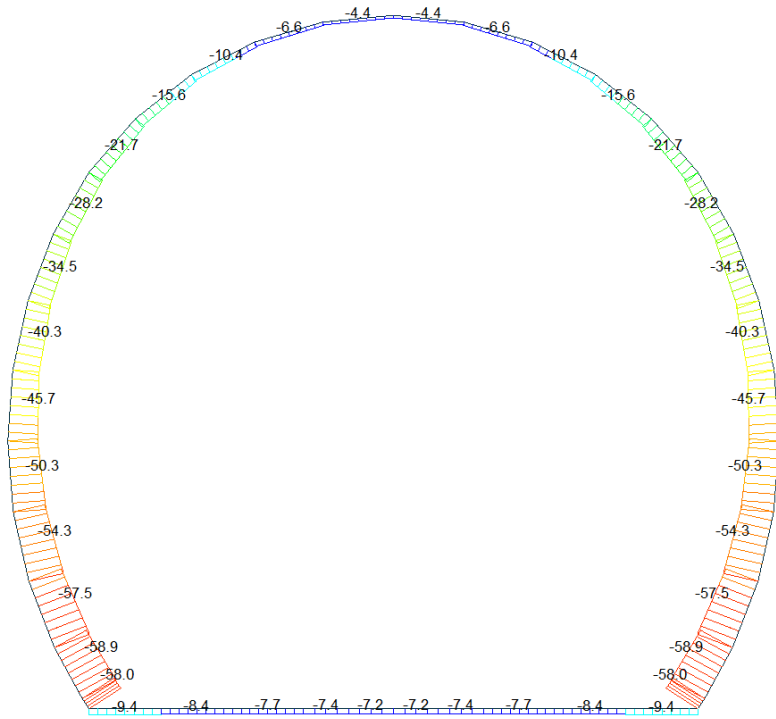
ST: N1
MAX : 38
MIN : 11
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014

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



A.5.4.2. Load combination SLU 2

Beam Diagram_Fx / ST_N2



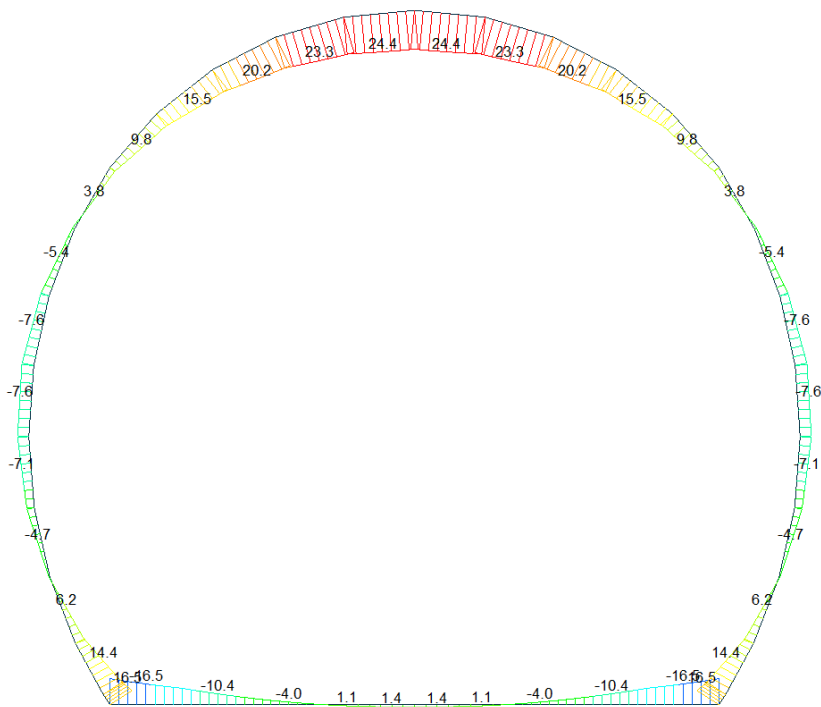
Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-3.89
Cyan	-8.89
Green	-13.89
Light Green	-18.89
Yellow-Green	-23.89
Yellow	-28.88
Orange	-33.88
Light Orange	-38.88
Red-Orange	-43.88
Red	-48.88
Dark Red	-53.88
Dark Red	-58.87

ST: N2
MAX : 24
MIN : 37
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N2



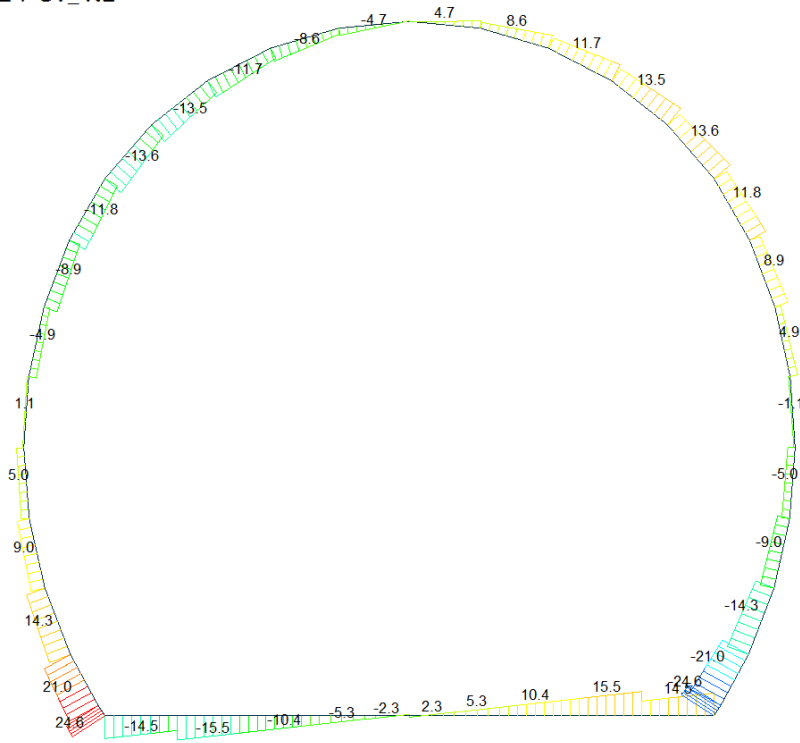
Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Red	24.40
Dark Red	20.68
Red-Orange	16.97
Orange	13.25
Light Orange	9.54
Yellow-Orange	5.82
Yellow	2.10
Light Green	0.00
Green	-5.33
Light Green	-9.05
Cyan	-12.76
Blue	-16.48

ST: N2
MAX : 24
MIN : 1
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N2



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

24.59
20.12
15.65
11.18
6.71
2.24
0.00
-6.71
-11.18
-15.65
-20.12
-24.59

ST: N2

MAX : 38
MIN : 11

FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014

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



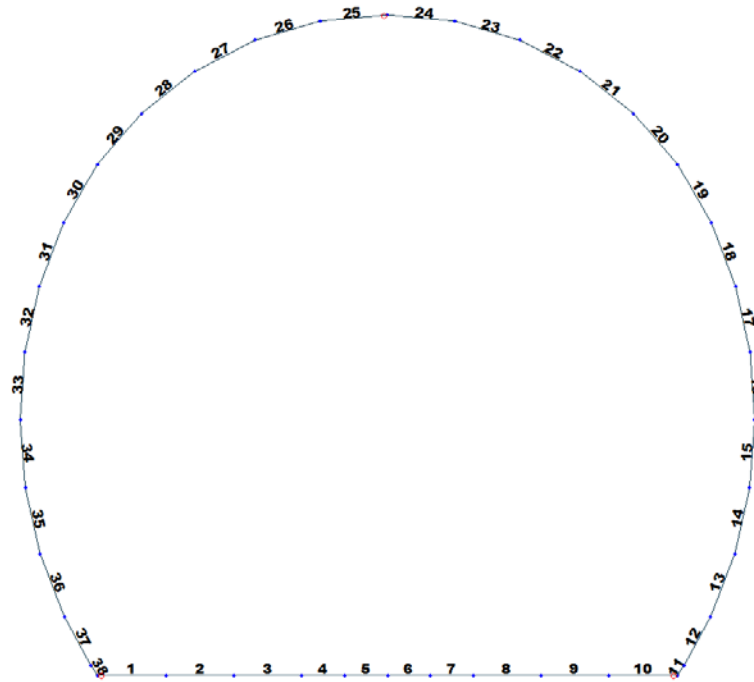


Figure 16 Beam end release

Table 4 Beam end release input value

Element	Type	Fxi	Fyi	Fzi	Mxi	Myi	Mzi	Fxj	Fyj	Fzj	Mxj	Myj	Mzj
1	Value	0	0	0	0	12490	0	0	0	0	0	0	0
11	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12490	0
25	Value	0	0	0	0	2100	0	0	0	0	0	0	0

ITERAZIONE SECONDO IL METODO DI PÖTTLER

CALCOLO CERNIERE PLASTICHE

ITERAZIONE IN NODO 25 i

MIDAS			PÖTTLER		
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000476	[rad/kN ² m]	E_p	26'400'000	[kN/m ²]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	2'100	[kN ² /rad]	d	0.30	[m]
M_{nodo}	1.960	[kN ² m]	e	0.1439	[m]
N_{nodo}	13.620	[kN]	a	0.02	[m]
V_{nodo}	1.300	[kN]	$\varphi_{pöttler}$	0.0008604	[rad]
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI		$Cf_{pöttler}$	0.0004390	[rad/kN ² m]
$\varphi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		$1/Cf_{pöttler}$	2'278	[kN ² /rad]
					0.860412

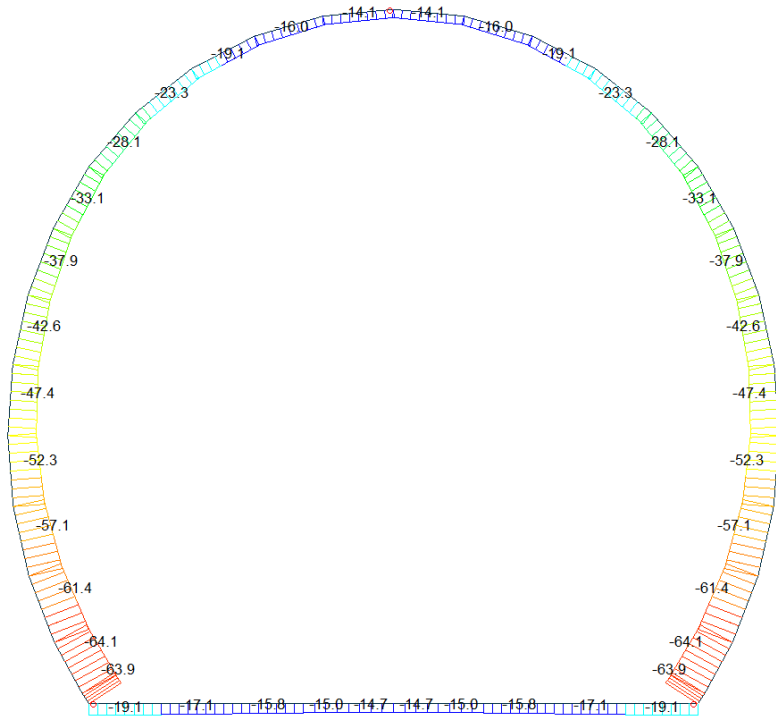
ITERAZIONE IN NODO 11 j

MIDAS			PÖTTLER		
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000080	[rad/kN ² m]	E_p	26'400'000	[kN/m ²]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	12'490	[kN ² /rad]	d	0.30	[m]
M_{nodo}	2.600	[kN ² m]	e	0.1361	[m]
N_{nodo}	19.110	[kN]	a	0.04	[m]
V_{nodo}	3.580	[kN]	$\varphi_{pöttler}$	0.0002022	[rad]
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI		$Cf_{pöttler}$	0.0000778	[rad/kN ² m]
$\varphi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		$1/Cf_{pöttler}$	12'856	[kN ² /rad]
					0.202233

ITERAZIONE IN NODO 1 i

MIDAS			PÖTTLER		
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000080	[rad/kN ² m]	E_p	26'400'000	[kN/m ²]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	12'490	[kN ² /rad]	d	0.30	[m]
M_{nodo}	2.600	[kN ² m]	e	0.1361	[m]
N_{nodo}	19.110	[kN]	a	0.04	[m]
V_{nodo}	3.580	[kN]	$\varphi_{pöttler}$	0.0002022	[rad]
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI		$Cf_{pöttler}$	0.0000778	[rad/kN ² m]
$\varphi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		$1/Cf_{pöttler}$	12'856	[kN ² /rad]
					0.202233

Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_N2

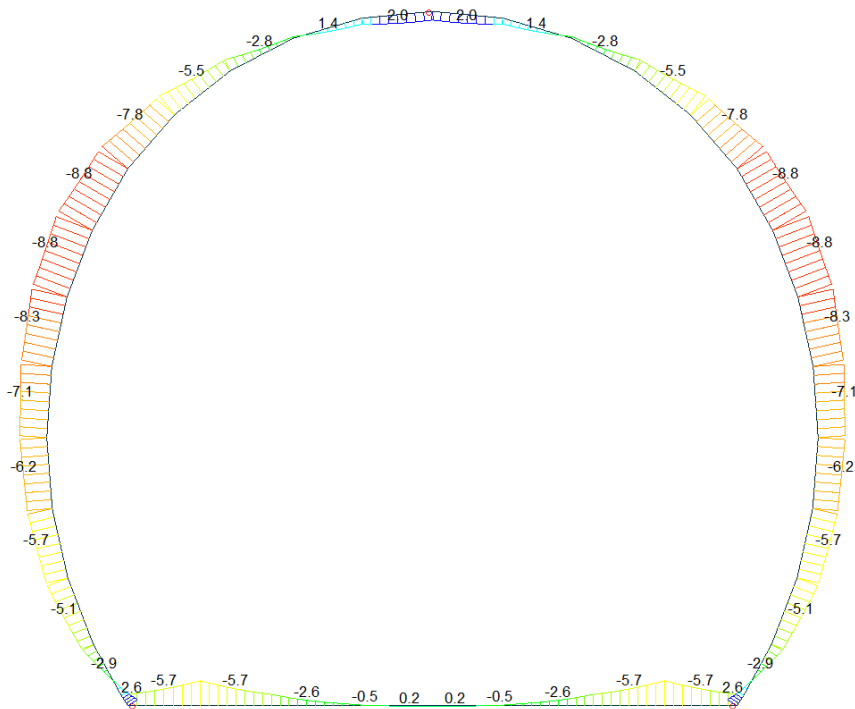


midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

ST: N2
MAX : 24
MIN : 37
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014

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

Beam Diagram_My - Block analysis / ST_N2

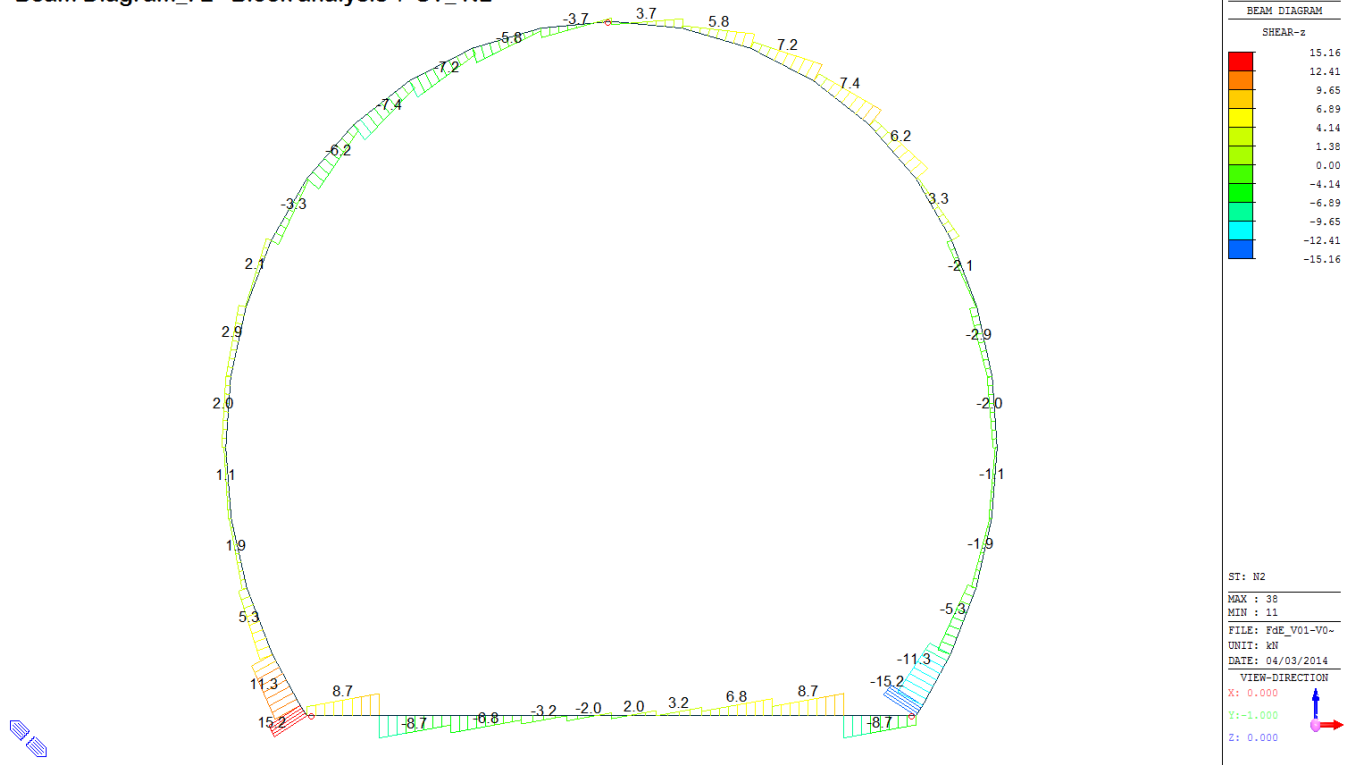


midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

ST: N2
MAX : 38
MIN : 30
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 04/03/2014

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

Beam Diagram_Fz - Block analysis / ST_N2



VERIFICHE SEZIONALI

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
$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctd,95\%}$ [N/mm ²]	1.030	E_s [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI FESSURATE

VERIFICA SEZIONE NODO 25 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 $\sigma_d \leq f_{ctd,95\%}$
N2	26 i	Volta	2.0	13.6	1.3	26'400'000	0.144	0.30	OK	1.49	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\Phi_{Prestier}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN ² /m ² rad]	$1/Cf_{Prestier}$ [kN ² /m ² rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$W_{Prestier}$ [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 $\tau_{cp,max} \leq F_{cvd}$
N2	26 i	0.018	0.8604121	2'100	2'278	OK	0.242	OK	1.03	0.11	7.14	1.61	OK

Iterazione ok

VERIFICA SEZIONE NODO 10 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 $\sigma_d \leq f_{ctd,95\%}$
N2	10 i	Platea Dx	2.6	19.1	3.6	26'400'000	0.136	0.30	OK	0.91	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\Phi_{Prestier}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN ² /m ² rad]	$1/Cf_{Prestier}$ [kN ² /m ² rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$W_{Prestier}$ [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 $\tau_{cp,max} \leq F_{cvd}$
N2	10 i	0.042	0.2022332	12'490	12'856	OK	0.052	OK	1.03	0.13	7.14	1.41	OK

Iterazione ok

VERIFICA SEZIONE NODO 1 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 $\sigma_d \leq f_{ctd,95\%}$
N2	1 i	Platea Sx	2.6	19.1	3.6	26'400'000	0.136	0.30	OK	0.91	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\Phi_{Prestier}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN ² /m ² rad]	$1/Cf_{Prestier}$ [kN ² /m ² rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$W_{Prestier}$ [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 $\tau_{cp,max} \leq F_{cvd}$
N2	1 i	0.042	0.2022332	12'490	12'856	OK	0.052	OK	1.03	0.13	7.14	1.41	OK

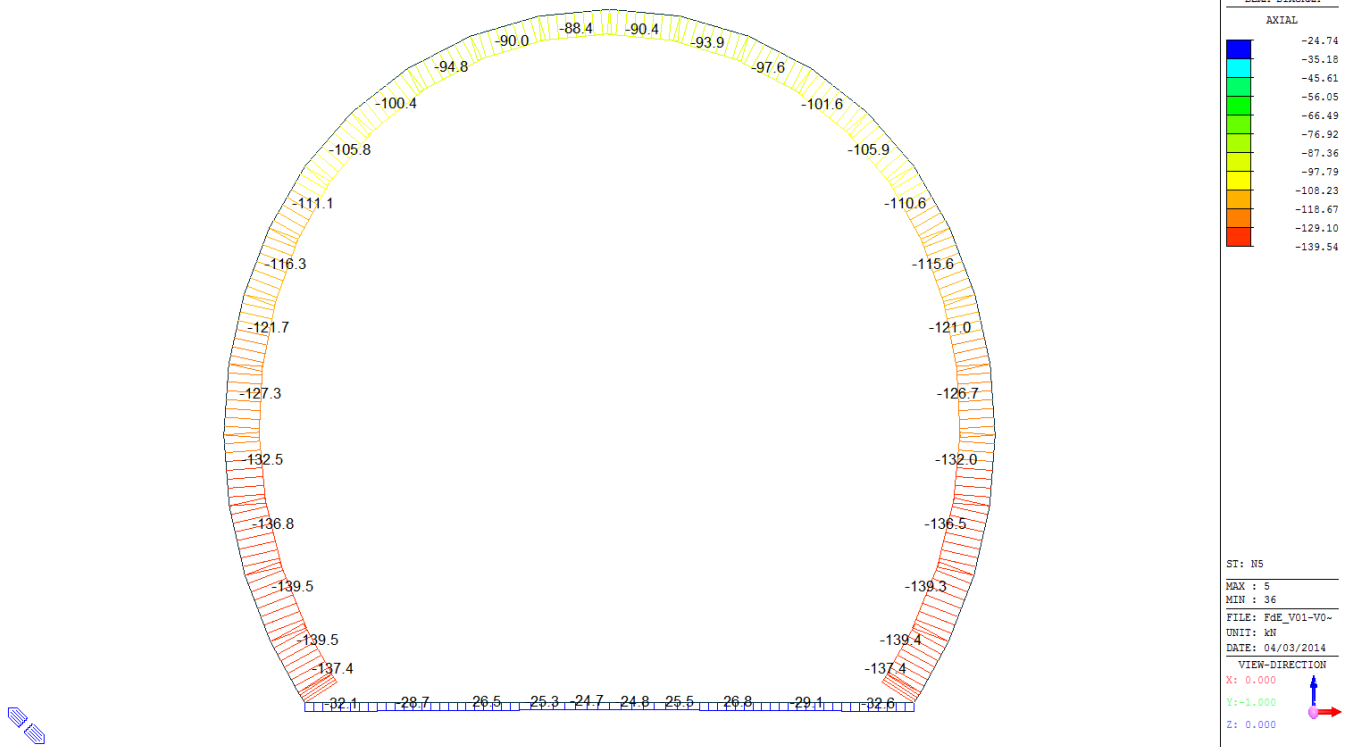
Iterazione ok

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

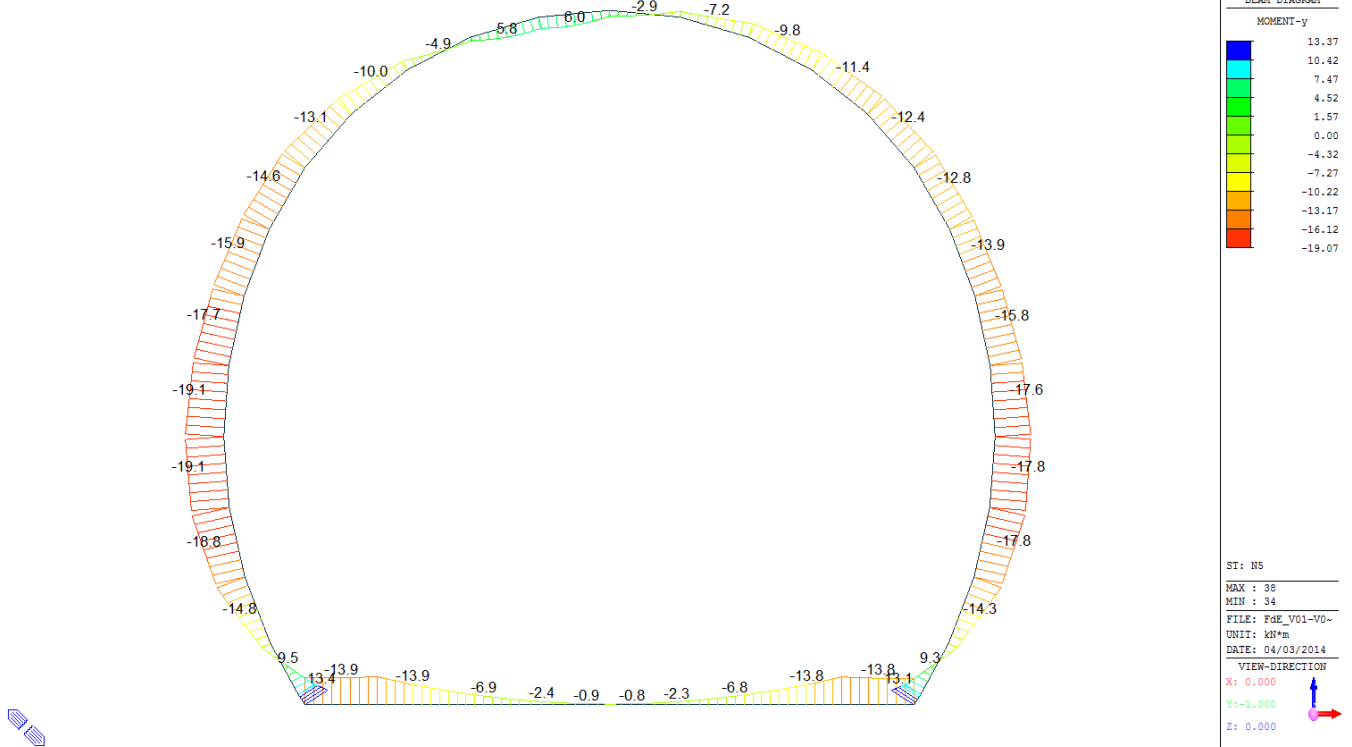
Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M _d [kN-m]	N _d [kN]	V _d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne				Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2				
							σ		τ		f _{ctd,90%}	f _{ctd,90%}		f _{cp}	f _{cp}	f _{ctd(EC2)}	f _{cp}	Verifica a taglio
							sup	inf	sup	inf	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
N2	1	I[1]	-2.6	-19.1	3.6	0.30	-0.24	0.11	-15.36	1.03	OK	0.018	0.119	1.09	OK			
N2	1	J[2]	-5.7	-19.1	8.7	0.30	-0.45	0.32	-15.36	1.03	OK	0.044	0.223	1.14	OK			
N2	2	I[2]	-5.7	-17.1	8.7	0.30	-0.44	0.32	-15.36	1.03	OK	0.044	0.219	1.13	OK			
N2	2	J[3]	-2.6	-17.1	3.7	0.30	-0.23	0.12	-15.36	1.03	OK	0.018	0.116	1.09	OK			
N2	3	I[3]	-2.6	-15.8	6.8	0.30	-0.23	0.12	-15.36	1.03	OK	0.034	0.113	1.08	OK			
N2	3	J[4]	-0.5	-15.8	1.7	0.30	-0.09	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.009	0.053	1.06	OK			
N2	4	I[4]	-0.5	-15.0	3.2	0.30	-0.08	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.016	0.050	1.05	OK			
N2	4	J[5]	0.0	-15.0	0.0	0.30	-0.05	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.000	0.050	1.05	OK			
N2	5	I[5]	0.0	-14.7	2.1	0.30	-0.05	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.010	0.049	1.05	OK			
N2	5	J[6]	0.2	-14.7	1.2	0.30	-0.04	-0.06	-15.36	1.03	OK	0.006	0.049	1.05	OK			
N2	6	I[6]	0.2	-14.7	1.2	0.30	-0.04	-0.06	-15.36	1.03	OK	0.006	0.049	1.05	OK			
N2	6	J[7]	0.0	-14.7	2.1	0.30	-0.05	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.010	0.049	1.05	OK			
N2	7	I[7]	0.0	-15.0	0.0	0.30	-0.05	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.000	0.050	1.05	OK			
N2	7	J[8]	-0.5	-15.0	3.2	0.30	-0.08	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.016	0.050	1.05	OK			
N2	8	I[8]	-0.5	-15.8	1.7	0.30	-0.09	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.009	0.053	1.06	OK			
N2	8	J[9]	-2.6	-15.8	6.8	0.30	-0.23	0.12	-15.36	1.03	OK	0.034	0.113	1.08	OK			
N2	9	I[9]	-2.6	-17.1	3.7	0.30	-0.23	0.12	-15.36	1.03	OK	0.018	0.116	1.09	OK			
N2	9	J[10]	-5.7	-17.1	8.7	0.30	-0.44	0.32	-15.36	1.03	OK	0.044	0.219	1.13	OK			
N2	10	I[10]	-5.7	-19.1	8.7	0.30	-0.45	0.32	-15.36	1.03	OK	0.044	0.223	1.14	OK			
N2	10	J[11]	-2.6	-19.1	3.6	0.30	-0.24	0.11	-15.36	1.03	OK	0.018	0.119	1.09	OK			
N2	11	I[12]	1.3	-63.2	14.7	0.30	-0.12	-0.30	-15.36	1.03	OK	0.073	0.211	1.13	OK			
N2	11	J[11]	2.6	-63.9	15.2	0.30	-0.04	-0.39	-15.36	1.03	OK	0.076	0.213	1.13	OK			
N2	12	I[13]	-2.9	-60.5	9.3	0.30	-0.39	-0.01	-15.36	1.03	OK	0.046	0.202	1.13	OK			
N2	12	J[12]	1.3	-64.1	11.3	0.30	-0.13	-0.30	-15.36	1.03	OK	0.056	0.214	1.13	OK			
N2	13	I[14]	-5.1	-56.7	3.5	0.30	-0.53	0.15	-15.36	1.03	OK	0.017	0.263	1.15	OK			
N2	13	J[13]	-2.9	-61.4	5.3	0.30	-0.40	-0.01	-15.36	1.03	OK	0.027	0.205	1.13	OK			
N2	14	I[15]	-5.7	-52.2	0.8	0.30	-0.56	0.21	-15.36	1.03	OK	0.004	0.278	1.16	OK			
N2	14	J[14]	-5.1	-57.1	1.9	0.30	-0.53	0.15	-15.36	1.03	OK	0.009	0.264	1.15	OK			
N2	15	I[16]	-6.2	-47.2	0.7	0.30	-0.57	0.26	-15.36	1.03	OK	0.004	0.285	1.16	OK			
N2	15	J[15]	-5.7	-52.3	1.1	0.30	-0.56	0.21	-15.36	1.03	OK	0.006	0.278	1.16	OK			
N2	16	I[17]	-7.1	-42.4	2.0	0.30	-0.61	0.33	-15.36	1.03	OK	0.010	0.307	1.17	OK			
N2	16	J[16]	-6.2	-47.4	1.6	0.30	-0.57	0.25	-15.36	1.03	OK	0.008	0.285	1.16	OK			
N2	17	I[18]	-8.3	-37.7	2.9	0.30	-0.68	0.43	-15.36	1.03	OK	0.015	0.339	1.19	OK			
N2	17	J[17]	-7.1	-42.7	1.8	0.30	-0.61	0.33	-15.36	1.03	OK	0.009	0.307	1.17	OK			
N2	18	I[19]	-8.8	-33.2	2.1	0.30	-0.70	0.48	-15.36	1.03	OK	0.010	0.350	1.19	OK			
N2	18	J[18]	-8.3	-37.9	0.3	0.30	-0.68	0.42	-15.36	1.03	OK	0.001	0.339	1.19	OK			
N2	19	I[20]	-7.8	-28.7	0.8	0.30	-0.62	0.43	-15.36	1.03	OK	0.004	0.309	1.17	OK			
N2	19	J[19]	-8.8	-33.1	3.3	0.30	-0.70	0.48	-15.36	1.03	OK	0.017	0.350	1.19	OK			
N2	20	I[21]	-5.6	-24.2	2.9	0.30	-0.45	0.29	-15.36	1.03	OK	0.014	0.225	1.14	OK			
N2	20	J[20]	-7.8	-28.1	6.2	0.30	-0.61	0.43	-15.36	1.03	OK	0.031	0.307	1.17	OK			
N2	21	I[22]	-2.8	-20.1	3.5	0.30	-0.26	0.12	-15.36	1.03	OK	0.017	0.128	1.09	OK			
N2	21	J[21]	-5.6	-23.3	7.4	0.30	-0.45	0.29	-15.36	1.03	OK	0.037	0.224	1.14	OK			
N2	22	I[23]	-0.4	-16.8	2.7	0.30	-0.08	-0.03	-15.36	1.03	OK	0.014	0.056	1.06	OK			
N2	22	J[22]	-2.8	-19.1	7.2	0.30	-0.25	0.12	-15.36	1.03	OK	0.036	0.126	1.09	OK			
N2	23	I[24]	1.4	-14.6	1.0	0.30	0.04	-0.14	-15.36	1.03	OK	0.005	0.069	1.06	OK			
N2	23	J[23]	-0.4	-16.0	5.8	0.30	-0.08	-0.03	-15.36	1.03	OK	0.029	0.053	1.06	OK			
N2	24	I[25]	2.0	-13.6	1.3	0.30	0.09	-0.18	-15.36	1.03	OK	0.007	0.088	1.07	OK			
N2	24	J[24]	1.4	-14.1	3.7	0.30	0.04	-0.14	-15.36	1.03	OK	0.019	0.069	1.06	OK			
N2	25	I[26]	1.4	-14.1	3.7	0.30	0.04	-0.14	-15.36	1.03	OK	0.019	0.069	1.06	OK			
N2	25	J[25]	2.0	-13.6	1.3	0.30	0.09	-0.18	-15.36	1.03	OK	0.007	0.088	1.07	OK			
N2	26	I[27]	-0.4	-16.0	5.8	0.30	-0.08	-0.03	-15.36	1.03	OK	0.029	0.053	1.06	OK			
N2	26	J[26]	1.4	-14.6	1.0	0.30	0.04	-0.14	-15.36	1.03	OK	0.005	0.069	1.06	OK			
N2	27	I[28]	-2.8	-19.1	7.2	0.30	-0.25	0.12	-15.36	1.03	OK	0.036	0.126	1.09	OK			
N2	27	J[27]	-0.4	-16.8	2.7	0.30	-0.08	-0.03	-15.36	1.03	OK	0.014	0.056	1.06	OK			
N2	28	I[29]	-5.6	-23.3	7.4	0.30	-0.45	0.29	-15.36	1.03	OK	0.037	0.224	1.14	OK			
N2	28	J[28]	-2.8	-20.1	3.5	0.30	-0.26	0.12	-15.36	1.03	OK	0.017	0.128	1.09	OK			
N2	29	I[30]	-7.8	-28.1	6.2	0.30	-0.61	0.43	-15.36	1.03	OK	0.031	0.307	1.17	OK			
N2	29	J[29]	-5.6	-24.2	2.9	0.30	-0.45	0.29	-15.36	1.03	OK	0.014	0.225	1.14	OK			
N2	30	I[31]	-8.8	-33.1	3.3	0.30	-0.70	0.48	-15.36	1.03	OK	0.017	0.350	1.19	OK			
N2	30	J[30]	-7.8	-28.7	0.8	0.30	-0.62	0.43	-15.36	1.03	OK	0.004	0.309	1.17	OK			
N2	31	I[32]	-8.3	-37.9	0.3	0.30	-0.68	0.42	-15.36	1.03	OK	0.001	0.339	1.19	OK			
N2	31	J[31]	-8.8	-33.2	2.1	0.30	-0.70	0.48	-15.36	1.03	OK	0.010	0.350	1.19	OK			
N2	32	I[33]	-7.1	-42.7	1.8	0.30	-0.61	0.33	-15.36	1.03	OK	0.009	0.307	1.17	OK			
N2	32	J[32]	-8.3	-37.7	2.9	0.30	-0.68	0.43	-15.36	1.03	OK	0.015	0.339	1.19	OK			
N2	33	I[34]	-6.2	-47.4	1.6	0.30	-0.57	0.25	-15.36	1.03	OK	0.008	0.285	1.16	OK			
N2	33	J[33]	-7.1	-42.4	2.0	0.30	-0.61	0.33	-15.36	1.03	OK	0.010	0.307	1.17	OK			
N2	34	I[35]	-5.7	-52.3	1.1	0.30	-0.56	0.21	-15.36	1.03	OK	0.006	0.278	1.16	OK			
N2	34	J[34]	-6.2	-47.2	0.7	0.30	-0.57	0.26	-15.36	1.03	OK	0.004	0.285	1.16	OK			
N2	35	I[36]	-5.1	-57.1	1.9	0.30	-0.53	0.15	-15.36	1.03	OK	0.009	0.264	1.15	OK			
N2	35	J[35]	-5.7	-52.2	0.8	0.30	-0.56	0.21	-15.36	1.03	OK	0.004	0.278	1.16	OK			
N2	36	I[37]	-2.9	-61.4	5.3	0.30	-0.40	-0.01	-15.36	1.03	OK	0.027	0.205	1.13	OK			
N2	36	J[36]	-5.1	-56.7	3.5	0.30	-0.53	0.15	-15.36	1.03	OK	0.017	0.263	1.15	OK			
N2	37	I[38]	1.3	-64.1	11.3	0.30	-0.13	-0.30	-15.36	1.03	OK	0.056	0.214	1.13	OK			
N2	37	J[37]	-2.9	-60.5	9.3	0.30	-0.39	-0.01	-15.36	1.03	OK	0.046	0.202	1.13	OK			
N2	38	I[1]	2.6	-63.9	15.2	0.30	-0.04	-0.39	-15.36	1.03	OK	0.076	0.213	1.13	OK			
N2	38	J[38]	1.3	-63.2	14.7	0.30	-0.12	-0.30	-15.36	1.03	OK	0.073	0.211	1.13	OK			

A.5.4.3. Load combination SLU 5 Block analysis

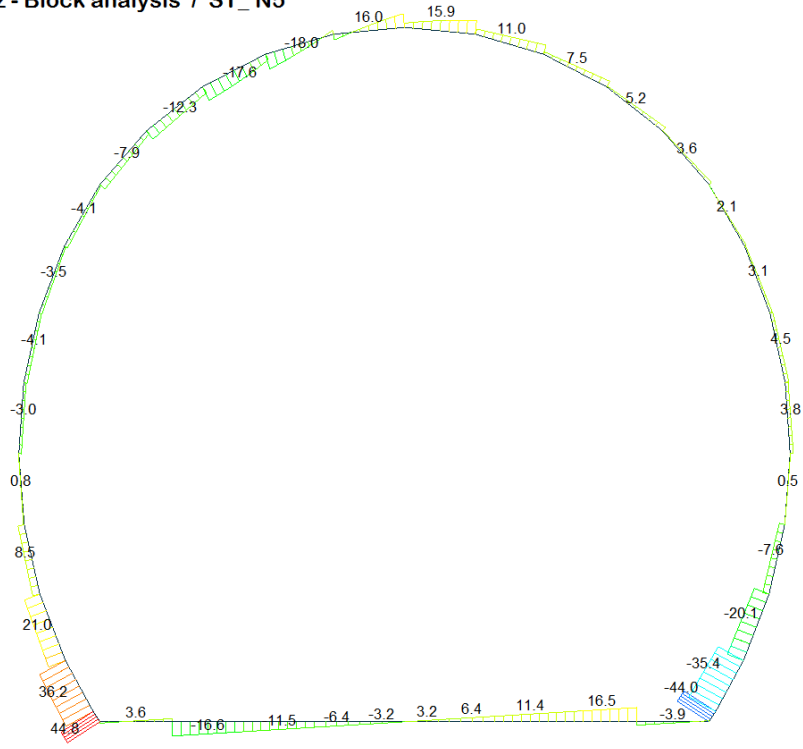
Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_N5



Beam Diagram_My - Block analysis / ST_N5



Beam Diagram_Fz - Block analysis / ST_ N5



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

44.79
36.72
28.65
20.58
12.51
4.44
0.00
-11.70
-19.77
-27.84
-35.91
-43.98

ST: NS

MAX : 38
MIN : 11

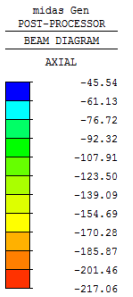
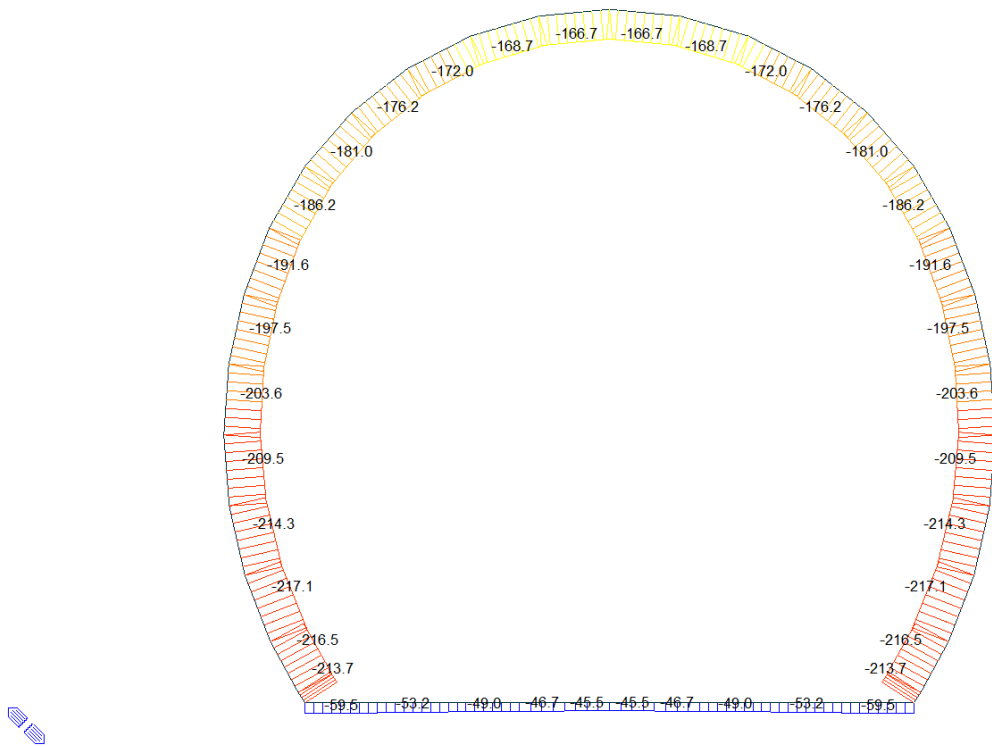
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014

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



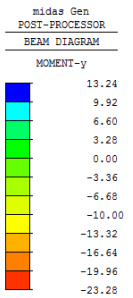
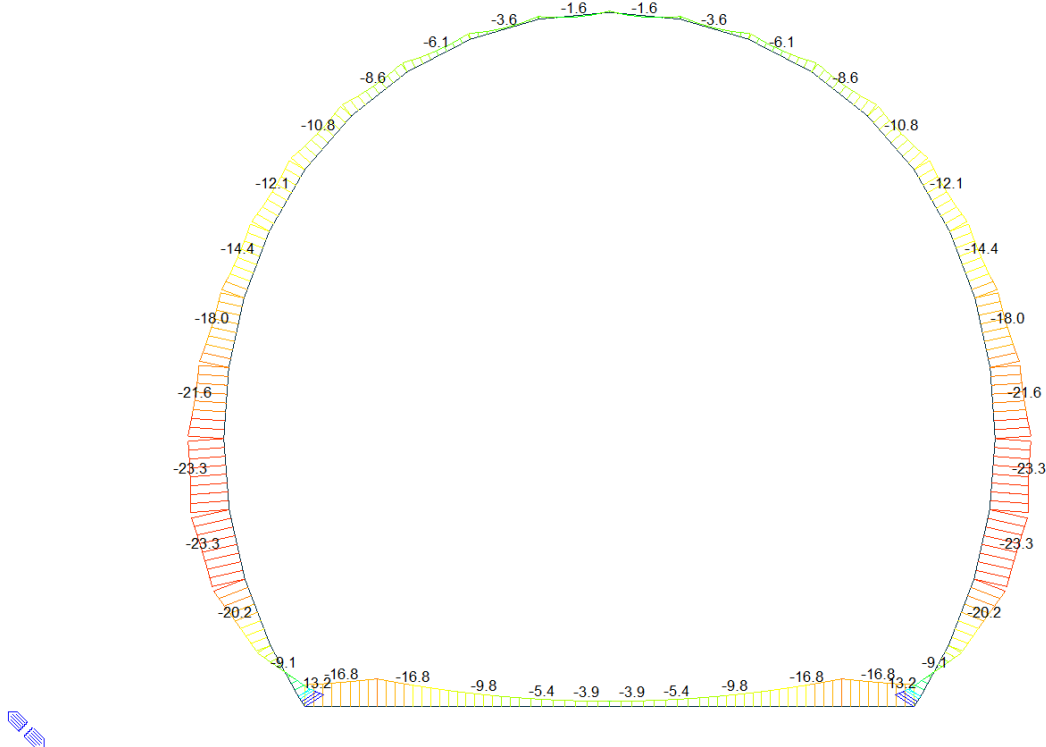
A.5.4.4. Load combination SLU 5 FEM analysis

Beam Diagram_Fx - FEM analysis / ST_N5



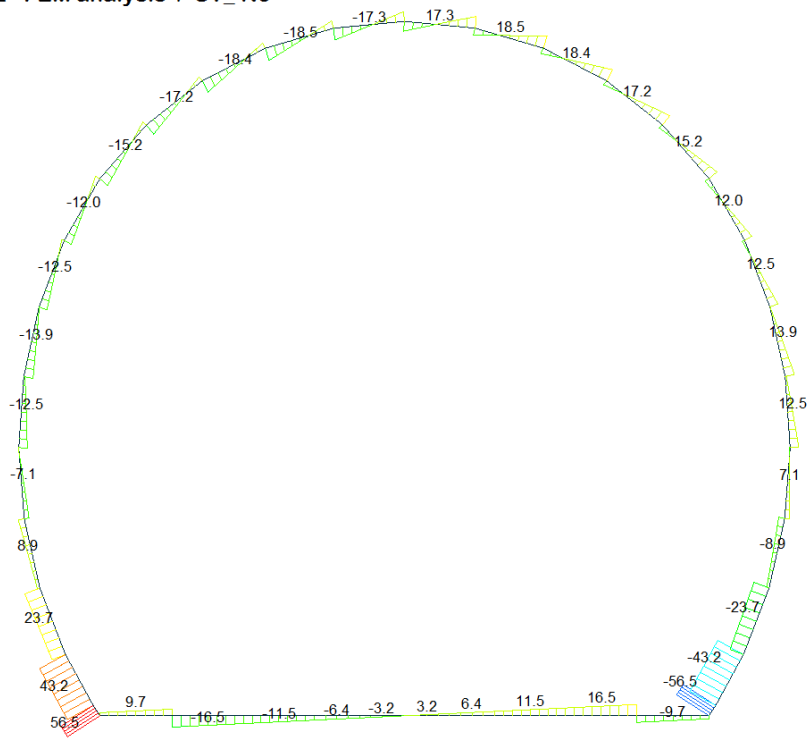
ST: NS
 MAX : 5
 MIN : 36
 FILE: FdE_V01-V0-
 UNIT: kN
 DATE: 04/03/2014
 VIEW-DIRECTION
 X: 0.000
 Y: -1.000
 Z: 0.000

Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_N5



ST: NS
 MAX : 38
 MIN : 34
 FILE: FdE_V01-V0-
 UNIT: kN*m
 DATE: 04/03/2014
 VIEW-DIRECTION
 X: 0.000
 Y: -1.000
 Z: 0.000

Beam Diagram_Fz - FEM analysis / ST_N5



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

56.52
46.24
35.96
25.69
15.41
5.14
0.00
-5.14
-15.41
-25.69
-35.96
-46.24
-56.52

ST: NS

MAX : 38
MIN : 11

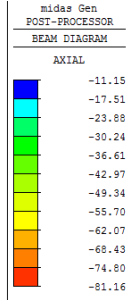
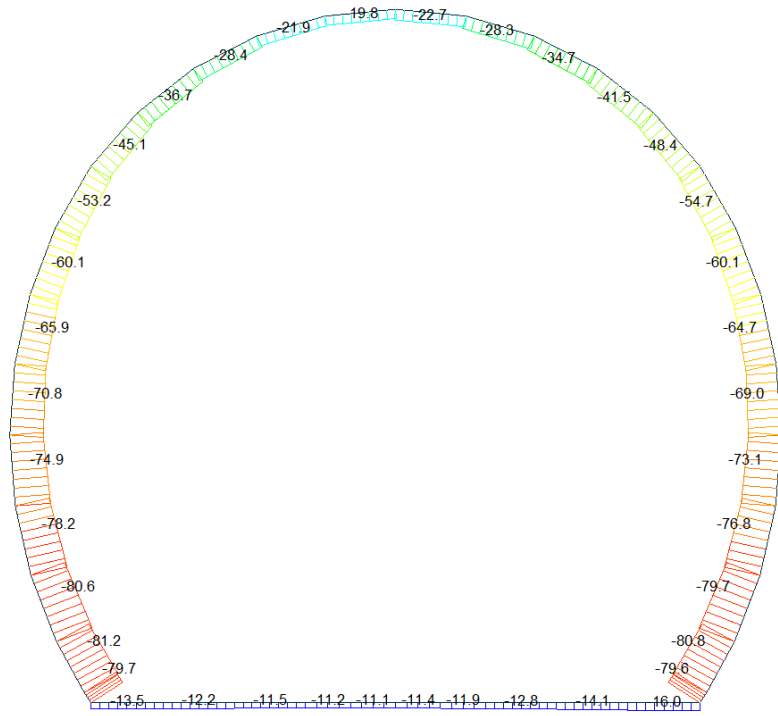
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014

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



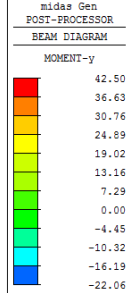
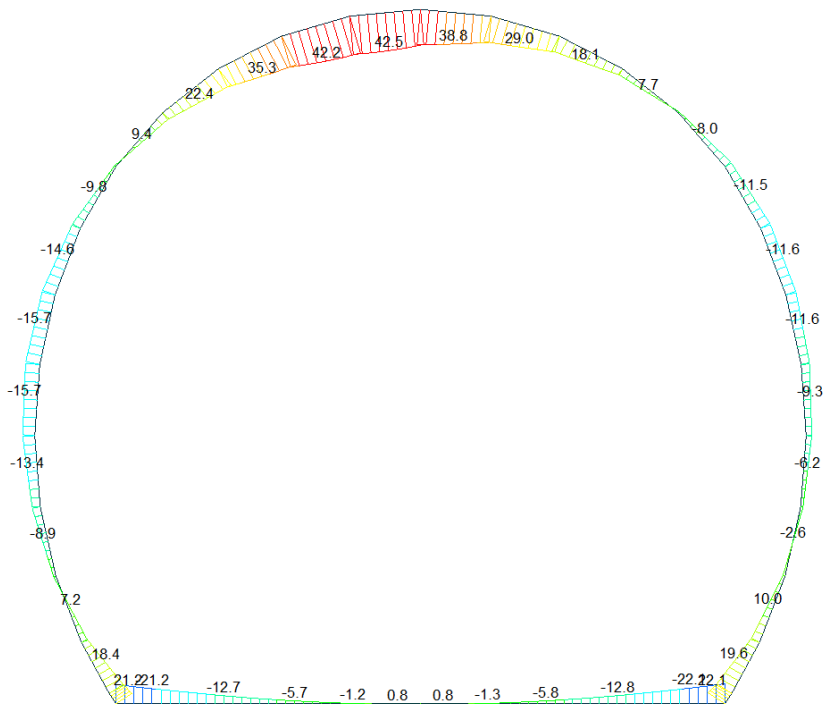
A.5.4.5. Load combination SLU 6 Block analysis

Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_N6



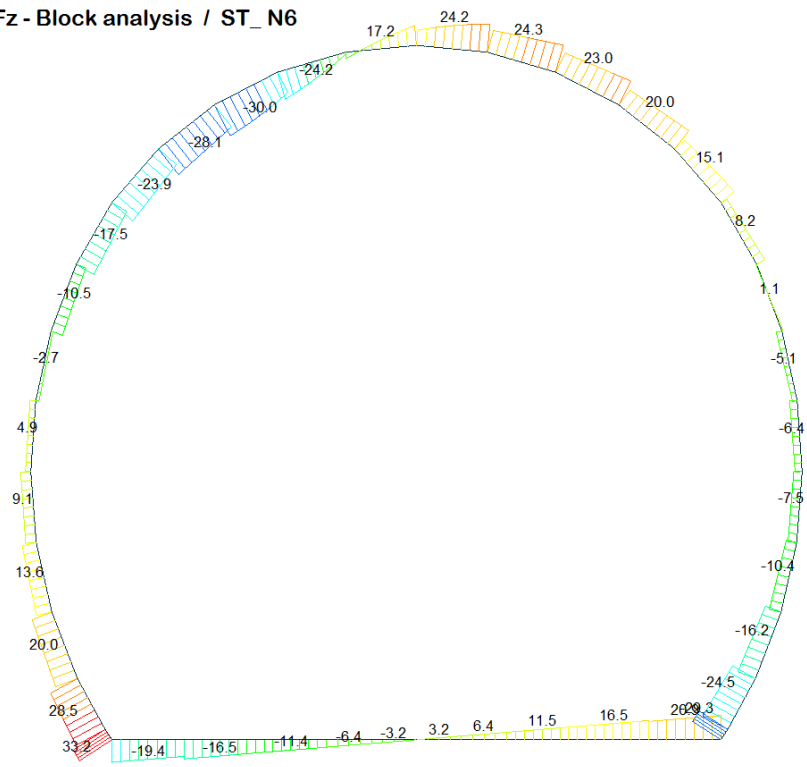
ST: N6
MAX : 5
MIN : 37
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: KN
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - Block analysis / ST_N6



ST: N6
MAX : 25
MIN : 10
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: KN*m
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz - Block analysis / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

33.24
27.49
21.74
15.99
10.24
4.49
0.00
-7.01
-12.76
-18.51
-24.26
-30.01

ST: N6
MAX : 38
MIN : 27
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014

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



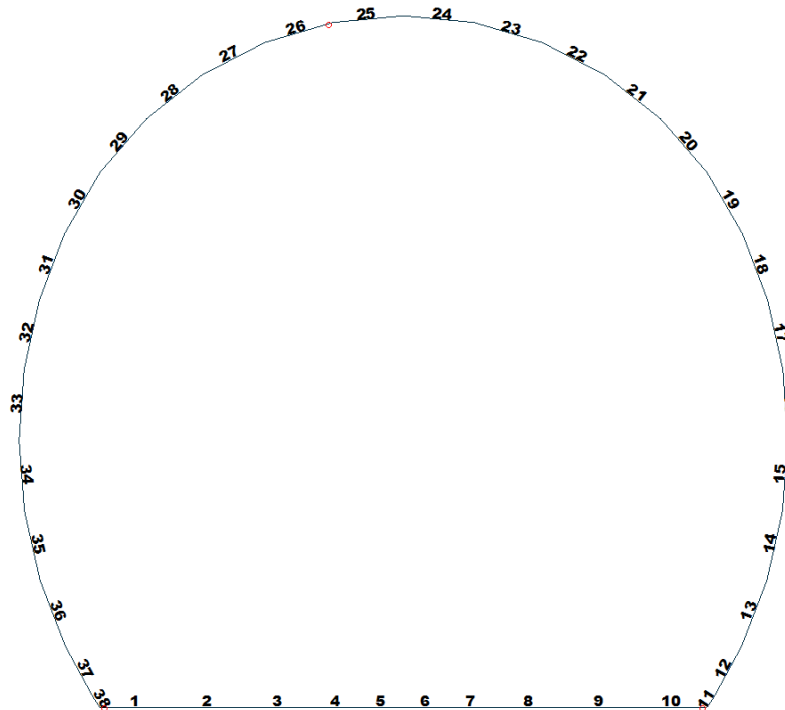


Figure 17 Beam end release

Table 5 Beam end release input value

Element	Type	Fxi	Fyi	Fzi	Mxi	Myi	Mzi	Fxj	Fyj	Fzj	Mxj	Myj	Mzj
1	Value	0	0	0	0	22350	0	0	0	0	0	0	0
11	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28000	0
26	Value	0	0	0	0	3980	0	0	0	0	0	0	0

ITERAZIONE SECONDO IL METODO DI PÖTTLER

CALCOLO CERNIERE PLASTICHE

ITERAZIONE IN NODO 26 i

MIDAS			PÖTTLER			
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000251	[rad/kN*m]	E_p	26'400'000	[kN/m ²]	
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	3'980	[kN*m/rad]	d	0.30	[m]	
M_{nodo}	5.710	[kN*m]	e	0.1423	[m]	
N_{nodo}	40.130	[kN]	a	0.02	[m]	
V_{nodo}	6.200	[kN]	$\varphi_{pöttler}$	0.0015457	[rad]	1.545681
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI		$Cf_{pöttler}$	0.0002707	[rad/kN*m]	
$\varphi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		$1/Cf_{pöttler}$	3'694	[kN*m/rad]	

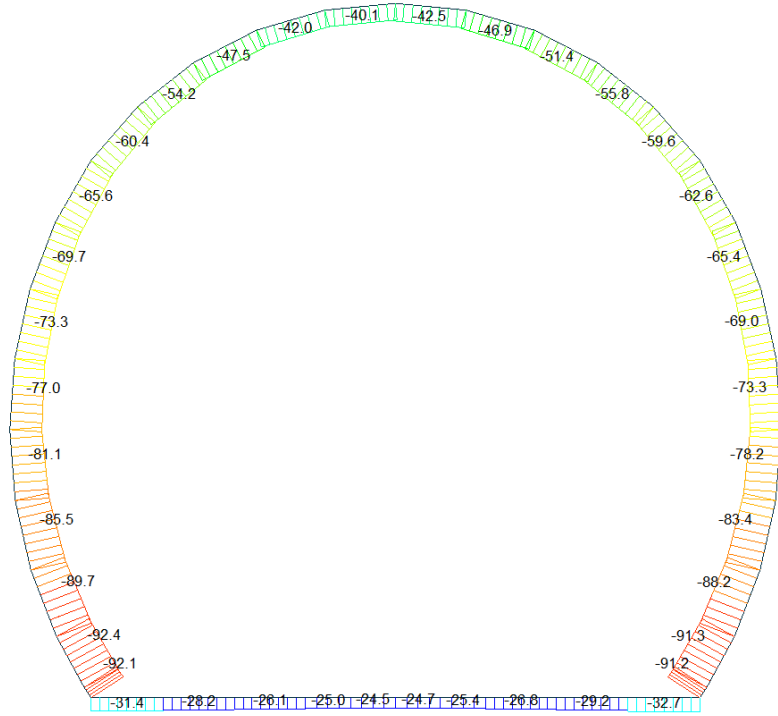
ITERAZIONE IN NODO 11 j

MIDAS			PÖTTLER			
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000036	[rad/kN*m]	E_p	26'400'000	[kN/m ²]	
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	28'000	[kN*m/rad]	d	0.30	[m]	
M_{nodo}	4.260	[kN*m]	e	0.1304	[m]	
N_{nodo}	32.680	[kN]	a	0.06	[m]	
V_{nodo}	4.970	[kN]	$\varphi_{pöttler}$	0.0001545	[rad]	0.154539
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI		$Cf_{pöttler}$	0.0000363	[rad/kN*m]	
$\varphi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		$1/Cf_{pöttler}$	27'566	[kN*m/rad]	

ITERAZIONE IN NODO 1 i

MIDAS			PÖTTLER			
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000045	[rad/kN*m]	E_p	26'400'000	[kN/m ²]	
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	22'350	[kN*m/rad]	d	0.30	[m]	
M_{nodo}	4.160	[kN*m]	e	0.1325	[m]	
N_{nodo}	31.400	[kN]	a	0.05	[m]	
V_{nodo}	5.440	[kN]	$\varphi_{pöttler}$	0.0001958	[rad]	0.195846
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI		$Cf_{pöttler}$	0.0000471	[rad/kN*m]	
$\varphi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI		$1/Cf_{pöttler}$	21'241	[kN*m/rad]	

Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_N6



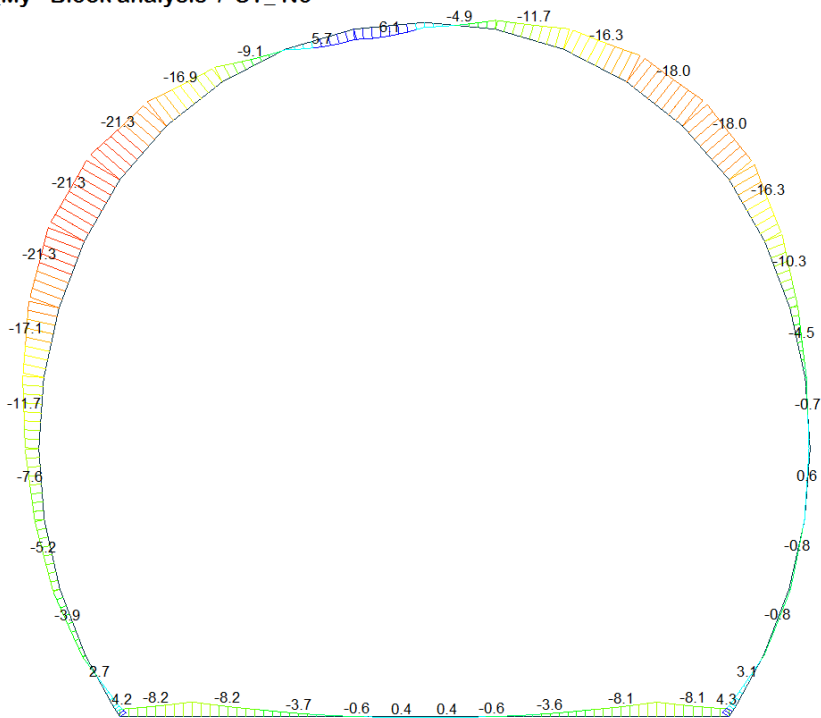
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-24.55
Cyan	-30.72
Green	-36.88
Light Green	-43.05
Yellow-Green	-49.21
Yellow	-55.38
Orange	-61.54
Red-Orange	-67.71
Red	-73.87
Dark Red	-80.04
Dark Red	-86.21
Dark Red	-92.37

ST: N6
MAX : 5
MIN : 37
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - Block analysis / ST_N6



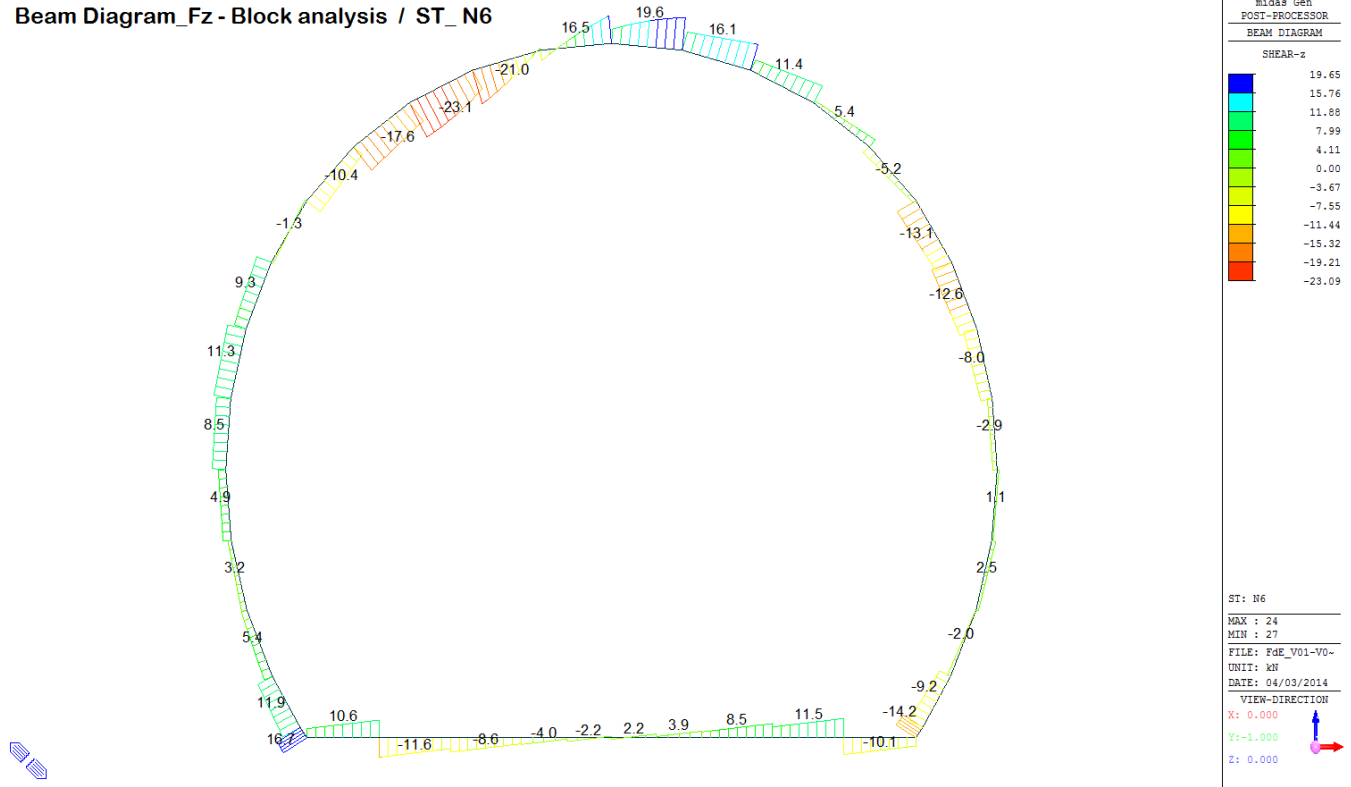
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	6.05
Cyan	3.57
Green	0.00
Light Green	-1.40
Yellow-Green	-3.89
Yellow	-6.38
Orange	-8.86
Red-Orange	-11.35
Red	-13.83
Dark Red	-16.32
Dark Red	-18.80
Dark Red	-21.29

ST: N6
MAX : 25
MIN : 30
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz - Block analysis / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

19.65
15.76
11.88
7.99
4.11
0.00
-3.67
-7.55
-11.44
-15.32
-19.21
-23.09

ST: N6
MAX: 24
MIN: 27
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICHE SEZIONALI

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ct} [N/mm ²]	30.71	$f_{ctm,0.95}$ [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
$f_{ctd,90\%}$ [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 26 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 $\sigma_d < f_{ctd,90\%}$
N6	26 i	Volta	5.7	40.1	6.2	26'400'000	0.142	0.30	OK	3.47	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\psi_{Posterior}$ [rad]	$1/C_{f,MIDAS}$ [kN'm/rad]	$1/C_{f,Posterior}$ [kN'm/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{Posterior}$ [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 $\tau_{cp,max} \leq F_{cvd}$
N6	26 i	0.023	1.5456813	3'980	3'694	OK	0.428	OK	1.03	0.40	7.14	2.15	OK

Iterazione ok

VERIFICA SEZIONE NODO 10 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 $\sigma_d < f_{ctd,90\%}$
N6	10 i	Platea Dx	4.3	32.7	5.0	26'400'000	0.130	0.30	OK	1.11	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\psi_{Posterior}$ [rad]	$1/C_{f,MIDAS}$ [kN'm/rad]	$1/C_{f,Posterior}$ [kN'm/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{Posterior}$ [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 $\tau_{cp,max} \leq F_{cvd}$
N6	10 i	0.059	0.1545394	28'000	27'566	OK	0.037	OK	1.03	0.13	7.14	1.48	OK

Iterazione ok

VERIFICA SEZIONE NODO 1 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 $\sigma_d < f_{ctd,90\%}$
N6	1 i	Platea Sx	4.2	31.4	5.4	26'400'000	0.132	0.30	OK	1.20	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\psi_{Posterior}$ [rad]	$1/C_{f,MIDAS}$ [kN'm/rad]	$1/C_{f,Posterior}$ [kN'm/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{Posterior}$ [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 $\tau_{cp,max} \leq F_{cvd}$
N6	1 i	0.053	0.1958461	22'350	21'241	OK	0.048	OK	1.03	0.16	7.14	1.51	OK

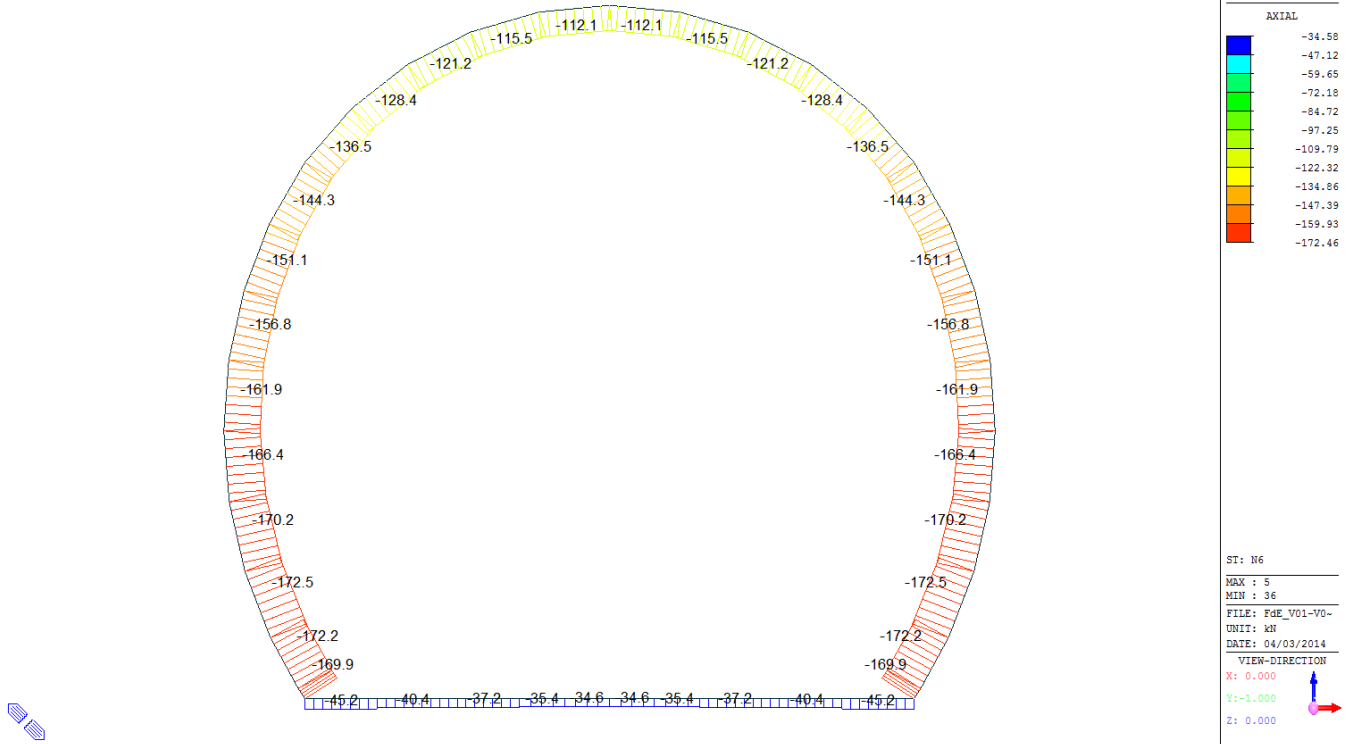
Iterazione ok

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

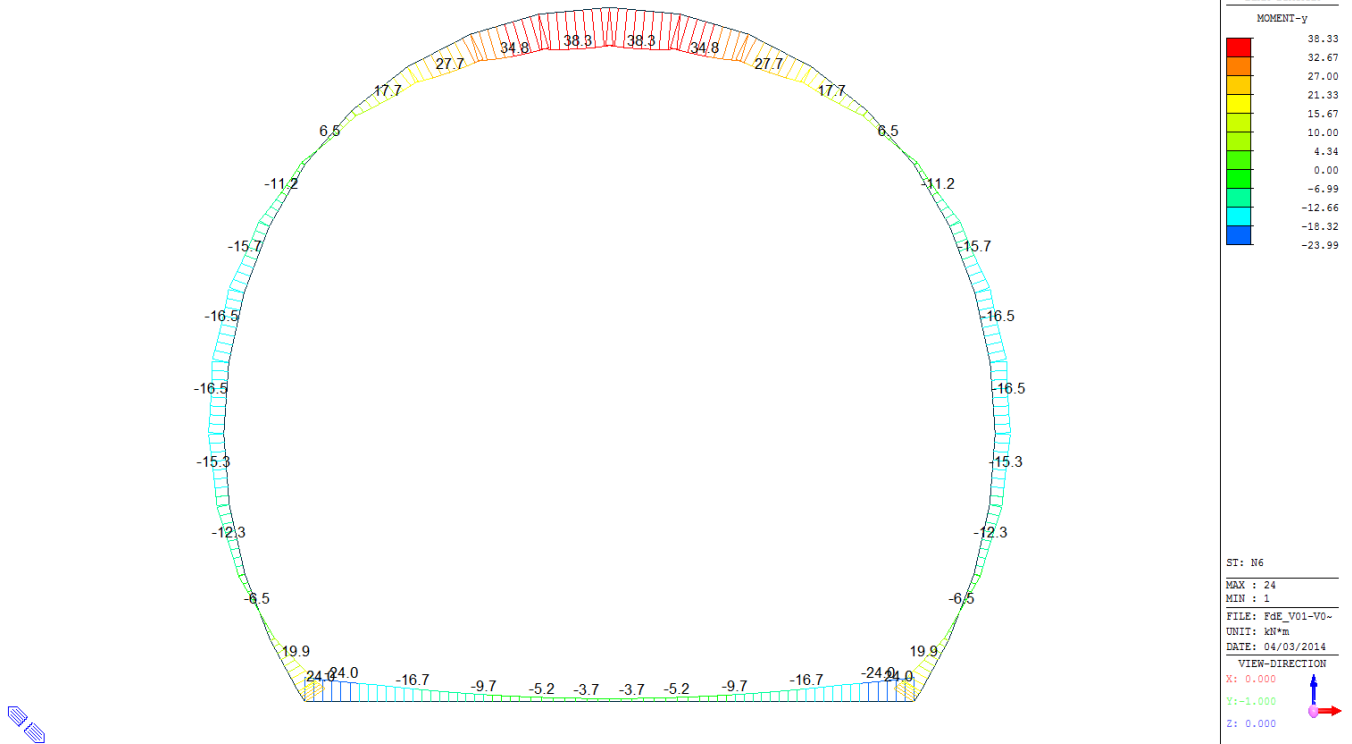
Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M _d [kN-m]	N _d [kN]	V _d [kN]	d [m]	Solicitazioni interne				Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ _{sup} [N/mm ²]		σ _{inf} [N/mm ²]		f _{ctd,80%} [N/mm ²]	f _{ctd,80%} [N/mm ²]		τ _{cp} [N/mm ²]	τ _{cp} [N/mm ²]	f _{ctd(EC2)} [N/mm ²]	Verifica a taglio τ _{cp,max} ≤ F _{ctd}
N6	1	I1	-4.2	-31.4	5.4	0.30	-0.38	0.17	-15.36	1.03	OK	0.027	0.191	1.12	OK		
N6	1	J2	-8.2	-31.4	10.6	0.30	-0.65	0.44	-15.36	1.03	OK	0.053	0.326	1.18	OK		
N6	2	I2	-8.2	-28.2	11.6	0.30	-0.64	0.45	-15.36	1.03	OK	0.058	0.321	1.18	OK		
N6	2	J3	-3.7	-28.2	6.6	0.30	-0.34	0.15	-15.36	1.03	OK	0.033	0.169	1.11	OK		
N6	3	I3	-3.7	-26.1	8.6	0.30	-0.33	0.16	-15.36	1.03	OK	0.043	0.166	1.11	OK		
N6	3	J4	-0.6	-26.1	3.6	0.30	-0.13	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.018	0.087	1.07	OK		
N6	4	I4	-0.6	-25.0	4.0	0.30	-0.12	-0.04	-15.36	1.03	OK	0.020	0.083	1.07	OK		
N6	4	J5	0.2	-25.0	0.8	0.30	-0.07	-0.09	-15.36	1.03	OK	0.004	0.083	1.07	OK		
N6	5	I5	0.2	-24.6	2.2	0.30	-0.07	-0.09	-15.36	1.03	OK	0.011	0.082	1.07	OK		
N6	5	J6	0.4	-24.6	1.0	0.30	-0.06	-0.11	-15.36	1.03	OK	0.005	0.082	1.07	OK		
N6	6	I6	0.4	-24.7	1.0	0.30	-0.06	-0.11	-15.36	1.03	OK	0.005	0.082	1.07	OK		
N6	6	J7	0.2	-24.7	2.2	0.30	-0.07	-0.09	-15.36	1.03	OK	0.011	0.082	1.07	OK		
N6	7	I7	0.2	-25.4	0.7	0.30	-0.07	-0.09	-15.36	1.03	OK	0.004	0.085	1.07	OK		
N6	7	J8	-0.6	-25.4	3.9	0.30	-0.12	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.020	0.085	1.07	OK		
N6	8	I8	-0.6	-26.8	3.5	0.30	-0.13	-0.05	-15.36	1.03	OK	0.017	0.089	1.07	OK		
N6	8	J9	-3.6	-26.8	8.5	0.30	-0.33	0.15	-15.36	1.03	OK	0.043	0.164	1.11	OK		
N6	9	I9	-3.6	-29.2	6.5	0.30	-0.34	0.14	-15.36	1.03	OK	0.032	0.168	1.11	OK		
N6	9	J10	-8.1	-29.2	11.5	0.30	-0.64	0.44	-15.36	1.03	OK	0.058	0.318	1.18	OK		
N6	10	I10	-8.1	-32.7	10.1	0.30	-0.65	0.43	-15.36	1.03	OK	0.051	0.324	1.18	OK		
N6	10	J11	-4.3	-32.7	5.0	0.30	-0.39	0.18	-15.36	1.03	OK	0.025	0.196	1.12	OK		
N6	11	I12	3.1	-90.5	13.7	0.30	-0.10	-0.51	-15.36	1.03	OK	0.069	0.302	1.17	OK		
N6	11	J11	4.3	-91.2	14.2	0.30	-0.02	-0.59	-15.36	1.03	OK	0.071	0.304	1.17	OK		
N6	12	I13	-0.3	-87.7	7.2	0.30	-0.31	-0.27	-15.36	1.03	OK	0.036	0.292	1.17	OK		
N6	12	J12	3.1	-91.3	9.2	0.30	-0.10	-0.51	-15.36	1.03	OK	0.046	0.304	1.17	OK		
N6	13	I14	-0.8	-83.5	0.2	0.30	-0.33	-0.22	-15.36	1.03	OK	0.001	0.278	1.16	OK		
N6	13	J13	-0.3	-88.2	2.0	0.30	-0.31	-0.28	-15.36	1.03	OK	0.010	0.294	1.17	OK		
N6	14	I15	0.1	-78.5	2.5	0.30	-0.25	-0.27	-15.36	1.03	OK	0.013	0.262	1.15	OK		
N6	14	J14	-0.8	-83.4	1.4	0.30	-0.33	-0.22	-15.36	1.03	OK	0.007	0.278	1.16	OK		
N6	15	I16	0.6	-73.2	1.2	0.30	-0.20	-0.29	-15.36	1.03	OK	0.006	0.244	1.15	OK		
N6	15	J15	0.1	-78.3	0.8	0.30	-0.25	-0.27	-15.36	1.03	OK	0.004	0.261	1.15	OK		
N6	16	I17	-0.7	-68.3	2.9	0.30	-0.28	-0.18	-15.36	1.03	OK	0.014	0.228	1.14	OK		
N6	16	J16	0.6	-73.3	2.5	0.30	-0.20	-0.29	-15.36	1.03	OK	0.013	0.244	1.15	OK		
N6	17	I18	-4.5	-64.1	8.1	0.30	-0.51	0.08	-15.36	1.03	OK	0.040	0.256	1.15	OK		
N6	17	J17	-0.7	-69.0	7.0	0.30	-0.28	-0.18	-15.36	1.03	OK	0.035	0.230	1.14	OK		
N6	18	I19	-10.3	-60.7	12.6	0.30	-0.89	0.49	-15.36	1.03	OK	0.063	0.446	1.23	OK		
N6	18	J18	-4.5	-65.4	10.9	0.30	-0.52	0.08	-15.36	1.03	OK	0.054	0.258	1.15	OK		
N6	19	I20	-16.3	-58.2	13.1	0.30	-1.28	0.89	-15.36	1.03	OK	0.066	0.639	1.31	OK		
N6	19	J19	-10.3	-62.6	10.6	0.30	-0.90	0.48	-15.36	1.03	OK	0.053	0.449	1.23	OK		
N6	20	I21	-18.1	-55.8	5.2	0.30	-1.39	1.02	-15.36	1.03	OK	0.026	0.695	1.33	OK		
N6	20	J20	-16.3	-59.6	1.9	0.30	-1.28	0.89	-15.36	1.03	OK	0.010	0.641	1.31	OK		
N6	21	I22	-16.3	-52.7	1.5	0.30	-1.26	0.91	-15.36	1.03	OK	0.007	0.632	1.31	OK		
N6	21	J21	-18.1	-55.8	5.4	0.30	-1.39	1.02	-15.36	1.03	OK	0.027	0.695	1.33	OK		
N6	22	I23	-11.8	-49.1	6.9	0.30	-0.95	0.62	-15.36	1.03	OK	0.035	0.474	1.24	OK		
N6	22	J23	-16.3	-51.4	11.4	0.30	-1.26	0.92	-15.36	1.03	OK	0.057	0.630	1.31	OK		
N6	23	I24	-4.9	-45.5	11.2	0.30	-0.48	0.18	-15.36	1.03	OK	0.056	0.240	1.14	OK		
N6	23	J23	-11.8	-46.9	16.1	0.30	-0.94	0.63	-15.36	1.03	OK	0.080	0.470	1.24	OK		
N6	24	I25	2.6	-42.1	8.7	0.30	0.04	-0.32	-15.36	1.03	OK	0.044	0.158	1.11	OK		
N6	24	J24	-4.9	-42.5	19.7	0.30	-0.47	0.19	-15.36	1.03	OK	0.098	0.235	1.14	OK		
N6	25	I26	5.7	-40.1	6.2	0.30	0.25	-0.51	-15.36	1.03	OK	0.031	0.257	1.15	OK		
N6	25	J25	2.6	-39.7	16.5	0.30	0.04	-0.31	-15.36	1.03	OK	0.083	0.154	1.10	OK		
N6	26	I27	0.3	-42.0	21.0	0.30	-0.12	-0.16	-15.36	1.03	OK	0.105	0.140	1.10	OK		
N6	26	J26	5.7	-40.6	1.5	0.30	0.25	-0.52	-15.36	1.03	OK	0.008	0.258	1.15	OK		
N6	27	I28	-9.1	-47.5	23.1	0.30	-0.76	0.45	-15.36	1.03	OK	0.115	0.382	1.21	OK		
N6	27	J27	0.3	-45.2	12.7	0.30	-0.13	-0.17	-15.36	1.03	OK	0.064	0.151	1.10	OK		
N6	28	I29	-16.9	-54.2	17.7	0.30	-1.31	0.95	-15.36	1.03	OK	0.068	0.654	1.32	OK		
N6	28	J28	-9.1	-51.1	15.7	0.30	-0.78	0.44	-15.36	1.03	OK	0.068	0.368	1.21	OK		
N6	29	I30	-21.3	-60.4	10.4	0.30	-1.62	1.02	-15.36	1.03	OK	0.052	0.809	1.38	OK		
N6	29	J29	-16.9	-56.5	7.1	0.30	-1.32	0.94	-15.36	1.03	OK	0.035	0.658	1.32	OK		
N6	30	I31	-21.3	-65.6	1.3	0.30	-1.64	1.00	-15.36	1.03	OK	0.007	0.819	1.38	OK		
N6	30	J30	-21.3	-61.2	1.2	0.30	-1.62	1.01	-15.36	1.03	OK	0.006	0.811	1.38	OK		
N6	31	I32	-17.1	-69.7	7.5	0.30	-1.37	0.91	-15.36	1.03	OK	0.037	0.687	1.33	OK		
N6	31	J31	-21.3	-65.0	9.3	0.30	-1.64	1.00	-15.36	1.03	OK	0.046	0.818	1.38	OK		
N6	32	I33	-11.8	-73.3	10.2	0.30	-1.03	0.54	-15.36	1.03	OK	0.051	0.514	1.26	OK		
N6	32	J32	-17.1	-68.3	11.3	0.30	-1.37	0.91	-15.36	1.03	OK	0.056	0.684	1.33	OK		
N6	33	I34	-7.6	-77.0	8.2	0.30	-0.76	0.25	-15.36	1.03	OK	0.041	0.381	1.21	OK		
N6	33	J33	-11.8	-71.9	8.5	0.30	-1.02	0.54	-15.36	1.03	OK	0.043	0.512	1.26	OK		
N6	34	I35	-5.2	-81.1	4.9	0.30	-0.62	0.08	-15.36	1.03	OK	0.024	0.310	1.17	OK		
N6	34	J34	-7.6	-76.0	4.5	0.30	-0.76	0.25	-15.36	1.03	OK	0.022	0.379	1.20	OK		
N6	35	I36	-3.9	-85.5	3.2	0.30	-0.55	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.016	0.285	1.16	OK		
N6	35	J35	-5.2	-80.6	2.1	0.30	-0.62	0.08	-15.36	1.03	OK	0.010	0.309	1.17	OK		
N6	36	I37	-1.7	-89.7	5.4	0.30	-0.41	-0.19	-15.36	1.03	OK	0.027	0.299	1.17	OK		
N6	36	J36	-3.9	-85.0	3.6	0.30	-0.55	-0.02	-15.36	1.03	OK	0.018	0.283	1.16	OK		
N6	37	I38	2.7	-92.4	11.9	0.30	-0.13	-0.49	-15.36	1.03	OK	0.059	0.308	1.17	OK		
N6	37	J37	-1.7	-88.8	9.9	0.30	-0.41	-0.18	-15.36	1.03	OK	0.050	0.296	1.17	OK		
N6	38	I1	4.2	-92.1	16.7	0.30	-0.03	-0.58	-15.36	1.03	OK	0.084	0.307	1.17	OK		
N6	38	J38	2.7	-91.4	16.3	0.30	-0.12	-0.49	-15.36	1.03	OK	0.081	0.305	1.17	OK		

A.5.4.6. Load combination SLU 6 FEM analysis

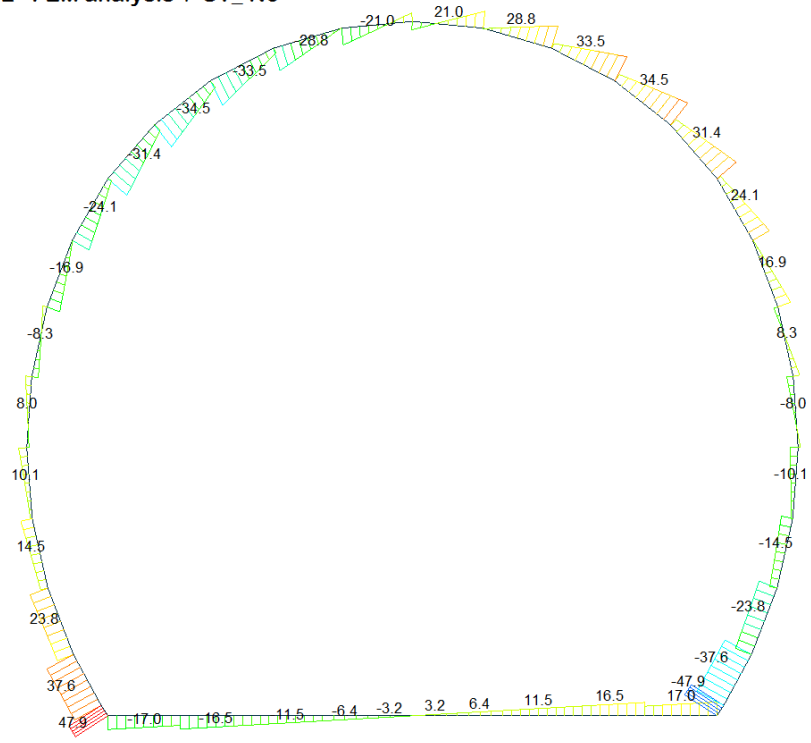
Beam Diagram_Fx - FEM analysis / ST_N6



Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_N6



Beam Diagram_Fz - FEM analysis / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

47.87
39.17
30.46
21.76
13.06
4.35
0.00
-13.06
-21.76
-30.46
-39.17
-47.87

ST: N6
MAX : 38
MIN : 11
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014

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



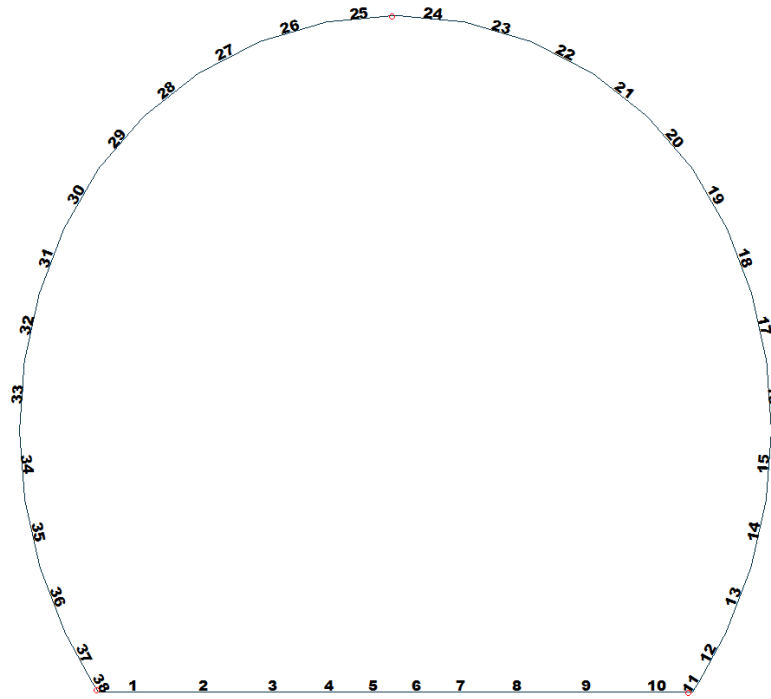


Figure 18 Beam end release

Table 6 Beam end release input value

Element	Type	Fxi	Fyi	Fzi	Mxi	Myi	Mzi	Fxj	Fyj	Fzj	Mxj	Myj	Mzj
1	Value	0	0	0	0	26400	0	0	0	0	0	0	0
11	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26400	0
25	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18100	0

ITERAZIONE SECONDO IL METODO DI PÖTTLER

CALCOLO CERNIERE PLASTICHE

ITERAZIONE IN NODO 25 j

MIDAS		PÖTTLER	
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000055 [rad/kN ² m]	E_p	26'400'000 [kN/m ²]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	18'100 [kN ² /rad]	d	0.30 [m]
M_{nodo}	16.240 [kN ² m]	e	0.1338 [m]
N_{nodo}	121.390 [kN]	a	0.05 [m]
V_{nodo}	20.060 [kN]	$\Phi_{pöttler}$	0.0009079 [rad]
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI	$Cf_{pöttler}$	0.0000559 [rad/kN ² m]
$\Phi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI	$1/Cf_{pöttler}$	17'887 [kN ² /rad]

0.48 0.907938

ITERAZIONE IN NODO 11 j

MIDAS		PÖTTLER	
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000038 [rad/kN ² m]	E_p	26'400'000 [kN/m ²]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	26'400 [kN ² /rad]	d	0.30 [m]
M_{nodo}	7.300 [kN ² m]	e	0.1308 [m]
N_{nodo}	55.790 [kN]	a	0.06 [m]
V_{nodo}	11.260 [kN]	$\Phi_{pöttler}$	0.0002807 [rad]
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI	$Cf_{pöttler}$	0.0000385 [rad/kN ² m]
$\Phi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI	$1/Cf_{pöttler}$	26'005 [kN ² /rad]

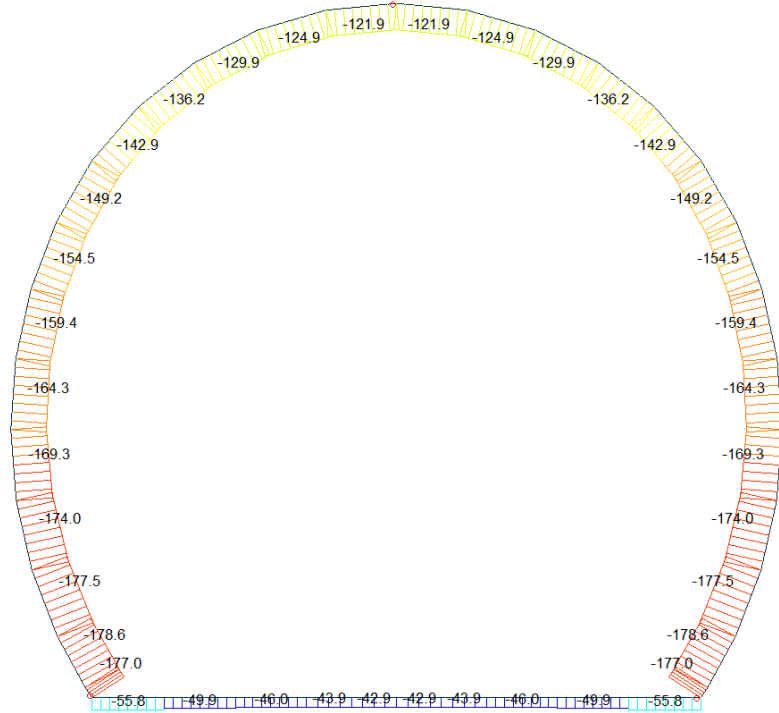
0.280715

ITERAZIONE IN NODO 1 i

MIDAS		PÖTTLER	
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000038 [rad/kN ² m]	E_p	26'400'000 [kN/m ²]
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	26'400 [kN ² /rad]	d	0.30 [m]
M_{nodo}	7.300 [kN ² m]	e	0.1308 [m]
N_{nodo}	55.790 [kN]	a	0.06 [m]
V_{nodo}	11.260 [kN]	$\Phi_{pöttler}$	0.0002807 [rad]
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI	$Cf_{pöttler}$	0.0000385 [rad/kN ² m]
$\Phi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI	$1/Cf_{pöttler}$	26'005 [kN ² /rad]

0.280715

Beam Diagram_Fx - FEM analysis / ST_N6



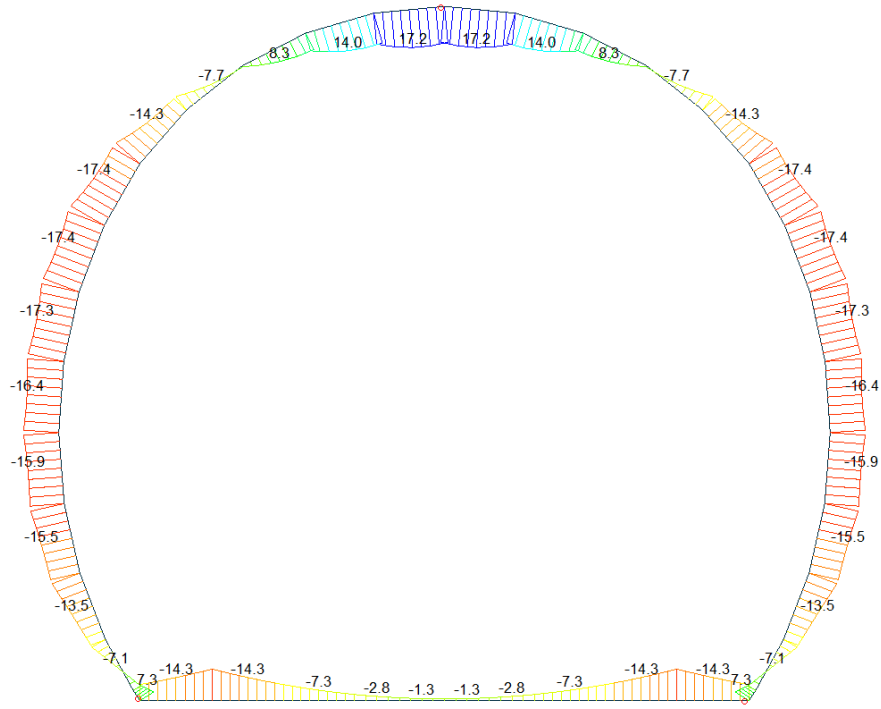
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-42.86
Cyan	-55.20
Green	-67.54
Light Green	-79.88
Yellow-Green	-92.22
Yellow	-104.56
Orange	-116.90
Light Orange	-129.24
Orange-Red	-141.58
Red	-153.92
Dark Red	-166.26
Black	-178.60

ST: N6
MAX : 6
MIN : 37
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_N6



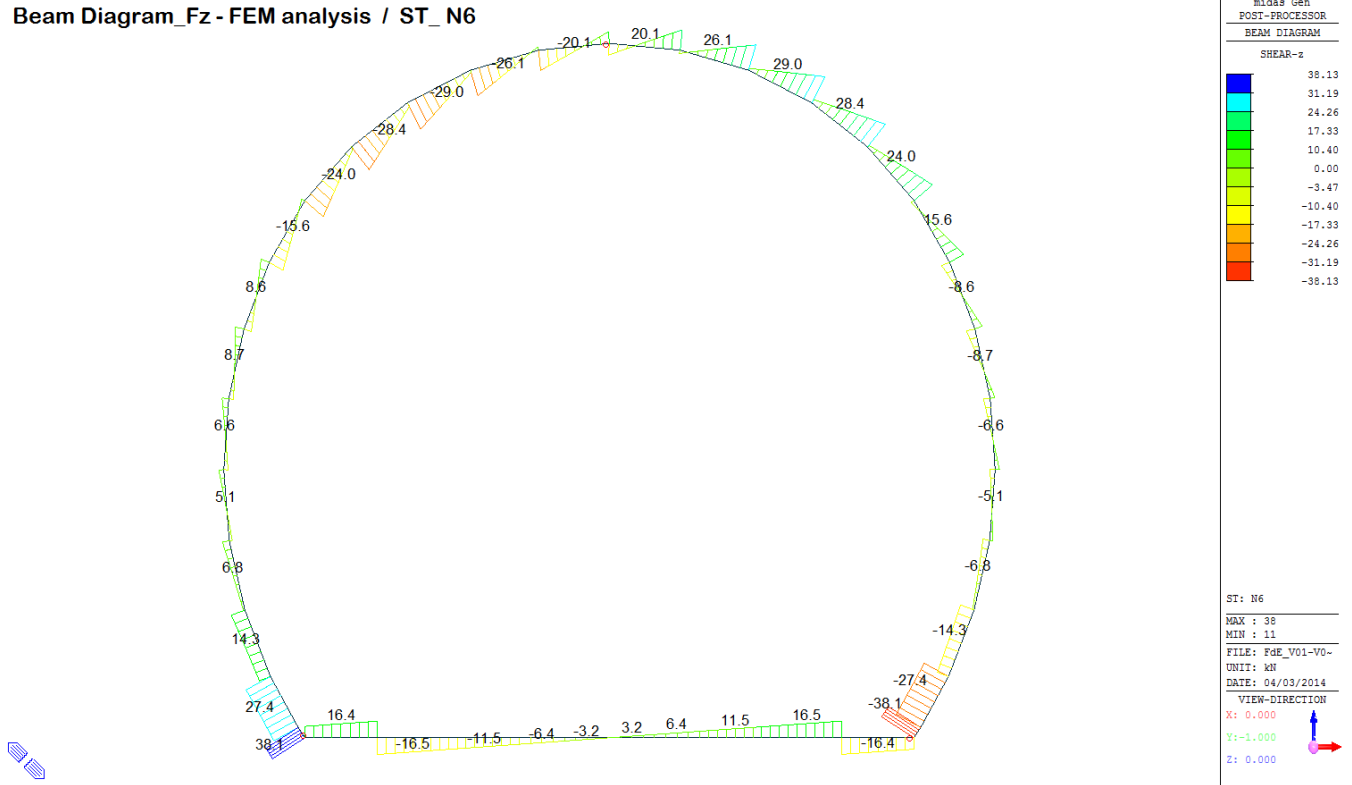
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	17.18
Cyan	14.03
Green	10.88
Light Green	7.74
Yellow-Green	4.59
Yellow	0.00
Orange	-1.70
Light Orange	-4.84
Orange-Red	-7.99
Red	-11.14
Dark Red	-14.28
Black	-17.43

ST: N6
MAX : 25
MIN : 18
FILE: PdE_V01-V0-
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



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

38.13
31.19
24.26
17.33
10.40
0.00
-3.47
-10.40
-17.33
-24.26
-31.19
-38.13

ST: N6
MAX: 38
MIN: 11
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICHE SEZIONALI

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
$f_{ct,90\%}$ [N/mm ²]	15.36	$f_{ctk,90\%}$ [N/mm ²]	1.030	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICHE SEZIONI FESSURATE

VERIFICA SEZIONE NODO 25 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 $\sigma_d \leq f_{ctd, 90\%}$
N6	25 j	Volta	16.2	121.4	20.1	26'400'000	0.134	0.30	OK	4.99	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\Psi_{Posterior}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN·m/rad]	$1/Cf_{Posterior}$ [kN·m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{Posterior}$ [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 $\tau_{cp, max} \leq F_{ctvd}$
N6	25 j	0.049	0.9079375	18'100	17'887	OK	0.228	OK	1.03	0.62	7.14	2.49	OK

Iterazione ok

VERIFICA SEZIONE NODO 11 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 $\sigma_d \leq f_{ctd, 90\%}$
N6	11 j	Platea Dx	7.3	55.8	11.3	26'400'000	0.131	0.30	OK	1.94	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\Psi_{Posterior}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN·m/rad]	$1/Cf_{Posterior}$ [kN·m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{Posterior}$ [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 $\tau_{cp, max} \leq F_{ctvd}$
N6	11 j	0.057	0.2807150	26'400	26'005	OK	0.068	OK	1.03	0.29	7.14	1.75	OK

Iterazione ok

VERIFICA SEZIONE NODO 1 i

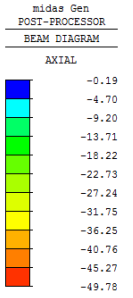
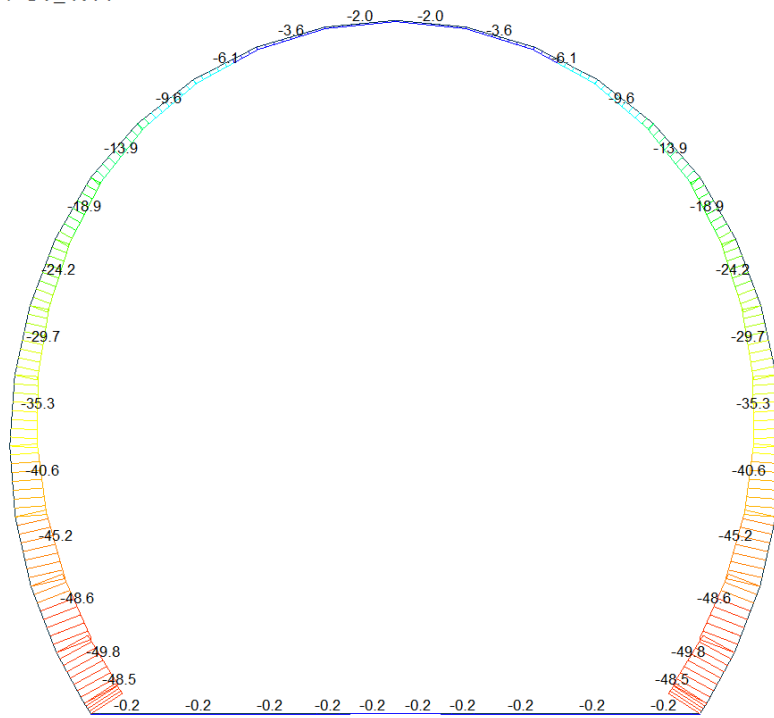
Combinazione di carico	Nodo n°	Posizione del nodo	M_d [kN·m/m]	N_d [kN/m]	V_d [kN/m]	$E_p = 0.8 \cdot E_{cm}$ [kN/m ²]	e_d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità $e_d < d/2$	σ_d [N/mm ²]	$f_{ctd, 90\%}$ [N/mm ²]	Verifica della compressione $\sigma_d \leq f_{ctd, 90\%}$
N6	1 i	Platea Sx	7.3	55.8	11.3	26'400'000	0.131	0.30	OK	1.94	15.36	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	$\Psi_{Posterior}$ [rad]	$1/Cf_{MIDAS}$ [kN·m/rad]	$1/Cf_{Posterior}$ [kN·m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	$w_{Posterior}$ [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 $\tau_{cp, max} \leq F_{ctvd}$
N6	1 i	0.057	0.2807150	26'400	26'005	OK	0.068	OK	1.03	0.29	7.14	1.75	OK

Iterazione ok

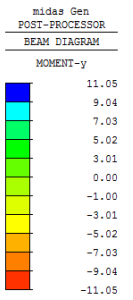
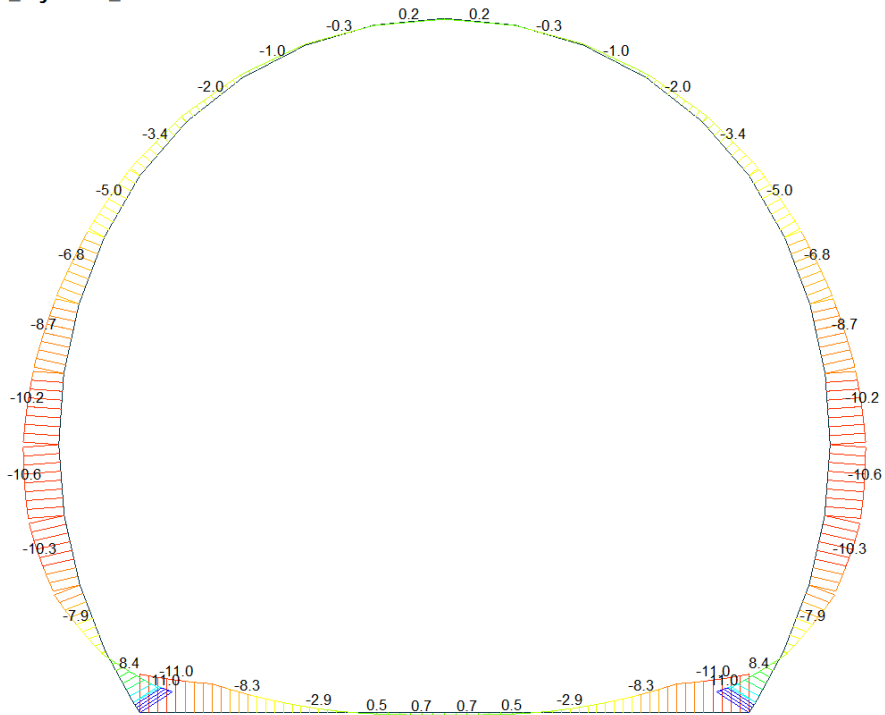
A.5.4.7. Load combination SLU 11

Beam Diagram_Fx / ST_N11



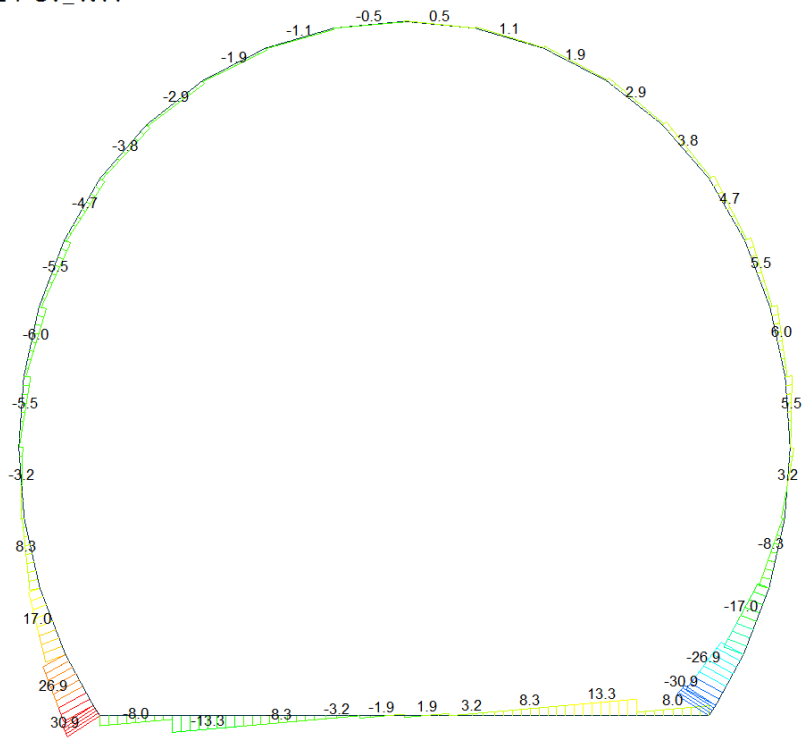
ST: N11
MAX : 6
MIN : 37
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: MN
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N11



ST: N11
MAX : 38
MIN : 1
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N11



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

30.91
25.29
19.67
14.05
8.43
2.81
0.00
-2.81
-8.43
-14.05
-19.67
-25.29
-30.91

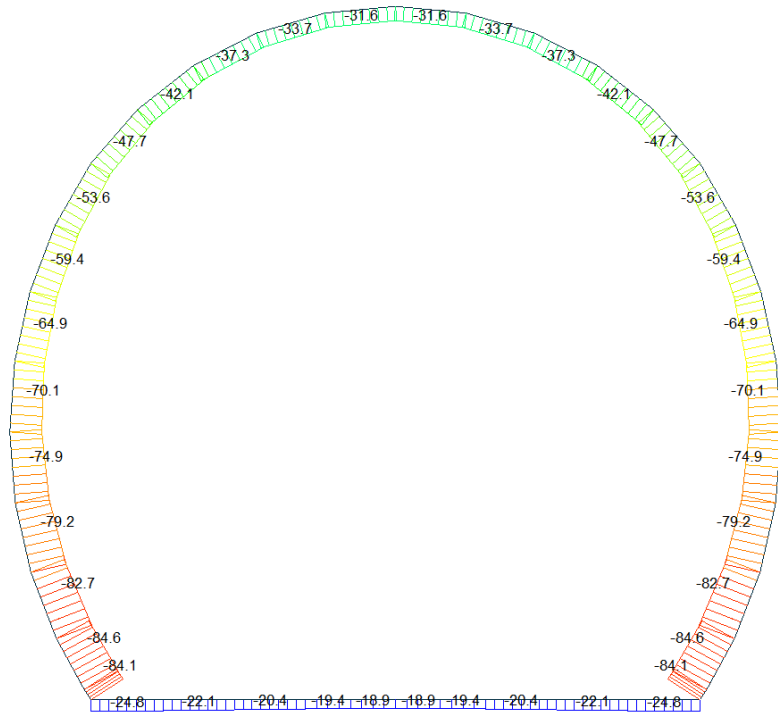
ST: N11
MAX : 38
MIN : 11
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014

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



A.5.4.8. Load combination SLU 12

Beam Diagram_Fx / ST_N12



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-18.95
Cyan	-24.92
Green	-30.89
Light Green	-36.86
Yellow-Green	-42.83
Yellow	-48.80
Orange-Yellow	-54.77
Orange	-60.74
Red-Orange	-66.71
Red	-72.68
Dark Red	-78.65
Dark Red	-84.62

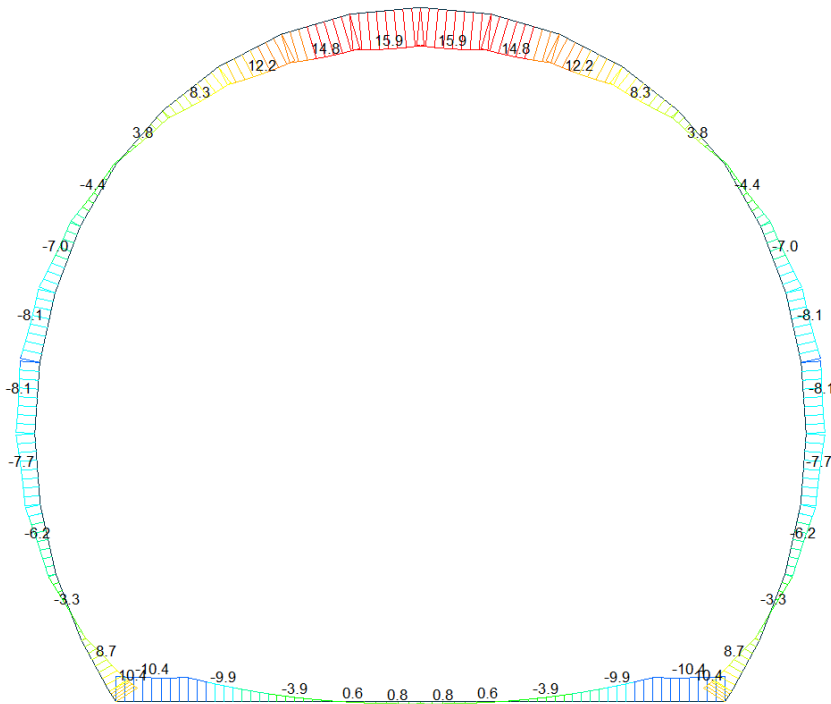
ST: N12

MAX : 6
MIN : 37

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: MN
DATE: 04/03/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N12



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Red	15.86
Dark Red	13.47
Red-Orange	11.09
Orange	8.70
Yellow-Orange	6.31
Yellow	3.92
Light Green	1.53
Green	0.00
Cyan	-3.25
Blue-Cyan	-5.64
Blue	-8.03
Dark Blue	-10.42

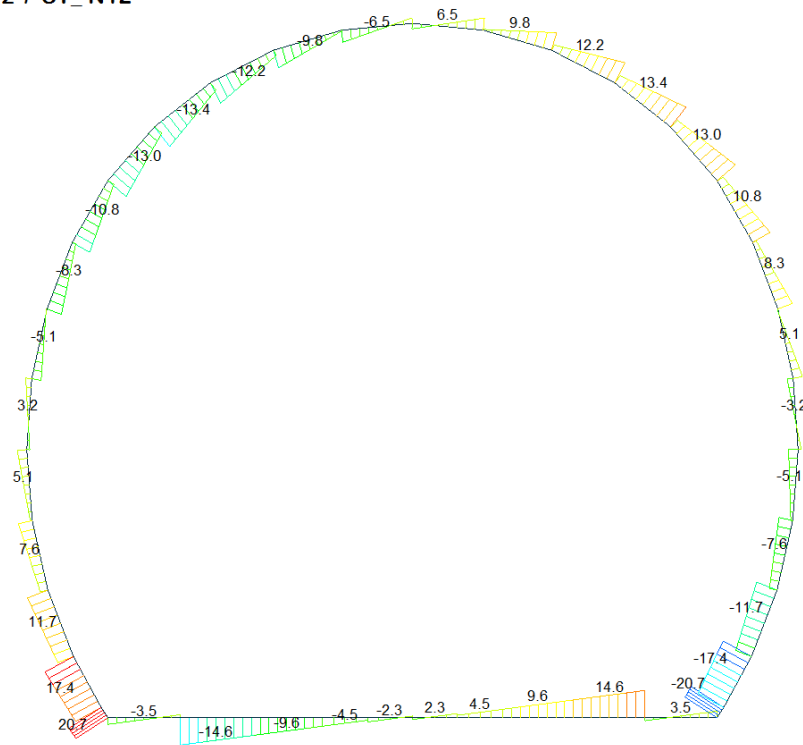
ST: N12

MAX : 24
MIN : 1

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: KN*m
DATE: 04/03/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N12



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

20.70
16.94
13.17
9.41
5.65
1.88
0.00
-5.65
-9.41
-13.17
-16.94
-20.70

ST: N12

MAX : 38

MIN : 11

FILE: PdE_V01-V0-

UNIT: kN

DATE: 04/03/2014

VIEW-DIRECTION

X: 0.000

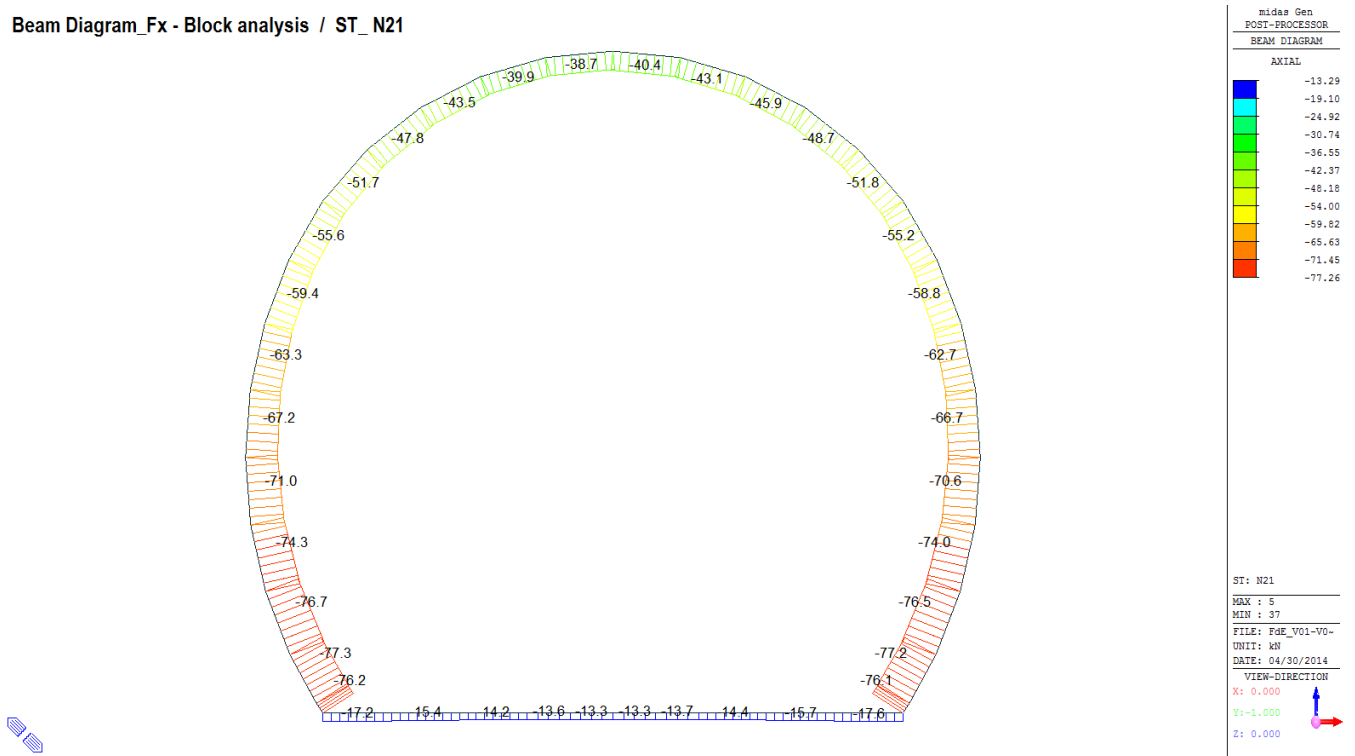
Y: -1.000

Z: 0.000

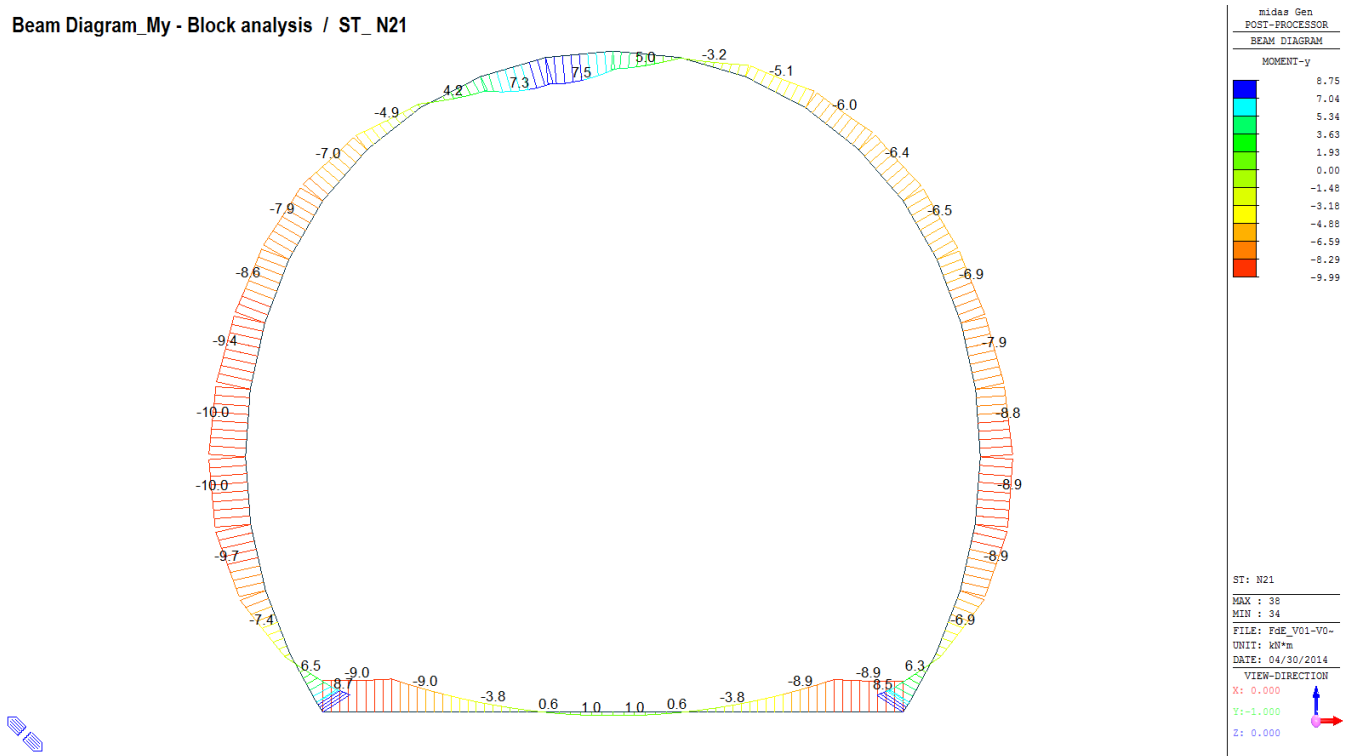


A.5.4.9. Load combination SLU 21 Block analysis

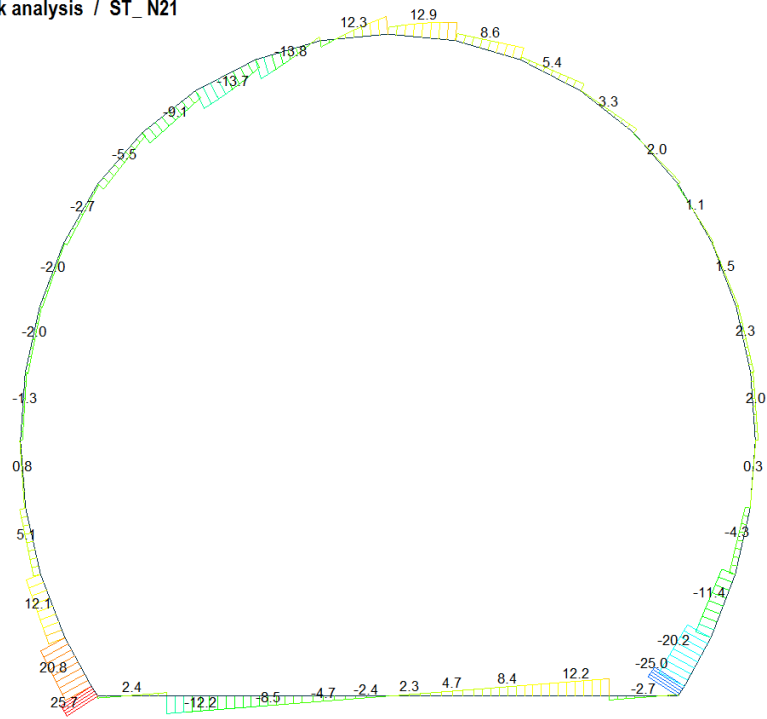
Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_N21



Beam Diagram_My - Block analysis / ST_N21



Beam Diagram_Fz - Block analysis / ST_N21



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

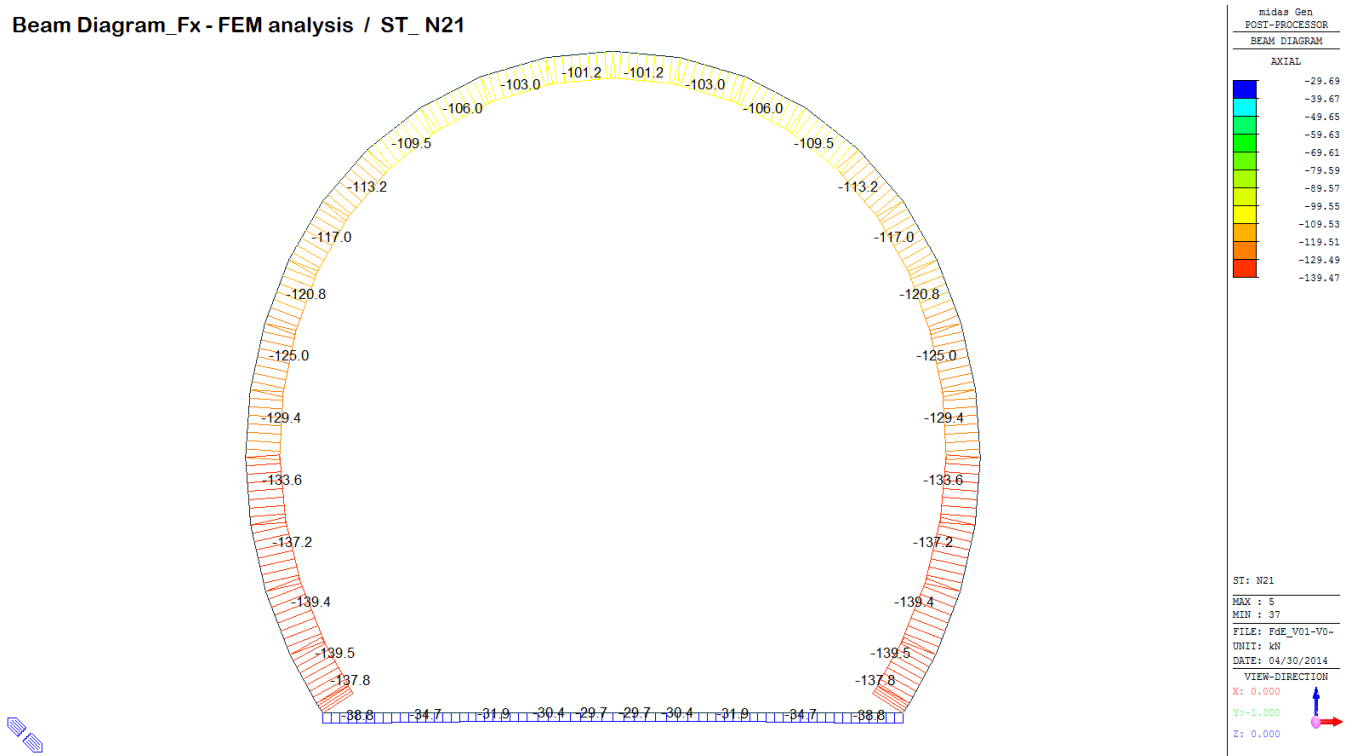
25.68
21.07
16.46
11.85
7.24
2.64
0.00
-6.58
-11.19
-15.80
-20.41
-25.01

ST: N21
MAX : 38
MIN : 11
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

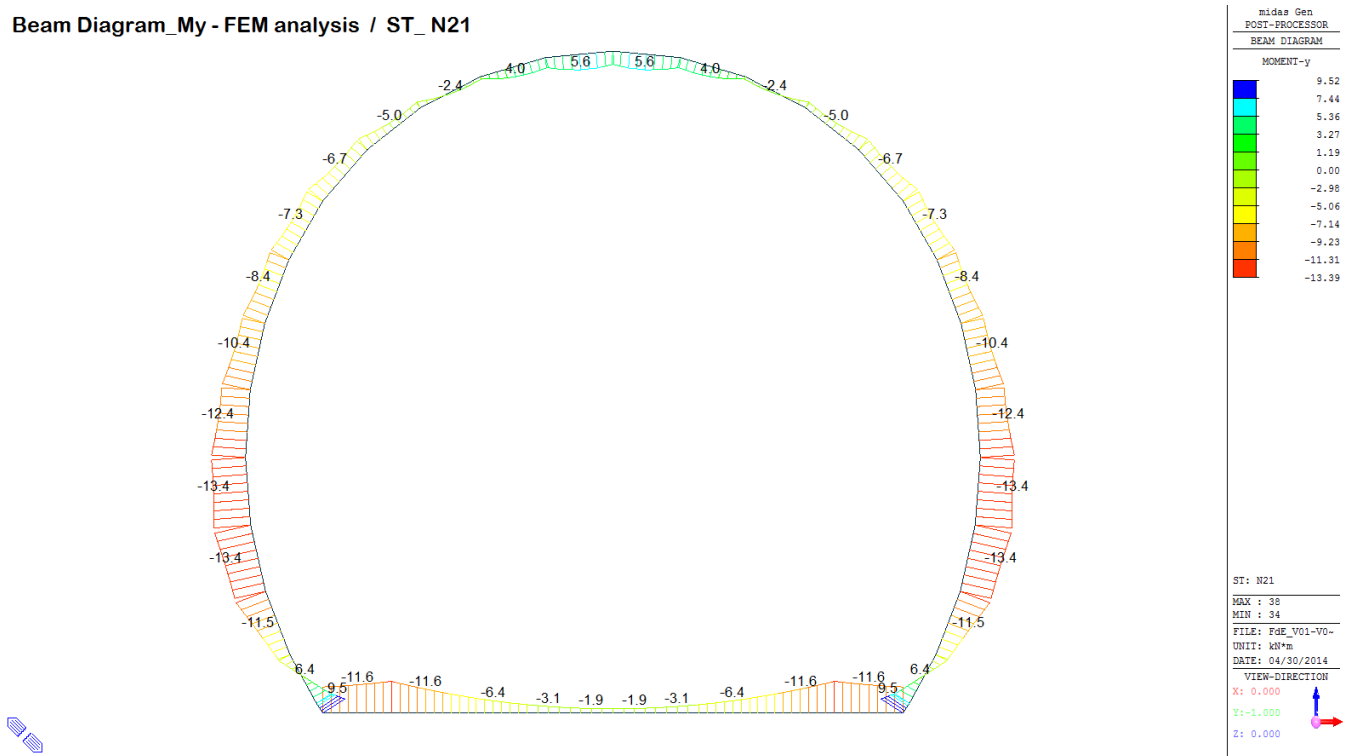


A.5.4.10. Load combination SLU 21 FEM analysis

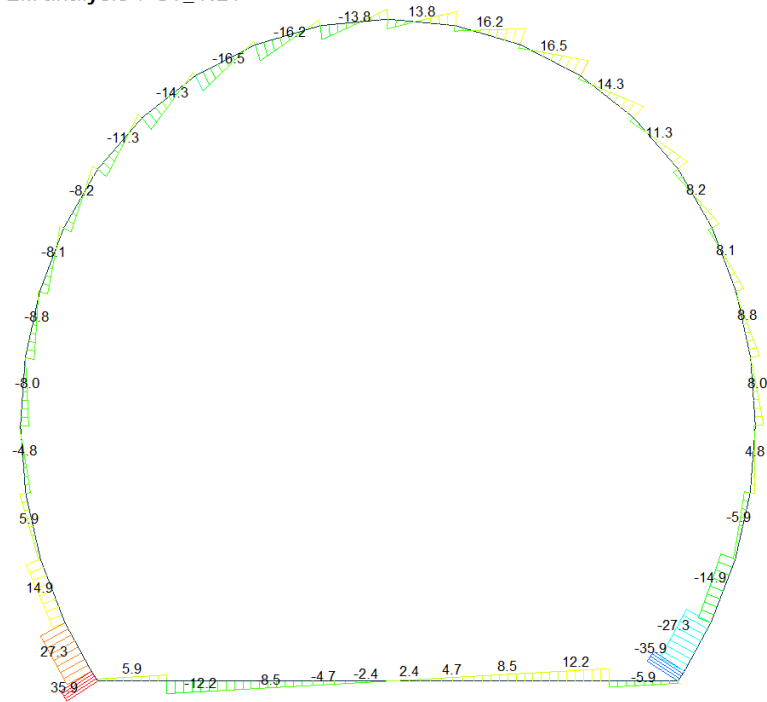
Beam Diagram_Fx - FEM analysis / ST_N21



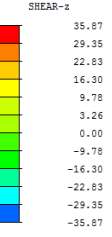
Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_N21



Beam Diagram_Fz - FEM analysis / ST_N21



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

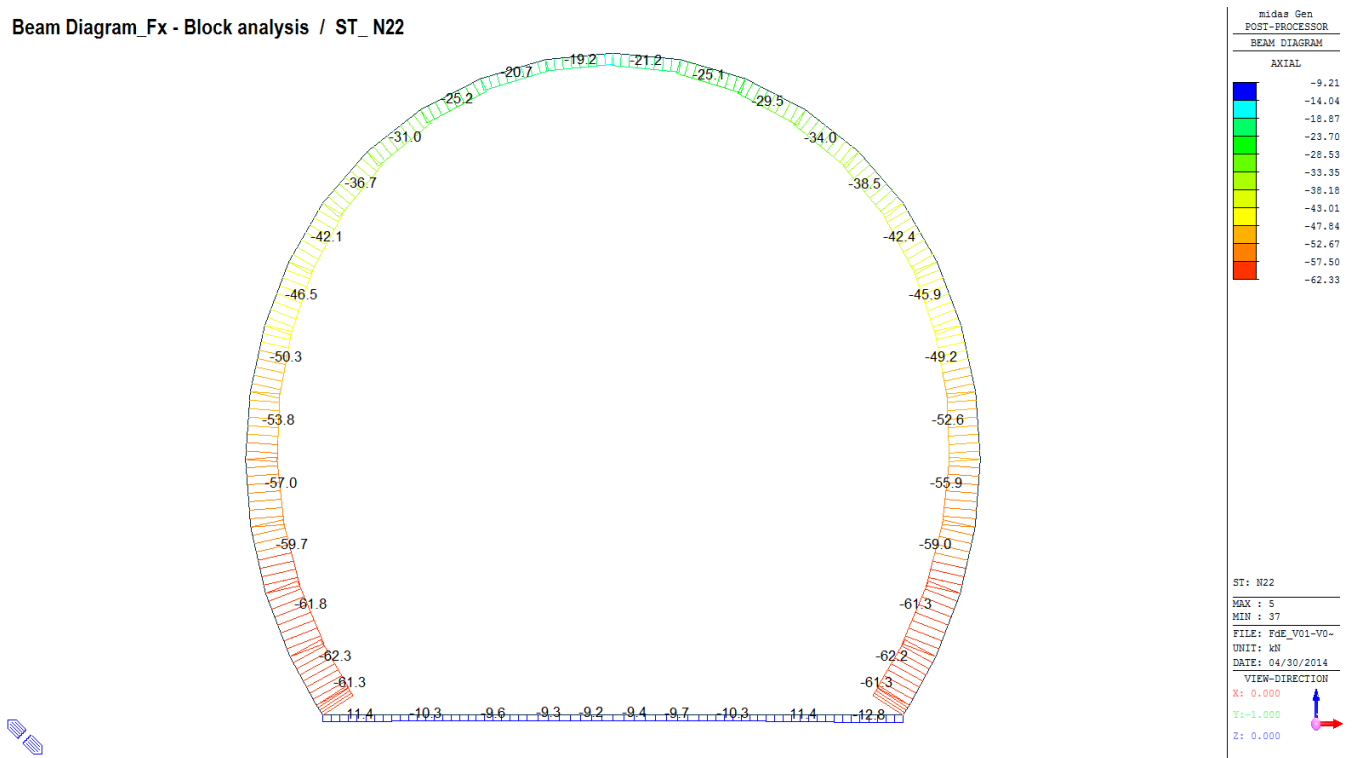


ST: N21
MAX : 38
MIN : 11
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

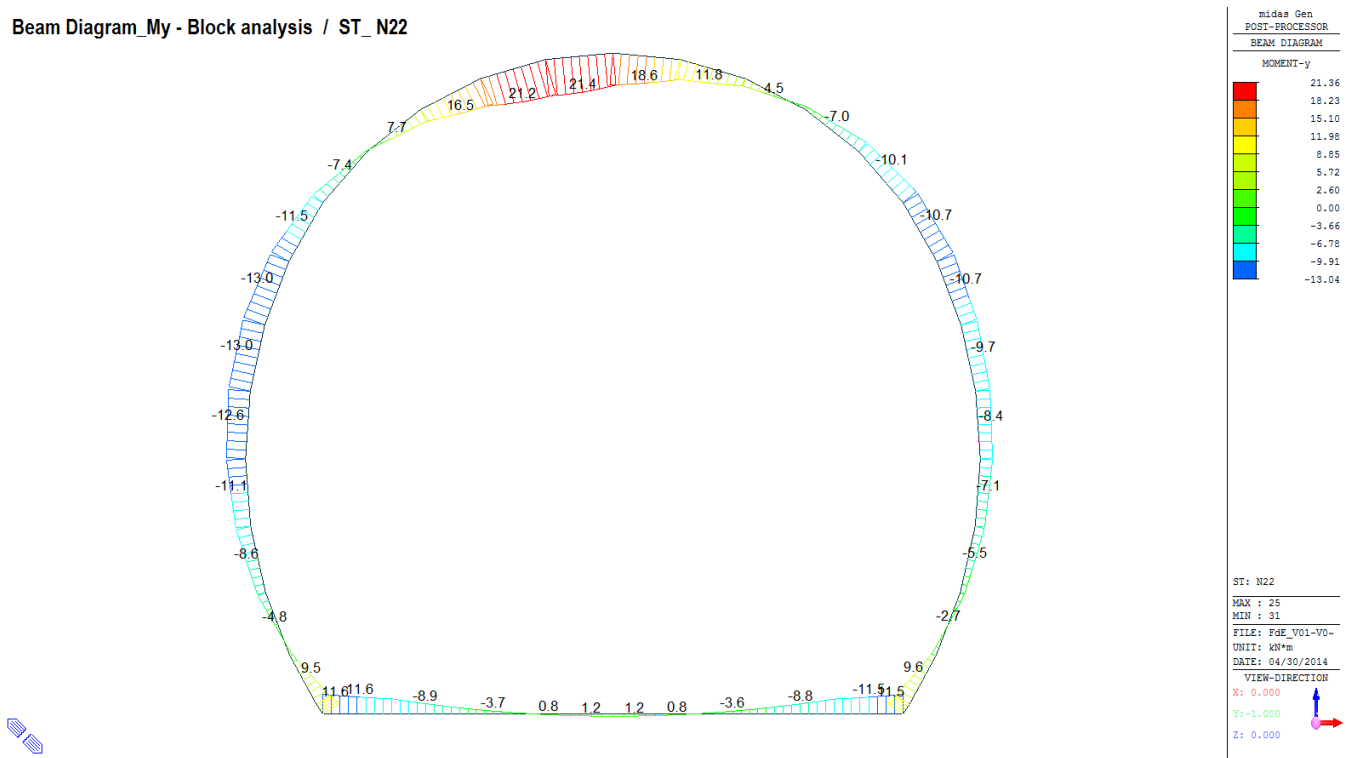


A.5.4.11. Load combination SLU 22 Block analysis

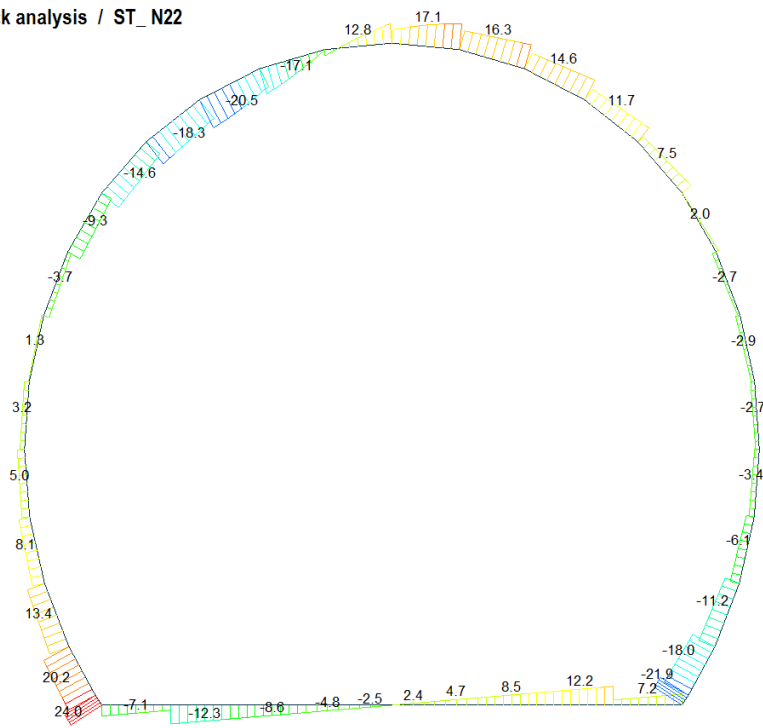
Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_N22



Beam Diagram_My - Block analysis / ST_N22



Beam Diagram_Fz - Block analysis / ST_N22



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

24.05
19.88
15.70
11.53
7.35
3.18
0.00
-5.17
-9.35
-13.52
-17.69
-21.87

ST: N22

MAX : 38
MIN : 11

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014

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



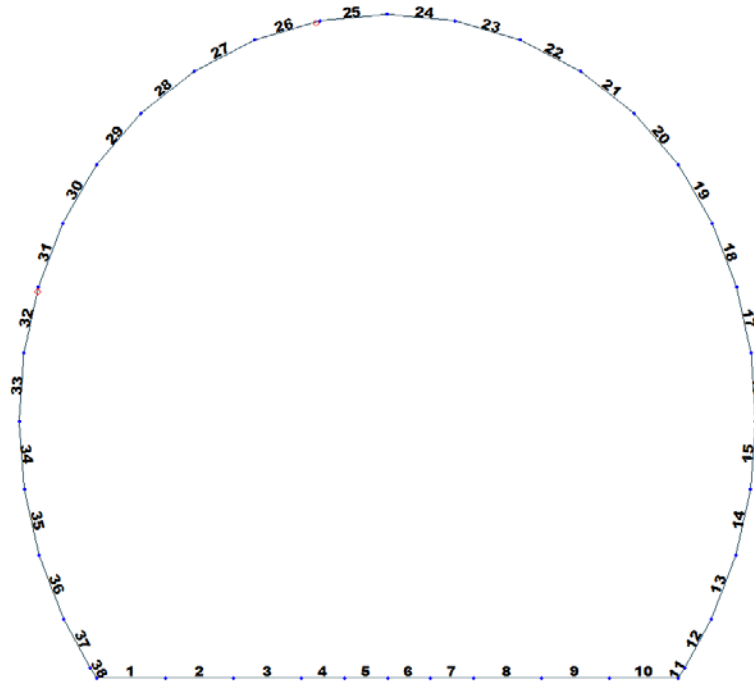


Figure 19 Beam end release

Table 7 Beam end release input value

Element	Type	Fxi	Fyi	Fzi	Mxi	Myi	Mzi	Fxj	Fyj	Fzj	Mxj	Myj	Mzj
26	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5400	0
32	Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23000	0

ITERAZIONE SECONDO IL METODO DI PÖTTLER

CALCOLO CERNIERE PLASTICHE

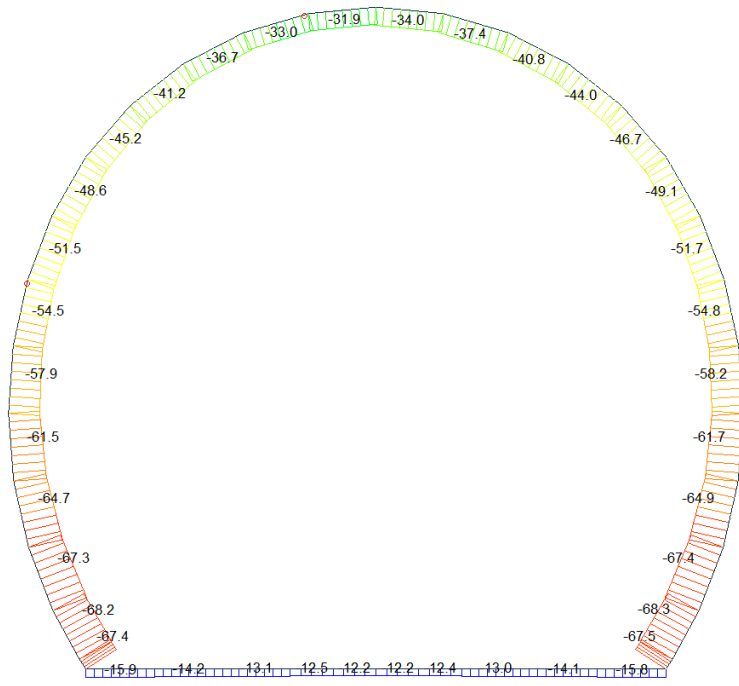
ITERAZIONE IN NODO 26 j

MIDAS				PÖTTLER			
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000185	[rad/kN*m]		E_p	26'400'000	[kN/m ²]	
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	5'400	[kN*m/rad]		d	0.30	[m]	
M_{nodo}	4.480	[kN*m]		e	0.1403	[m]	
N_{nodo}	31.930	[kN]		a	0.03	[m]	
V_{nodo}	3.050	[kN]		$\Phi_{pöttler}$	0.0007546	[rad]	0.754566
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI			$Cf_{pöttler}$	0.0001684	[rad/kN*m]	
$\Phi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI			$1/Cf_{pöttler}$	5'937	[kN*m/rad]	

ITERAZIONE IN NODO 32 j

MIDAS				PÖTTLER			
$Cf_{iniziale, arbitraria}$	0.000043	[rad/kN*m]		E_p	26'400'000	[kN/m ²]	
$1/Cf_{iniziale, arbitraria}$	23'000	[kN*m/rad]		d	0.30	[m]	
M_{nodo}	6.720	[kN*m]		e	0.1321	[m]	
N_{nodo}	50.860	[kN]		a	0.05	[m]	
V_{nodo}	3.570	[kN]		$\Phi_{pöttler}$	0.0003023	[rad]	0.302340
$Cf_{MIDAS} = Cf_{pöttler}$	SI			$Cf_{pöttler}$	0.0000450	[rad/kN*m]	
$\Phi_{pöttler} < 4 \text{ mrad}$	SI			$1/Cf_{pöttler}$	22'227	[kN*m/rad]	

Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_N22



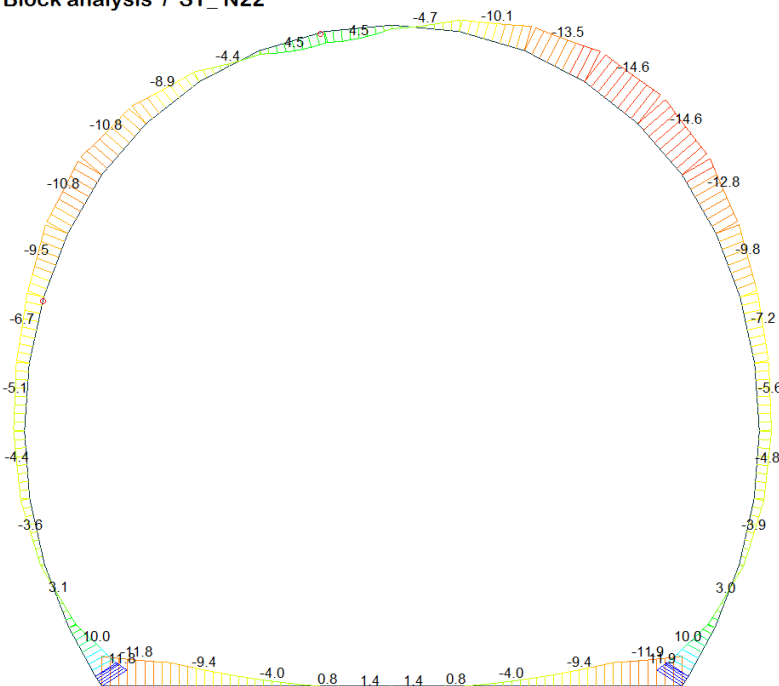
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-12.16
Cyan	-17.26
Green	-22.37
Light Green	-27.47
Yellow-Green	-32.58
Yellow	-37.68
Orange	-42.79
Light Orange	-47.90
Orange-Red	-53.00
Red-Orange	-58.11
Red	-63.21
Dark Red	-68.32

ST: N22
MAX : 6
MIN : 12
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - Block analysis / ST_N22



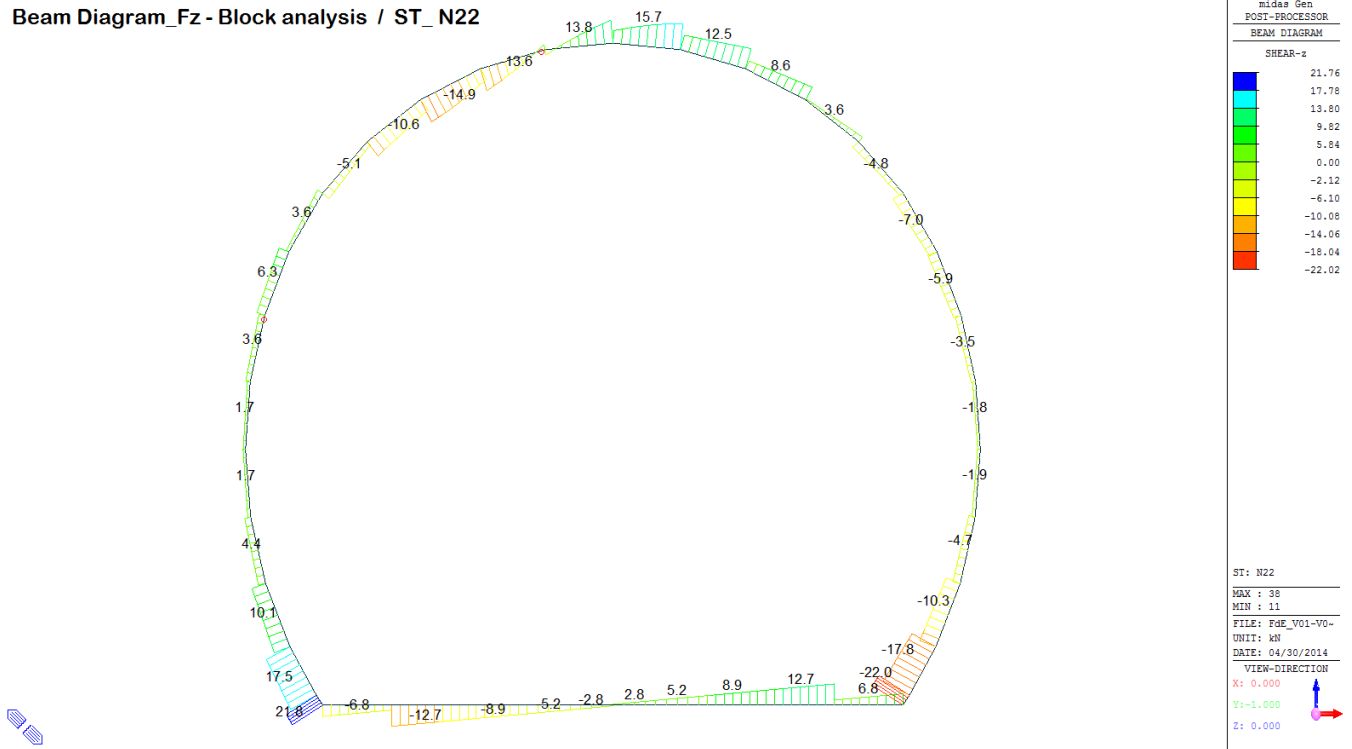
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	11.88
Cyan	9.47
Green	7.06
Light Green	4.66
Yellow-Green	2.25
Yellow	0.00
Orange	-2.56
Light Orange	-4.97
Orange-Red	-7.37
Red-Orange	-9.78
Red	-12.18
Dark Red	-14.59

ST: N22
MAX : 11
MIN : 20
FILE: FdE_V01-V0-
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

21.76
17.78
13.80
9.82
5.84
0.00
-2.12
-6.10
-10.08
-14.06
-18.04
-22.02

ST: N22
MAX : 38
MIN : 11
FILE: FGE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICHE SEZIONI FESSURATE

VERIFICA SEZIONE NODO 26 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·E _{cm} [kN/m ²]	e _d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità e _d < d/2	σ _d [N/mm ²]	f _{cd, 80%} [N/mm ²]	Verifica della compressione σ _d < f _{cd, 80%}
N22	26 j	Volta	4.5	31.9	3.1	26'400'000	0.140	0.30	OK	2.20	20.47	OK

Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	ψ _{Postier} [rad]	1/C _f MIDAS [kN·m/rad]	1/C _f Postier [kN·m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	w _{Postier} [mm]	Ampiezza della fessura w < 1 [mm]	f _{ctd, 80%} [N/mm ²]	τ _{cp} [N/mm ²]	σ _{c,lim} [N/mm ²]	f _{evd} (EC2) [N/mm ²]	Verifica a taglio τ _{cp, max} ≤ F _{evd}
N22	26 j	0.029	0.7545662	5'400	5'937	OK	0.204	OK	1.37	0.16	9.52	2.21	OK
Iterazione ok													

VERIFICA SEZIONE NODO 32 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·E _{cm} [kN/m ²]	e _d [m]	d [m]	Verifica dell'eccentricità e _d < d/2	σ _d [N/mm ²]	f _{cd, 80%} [N/mm ²]	Verifica della compressione σ _d < f _{cd, 80%}
N22	32 j	Platea Dx	6.7	50.9	3.6	26'400'000	0.132	0.30	OK	1.90	20.47	OK

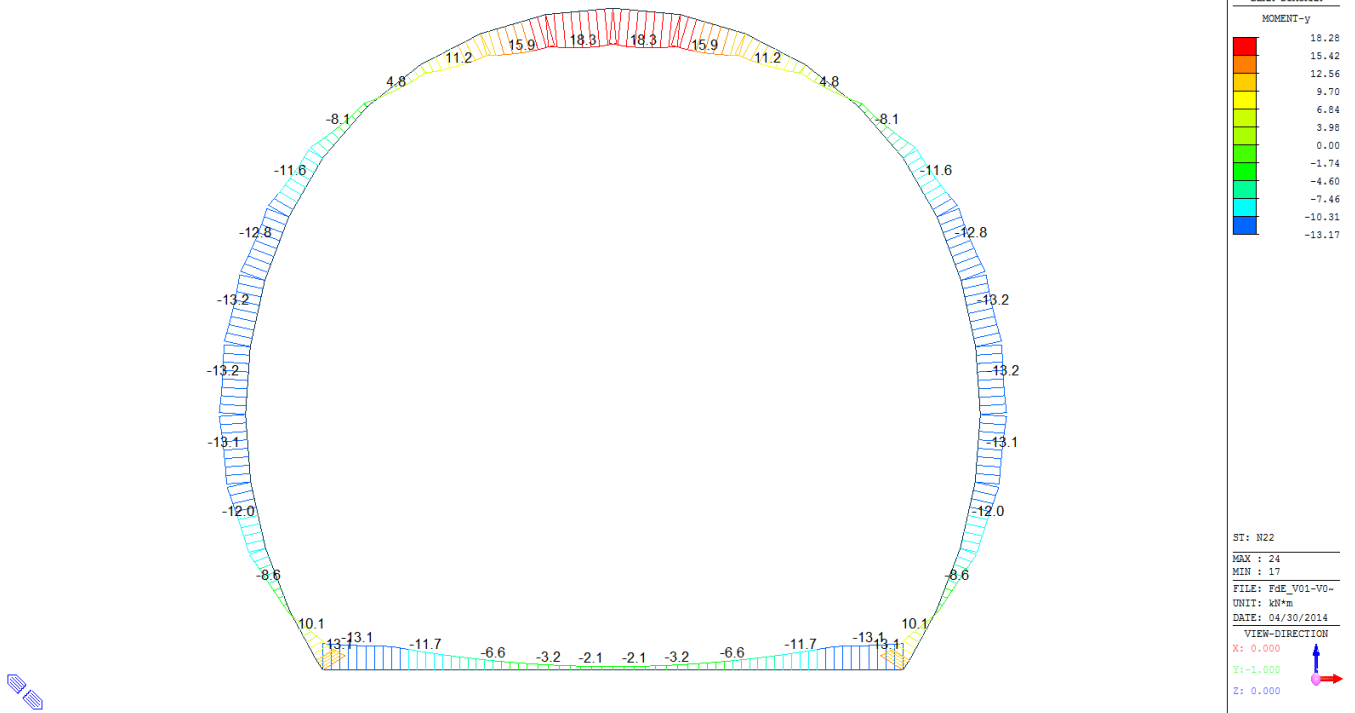
Combinazione di carico	Nodo n°	a [m]	ψ _{Postier} [rad]	1/C _f MIDAS [kN·m/rad]	1/C _f Postier [kN·m/rad]	Verifica della rotazione massima < 4 [mrad]	w _{Postier} [mm]	Ampiezza della fessura w < 1 [mm]	f _{ctd, 80%} [N/mm ²]	τ _{cp} [N/mm ²]	σ _{c,lim} [N/mm ²]	f _{evd} (EC2) [N/mm ²]	Verifica a taglio τ _{cp, max} ≤ F _{evd}
N22	32 j	0.054	0.3023395	23'000	22'227	OK	0.074	OK	1.37	0.10	9.52	2.12	OK
Iterazione ok													

VERIFICHE SEZIONI NON FESSURATE

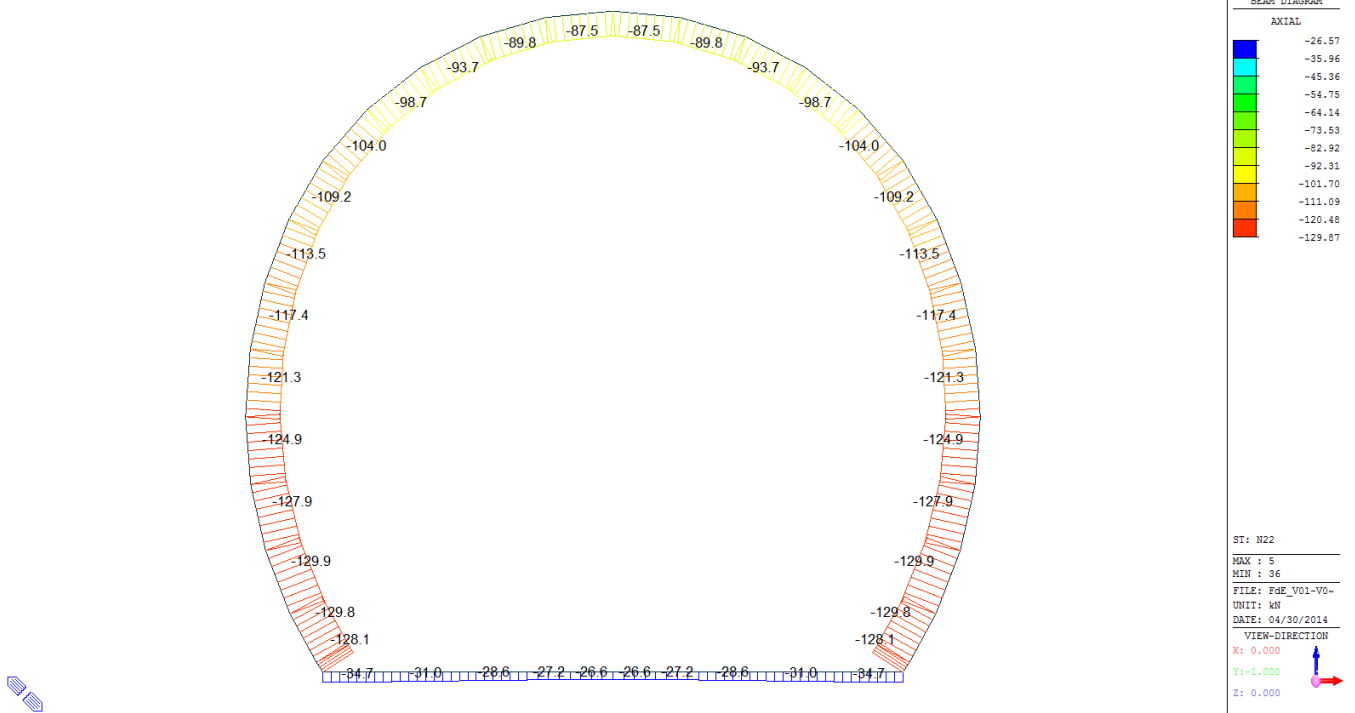
Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M _d [kN-m]	N _d [kN]	V _d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Resistenze di progetto		Risultato verifica	Verifica a taglio secondo EC2			
							σ _{sup}	σ _{inf}	f _{ctd,90%}	f _{ctd,90%}		τ _{cp}	τ _{cp}	f _{ctd(2)}	Verifica a taglio
							[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	T _{cp,max} ≤ F _{ctd}
N22	1	I[1]	-11.8	-15.9	6.8	0.23	-1.41	1.27	-20.47	1.37	OK	0.044	0.705	1.69	OK
N22	1	J[2]	-9.4	-15.9	3.0	0.23	-1.13	0.99	-20.47	1.37	OK	0.019	0.565	1.63	OK
N22	2	I[2]	-9.4	-14.2	12.7	0.23	-1.12	1.00	-20.47	1.37	OK	0.083	0.561	1.63	OK
N22	2	J[3]	-4.0	-14.2	8.9	0.23	-0.51	0.39	-20.47	1.37	OK	0.058	0.255	1.49	OK
N22	3	I[3]	-4.0	-13.1	8.9	0.23	-0.50	0.39	-20.47	1.37	OK	0.058	0.252	1.49	OK
N22	3	J[4]	-0.4	-13.1	5.2	0.23	-0.10	-0.01	-20.47	1.37	OK	0.034	0.057	1.40	OK
N22	4	I[4]	-0.4	-12.5	5.2	0.23	-0.10	-0.01	-20.47	1.37	OK	0.034	0.054	1.40	OK
N22	4	J[5]	0.8	-12.5	2.8	0.23	0.04	-0.15	-20.47	1.37	OK	0.018	0.075	1.41	OK
N22	5	I[5]	0.8	-12.2	2.8	0.23	0.04	-0.15	-20.47	1.37	OK	0.018	0.074	1.41	OK
N22	5	J[6]	1.4	-12.2	0.4	0.23	0.10	-0.21	-20.47	1.37	OK	0.003	0.103	1.42	OK
N22	6	I[6]	1.4	-12.2	0.5	0.23	0.10	-0.21	-20.47	1.37	OK	0.003	0.103	1.42	OK
N22	6	J[7]	0.8	-12.2	2.8	0.23	0.04	-0.15	-20.47	1.37	OK	0.018	0.074	1.41	OK
N22	7	I[7]	0.8	-12.4	2.8	0.23	0.04	-0.15	-20.47	1.37	OK	0.018	0.074	1.41	OK
N22	7	J[8]	-0.4	-12.4	5.2	0.23	-0.10	0.00	-20.47	1.37	OK	0.034	0.054	1.40	OK
N22	8	I[8]	-0.4	-13.0	5.2	0.23	-0.11	-0.01	-20.47	1.37	OK	0.034	0.057	1.40	OK
N22	8	J[9]	-4.0	-13.0	9.0	0.23	-0.51	0.39	-20.47	1.37	OK	0.058	0.253	1.49	OK
N22	9	I[9]	-4.0	-14.1	9.0	0.23	-0.51	0.39	-20.47	1.37	OK	0.058	0.256	1.50	OK
N22	9	J[10]	-9.4	-14.1	12.7	0.23	-1.13	1.00	-20.47	1.37	OK	0.083	0.563	1.63	OK
N22	10	I[10]	-9.4	-15.8	3.0	0.23	-1.13	1.00	-20.47	1.37	OK	0.020	0.567	1.63	OK
N22	10	J[11]	-11.9	-15.8	6.8	0.23	-1.42	1.28	-20.47	1.37	OK	0.044	0.708	1.69	OK
N22	11	I[11]	10.0	-66.9	21.7	0.23	0.84	-1.42	-20.47	1.37	OK	0.141	0.712	1.69	OK
N22	11	J[12]	11.9	-67.5	22.0	0.23	1.05	-1.64	-20.47	1.37	OK	0.144	0.820	1.74	OK
N22	12	I[13]	3.1	-65.6	16.3	0.23	0.06	-0.63	-20.47	1.37	OK	0.107	0.316	1.52	OK
N22	12	J[12]	10.0	-68.3	17.8	0.23	0.84	-1.43	-20.47	1.37	OK	0.116	0.715	1.69	OK
N22	13	I[14]	-1.8	-63.9	9.0	0.23	-0.48	-0.08	-20.47	1.37	OK	0.059	0.278	1.51	OK
N22	13	J[13]	3.1	-67.4	10.3	0.23	0.05	-0.64	-20.47	1.37	OK	0.067	0.319	1.52	OK
N22	14	I[15]	-3.9	-61.2	3.9	0.23	-0.71	0.18	-20.47	1.37	OK	0.025	0.355	1.54	OK
N22	14	J[14]	-1.8	-64.9	4.7	0.23	-0.48	-0.08	-20.47	1.37	OK	0.064	0.282	1.51	OK
N22	15	I[16]	-4.8	-57.9	1.7	0.23	-0.80	0.29	-20.47	1.37	OK	0.011	0.399	1.56	OK
N22	15	J[15]	-3.9	-61.7	2.0	0.23	-0.71	0.18	-20.47	1.37	OK	0.013	0.356	1.54	OK
N22	16	I[17]	-5.7	-54.4	1.8	0.23	-0.88	0.40	-20.47	1.37	OK	0.012	0.439	1.58	OK
N22	16	J[16]	-4.8	-58.2	1.5	0.23	-0.80	0.29	-20.47	1.37	OK	0.010	0.399	1.56	OK
N22	17	I[18]	-7.2	-51.1	3.5	0.23	-1.04	0.59	-20.47	1.37	OK	0.023	0.519	1.61	OK
N22	17	J[17]	-5.7	-54.8	2.7	0.23	-0.88	0.40	-20.47	1.37	OK	0.018	0.439	1.58	OK
N22	18	I[19]	-9.8	-48.2	5.9	0.23	-1.32	0.90	-20.47	1.37	OK	0.038	0.660	1.67	OK
N22	18	J[18]	-7.2	-51.7	4.5	0.23	-1.04	0.59	-20.47	1.37	OK	0.030	0.521	1.61	OK
N22	19	I[20]	-12.8	-45.8	7.0	0.23	-1.65	1.25	-20.47	1.37	OK	0.046	0.827	1.74	OK
N22	19	J[19]	-9.8	-49.1	5.1	0.23	-1.32	0.90	-20.47	1.37	OK	0.033	0.662	1.67	OK
N22	20	I[21]	-14.6	-43.9	4.8	0.23	-1.85	1.36	-20.47	1.37	OK	0.031	0.923	1.78	OK
N22	20	J[20]	-12.8	-46.7	2.3	0.23	-1.66	1.25	-20.47	1.37	OK	0.015	0.829	1.74	OK
N22	21	I[22]	-13.5	-41.7	0.7	0.23	-1.71	1.35	-20.47	1.37	OK	0.004	0.957	1.75	OK
N22	21	J[21]	-14.6	-44.0	3.6	0.23	-1.85	1.36	-20.47	1.37	OK	0.024	0.923	1.78	OK
N22	22	I[23]	-10.1	-39.1	5.2	0.23	-1.31	0.97	-20.47	1.37	OK	0.034	0.656	1.67	OK
N22	22	J[22]	-13.5	-40.8	8.6	0.23	-1.71	1.36	-20.47	1.37	OK	0.056	0.855	1.75	OK
N22	23	I[24]	-4.7	-36.3	8.9	0.23	-0.69	0.38	-20.47	1.37	OK	0.058	0.347	1.54	OK
N22	23	J[23]	-10.1	-37.4	12.5	0.23	-1.30	0.98	-20.47	1.37	OK	0.082	0.652	1.67	OK
N22	24	I[25]	1.4	-33.6	7.6	0.23	0.02	-0.31	-20.47	1.37	OK	0.049	0.155	1.45	OK
N22	24	J[24]	-4.7	-34.0	15.7	0.23	-0.68	0.39	-20.47	1.37	OK	0.102	0.342	1.53	OK
N22	25	I[26]	4.5	-31.9	3.1	0.23	0.37	-0.65	-20.47	1.37	OK	0.020	0.323	1.53	OK
N22	25	J[25]	1.4	-31.6	13.8	0.23	0.03	-0.30	-20.47	1.37	OK	0.090	0.150	1.45	OK
N22	26	I[27]	1.5	-33.0	13.7	0.23	0.02	-0.31	-20.47	1.37	OK	0.089	0.155	1.45	OK
N22	26	J[26]	4.5	-31.9	3.1	0.23	0.37	-0.65	-20.47	1.37	OK	0.020	0.323	1.53	OK
N22	27	I[28]	-4.4	-36.7	14.9	0.23	-0.66	0.34	-20.47	1.37	OK	0.097	0.329	1.53	OK
N22	27	J[27]	1.5	-35.0	7.2	0.23	0.01	-0.32	-20.47	1.37	OK	0.047	0.159	1.45	OK
N22	28	I[29]	-8.9	-41.2	10.6	0.23	-1.19	0.83	-20.47	1.37	OK	0.069	0.396	1.64	OK
N22	28	J[28]	-4.4	-38.8	7.6	0.23	-0.67	0.33	-20.47	1.37	OK	0.050	0.333	1.53	OK
N22	29	I[30]	-10.8	-45.2	5.1	0.23	-1.43	0.83	-20.47	1.37	OK	0.033	0.713	1.69	OK
N22	29	J[29]	-8.9	-42.4	2.6	0.23	-1.20	0.83	-20.47	1.37	OK	0.017	0.599	1.65	OK
N22	30	I[31]	-9.5	-48.6	1.7	0.23	-1.29	0.67	-20.47	1.37	OK	0.011	0.646	1.66	OK
N22	30	J[30]	-10.8	-45.4	3.6	0.23	-1.43	0.83	-20.47	1.37	OK	0.023	0.713	1.69	OK
N22	31	I[32]	-6.7	-51.5	5.0	0.23	-0.99	0.54	-20.47	1.37	OK	0.032	0.493	1.60	OK
N22	31	J[31]	-9.5	-48.0	6.3	0.23	-1.29	0.67	-20.47	1.37	OK	0.041	0.644	1.66	OK
N22	32	I[33]	-5.1	-54.5	2.8	0.23	-0.82	0.34	-20.47	1.37	OK	0.018	0.409	1.56	OK
N22	32	J[32]	-6.7	-50.9	3.6	0.23	-0.98	0.54	-20.47	1.37	OK	0.023	0.492	1.60	OK
N22	33	I[34]	-4.4	-57.9	1.4	0.23	-0.75	0.24	-20.47	1.37	OK	0.009	0.373	1.55	OK
N22	33	J[33]	-5.1	-54.2	1.7	0.23	-0.82	0.35	-20.47	1.37	OK	0.011	0.409	1.56	OK
N22	34	I[35]	-3.6	-61.5	1.7	0.23	-0.67	0.14	-20.47	1.37	OK	0.011	0.336	1.53	OK
N22	34	J[34]	-4.4	-57.7	1.4	0.23	-0.75	0.24	-20.47	1.37	OK	0.009	0.373	1.55	OK
N22	35	I[36]	-1.6	-64.7	4.4	0.23	-0.46	-0.10	-20.47	1.37	OK	0.029	0.281	1.51	OK
N22	35	J[35]	-3.6	-61.1	3.6	0.23	-0.67	0.14	-20.47	1.37	OK	0.024	0.335	1.53	OK
N22	36	I[37]	3.1	-67.3	10.1	0.23	0.06	-0.65	-20.47	1.37	OK	0.066	0.324	1.53	OK
N22	36	J[36]	-1.6	-63.8	8.7	0.23	-0.45	-0.10	-20.47	1.37	OK	0.057	0.277	1.51	OK
N22	37	I[38]	10.0	-68.2	17.5	0.23	0.83	-1.43	-20.47	1.37	OK	0.114	0.713	1.69	OK
N22	37	J[37]	3.1	-65.6	16.1	0.23	0.07	-0.64	-20.47	1.37	OK	0.105	0.320	1.52	OK
N22	38	I[1]	11.8	-67.4	21.8	0.23	1.05	-1.63	-20.47	1.37	OK	0.142	0.817	1.73	OK
N22	38	J[38]	10.0	-66.8	21.4	0.23	0.84	-1.42	-20.47	1.37	OK	0.140	0.710	1.69	OK

A.5.4.12. Load combination SLU 22 FEM analysis

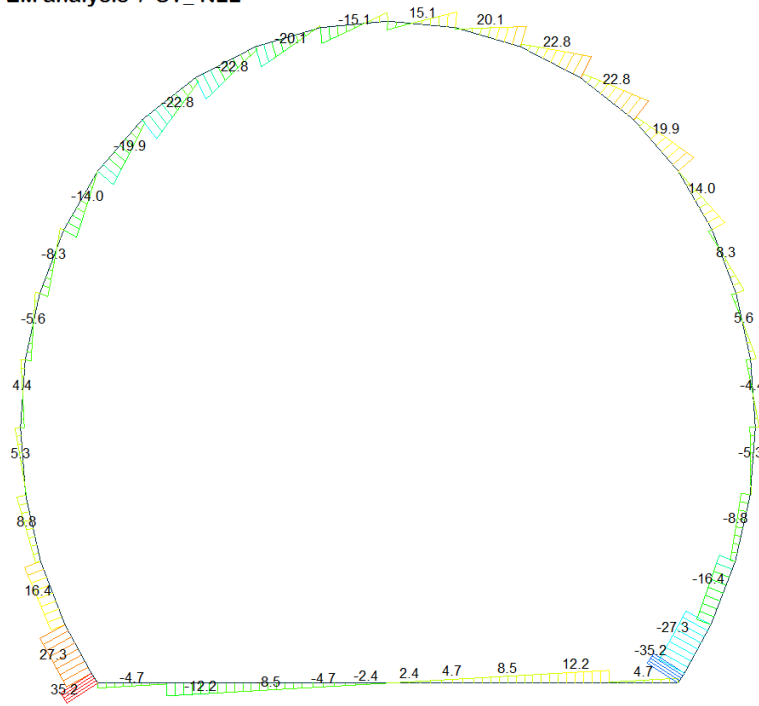
Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_N22



Beam Diagram_Fx - FEM analysis / ST_N22



Beam Diagram_Fz - FEM analysis / ST_N22



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

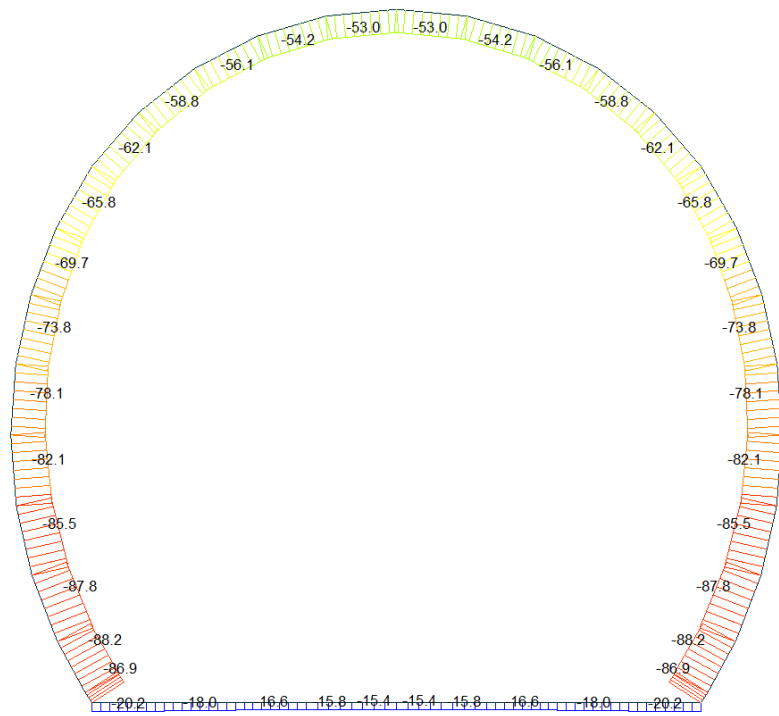
35.21
28.81
22.41
16.00
9.60
3.20
0.00
-9.60
-16.00
-22.41
-28.81
-35.21

ST: N22
MAX : 38
MIN : 11
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000



A.5.4.13. Load combination SLE 1

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 1



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

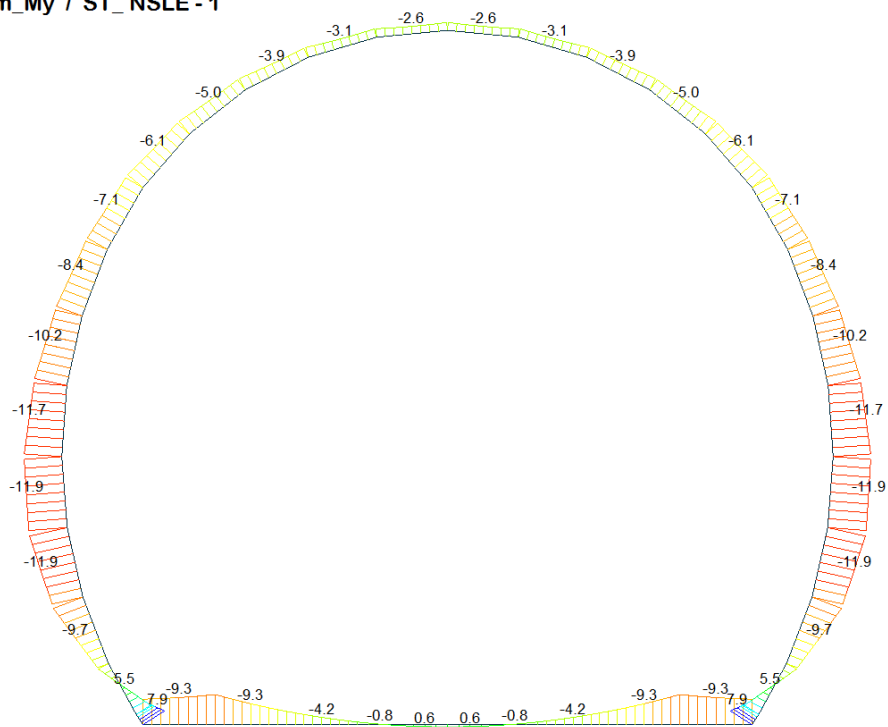
AXIAL

Blue	-15.42
Cyan	-22.04
Green	-28.65
Light Green	-35.26
Yellow-Green	-41.88
Yellow	-48.49
Orange-Yellow	-55.10
Orange	-61.71
Red-Orange	-68.33
Red	-74.94
Dark Red	-81.55
Black	-88.17

ST: NSLE - 1
MAX : 6
MIN : 37
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: MN
DATE: 04/03/2014

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	7.92
Cyan	6.12
Green	4.31
Light Green	2.51
Yellow-Green	0.00
Yellow	-1.10
Orange-Yellow	-2.91
Orange	-4.71
Red-Orange	-6.52
Red	-8.32
Dark Red	-10.13
Black	-11.93

ST: NSLE - 1
MAX : 38
MIN : 35
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: KN*m
DATE: 04/03/2014

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

VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI

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	ψ	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

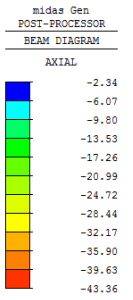
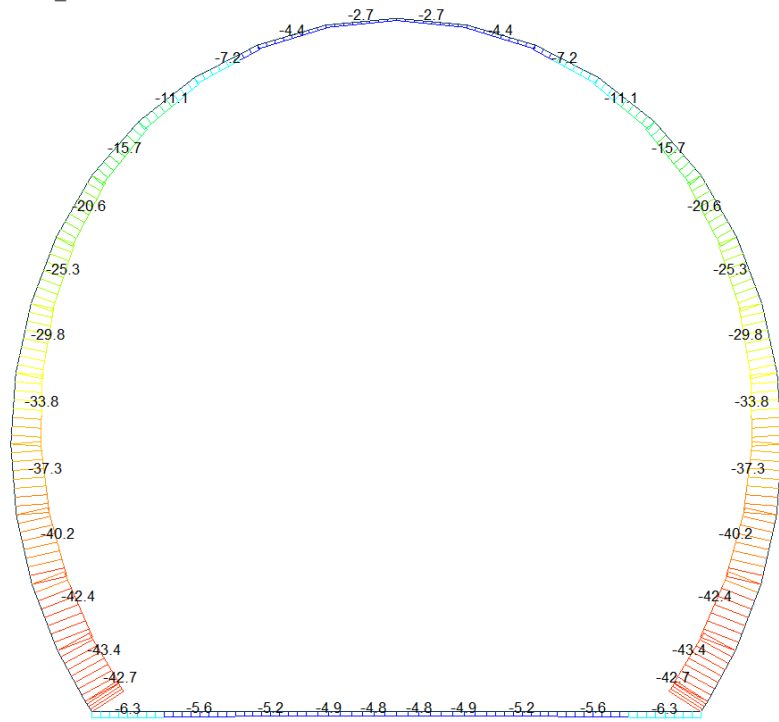
Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN-m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	
NSLE - 1	1	I[1]	-7.4	-23.4	2.4	0.30	-0.57	0.41	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	1	J[2]	-9.5	-23.4	6.2	0.30	-0.71	0.56	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	2	I[2]	-9.5	-20.9	12.2	0.30	-0.70	0.56	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	2	J[3]	-4.3	-20.9	8.5	0.30	-0.36	0.22	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	3	I[3]	-4.3	-19.3	8.5	0.30	-0.35	0.22	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	3	J[4]	-1.0	-19.3	4.7	0.30	-0.13	0.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	4	I[4]	-1.0	-18.4	4.7	0.30	-0.13	0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	4	J[5]	0.1	-18.4	2.4	0.30	-0.05	-0.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	5	I[5]	0.1	-17.9	2.4	0.30	-0.05	-0.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	5	J[6]	0.5	-17.9	0.0	0.30	-0.03	-0.09	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	6	I[6]	0.5	-17.9	0.0	0.30	-0.03	-0.09	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	6	J[7]	0.1	-17.9	2.4	0.30	-0.05	-0.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	7	I[7]	0.1	-18.4	2.4	0.30	-0.05	-0.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	7	J[8]	-1.0	-18.4	4.7	0.30	-0.13	0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	8	I[8]	-1.0	-19.3	4.7	0.30	-0.13	0.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	8	J[9]	-4.3	-19.3	8.5	0.30	-0.35	0.22	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	9	I[9]	-4.3	-20.9	8.5	0.30	-0.36	0.22	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	9	J[10]	-9.5	-20.9	12.2	0.30	-0.70	0.56	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	10	I[10]	-9.5	-23.4	6.2	0.30	-0.71	0.56	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	10	J[11]	-7.4	-23.4	2.4	0.30	-0.57	0.41	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	11	I[12]	4.9	-93.6	28.4	0.30	0.01	-0.64	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	11	J[11]	7.4	-94.1	28.8	0.30	0.18	-0.80	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	12	I[13]	-4.1	-92.7	21.5	0.30	-0.59	-0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	12	J[12]	4.9	-95.4	22.9	0.30	0.01	-0.64	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	13	I[14]	-10.1	-91.5	11.2	0.30	-0.98	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	13	J[13]	-4.1	-95.0	12.6	0.30	-0.59	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	14	I[15]	-12.0	-88.9	3.3	0.30	-1.09	0.50	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	14	J[14]	-10.1	-92.6	4.2	0.30	-0.98	0.36	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	15	I[16]	-11.4	-85.4	1.2	0.30	-1.05	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	15	J[15]	-12.0	-89.1	1.0	0.30	-1.09	0.50	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	16	I[17]	-9.8	-81.3	3.2	0.30	-0.92	0.38	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	16	J[16]	-11.4	-85.0	3.4	0.30	-1.04	0.48	-30.71	2.06	OK

NSLE - 1	17	I[18]	-8.0	-77.1	3.1	0.30	-0.79	0.28	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	17	J[17]	-9.8	-80.8	3.9	0.30	-0.92	0.38	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	18	I[19]	-6.8	-73.2	1.8	0.30	-0.70	0.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	18	J[18]	-8.0	-76.7	3.1	0.30	-0.79	0.28	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	19	I[20]	-6.0	-69.6	0.7	0.30	-0.63	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	19	J[19]	-6.8	-72.8	2.5	0.30	-0.69	0.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	20	I[21]	-5.0	-66.4	0.8	0.30	-0.55	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	20	J[20]	-6.0	-69.2	3.2	0.30	-0.63	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	21	I[22]	-4.1	-63.7	0.4	0.30	-0.48	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	21	J[21]	-5.0	-66.0	3.3	0.30	-0.55	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	22	I[23]	-3.4	-61.6	0.2	0.30	-0.43	0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	22	J[22]	-4.1	-63.3	3.1	0.30	-0.48	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	23	I[24]	-2.9	-60.3	0.9	0.30	-0.42	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	23	J[23]	-3.4	-61.4	2.7	0.30	-0.43	0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	24	I[25]	-2.8	-59.8	1.6	0.30	-0.48	-0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	24	J[24]	-2.9	-60.2	2.2	0.30	-0.42	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	25	I[26]	-2.9	-60.2	2.2	0.30	-0.42	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	25	J[25]	-2.8	-59.8	1.6	0.30	-0.48	-0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	26	I[27]	-3.4	-61.4	2.7	0.30	-0.43	0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	26	J[26]	-2.9	-60.3	0.9	0.30	-0.42	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	27	I[28]	-4.1	-63.3	3.1	0.30	-0.48	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	27	J[27]	-3.4	-61.6	0.2	0.30	-0.43	0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	28	I[29]	-5.0	-66.0	3.3	0.30	-0.55	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	28	J[28]	-4.1	-63.7	0.4	0.30	-0.48	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	29	I[30]	-6.0	-69.2	3.2	0.30	-0.63	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	29	J[29]	-5.0	-66.4	0.8	0.30	-0.55	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	30	I[31]	-6.8	-72.8	2.5	0.30	-0.69	0.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	30	J[30]	-6.0	-69.6	0.7	0.30	-0.63	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	31	I[32]	-8.0	-76.7	3.1	0.30	-0.79	0.28	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	31	J[31]	-6.8	-73.2	1.8	0.30	-0.70	0.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	32	I[33]	-9.8	-80.8	3.9	0.30	-0.92	0.38	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	32	J[32]	-8.0	-77.1	3.1	0.30	-0.79	0.28	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	33	I[34]	-11.4	-85.0	3.4	0.30	-1.04	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	33	J[33]	-9.8	-81.3	3.2	0.30	-0.92	0.38	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	34	I[35]	-12.0	-89.1	1.0	0.30	-1.09	0.50	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	34	J[34]	-11.4	-85.4	1.2	0.30	-1.05	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	35	I[36]	-10.1	-92.6	4.2	0.30	-0.98	0.36	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	35	J[35]	-12.0	-88.9	3.3	0.30	-1.09	0.50	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	36	I[37]	-4.1	-95.0	12.6	0.30	-0.59	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	36	J[36]	-10.1	-91.5	11.2	0.30	-0.98	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	37	I[38]	4.9	-95.4	22.9	0.30	0.01	-0.64	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	37	J[37]	-4.1	-92.7	21.5	0.30	-0.59	-0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	38	I[1]	7.4	-94.1	28.8	0.30	0.18	-0.80	-30.71	2.06	OK
NSLE - 1	38	J[38]	4.9	-93.6	28.4	0.30	0.01	-0.64	-30.71	2.06	OK

$\sigma_{c, \max}$	-1.09
$\sigma_{t, \max}$	0.56

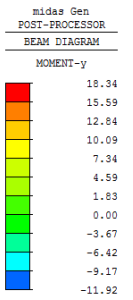
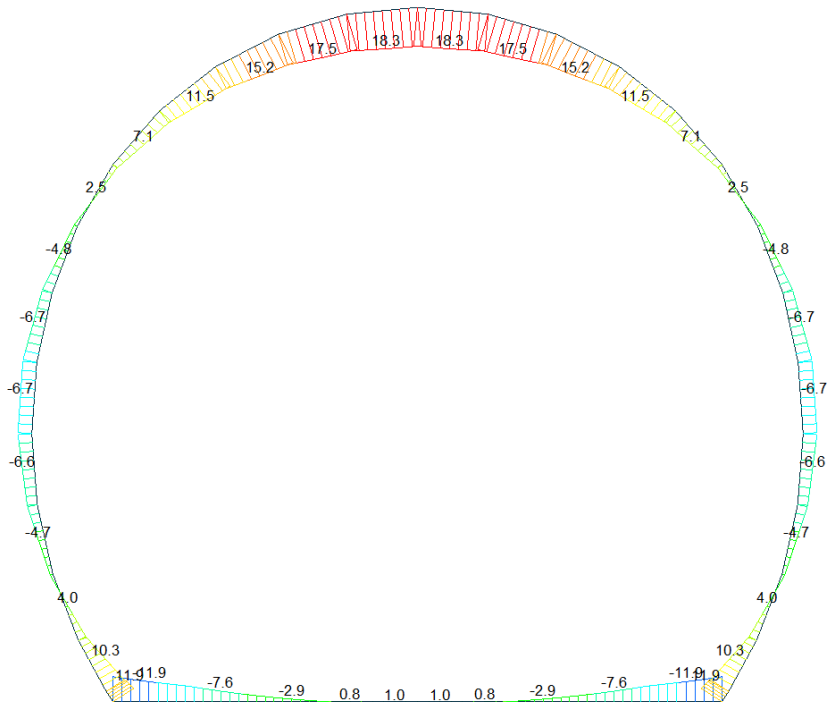
A.5.4.14. Load combination SLE 2

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 2



ST: NSLE - 2
MAX : 24
MIN : 37
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: MN
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 2



ST: NSLE - 2
MAX : 24
MIN : 1
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI

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_{ctd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctd} [N/mm ²]	2.059	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICA SEZIONI NON FESSURATE

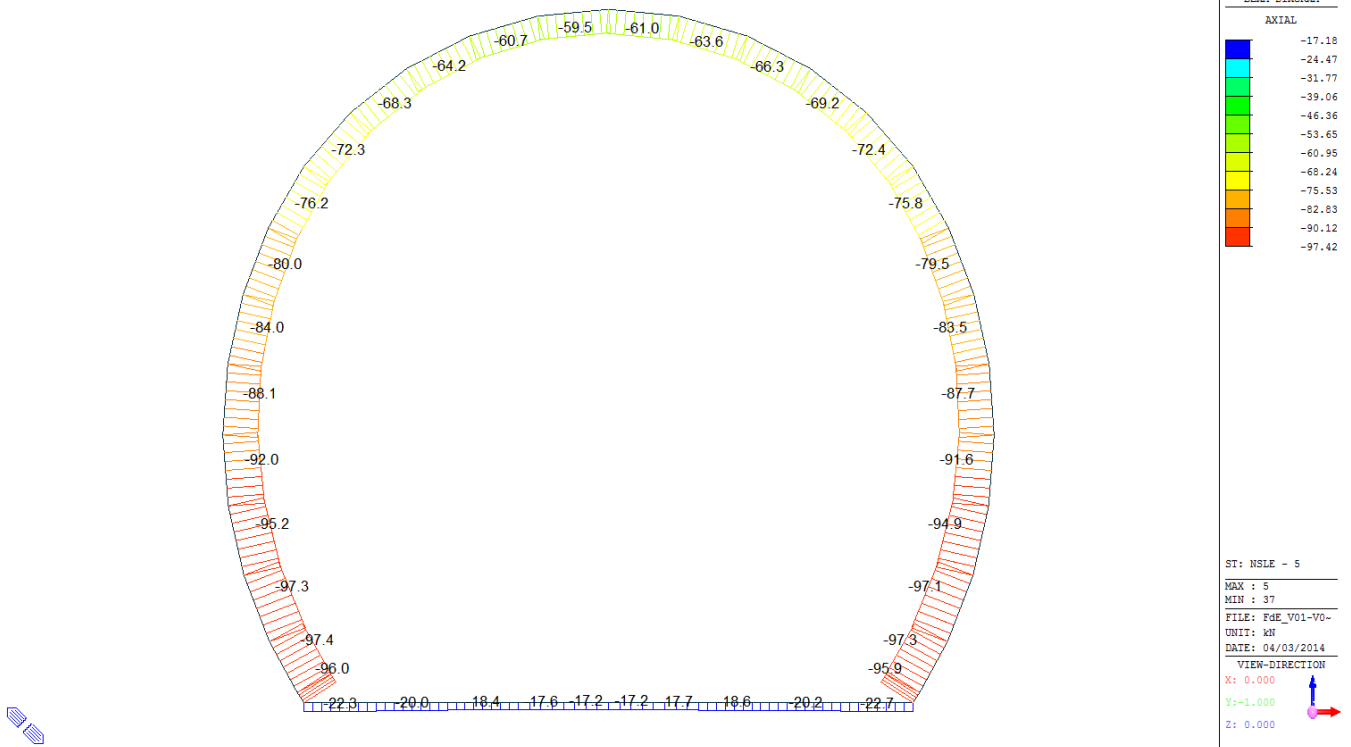
Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN·m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	
NSLE - 2	1	I[1]	-11.5	-5.4	9.7	0.30	-0.78	0.75	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	1	J[2]	-7.5	-5.4	5.9	0.30	-0.52	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	2	I[2]	-7.5	-4.9	11.2	0.30	-0.52	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	2	J[3]	-2.8	-4.9	7.5	0.30	-0.21	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	3	I[3]	-2.8	-4.5	7.5	0.30	-0.20	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	3	J[4]	0.0	-4.5	3.7	0.30	-0.02	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	4	I[4]	0.0	-4.3	3.7	0.30	-0.02	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	4	J[5]	0.8	-4.3	1.4	0.30	0.04	-0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	5	I[5]	0.8	-4.2	1.7	0.30	0.04	-0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	5	J[6]	0.9	-4.2	0.7	0.30	0.05	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	6	I[6]	0.9	-4.2	0.7	0.30	0.05	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	6	J[7]	0.8	-4.2	1.7	0.30	0.04	-0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	7	I[7]	0.8	-4.3	1.4	0.30	0.04	-0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	7	J[8]	0.0	-4.3	3.7	0.30	-0.02	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	8	I[8]	0.0	-4.5	3.7	0.30	-0.02	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	8	J[9]	-2.8	-4.5	7.5	0.30	-0.20	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	9	I[9]	-2.8	-4.9	7.5	0.30	-0.21	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	9	J[10]	-7.5	-4.9	11.2	0.30	-0.52	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	10	I[10]	-7.5	-5.4	5.9	0.30	-0.52	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	10	J[11]	-11.5	-5.4	9.7	0.30	-0.78	0.75	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	11	I[12]	9.8	-41.7	19.5	0.30	0.51	-0.79	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	11	J[11]	11.5	-42.2	19.8	0.30	0.62	-0.91	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	12	I[13]	3.0	-40.3	15.8	0.30	0.07	-0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	12	J[12]	9.8	-43.0	17.3	0.30	0.51	-0.79	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	13	I[14]	-2.9	-38.7	11.2	0.30	-0.32	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	13	J[13]	3.0	-42.2	12.5	0.30	0.06	-0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	14	I[15]	-6.8	-36.5	7.4	0.30	-0.57	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	14	J[14]	-2.9	-40.1	8.3	0.30	-0.33	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	15	I[16]	-8.6	-33.5	3.5	0.30	-0.69	0.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	15	J[15]	-6.8	-37.3	3.8	0.30	-0.58	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	16	I[17]	-8.0	-30.0	1.2	0.30	-0.63	0.43	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	16	J[16]	-8.6	-33.7	1.4	0.30	-0.69	0.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	17	I[18]	-5.4	-25.8	4.7	0.30	-0.45	0.27	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	17	J[17]	-8.0	-29.5	5.5	0.30	-0.63	0.43	-30.71	2.06	OK

NSLE - 2	18	I[19]	-1.5	-21.3	7.1	0.30	-0.17	0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	18	J[18]	-5.4	-24.8	8.4	0.30	-0.44	0.28	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	19	I[20]	3.2	-16.7	8.6	0.30	0.16	-0.27	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	19	J[19]	-1.5	-19.9	10.4	0.30	-0.17	0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	20	I[21]	8.4	-11.9	9.1	0.30	0.52	-0.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	20	J[20]	3.2	-14.8	11.6	0.30	0.16	-0.26	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	21	I[22]	13.2	-7.7	8.3	0.30	0.86	-0.91	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	21	J[21]	8.4	-10.0	11.2	0.30	0.52	-0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	22	I[23]	17.2	-4.3	6.2	0.30	1.13	-1.16	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	22	J[22]	13.2	-6.0	9.6	0.30	0.86	-0.90	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	23	I[24]	19.7	-2.0	3.3	0.30	1.28	-1.32	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	23	J[23]	17.2	-3.0	6.9	0.30	1.13	-1.15	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	24	I[25]	20.6	-0.9	0.1	0.30	1.28	-1.38	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	24	J[24]	19.7	-1.3	3.6	0.30	1.29	-1.32	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	25	I[26]	19.7	-1.3	3.6	0.30	1.29	-1.32	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	25	J[25]	20.6	-0.9	0.1	0.30	1.28	-1.38	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	26	I[27]	17.2	-3.0	6.9	0.30	1.13	-1.15	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	26	J[26]	19.7	-2.0	3.3	0.30	1.28	-1.32	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	27	I[28]	13.2	-6.0	9.6	0.30	0.86	-0.90	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	27	J[27]	17.2	-4.3	6.2	0.30	1.13	-1.16	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	28	I[29]	8.4	-10.0	11.2	0.30	0.52	-0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	28	J[28]	13.2	-7.7	8.3	0.30	0.86	-0.91	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	29	I[30]	3.2	-14.8	11.6	0.30	0.16	-0.26	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	29	J[29]	8.4	-11.9	9.1	0.30	0.52	-0.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	30	I[31]	-1.5	-19.9	10.4	0.30	-0.17	0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	30	J[30]	3.2	-16.7	8.6	0.30	0.16	-0.27	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	31	I[32]	-5.4	-24.8	8.4	0.30	-0.44	0.28	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	31	J[31]	-1.5	-21.3	7.1	0.30	-0.17	0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	32	I[33]	-8.0	-29.5	5.5	0.30	-0.63	0.43	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	32	J[32]	-5.4	-25.8	4.7	0.30	-0.45	0.27	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	33	I[34]	-8.6	-33.7	1.4	0.30	-0.69	0.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	33	J[33]	-8.0	-30.0	1.2	0.30	-0.63	0.43	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	34	I[35]	-6.8	-37.3	3.8	0.30	-0.58	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	34	J[34]	-8.6	-33.5	3.5	0.30	-0.69	0.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	35	I[36]	-2.9	-40.1	8.3	0.30	-0.33	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	35	J[35]	-6.8	-36.5	7.4	0.30	-0.57	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	36	I[37]	3.0	-42.2	12.5	0.30	0.06	-0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	36	J[36]	-2.9	-38.7	11.2	0.30	-0.32	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	37	I[38]	9.8	-43.0	17.3	0.30	0.51	-0.79	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	37	J[37]	3.0	-40.3	15.8	0.30	0.07	-0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	38	I[1]	11.5	-42.2	19.8	0.30	0.62	-0.91	-30.71	2.06	OK
NSLE - 2	38	J[38]	9.8	-41.7	19.5	0.30	0.51	-0.79	-30.71	2.06	OK

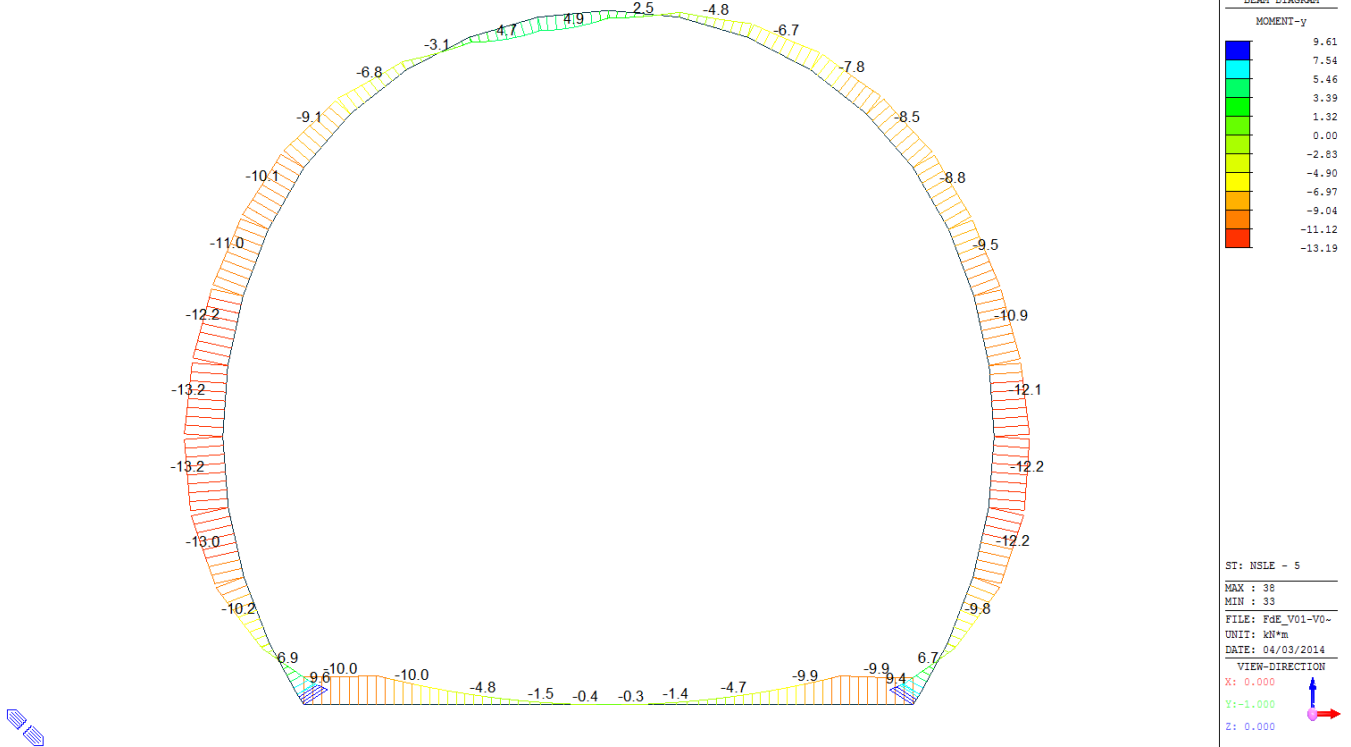
$\sigma_{c, max}$	-1.38
$\sigma_{t, max}$	1.29

A.5.4.15. Load combination SLE 5 Block analysis

Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_NSLE - 5



Beam Diagram_My - Block analysis / ST_NSLE - 5



VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI

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_{ctd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctd} [N/mm ²]	2.059	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICA SEZIONI NON FESSURATE

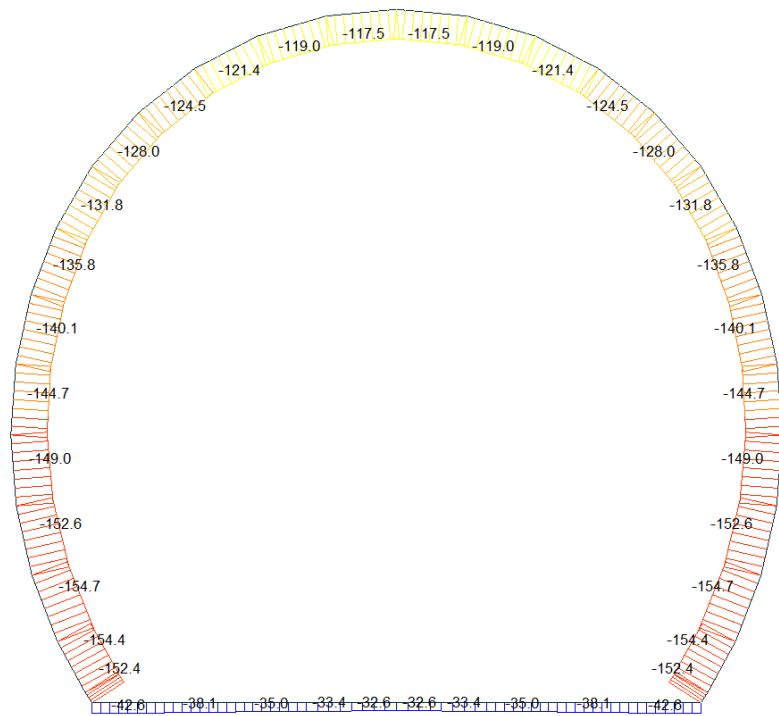
Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN·m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	
NSLE - 5	1	I[1]	-9.6	-22.3	1.1	0.30	-0.71	0.57	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	1	J[2]	-10.0	-22.3	2.7	0.30	-0.74	0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	2	I[2]	-10.0	-20.0	12.3	0.30	-0.73	0.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	2	J[3]	-4.8	-20.0	8.5	0.30	-0.39	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	3	I[3]	-4.8	-18.4	8.5	0.30	-0.38	0.26	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	3	J[4]	-1.5	-18.4	4.8	0.30	-0.16	0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	4	I[4]	-1.5	-17.6	4.8	0.30	-0.16	0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	4	J[5]	-0.4	-17.6	2.4	0.30	-0.08	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	5	I[5]	-0.4	-17.2	2.4	0.30	-0.08	-0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	5	J[6]	0.0	-17.2	0.0	0.30	-0.06	-0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	6	I[6]	0.0	-17.2	0.0	0.30	-0.06	-0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	6	J[7]	-0.3	-17.2	2.3	0.30	-0.08	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	7	I[7]	-0.3	-17.7	2.3	0.30	-0.08	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	7	J[8]	-1.5	-17.7	4.7	0.30	-0.16	0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	8	I[8]	-1.5	-18.6	4.7	0.30	-0.16	0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	8	J[9]	-4.7	-18.6	8.5	0.30	-0.38	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	9	I[9]	-4.7	-20.2	8.5	0.30	-0.38	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	9	J[10]	-9.9	-20.2	12.2	0.30	-0.73	0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	10	I[10]	-9.9	-22.7	2.9	0.30	-0.74	0.58	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	10	J[11]	-9.4	-22.7	0.9	0.30	-0.70	0.55	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	11	I[12]	6.7	-95.4	30.5	0.30	0.13	-0.77	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	11	J[11]	9.4	-95.9	30.9	0.30	0.31	-0.95	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	12	I[13]	-3.1	-94.7	23.4	0.30	-0.52	-0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	12	J[12]	6.7	-97.3	24.8	0.30	0.12	-0.77	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	13	I[14]	-9.8	-93.6	12.8	0.30	-0.96	0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	13	J[13]	-3.1	-97.1	14.1	0.30	-0.53	-0.12	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	14	I[15]	-12.2	-91.3	4.5	0.30	-1.12	0.51	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	14	J[14]	-9.8	-95.0	5.3	0.30	-0.97	0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	15	I[16]	-12.1	-87.9	0.4	0.30	-1.10	0.52	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	15	J[15]	-12.2	-91.6	0.1	0.30	-1.12	0.51	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	16	I[17]	-10.9	-83.9	2.4	0.30	-1.00	0.44	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	16	J[16]	-12.1	-87.7	2.7	0.30	-1.10	0.52	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	17	I[18]	-9.5	-79.9	2.3	0.30	-0.90	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	17	J[17]	-10.9	-83.5	3.1	0.30	-1.00	0.45	-30.71	2.06	OK

NSLE - 5	18	I[19]	-8.8	-76.0	0.8	0.30	-0.84	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	18	J[18]	-9.5	-79.5	2.1	0.30	-0.90	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	19	I[20]	-8.5	-72.6	0.4	0.30	-0.81	0.32	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	19	J[19]	-8.8	-75.8	1.5	0.30	-0.84	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	20	I[21]	-7.8	-69.5	0.1	0.30	-0.75	0.29	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	20	J[20]	-8.5	-72.4	2.6	0.30	-0.81	0.32	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	21	I[22]	-6.7	-66.9	0.8	0.30	-0.67	0.22	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	21	J[21]	-7.8	-69.2	3.7	0.30	-0.75	0.29	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	22	I[23]	-4.8	-64.6	2.1	0.30	-0.54	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	22	J[22]	-6.7	-66.3	5.4	0.30	-0.67	0.23	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	23	I[24]	-1.7	-62.5	4.5	0.30	-0.35	-0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	23	J[23]	-4.8	-63.6	8.1	0.30	-0.53	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	24	I[25]	2.5	-60.6	3.7	0.30	-0.13	-0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	24	J[24]	-1.7	-61.0	11.8	0.30	-0.34	-0.09	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	25	I[26]	4.6	-59.5	5.0	0.30	0.08	-0.51	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	25	J[25]	2.5	-59.1	11.9	0.30	-0.12	-0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	26	I[27]	1.8	-60.7	13.2	0.30	-0.08	-0.32	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	26	J[26]	4.6	-59.6	3.5	0.30	0.08	-0.51	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	27	I[28]	-3.1	-64.2	13.0	0.30	-0.42	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	27	J[27]	1.8	-62.5	5.3	0.30	-0.09	-0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	28	I[29]	-6.8	-68.3	9.0	0.30	-0.68	0.23	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	28	J[28]	-3.1	-66.0	6.0	0.30	-0.43	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	29	I[30]	-9.1	-72.3	5.7	0.30	-0.84	0.36	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	29	J[29]	-6.8	-69.5	3.3	0.30	-0.69	0.22	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	30	I[31]	-10.1	-76.2	3.0	0.30	-0.93	0.42	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	30	J[30]	-9.1	-73.0	1.1	0.30	-0.85	0.36	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	31	I[32]	-11.0	-80.0	2.5	0.30	-1.00	0.47	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	31	J[31]	-10.1	-76.5	1.2	0.30	-0.93	0.42	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	32	I[33]	-12.2	-84.0	2.8	0.30	-1.10	0.54	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	32	J[32]	-11.0	-80.4	2.0	0.30	-1.00	0.47	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	33	I[34]	-13.2	-88.1	2.1	0.30	-1.17	0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	33	J[33]	-12.2	-84.4	1.8	0.30	-1.10	0.53	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	34	I[35]	-13.0	-92.0	0.6	0.30	-1.17	0.56	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	34	J[34]	-13.2	-88.2	0.3	0.30	-1.17	0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	35	I[36]	-10.2	-95.2	6.0	0.30	-1.00	0.36	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	35	J[35]	-13.0	-91.6	5.2	0.30	-1.17	0.56	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	36	I[37]	-3.1	-97.3	14.7	0.30	-0.53	-0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	36	J[36]	-10.2	-93.8	13.4	0.30	-0.99	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	37	I[38]	6.9	-97.4	25.4	0.30	0.14	-0.79	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	37	J[37]	-3.1	-94.7	24.0	0.30	-0.53	-0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	38	I[1]	9.6	-96.0	31.5	0.30	0.32	-0.96	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	38	J[38]	6.9	-95.4	31.1	0.30	0.14	-0.78	-30.71	2.06	OK

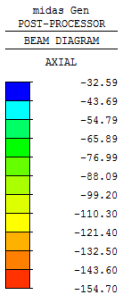
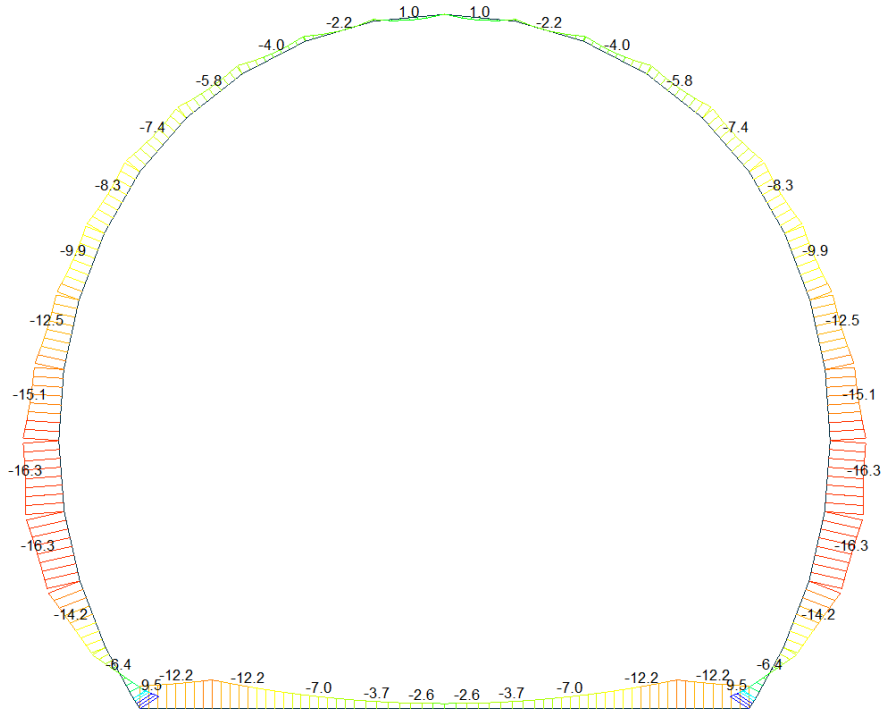
$\sigma_{c, max}$	-1.17
$\sigma_{t, max}$	0.60

A.5.4.16. Load combination SLE 5 FEM analysis

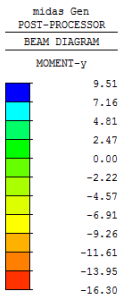
Beam Diagram_Fx - FEM analysis / ST_NSLE - 5



Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_NSLE - 5



ST: NSLE - 5
MAX : 5
MIN : 36
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: KN
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000



ST: NSLE - 5
MAX : 38
MIN : 35
FILE: PdE_V01-V0-
UNIT: KN*m
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI

CALCESTRUZZO - DATI DI CALCOLO

R_{ct} [N/mm ²]	37.00	F_{ctk} [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_{ctd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctd} [N/mm ²]	2.059	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICA SEZIONI NON FESSURATE

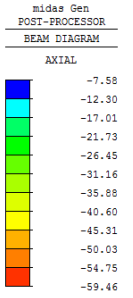
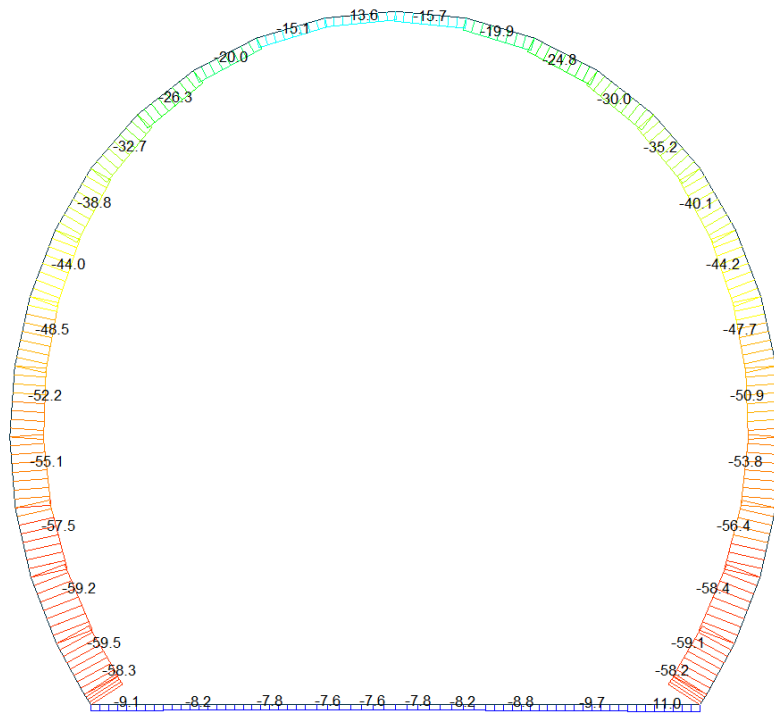
Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN·m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	
NSLE - 5	1	I[1]	-9.5	-42.6	3.4	0.30	-0.78	0.49	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	1	J[2]	-12.2	-42.6	7.2	0.30	-0.95	0.67	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	2	I[2]	-12.2	-38.1	12.2	0.30	-0.94	0.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	2	J[3]	-7.0	-38.1	8.5	0.30	-0.59	0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	3	I[3]	-7.0	-35.0	8.5	0.30	-0.58	0.35	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	3	J[4]	-3.7	-35.0	4.7	0.30	-0.36	0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	4	I[4]	-3.7	-33.4	4.7	0.30	-0.36	0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	4	J[5]	-2.6	-33.4	2.4	0.30	-0.28	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	5	I[5]	-2.6	-32.6	2.4	0.30	-0.28	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	5	J[6]	-2.2	-32.6	0.0	0.30	-0.25	0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	6	I[6]	-2.2	-32.6	0.0	0.30	-0.25	0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	6	J[7]	-2.6	-32.6	2.4	0.30	-0.28	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	7	I[7]	-2.6	-33.4	2.4	0.30	-0.28	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	7	J[8]	-3.7	-33.4	4.7	0.30	-0.36	0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	8	I[8]	-3.7	-35.0	4.7	0.30	-0.36	0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	8	J[9]	-7.0	-35.0	8.5	0.30	-0.58	0.35	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	9	I[9]	-7.0	-38.1	8.5	0.30	-0.59	0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	9	J[10]	-12.2	-38.1	12.2	0.30	-0.94	0.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	10	I[10]	-12.2	-42.6	7.2	0.30	-0.95	0.67	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	10	J[11]	-9.5	-42.6	3.4	0.30	-0.78	0.49	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	11	I[12]	6.1	-151.9	39.9	0.30	-0.10	-0.91	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	11	J[11]	9.5	-152.4	40.2	0.30	0.13	-1.14	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	12	I[13]	-6.4	-151.7	30.6	0.30	-0.93	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	12	J[12]	6.1	-154.4	30.6	0.30	-0.11	-0.92	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	13	I[14]	-14.2	-151.2	16.8	0.30	-1.45	0.44	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	13	J[13]	-6.4	-154.7	14.9	0.30	-0.94	-0.09	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	14	I[15]	-16.3	-149.0	6.3	0.30	-1.58	0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	14	J[14]	-14.2	-152.6	2.4	0.30	-1.45	0.44	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	15	I[16]	-15.1	-145.3	0.7	0.30	-1.49	0.52	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	15	J[15]	-16.3	-149.0	5.3	0.30	-1.58	0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	16	I[17]	-12.5	-140.9	1.1	0.30	-1.30	0.36	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	16	J[16]	-15.1	-144.7	9.1	0.30	-1.49	0.52	-30.71	2.06	OK

NSLE - 5	17	I[18]	-9.9	-136.5	0.1	0.30	-1.11	0.20	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	17	J[17]	-12.5	-140.1	10.1	0.30	-1.30	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	18	I[19]	-8.3	-132.3	3.0	0.30	-0.99	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	18	J[18]	-9.9	-135.8	9.1	0.30	-1.11	0.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	19	I[20]	-7.4	-128.6	5.3	0.30	-0.92	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	19	J[19]	-8.3	-131.8	8.8	0.30	-0.99	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	20	I[21]	-5.8	-125.2	5.1	0.30	-0.80	-0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	20	J[20]	-7.4	-128.0	11.1	0.30	-0.92	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	21	I[22]	-4.0	-122.1	5.5	0.30	-0.67	-0.14	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	21	J[21]	-5.8	-124.5	12.6	0.30	-0.80	-0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	22	I[23]	-2.2	-119.7	6.6	0.30	-0.54	-0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	22	J[22]	-4.0	-121.4	13.5	0.30	-0.67	-0.14	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	23	I[24]	-0.7	-117.9	8.2	0.30	-0.47	-0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	23	J[23]	-2.2	-119.0	13.6	0.30	-0.54	-0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	24	I[25]	-0.1	-117.1	10.6	0.30	-0.49	-0.38	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	24	J[24]	-0.7	-117.5	12.8	0.30	-0.47	-0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	25	I[26]	-0.7	-117.5	12.8	0.30	-0.47	-0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	25	J[25]	-0.1	-117.1	10.6	0.30	-0.49	-0.38	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	26	I[27]	-2.2	-119.0	13.6	0.30	-0.54	-0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	26	J[26]	-0.7	-117.9	8.2	0.30	-0.47	-0.34	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	27	I[28]	-4.0	-121.4	13.5	0.30	-0.67	-0.14	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	27	J[27]	-2.2	-119.7	6.6	0.30	-0.54	-0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	28	I[29]	-5.8	-124.5	12.6	0.30	-0.80	-0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	28	J[28]	-4.0	-122.1	5.5	0.30	-0.67	-0.14	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	29	I[30]	-7.4	-128.0	11.1	0.30	-0.92	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	29	J[29]	-5.8	-125.2	5.1	0.30	-0.80	-0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	30	I[31]	-8.3	-131.8	8.8	0.30	-0.99	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	30	J[30]	-7.4	-128.6	5.3	0.30	-0.92	0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	31	I[32]	-9.9	-135.8	9.1	0.30	-1.11	0.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	31	J[31]	-8.3	-132.3	3.0	0.30	-0.99	0.11	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	32	I[33]	-12.5	-140.1	10.1	0.30	-1.30	0.37	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	32	J[32]	-9.9	-136.5	0.1	0.30	-1.11	0.20	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	33	I[34]	-15.1	-144.7	9.1	0.30	-1.49	0.52	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	33	J[33]	-12.5	-140.9	1.1	0.30	-1.30	0.36	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	34	I[35]	-16.3	-149.0	5.3	0.30	-1.58	0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	34	J[34]	-15.1	-145.3	0.7	0.30	-1.49	0.52	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	35	I[36]	-14.2	-152.6	2.4	0.30	-1.45	0.44	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	35	J[35]	-16.3	-149.0	6.3	0.30	-1.58	0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	36	I[37]	-6.4	-154.7	14.9	0.30	-0.94	-0.09	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	36	J[36]	-14.2	-151.2	16.8	0.30	-1.45	0.44	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	37	I[38]	6.1	-154.4	30.6	0.30	-0.11	-0.92	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	37	J[37]	-6.4	-151.7	30.6	0.30	-0.93	-0.08	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	38	I[1]	9.5	-152.4	40.2	0.30	0.13	-1.14	-30.71	2.06	OK
NSLE - 5	38	J[38]	6.1	-151.9	39.9	0.30	-0.10	-0.91	-30.71	2.06	OK

$\sigma_{c, \max}$	-1.58
$\sigma_{t, \max}$	0.68

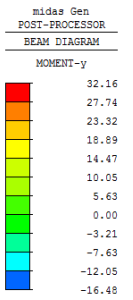
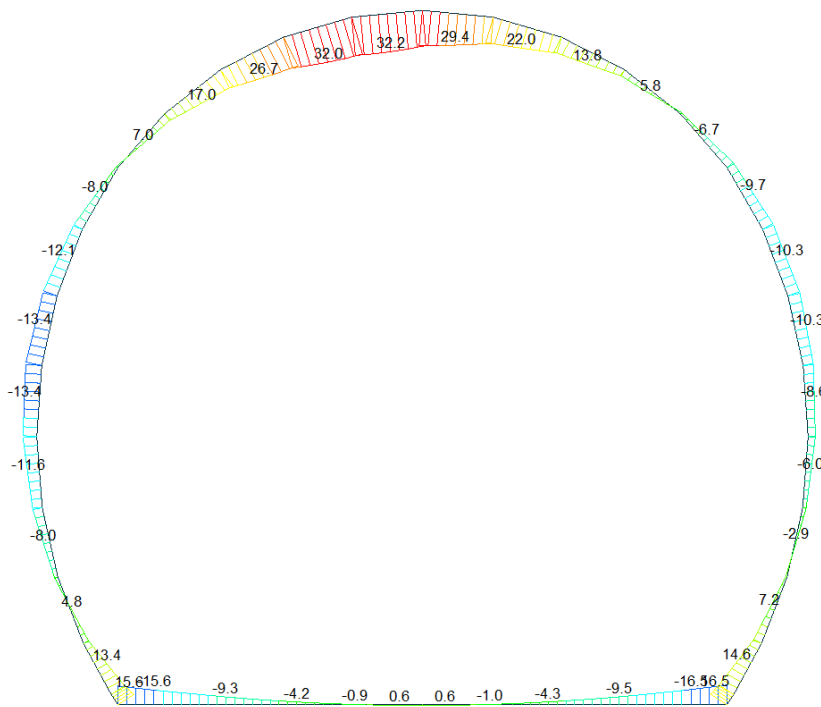
A.5.4.17. Load combination SLE 6 Block analysis

Beam Diagram_Fx - Block analysis / ST_NSLE - 6



ST: NSLE - 6
MAX : 4
MIN : 37
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My - Block analysis / ST_NSLE - 6



ST: NSLE - 6
MAX : 25
MIN : 10
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 04/03/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI

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_{ctd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctd} [N/mm ²]	2.059	E_p [N/mm ²]	26'400		

VERIFICA SEZIONI NON FESSURATE

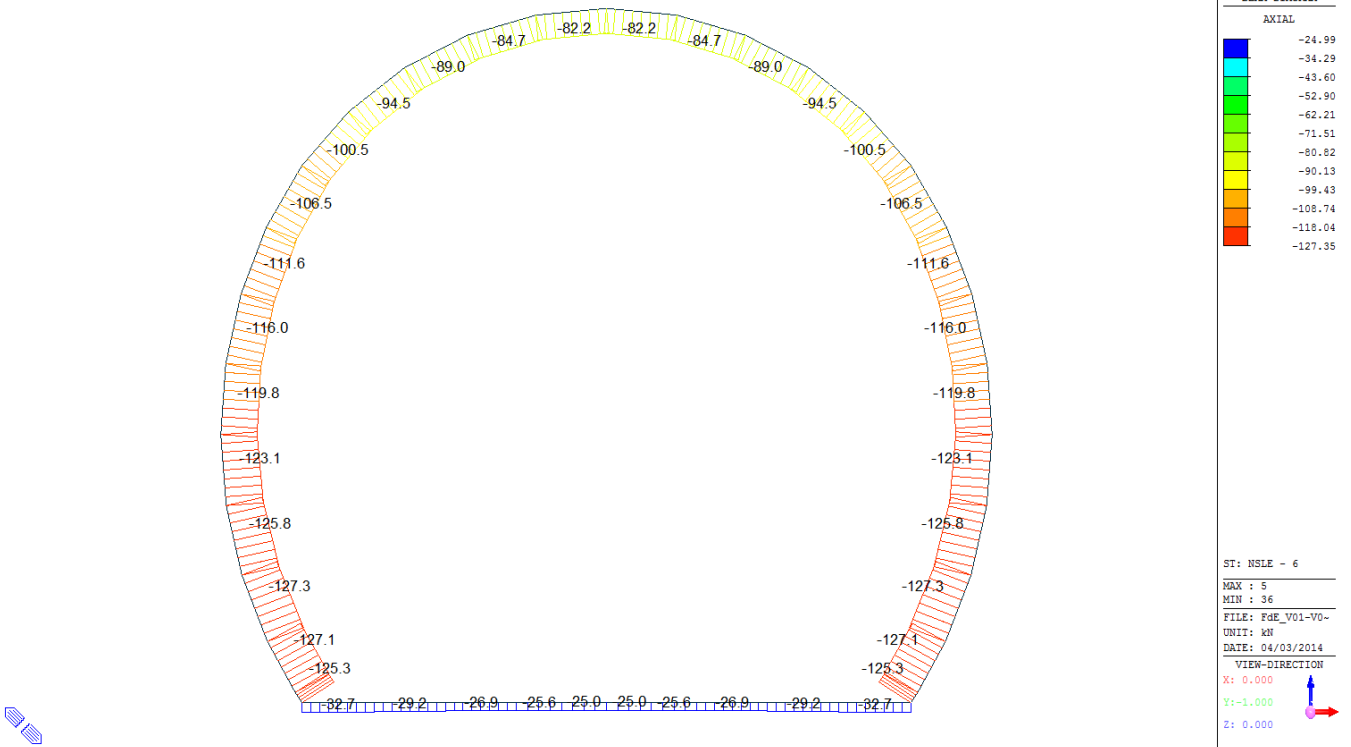
Combinazione di carico	Elemento	Nodo	M_d [kN·m]	N_d [kN]	V_d [kN]	d [m]	Sollecitazioni interne		Tensioni ammissibili di progetto		Risultato verifica
							σ_{sup} [N/mm ²]	σ_{inf} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	
NSLE - 6	1	I[1]	-15.6	-9.1	14.2	0.30	-1.07	1.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	1	J[2]	-9.3	-9.1	10.4	0.30	-0.65	0.59	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	2	I[2]	-9.3	-8.2	12.2	0.30	-0.65	0.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	2	J[3]	-4.2	-8.2	8.4	0.30	-0.31	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	3	I[3]	-4.2	-7.8	8.4	0.30	-0.30	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	3	J[4]	-0.9	-7.8	4.7	0.30	-0.09	0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	4	I[4]	-0.9	-7.6	4.7	0.30	-0.09	0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	4	J[5]	0.2	-7.6	2.3	0.30	-0.01	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	5	I[5]	0.2	-7.6	2.3	0.30	-0.01	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	5	J[6]	0.6	-7.6	0.0	0.30	0.01	-0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	6	I[6]	0.6	-7.8	0.0	0.30	0.01	-0.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	6	J[7]	0.2	-7.8	2.4	0.30	-0.01	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	7	I[7]	0.2	-8.2	2.4	0.30	-0.02	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	7	J[8]	-1.0	-8.2	4.8	0.30	-0.09	0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	8	I[8]	-1.0	-8.8	4.8	0.30	-0.09	0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	8	J[9]	-4.3	-8.8	8.5	0.30	-0.31	0.26	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	9	I[9]	-4.3	-9.7	8.5	0.30	-0.32	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	9	J[10]	-9.5	-9.7	12.3	0.30	-0.66	0.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	10	I[10]	-9.5	-11.0	11.9	0.30	-0.67	0.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	10	J[11]	-16.5	-11.0	15.7	0.30	-1.14	1.06	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	11	I[12]	14.6	-57.7	21.9	0.30	0.78	-1.16	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	11	J[11]	16.5	-58.2	22.3	0.30	0.90	-1.29	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	12	I[13]	7.2	-56.5	17.3	0.30	0.29	-0.67	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	12	J[12]	14.6	-59.1	18.8	0.30	0.77	-1.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	13	I[14]	1.2	-55.0	11.4	0.30	-0.11	-0.26	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	13	J[13]	7.2	-58.4	12.8	0.30	0.29	-0.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	14	I[15]	-2.9	-52.8	7.7	0.30	-0.37	0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	14	J[14]	1.2	-56.4	8.5	0.30	-0.11	-0.27	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	15	I[16]	-6.0	-50.0	6.1	0.30	-0.57	0.23	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	15	J[15]	-2.9	-53.8	6.4	0.30	-0.37	0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	16	I[17]	-8.6	-47.1	5.4	0.30	-0.73	0.42	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	16	J[16]	-6.0	-50.9	5.1	0.30	-0.57	0.23	-30.71	2.06	OK

NSLE - 6	17	I[18]	-10.3	-44.1	3.8	0.30	-0.83	0.54	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	17	J[17]	-8.6	-47.7	3.0	0.30	-0.73	0.42	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	18	I[19]	-9.7	-40.7	0.5	0.30	-0.78	0.51	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	18	J[18]	-10.3	-44.2	1.8	0.30	-0.83	0.54	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	19	I[20]	-6.7	-36.9	5.2	0.30	-0.57	0.32	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	19	J[19]	-9.7	-40.1	7.1	0.30	-0.78	0.51	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	20	I[21]	-1.3	-32.4	9.6	0.30	-0.19	-0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	20	J[20]	-6.7	-35.2	12.1	0.30	-0.56	0.33	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	21	I[22]	5.8	-27.7	12.6	0.30	0.29	-0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	21	J[21]	-1.3	-30.0	15.6	0.30	-0.18	-0.02	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	22	I[23]	13.8	-23.1	14.3	0.30	0.84	-0.99	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	22	J[22]	5.8	-24.8	17.6	0.30	0.30	-0.47	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	23	I[24]	22.1	-18.9	14.8	0.30	1.38	-1.53	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	23	J[23]	13.8	-19.9	18.4	0.30	0.85	-0.98	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	24	I[25]	29.4	-15.4	10.0	0.30	1.82	-2.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	24	J[24]	22.1	-15.7	18.1	0.30	1.39	-1.52	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	25	I[26]	32.0	-13.6	4.1	0.30	2.06	-2.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	25	J[25]	29.4	-13.2	12.8	0.30	1.82	-2.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	26	I[27]	26.7	-15.1	18.1	0.30	1.73	-1.83	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	26	J[26]	32.0	-14.1	1.4	0.30	2.05	-2.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	27	I[28]	17.0	-20.0	22.6	0.30	1.07	-1.20	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	27	J[27]	26.7	-18.3	14.9	0.30	1.72	-1.84	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	28	I[29]	7.0	-26.3	21.4	0.30	0.38	-0.56	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	28	J[28]	17.0	-23.9	18.4	0.30	1.05	-1.21	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	29	I[30]	-1.6	-32.7	18.5	0.30	-0.21	0.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	29	J[29]	7.0	-29.8	16.0	0.30	0.37	-0.57	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	30	I[31]	-8.0	-38.8	13.9	0.30	-0.66	0.41	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	30	J[30]	-1.6	-35.6	12.0	0.30	-0.22	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	31	I[32]	-12.1	-44.0	8.8	0.30	-0.95	0.66	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	31	J[31]	-8.0	-40.5	7.4	0.30	-0.67	0.40	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	32	I[33]	-13.4	-48.5	3.1	0.30	-1.05	0.73	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	32	J[32]	-12.1	-44.8	2.3	0.30	-0.95	0.65	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	33	I[34]	-11.6	-52.2	3.4	0.30	-0.95	0.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	33	J[33]	-13.4	-48.5	3.7	0.30	-1.05	0.73	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	34	I[35]	-8.0	-55.2	7.4	0.30	-0.72	0.35	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	34	J[34]	-11.6	-51.4	7.1	0.30	-0.95	0.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	35	I[36]	-2.7	-57.5	10.9	0.30	-0.37	-0.01	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	35	J[35]	-8.0	-53.9	10.1	0.30	-0.71	0.35	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	36	I[37]	4.8	-59.2	15.8	0.30	0.12	-0.52	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	36	J[36]	-2.7	-55.7	14.4	0.30	-0.37	0.00	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	37	I[38]	13.4	-59.5	21.9	0.30	0.70	-1.09	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	37	J[37]	4.8	-56.8	20.5	0.30	0.13	-0.51	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	38	I[1]	15.6	-58.3	25.4	0.30	0.85	-1.23	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	38	J[38]	13.4	-57.8	25.1	0.30	0.70	-1.09	-30.71	2.06	OK

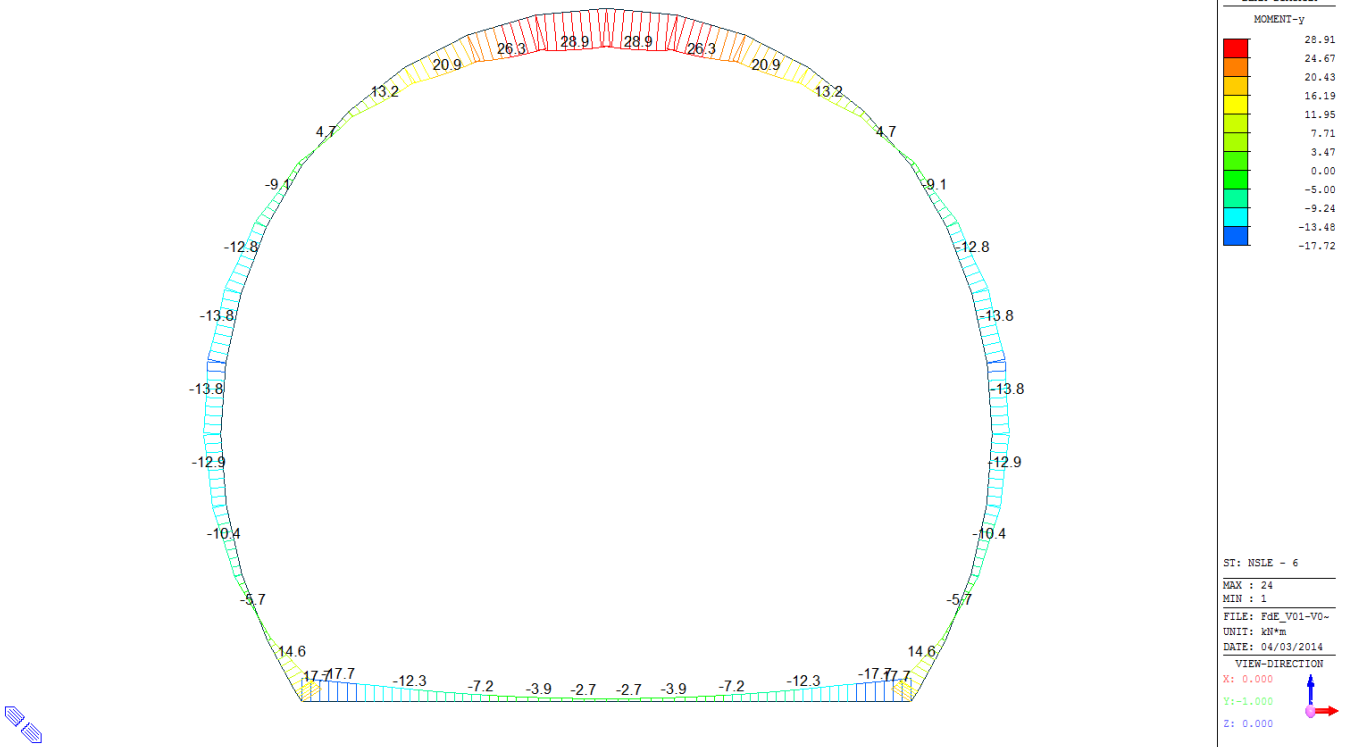
$\sigma_{c, \max}$	-2.18
$\sigma_{t, \max}$	2.06

A.5.4.18. Load combination SLE 6 FEM analysis

Beam Diagram_Fx - FEM analysis / ST_NSLE - 6



Beam Diagram_My - FEM analysis / ST_NSLE - 6



VERIFICA DELLE TENSIONI AMMISSIBILI

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_{ctd} [N/mm ²]	30.71	f_{ctd} [N/mm ²]	2.059	E_p [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 - 6	1	I[1]	-17.7	-32.7	12.5	0.30	-1.29	1.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	1	J[2]	-12.3	-32.7	8.7	0.30	-0.93	0.71	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	2	I[2]	-12.3	-29.2	12.2	0.30	-0.92	0.73	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	2	J[3]	-7.2	-29.2	8.5	0.30	-0.57	0.38	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	3	I[3]	-7.2	-26.9	8.5	0.30	-0.57	0.39	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	3	J[4]	-3.9	-26.9	4.7	0.30	-0.35	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	4	I[4]	-3.9	-25.6	4.7	0.30	-0.34	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	4	J[5]	-2.7	-25.6	2.4	0.30	-0.27	0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	5	I[5]	-2.7	-25.0	2.4	0.30	-0.27	0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	5	J[6]	-2.4	-25.0	0.0	0.30	-0.24	0.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	6	I[6]	-2.4	-25.0	0.0	0.30	-0.24	0.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	6	J[7]	-2.7	-25.0	2.4	0.30	-0.27	0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	7	I[7]	-2.7	-25.6	2.4	0.30	-0.27	0.10	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	7	J[8]	-3.9	-25.6	4.7	0.30	-0.34	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	8	I[8]	-3.9	-26.9	4.7	0.30	-0.35	0.17	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	8	J[9]	-7.2	-26.9	8.5	0.30	-0.57	0.39	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	9	I[9]	-7.2	-29.2	8.5	0.30	-0.57	0.38	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	9	J[10]	-12.3	-29.2	12.2	0.30	-0.92	0.73	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	10	I[10]	-12.3	-32.7	8.7	0.30	-0.93	0.71	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	10	J[11]	-17.7	-32.7	12.5	0.30	-1.29	1.07	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	11	I[12]	14.6	-124.8	36.0	0.30	0.56	-1.39	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	11	J[11]	17.7	-125.3	36.2	0.30	0.76	-1.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	12	I[13]	3.0	-124.4	28.6	0.30	-0.21	-0.61	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	12	J[12]	14.6	-127.1	28.7	0.30	0.55	-1.40	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	13	I[14]	-5.7	-123.9	18.4	0.30	-0.79	-0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	13	J[13]	3.0	-127.4	16.5	0.30	-0.22	-0.62	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	14	I[15]	-10.4	-122.1	11.5	0.30	-1.10	0.29	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	14	J[14]	-5.7	-125.8	7.6	0.30	-0.80	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	15	I[16]	-12.9	-119.4	8.1	0.30	-1.26	0.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	15	J[15]	-10.4	-123.1	2.1	0.30	-1.10	0.28	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	16	I[17]	-13.8	-116.1	6.0	0.30	-1.31	0.53	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	16	J[16]	-12.9	-119.8	2.0	0.30	-1.26	0.46	-30.71	2.06	OK

NSLE - 6	17	I[18]	-12.8	-112.3	3.1	0.30	-1.23	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	17	J[17]	-13.8	-116.0	7.0	0.30	-1.31	0.53	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	18	I[19]	-9.1	-108.1	1.2	0.30	-0.97	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	18	J[18]	-12.8	-111.6	13.3	0.30	-1.22	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	19	I[20]	-3.3	-103.2	4.5	0.30	-0.56	-0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	19	J[19]	-9.1	-106.5	18.6	0.30	-0.96	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	20	I[21]	4.7	-97.7	7.7	0.30	-0.01	-0.64	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	20	J[20]	-3.3	-100.5	23.9	0.30	-0.55	-0.12	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	21	I[22]	13.2	-92.2	7.9	0.30	0.58	-1.19	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	21	J[21]	4.7	-94.5	26.1	0.30	0.00	-0.63	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	22	I[23]	20.9	-87.3	5.2	0.30	1.10	-1.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	22	J[22]	13.2	-89.0	25.2	0.30	0.59	-1.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	23	I[24]	26.3	-83.7	0.2	0.30	1.45	-2.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	23	J[23]	20.9	-84.7	21.6	0.30	1.11	-1.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	24	I[25]	28.3	-81.8	7.8	0.30	1.52	-2.16	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	24	J[24]	26.3	-82.2	15.6	0.30	1.45	-2.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	25	I[26]	26.3	-82.2	15.6	0.30	1.45	-2.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	25	J[25]	28.3	-81.8	7.8	0.30	1.52	-2.16	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	26	I[27]	20.9	-84.7	21.6	0.30	1.11	-1.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	26	J[26]	26.3	-83.7	0.2	0.30	1.45	-2.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	27	I[28]	13.2	-89.0	25.2	0.30	0.59	-1.18	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	27	J[27]	20.9	-87.3	5.2	0.30	1.10	-1.68	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	28	I[29]	4.7	-94.5	26.1	0.30	0.00	-0.63	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	28	J[28]	13.2	-92.2	7.9	0.30	0.58	-1.19	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	29	I[30]	-3.3	-100.5	23.9	0.30	-0.55	-0.12	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	29	J[29]	4.7	-97.7	7.7	0.30	-0.01	-0.64	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	30	I[31]	-9.1	-106.5	18.6	0.30	-0.96	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	30	J[30]	-3.3	-103.2	4.5	0.30	-0.56	-0.13	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	31	I[32]	-12.8	-111.6	13.3	0.30	-1.22	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	31	J[31]	-9.1	-108.1	1.2	0.30	-0.97	0.25	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	32	I[33]	-13.8	-116.0	7.0	0.30	-1.31	0.53	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	32	J[32]	-12.8	-112.3	3.1	0.30	-1.23	0.48	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	33	I[34]	-12.9	-119.8	2.0	0.30	-1.26	0.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	33	J[33]	-13.8	-116.1	6.0	0.30	-1.31	0.53	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	34	I[35]	-10.4	-123.1	2.1	0.30	-1.10	0.28	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	34	J[34]	-12.9	-119.4	8.1	0.30	-1.26	0.46	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	35	I[36]	-5.7	-125.8	7.6	0.30	-0.80	-0.04	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	35	J[35]	-10.4	-122.1	11.5	0.30	-1.10	0.29	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	36	I[37]	3.0	-127.4	16.5	0.30	-0.22	-0.62	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	36	J[36]	-5.7	-123.9	18.4	0.30	-0.79	-0.03	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	37	I[38]	14.6	-127.1	28.7	0.30	0.55	-1.40	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	37	J[37]	3.0	-124.4	28.6	0.30	-0.21	-0.61	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	38	I[1]	17.7	-125.3	36.2	0.30	0.76	-1.60	-30.71	2.06	OK
NSLE - 6	38	J[38]	14.6	-124.8	36.0	0.30	0.56	-1.39	-30.71	2.06	OK

$\sigma_{c, \max}$	-2.16
$\sigma_{t, \max}$	1.52

ANHANG 7 - FEM- ANALYSEN DER INNENSCHALE DES REGELPROFILS T4

Anhang 6 führt die graphischen Darstellungen und wichtigsten Outputs der Analysen der Innenschale für den Profiltyp T4 an, die mit dem Rechenprogramm MIDAS GTS im GZG und GZT durchgeführt wurden.

APPENDICE 7 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO PROFILO TIPO T4

L'appendice 6 contiene le rappresentazioni grafiche dei principali input e output dell'analisi del rivestimento definitivo per il profilo tipo T4 condotte con il programma MIDAS Gen, oltre alle opportune verifiche sezionali allo SLU e SLE.

A.6.1. General parameters of structure

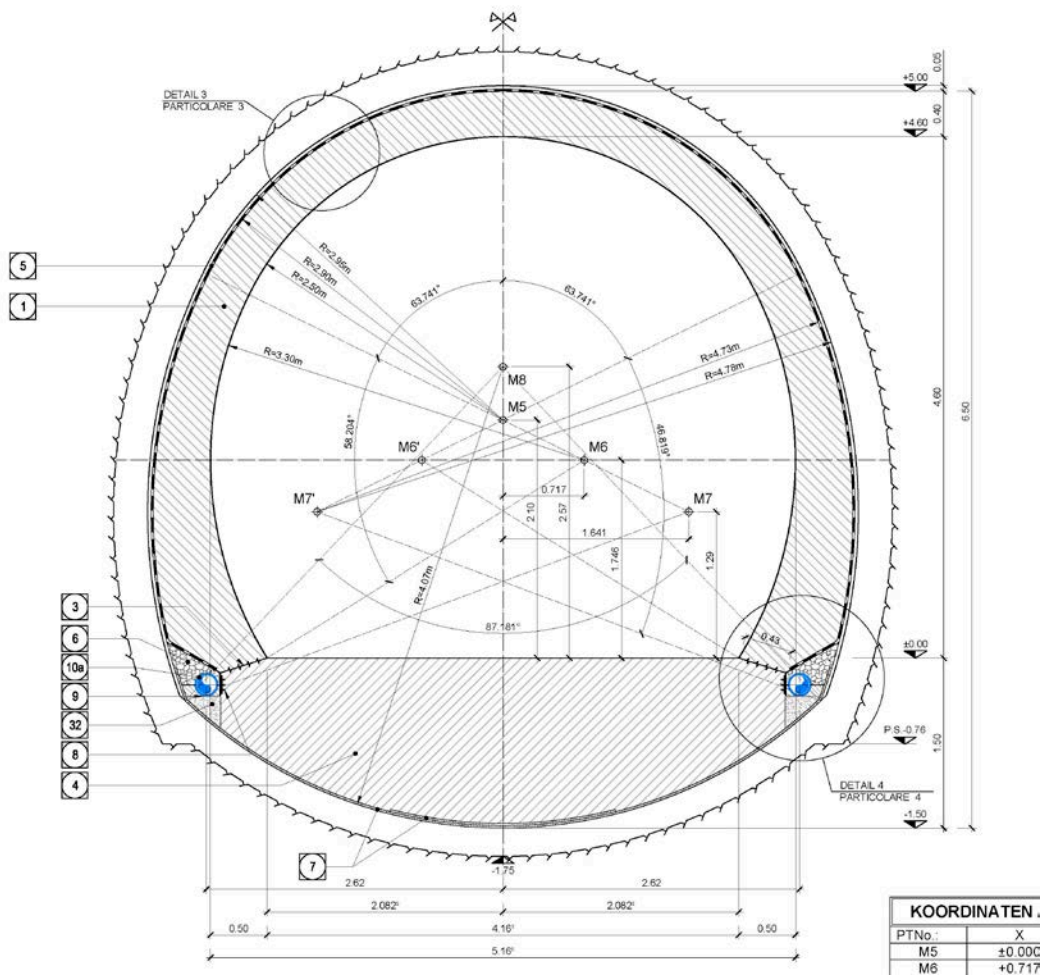


Figure 20 FdE-V01/06 T4 cross section

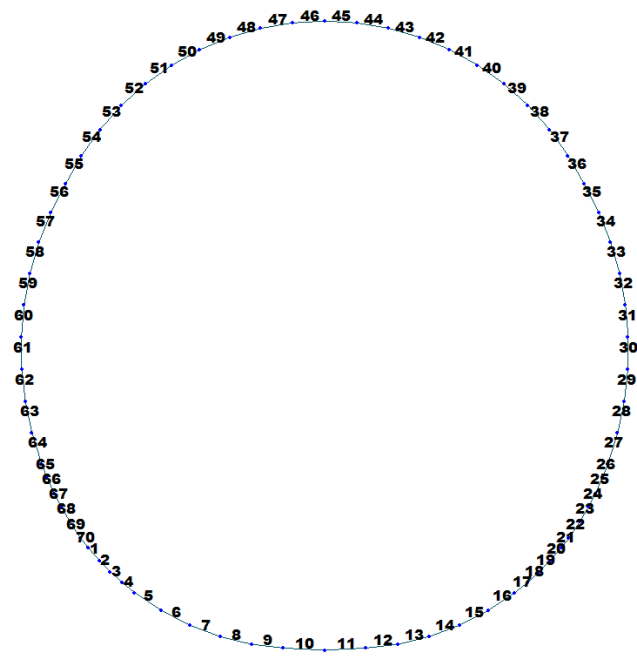


Figure 21 Elements numbering

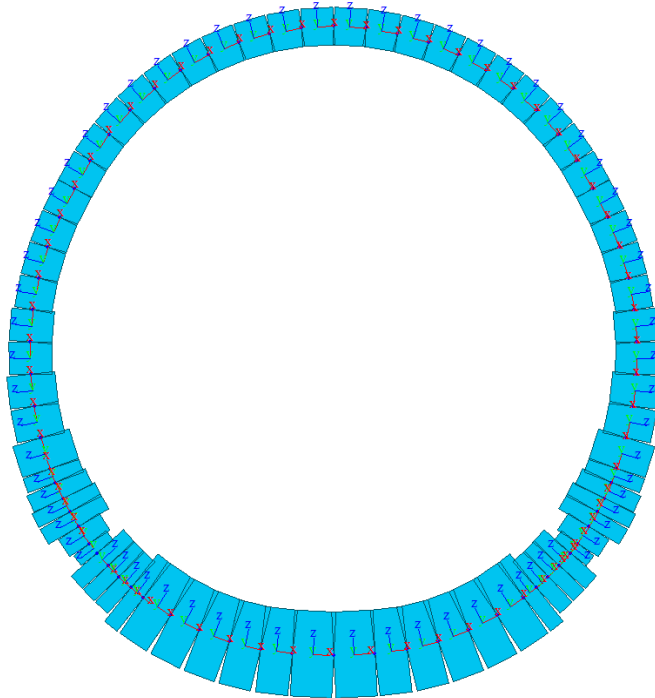


Figure 22 Element local axis

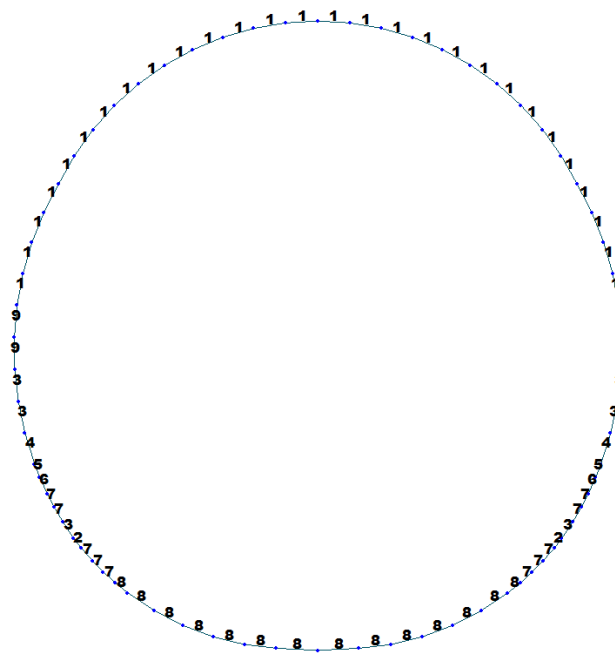


Figure 23 Element section property

Table 8 Section characteristic

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	0.0036	0.0292	0.5000	0.5000	0.1750	0.1750
2	100 x 38	0.3800	0.3167	0.3167	0.0139	0.0046	0.0317	0.5000	0.5000	0.1900	0.1900
3	100 x 45	0.4500	0.3750	0.3750	0.0218	0.0076	0.0375	0.5000	0.5000	0.2250	0.2250
4	100 x 50	0.5500	0.4583	0.4583	0.0364	0.0139	0.0458	0.5000	0.5000	0.2750	0.2750
5	100 x 55	0.5500	0.4583	0.4583	0.0364	0.0139	0.0458	0.5000	0.5000	0.2750	0.2750
6	100 x 60	0.6000	0.5000	0.5000	0.0451	0.0180	0.0500	0.5000	0.5000	0.3000	0.3000
7	100 x 65	0.6500	0.5417	0.5417	0.0546	0.0229	0.0542	0.5000	0.5000	0.3250	0.3250
8	100 x 80	0.8000	0.6667	0.6667	0.0876	0.0427	0.0667	0.5000	0.5000	0.4000	0.4000
9	100 x 40	0.4000	0.3333	0.3333	0.0160	0.0053	0.0333	0.5000	0.5000	0.2000	0.2000

Table 9 Material parameters

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

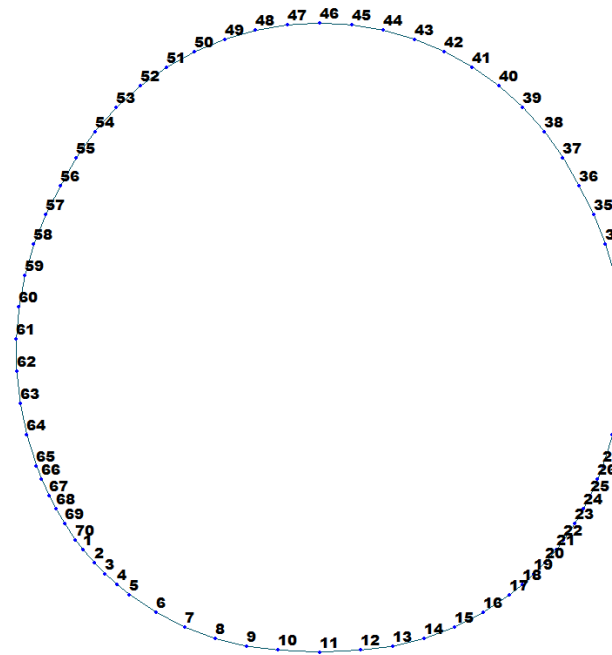


Figure 24 Node numbering

Table 10 Boundaries parameters

Node	Type	SDx (kN/m)	SDy (kN/m)	Stiffness (kN/m)	Direction	Multi-Linear Type	cx (m)	cy (kN)	dx (m)	dy (kN)	ex (m)	ey (kN)
1	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
1	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
2	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
2	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
3	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
3	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
4	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
4	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
5	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
5	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
6	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
6	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
7	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
7	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
8	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
8	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
9	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
9	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
10	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
10	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
11	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
11	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
12	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
12	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
13	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
13	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
14	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
14	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
15	Linear	8000.00	0.00	0	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0
15	Comp.-only	0.00	0.00	38000	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0	0

A.6.2. Load for T4 cross section (FdE-V01/06 T4)

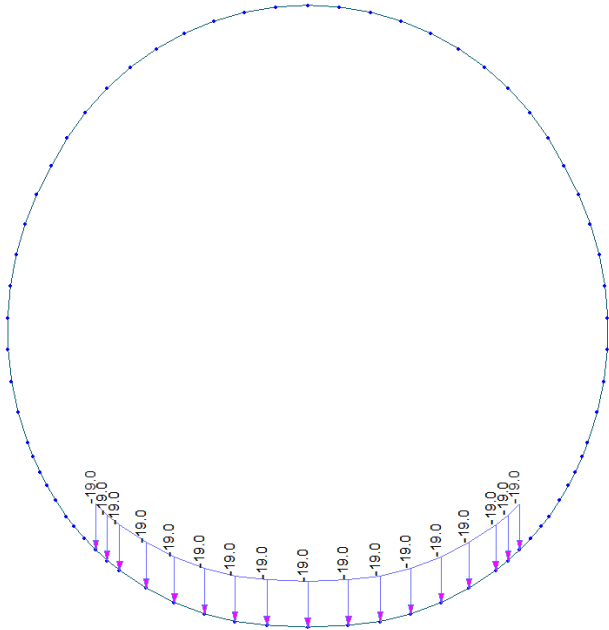


Figure 25 Load G3

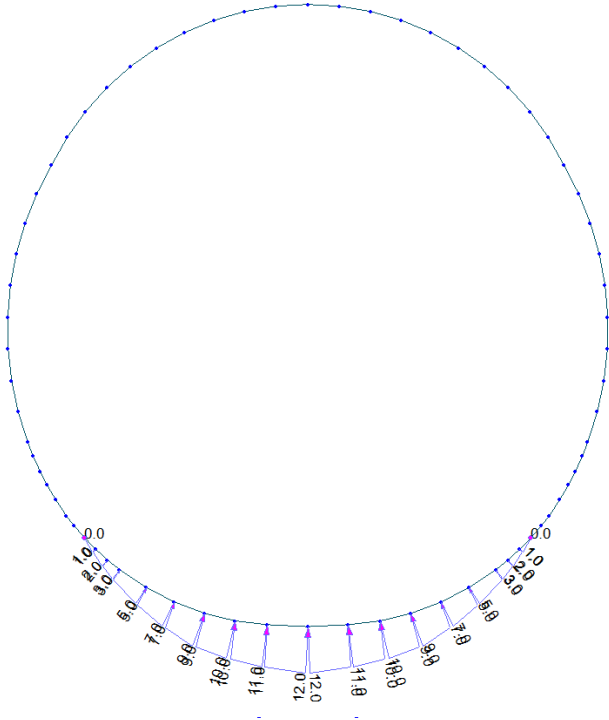


Figure 26 Load G4

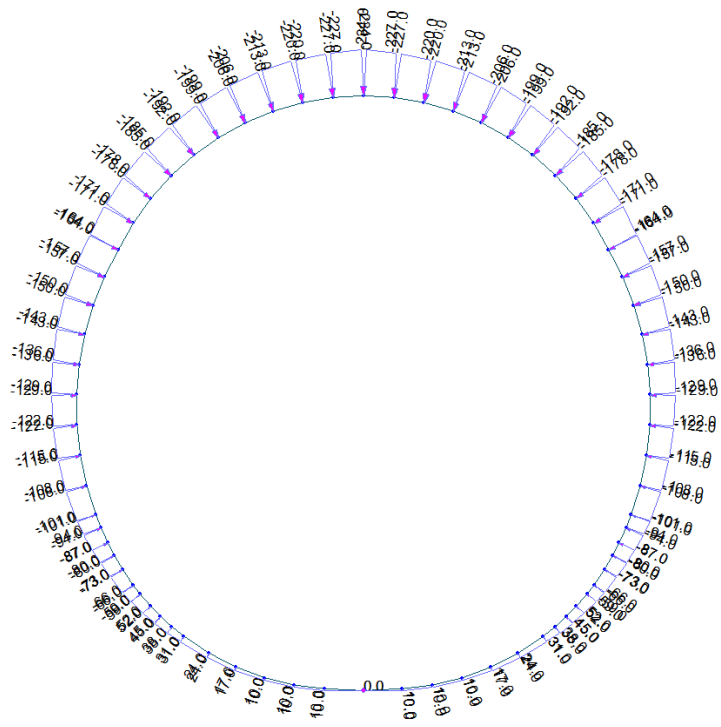


Figure 27 Load G5

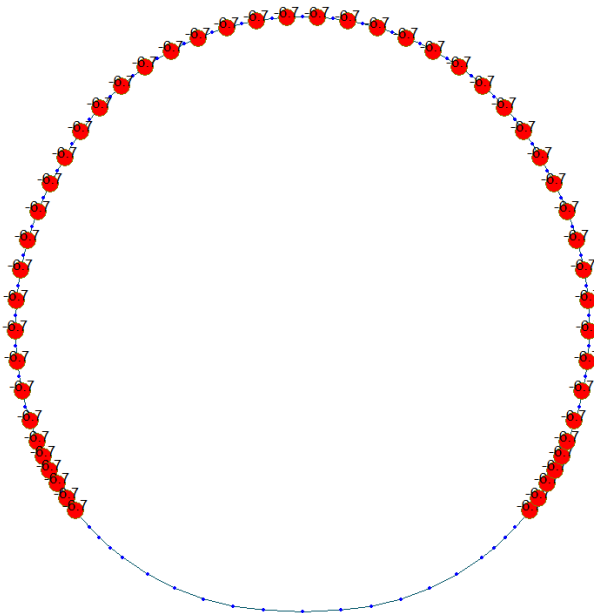


Figure 28 Load G6 SLU

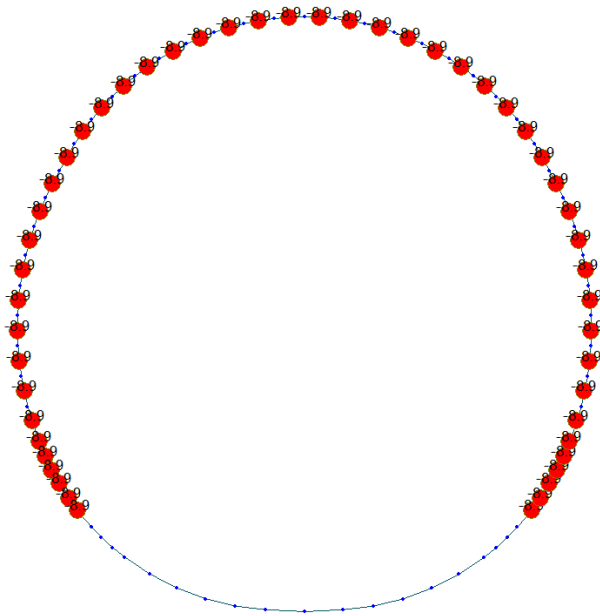


Figure 29 Load G6 SLE

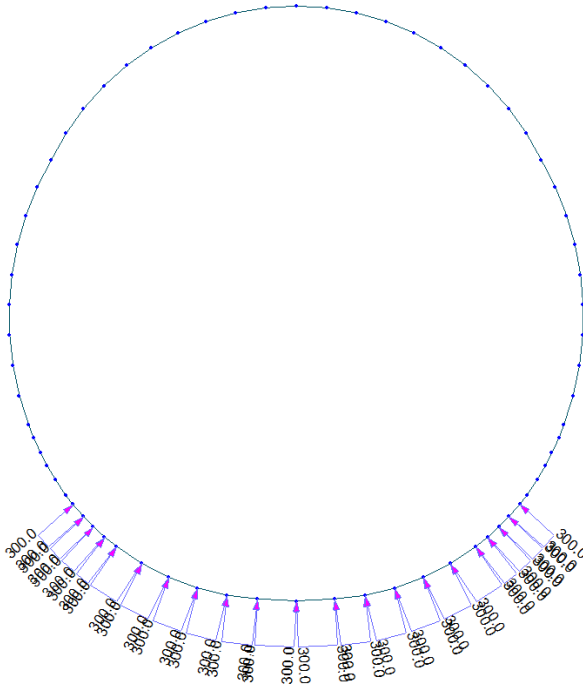


Figure 30 Load G7

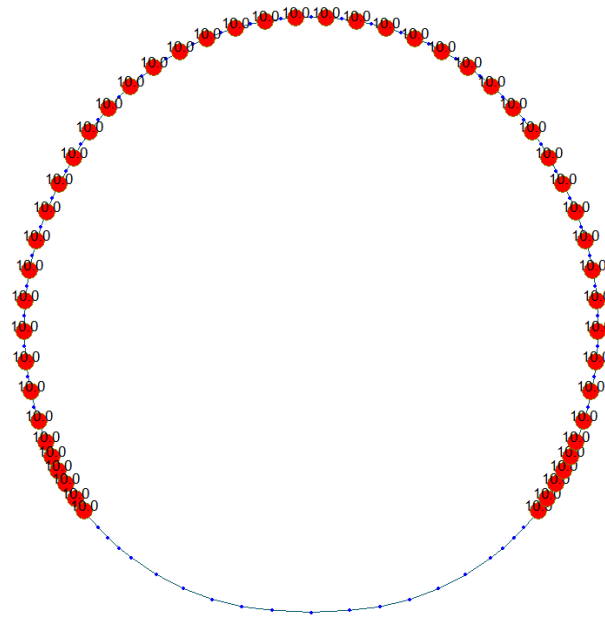


Figure 31 Q1 E (Constant temperature)

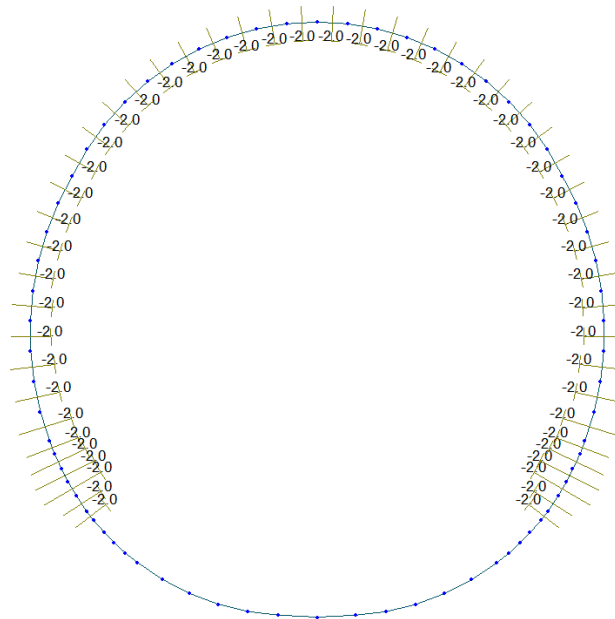


Figure 32 Load Q1 E (Temperature gradient)

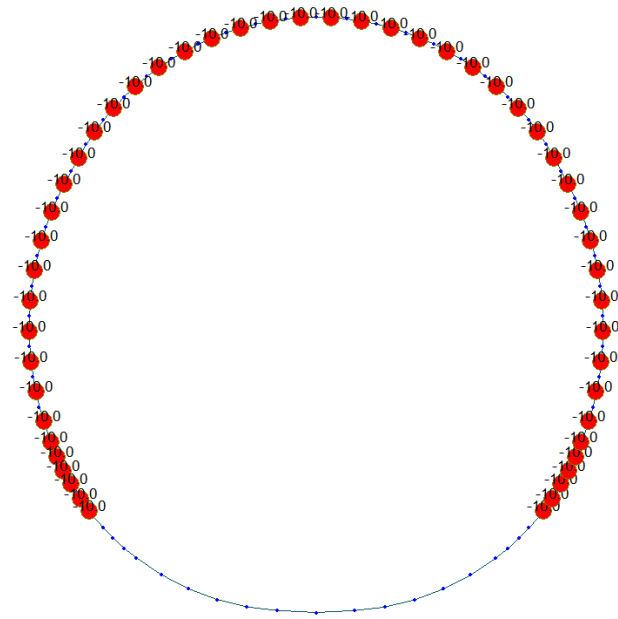


Figure 33 Load Q1 I (Costant temperature)

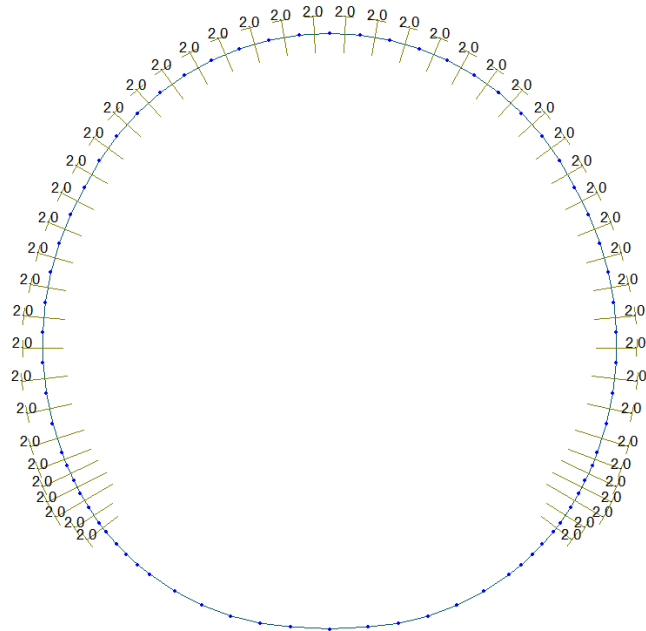


Figure 348 Load Q1 I (Temperature gradient)

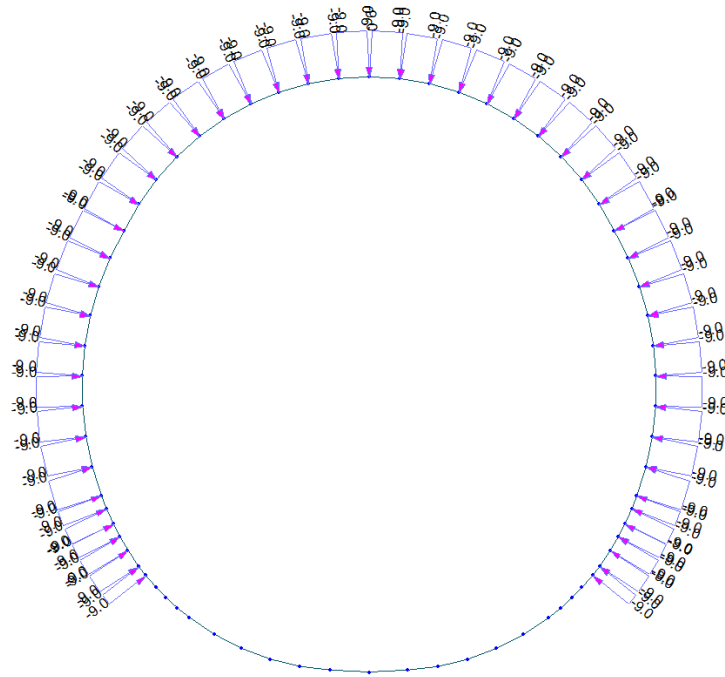


Figure 35 Load A1 aspiration

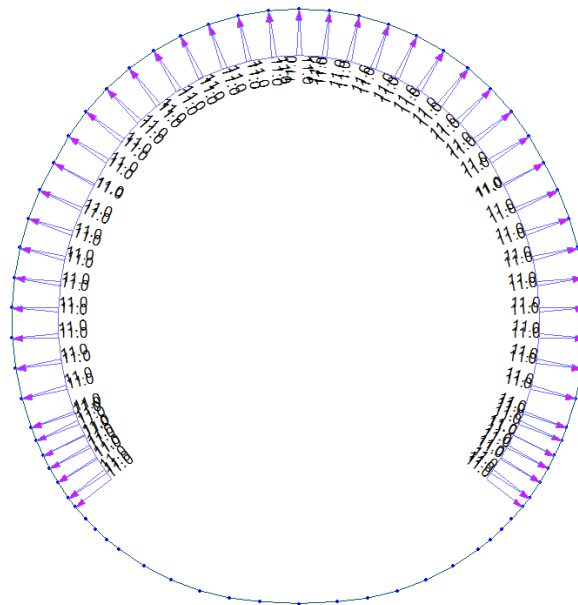


Figure 36 Load A1 pression

A.6.3. Load combinations

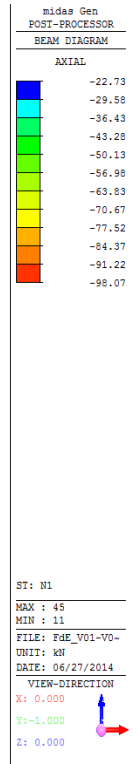
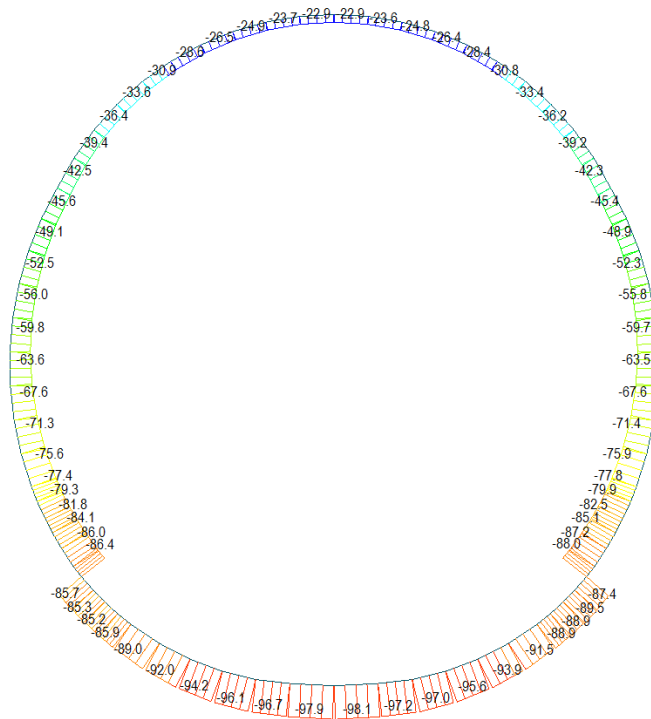
NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	1	Inactive	Add	G1(1.350) +	Q1 - E(1.500)	
2	2	Inactive	Add	G1(1.350) +	G6 - SLU(1.000) +	Q1 - I(1.500)
3	3	Inactive	Add	G1(1.350) +	G2(1.350) +	G3(1.000)
				+ Q1 - E(1.500)		
4	4	Inactive	Add	G1(1.350) +	G2(1.350) +	G3(1.000)
				+ G6 - SLU(1.000) +	Q1 - I(1.500)	
5	5	Inactive	Add	G1(1.350) +	G2(1.350) +	G3(1.000)
				+ G4(1.350) +	G5(1.350) +	Q1 - E(1.500)
6	6	Inactive	Add	G1(1.350) +	G2(1.350) +	G3(1.000)
				+ G4(1.350) +	G5(1.350) +	Q1 - I(1.500)
				+ G6 - SLU(1.000)		
7	7	Inactive	Add	G1(1.350) +	G2(1.350) +	G3(1.000)
				+ G4(1.350) +	G5(1.350) +	G7(1.350)
				+ Q1 - E(1.500)		
8	8	Inactive	Add	G1(1.350) +	G2(1.350) +	G3(1.000)
				+ G4(1.350) +	G5(1.350) +	G6 - SLU(1.000)
				+ G7(1.350) +	Q1 - I(1.500)	
9	9	Inactive	Add	G1(1.350) +	G2(1.350) +	G3(1.000)
				+ G7(1.350) +	Q1 - E(1.500)	
10	10	Inactive	Add	G1(1.350) +	G2(1.350) +	G3(1.000)
				+ G6 - SLU(1.000) +	G7(1.350) +	Q1 - I(1.500)
11	11	Inactive	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	G3(1.000)
				+ Q1 - E(0.600) +	A1 - P(1.000)	
12	12	Inactive	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	G3(1.000)
				+ G6 - SLU(1.000) +	Q1 - I(0.600) +	A1 - A(1.000)
13	21	Inactive	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	G3(1.000)
				+ G4(1.000) +	G5(1.000) +	Q1 - E(0.600)
14	22	Inactive	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	G3(1.000)
				+ G4(1.000) +	G5(1.000) +	G6 - SLU(1.000)
15	23	Inactive	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	G3(1.000)
				+ G4(1.000) +	G5(1.000) +	G7(1.000)
				+ Q1 - E(0.600)		

16	24	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	G3(1.000)
		G4(1.000) +		G5(1.000) +	G6 - SLU(1.000)
		G7(1.000)			
17	SLE - 1	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		Q1 - E(1.000)	
18	SLE - 2	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		G6 - SLE(1.000) +	Q1 - I(1.000)
19	SLE - 3	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	G3(1.000)
		Q1 - E(1.000)			
20	SLE - 4	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	G3(1.000)
		G6 - SLE(1.000) +		Q1 - I(1.000)	
21	SLE - 5	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	G3(1.000)
		G4(1.000) +		G5(1.000) +	Q1 - E(1.000)
22	SLE - 6	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	G3(1.000)
		G4(1.000) +		G5(1.000) +	G6 - SLE(1.000)
		Q1 - I(1.000)			
23	SLE - 7	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	G3(1.000)
		G4(1.000) +		G5(1.000) +	G7(1.000)
		Q1 - E(1.000)			
24	SLE - 8	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	G3(1.000)
		G4(1.000) +		G5(1.000) +	G6 - SLE(1.000)
		G7(1.000) +		Q1 - I(1.000)	
25	SLE - 9	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	G3(1.000)
		G7(1.000) +		Q1 - E(1.000)	
26	SLE - 10	Inactive	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	G3(1.000)
		G6 - SLE(1.000) +		G7(1.000) +	Q1 - I(1.000)

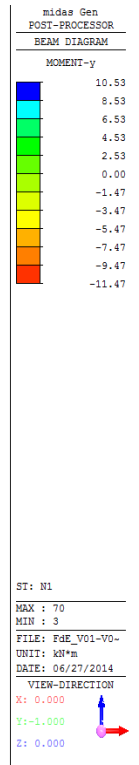
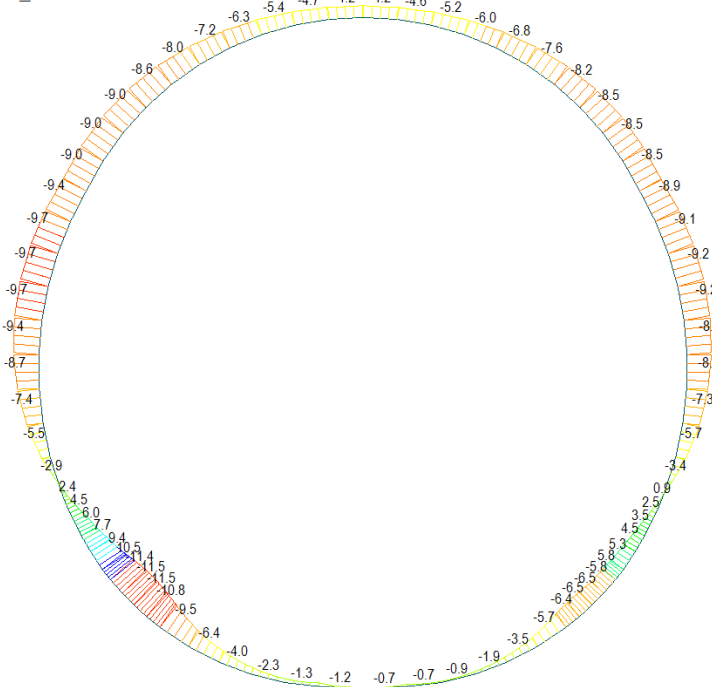
A.6.4. Output and check result for T4 cross section (FdE-V01/06 T4)

A.6.4.1. Load combination SLU 1

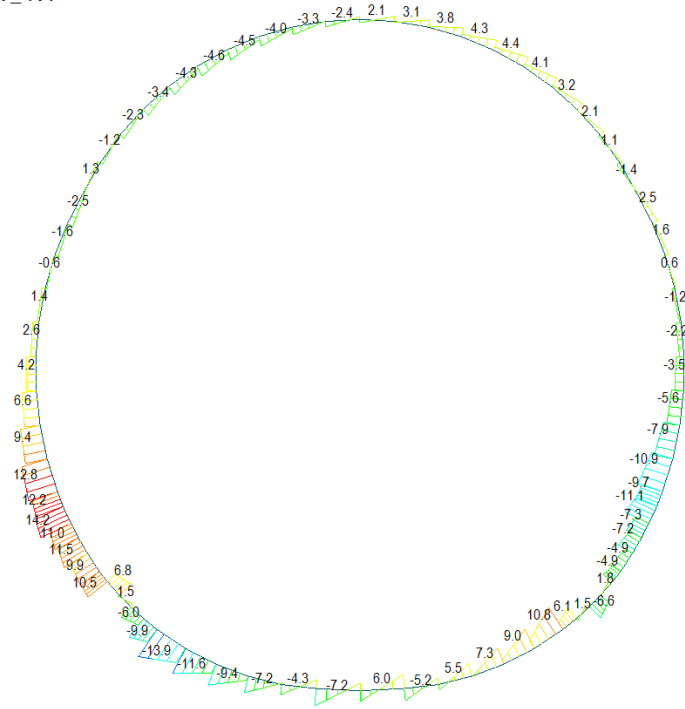
Beam Diagram_Fx / ST_N1



Beam Diagram_My / ST_N1



Beam Diagram_Fz / ST_N1



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

14.16
11.61
9.05
6.50
3.95
1.40
0.00
-3.71
-6.26
-8.81
-11.36
-13.92

ST: N1

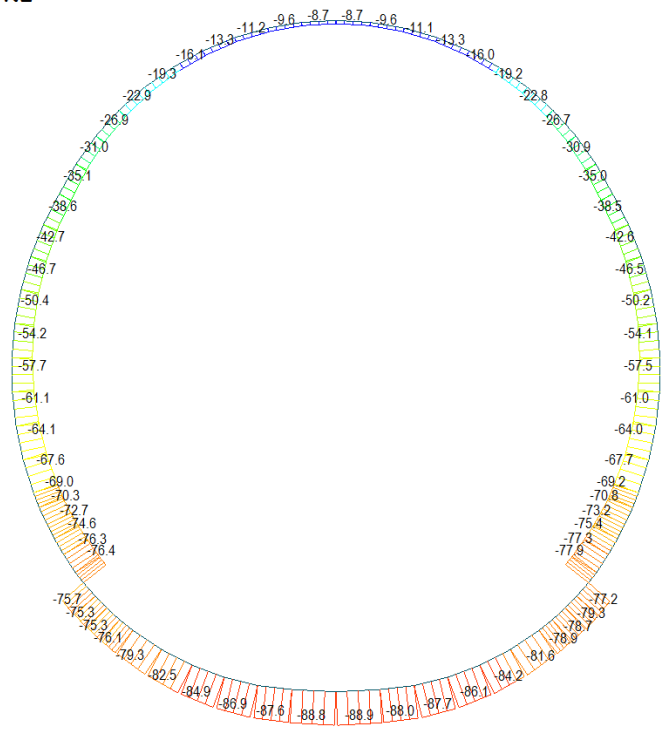
MAX : 66
MIN : 5

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.2. Load combination SLU 2

Beam Diagram_Fx / ST_N2



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-8.51
-15.82
-23.13
-30.44
-37.76
-45.07
-52.38
-59.69
-67.01
-74.32
-81.63
-88.94

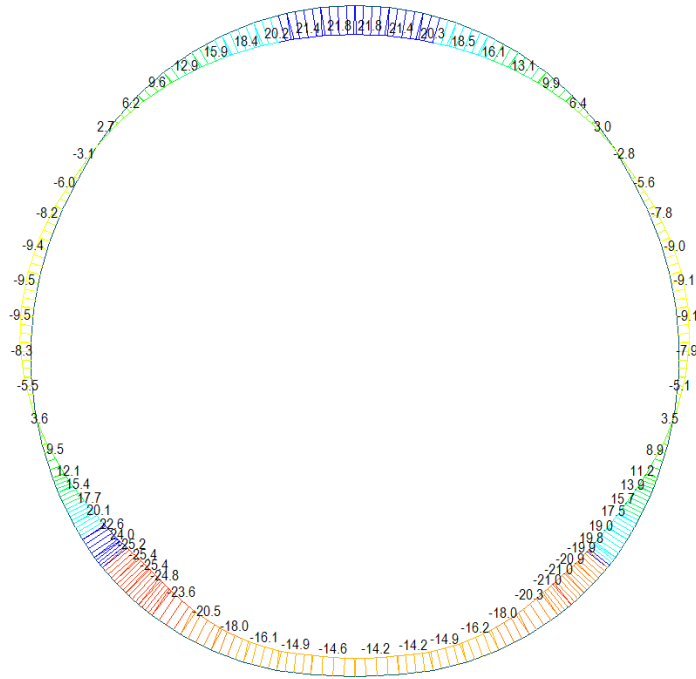
ST: N2

MAX : 45
MIN : 11

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N2



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

23.99
19.50
15.01
10.52
6.02
0.00
-2.96
-7.45
-11.94
-16.43
-20.92
-25.42

ST: N2

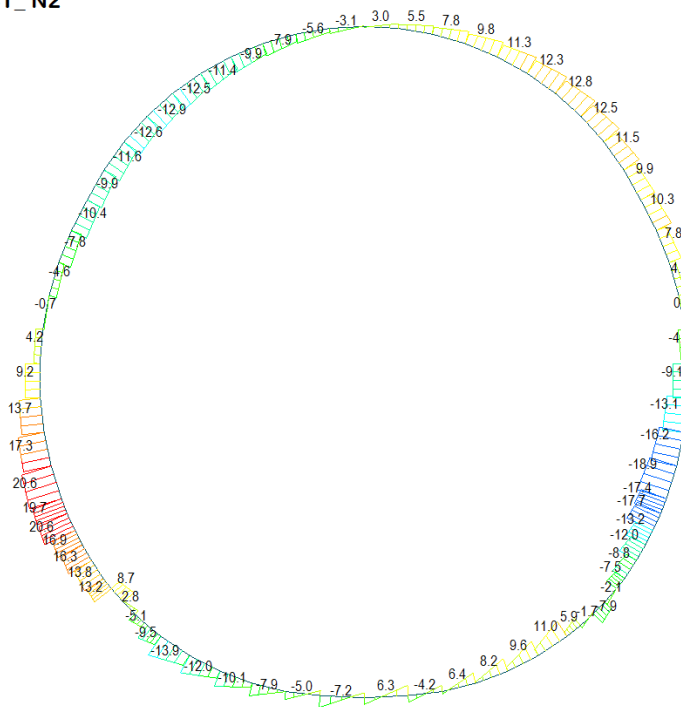
MAX : 70
MIN : 2

FILE: P&E_V01-V0-
UNIT: kN*m

DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N2



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

20.63
17.04
13.45
9.86
6.27
2.68
0.00
-4.50
-8.09
-11.68
-15.27
-18.86

ST: N2

MAX : 66
MIN : 27

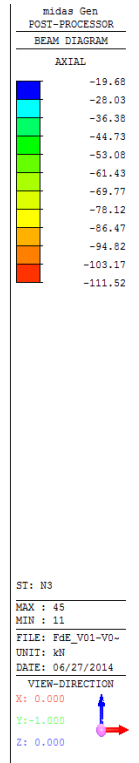
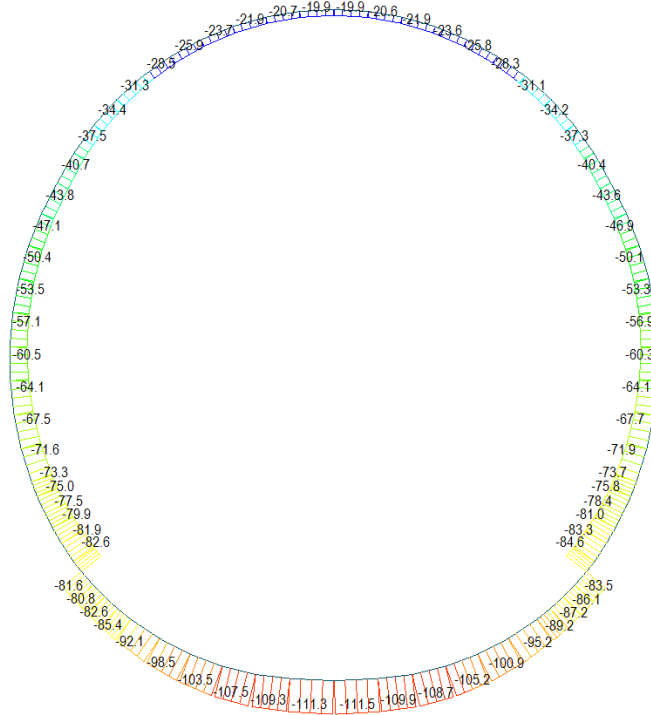
FILE: P&E_V01-V0-
UNIT: kN

DATE: 06/27/2014

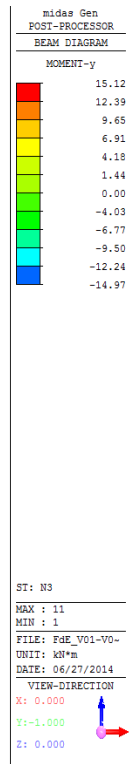
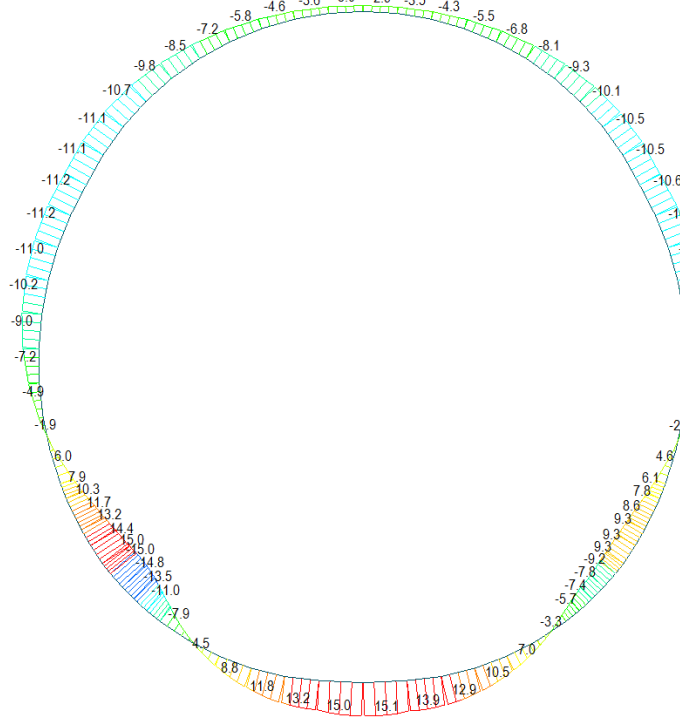
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.3. Load combination SLU 3

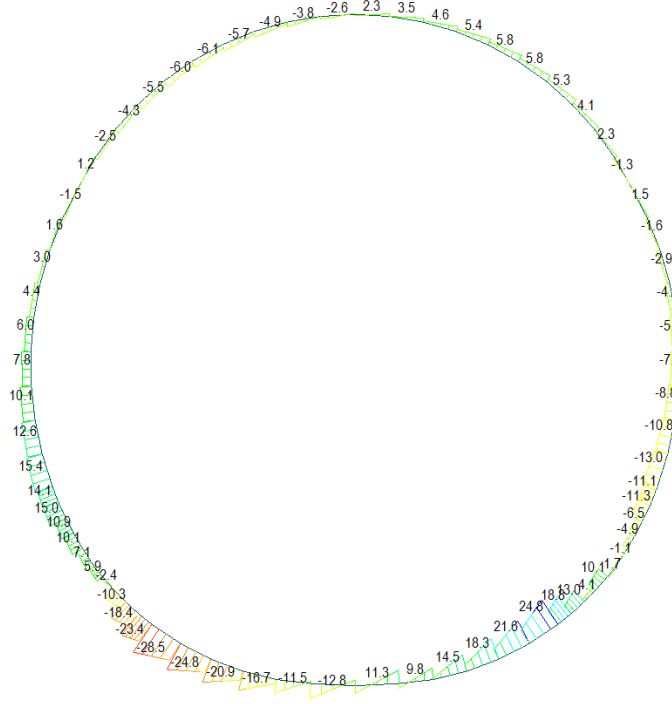
Beam Diagram_Fx / ST_N3



Beam Diagram_My / ST_N3



Beam Diagram_Fz / ST_N3



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

24.75
19.91
15.06
10.22
5.38
0.00
-4.31
-9.15
-13.99
-18.84
-23.68
-28.52

ST: N3

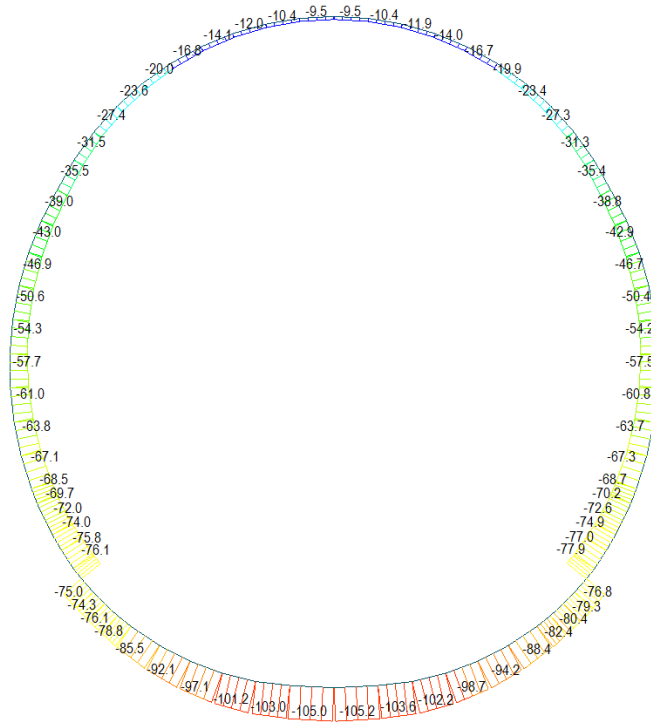
MAX : 16
MIN : 5

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.4. Load combination SLU 4

Beam Diagram_Fx / ST_N4



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-9.34
-18.05
-26.76
-35.48
-44.19
-52.91
-61.62
-70.33
-79.05
-87.76
-96.48
-105.19

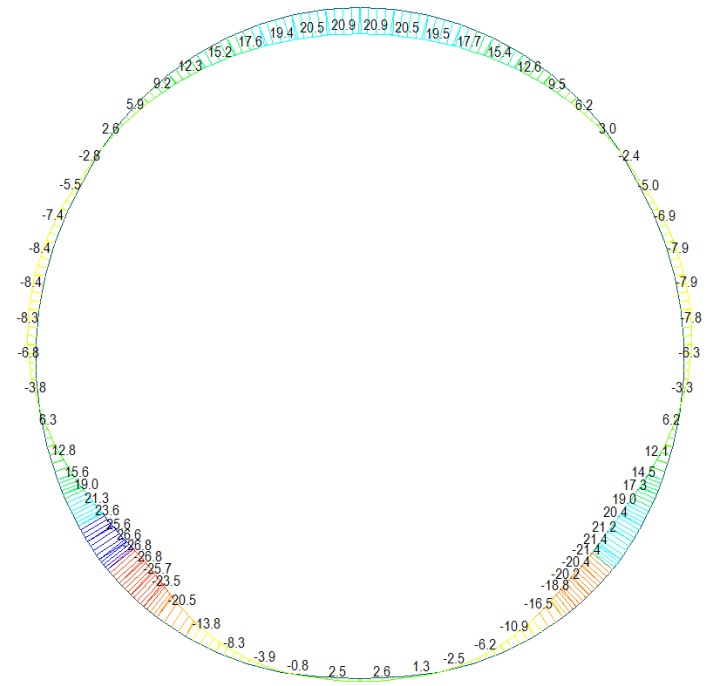
ST: N4

MAX : 45
MIN : 11

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N4



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

26.56
21.72
16.87
12.02
7.17
0.00
-2.52
-7.37
-12.22
-17.06
-21.91
-26.76

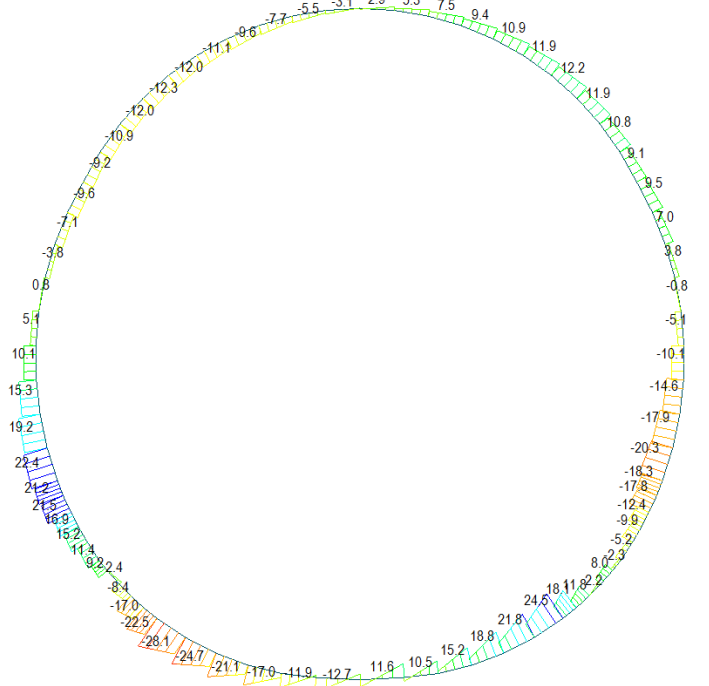
ST: N4

MAX : 70
MIN : 2

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N4



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

24.48
19.71
14.93
10.16
5.38
0.00
-4.17
-8.95
-13.72
-18.50
-23.27
-28.05

ST: N4

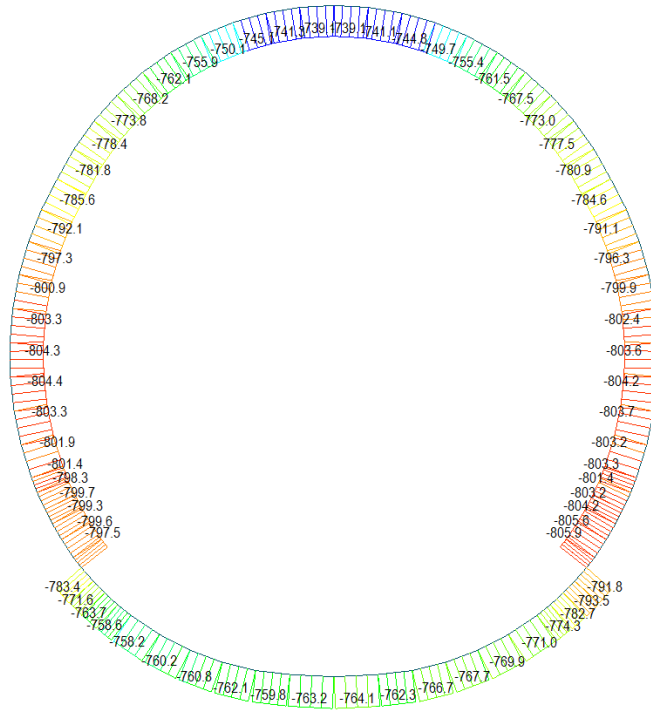
MAX : 16
MIN : 5

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

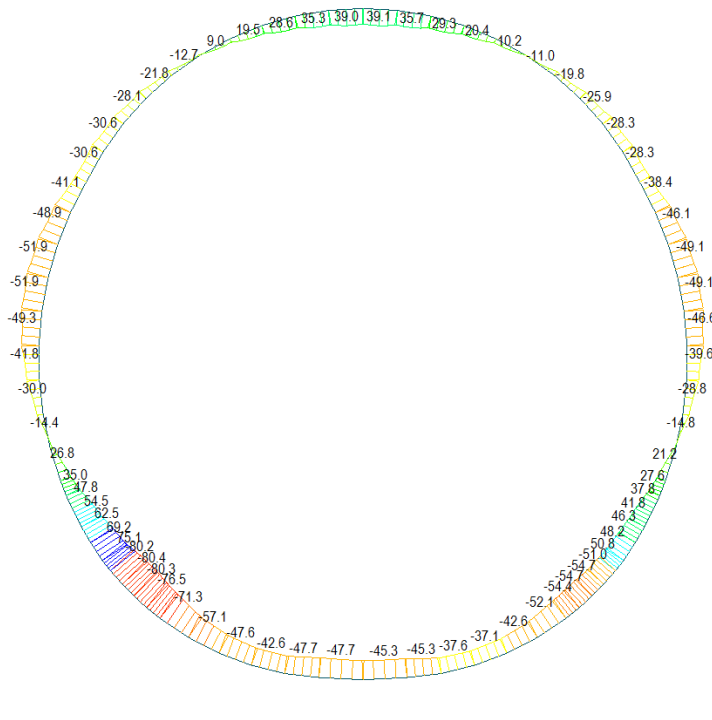
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.5. Load combination SLU 5

Beam Diagram_Fx / ST_N5

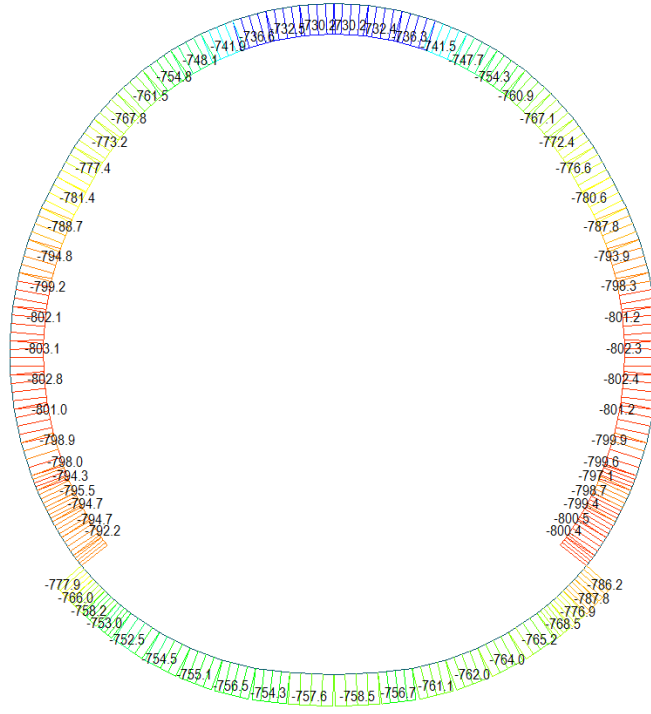


Beam Diagram_My / ST_N5



A.6.4.6. Load combination SLU 6

Beam Diagram_Fx / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

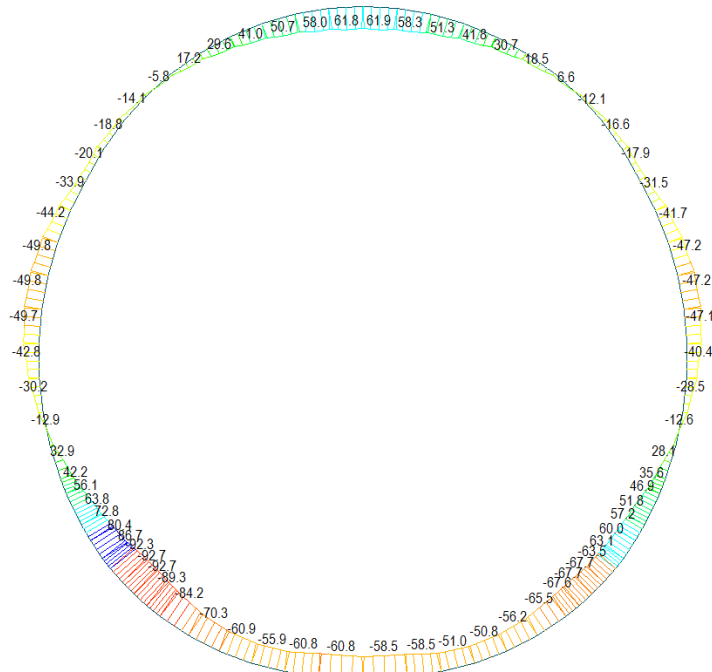
AXIAL

Blue	-729.98
Cyan	-736.62
Green	-743.27
Light Green	-749.91
Yellow-Green	-756.55
Yellow	-763.20
Light Yellow	-769.84
Orange	-776.48
Red-Orange	-783.13
Red	-789.77
Dark Red	-796.42
Black	-803.06

ST: N6
MAX : 45
MIN : 61
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: KN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

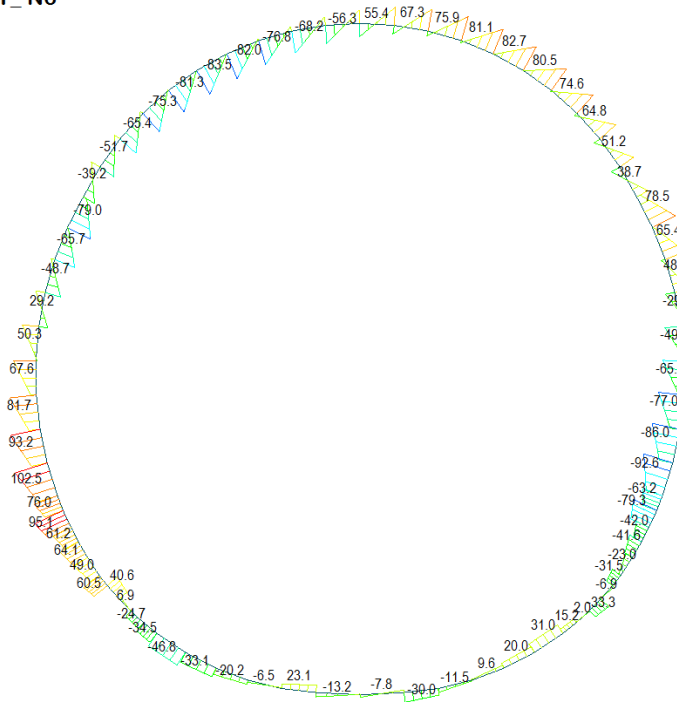
MOMENT-y

Blue	86.71
Cyan	70.40
Green	54.08
Light Green	37.77
Yellow-Green	21.46
Yellow	0.00
Light Yellow	-11.17
Orange	-27.49
Red-Orange	-43.80
Red	-60.11
Dark Red	-76.43
Black	-92.74

ST: N6
MAX : 70
MIN : 2
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: KN*m
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N6



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

102.51
84.77
67.04
49.30
31.57
13.83
0.00
-21.64
-39.38
-57.11
-74.85
-92.58

ST: N6

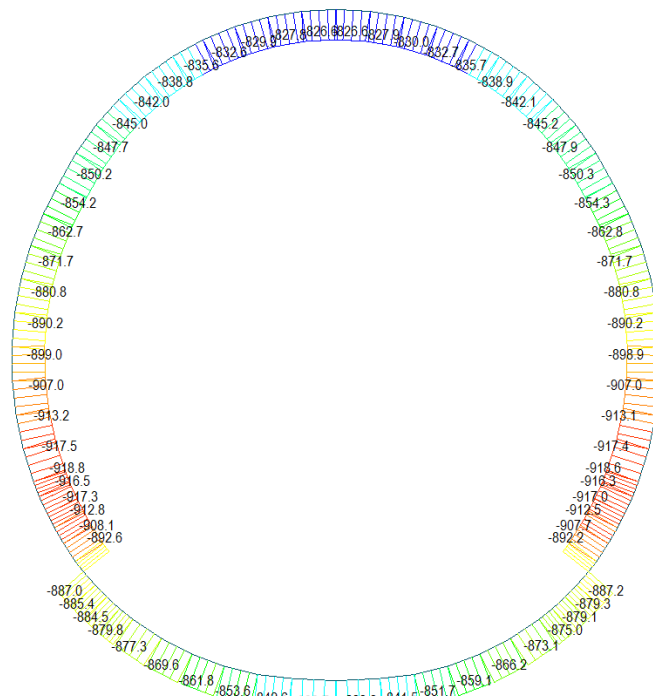
MAX : 64
MIN : 27

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.7. Load combination SLU 7

Beam Diagram_Fx / ST_N7



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-826.36
-834.76
-843.16
-851.56
-859.96
-868.36
-876.76
-885.16
-893.57
-901.97
-910.37
-918.77

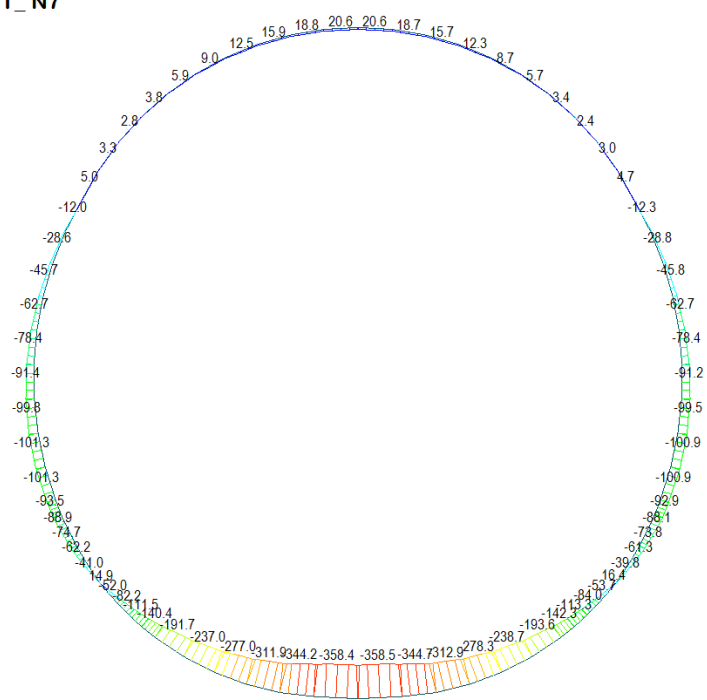
ST: N7

MAX : 46
MIN : 65

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N7



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

20.61
0.00
-48.32
-82.79
-117.26
-151.73
-186.20
-220.66
-255.13
-289.60
-324.07
-358.54

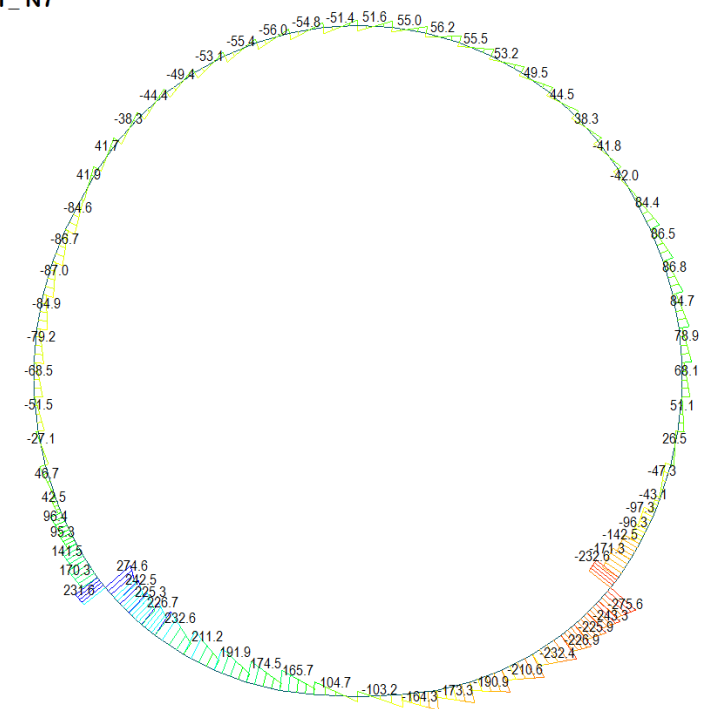
ST: N7

MAX : 46
MIN : 11

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N7



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

274.61
224.59
174.57
124.55
74.52
0.00
-25.52
-75.54
-125.56
-175.59
-225.61
-275.63

ST: N7

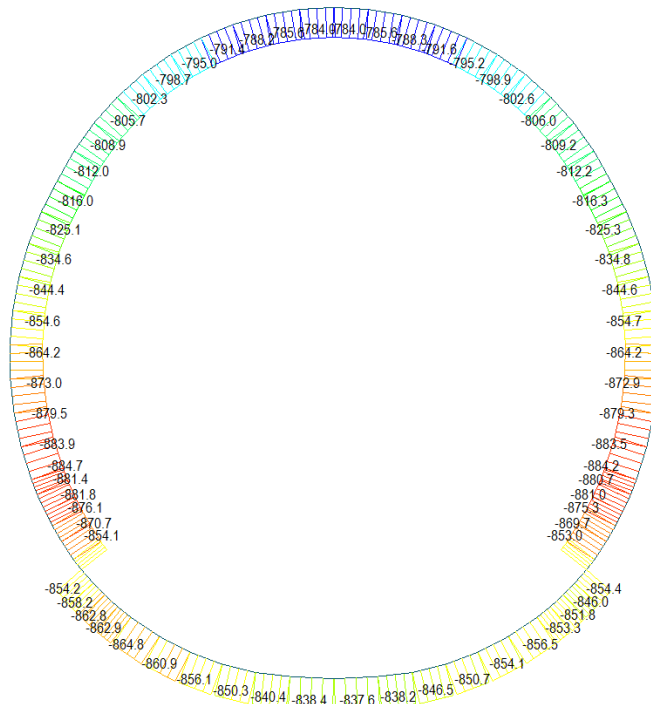
MAX : 1
MIN : 20

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.8. Load combination SLU 8

Beam Diagram_Fx / ST_N8



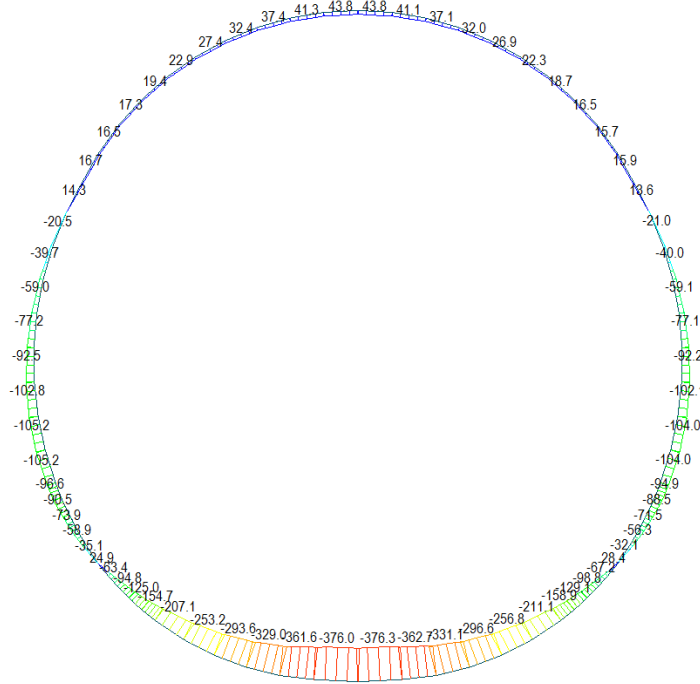
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

ST: N8
MAX : 46
MIN : 65
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N8



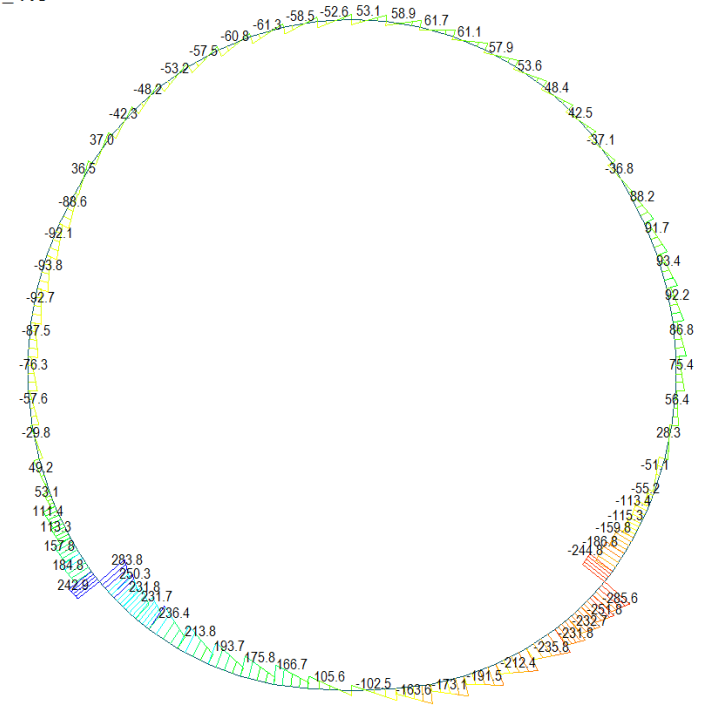
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

ST: N8
MAX : 46
MIN : 11
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N8



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

283.81
232.04
180.27
128.51
76.74
0.00
-26.79
-78.56
-130.33
-182.09
-233.86
-285.63

ST: N8

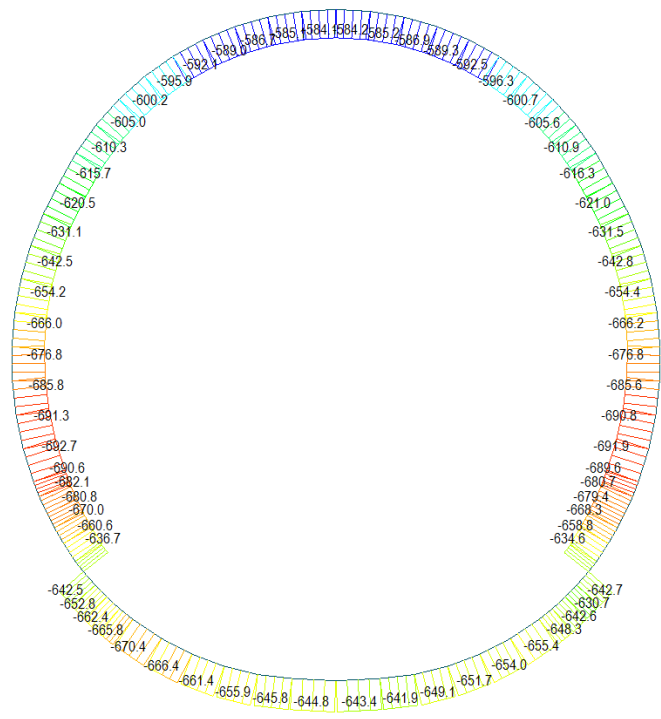
MAX : 1
MIN : 20

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.9. Load combination SLU 9

Beam Diagram_Fx / ST_N9



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-583.93
-593.82
-603.71
-613.60
-623.49
-633.38
-643.27
-653.16
-663.05
-672.94
-682.83
-692.72

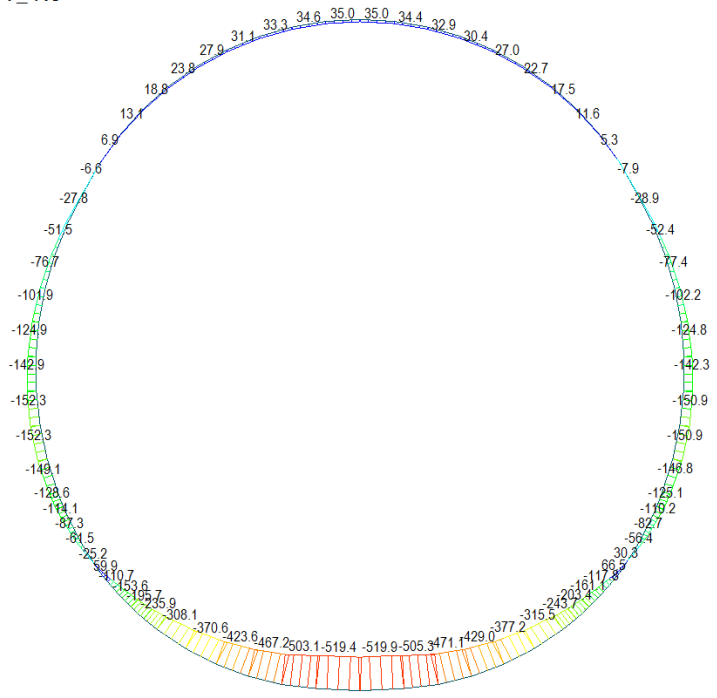
ST: N9

MAX : 46
MIN : 64

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N9



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

66.55
0.00
-40.08
-93.40
-146.71
-200.02
-253.34
-306.65
-359.96
-413.28
-466.59
-519.90

ST: N9

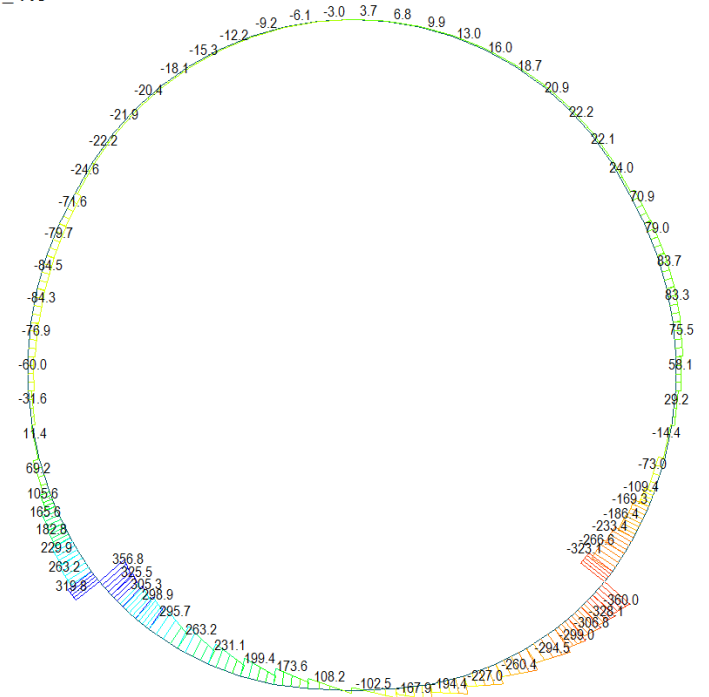
MAX : 21
MIN : 11

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN*m

DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N9



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

356.79
291.63
226.47
161.30
96.14
0.00
-34.18
-99.34
-164.50
-229.67
-294.83
-359.99

ST: N9

MAX : 1
MIN : 20

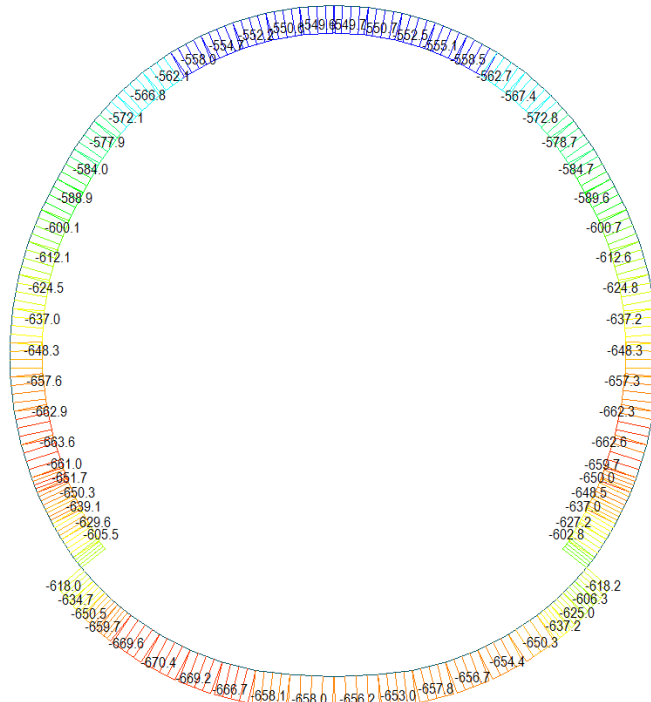
FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN

DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.10. Load combination SLU 10

Beam Diagram_Fx / ST_N10



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

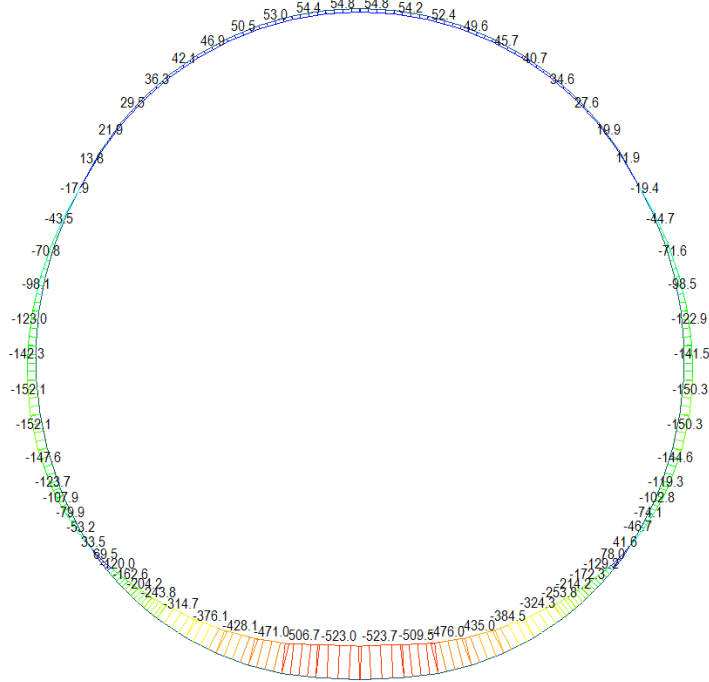
AXIAL

Blue	-549.41
Cyan	-560.41
Green	-571.41
Light Green	-582.40
Yellow-Green	-593.40
Yellow	-604.40
Orange-Yellow	-615.39
Orange	-626.39
Red-Orange	-637.38
Red	-648.38
Dark Red	-659.38
Black	-670.37

ST: N10
MAX : 46
MIN : 6
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N10



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

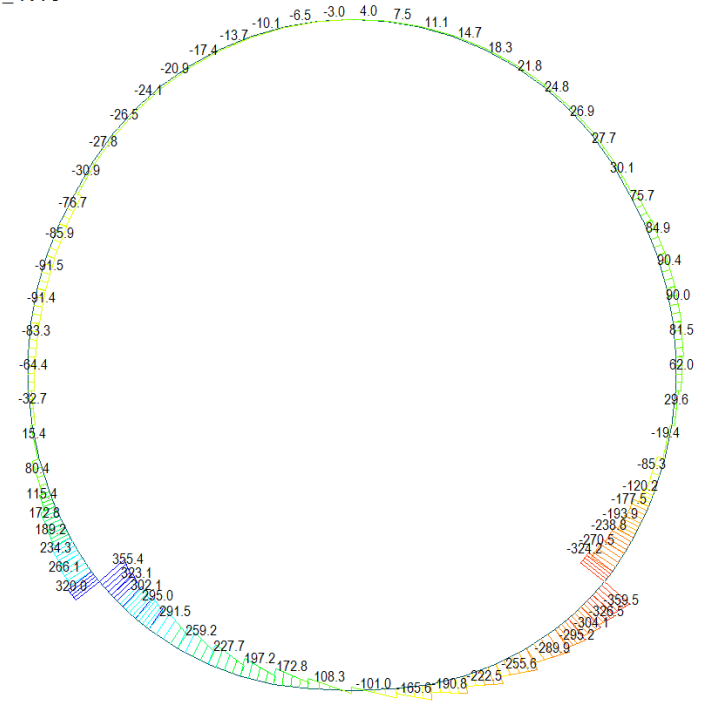
MOMENT-y

Blue	77.99
Cyan	0.00
Green	-31.40
Light Green	-86.10
Yellow-Green	-140.80
Yellow	-195.49
Orange-Yellow	-250.19
Orange	-304.89
Red-Orange	-359.59
Red	-414.29
Dark Red	-468.98
Black	-523.68

ST: N10
MAX : 21
MIN : 11
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N10



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

355.39
290.40
225.41
160.42
95.43
0.00
-34.55
-99.54
-164.53
-229.52
-294.51
-359.51

ST: N10

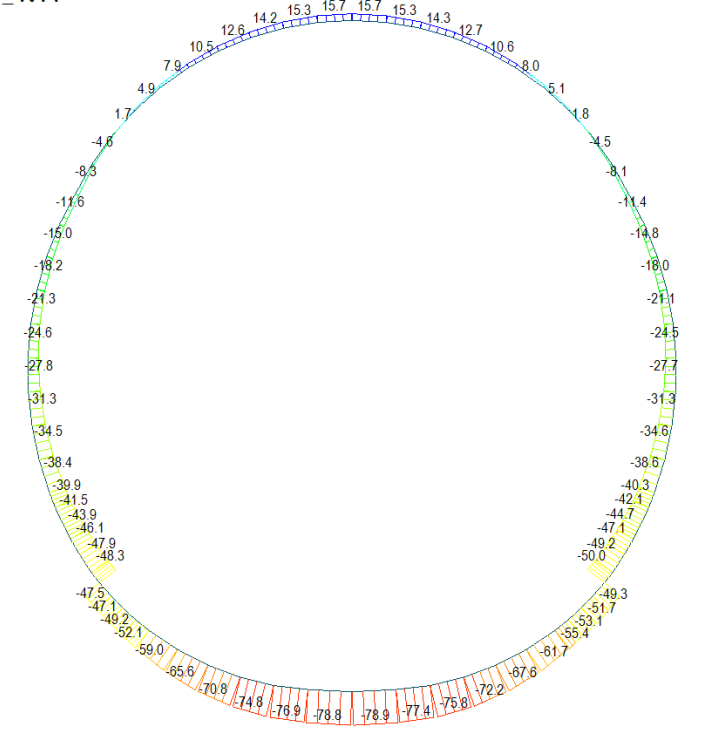
MAX : 1
MIN : 20

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.11. Load combination SLU 11

Beam Diagram_Fx / ST_N11



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

15.70
7.10
0.00
-10.11
-18.72
-27.32
-35.92
-44.53
-53.13
-61.74
-70.34
-78.95

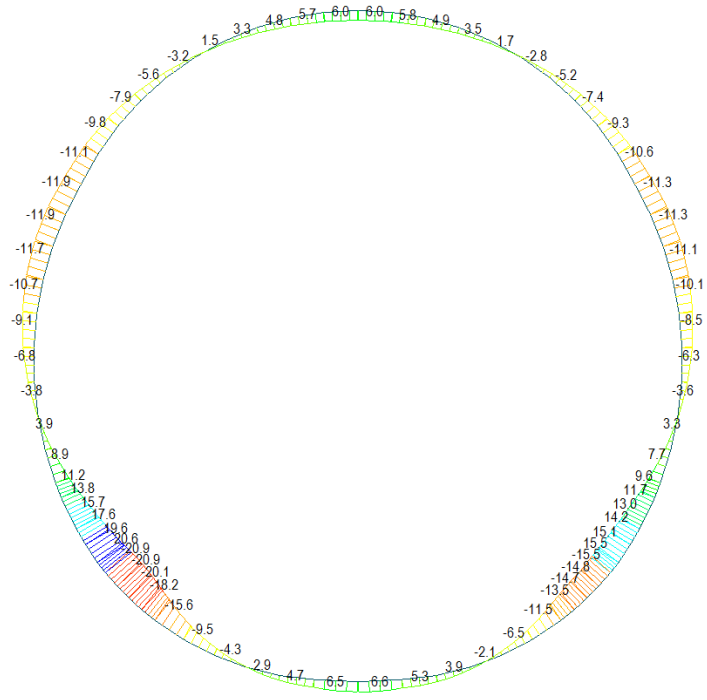
ST: N11

MAX : 45
MIN : 11

FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N11



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

20.56
16.79
13.02
9.25
5.48
0.00
-2.06
-5.83
-9.60
-13.37
-17.14
-20.91

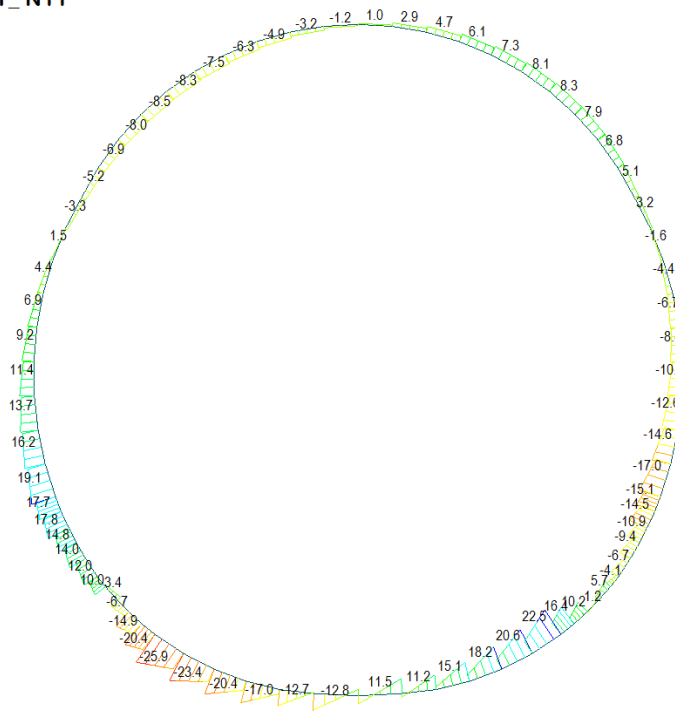
ST: N11

MAX : 70
MIN : 1

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N11



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

22.54
18.14
13.74
9.34
4.94
0.00
-3.86
-8.26
-12.67
-17.07
-21.47
-25.87

ST: N11

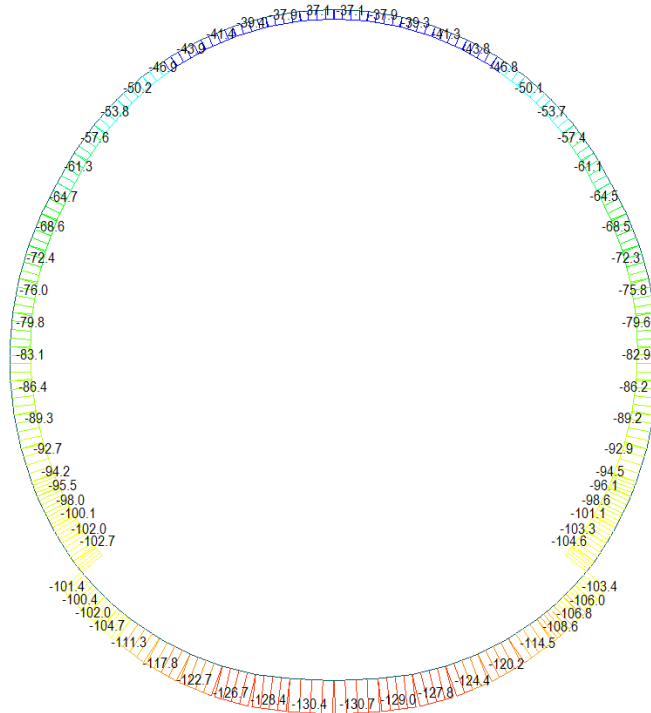
MAX : 16
MIN : 5

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.12. Load combination SLU 12

Beam Diagram_Fx / ST_N12



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

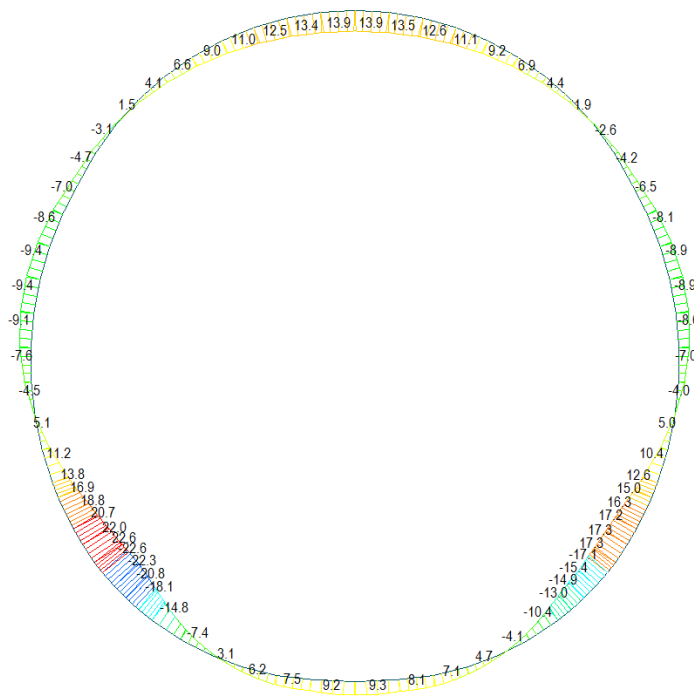
AXIAL

Blue	-36.89
Cyan	-45.41
Green	-53.94
Light Green	-62.46
Yellow-Green	-70.98
Yellow	-79.51
Orange	-88.03
Light Orange	-96.56
Orange-Red	-105.08
Red-Orange	-113.60
Red	-122.13
Dark Red	-130.65

ST: N12
MAX : 45
MIN : 11
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N12



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

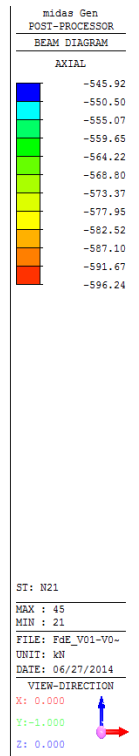
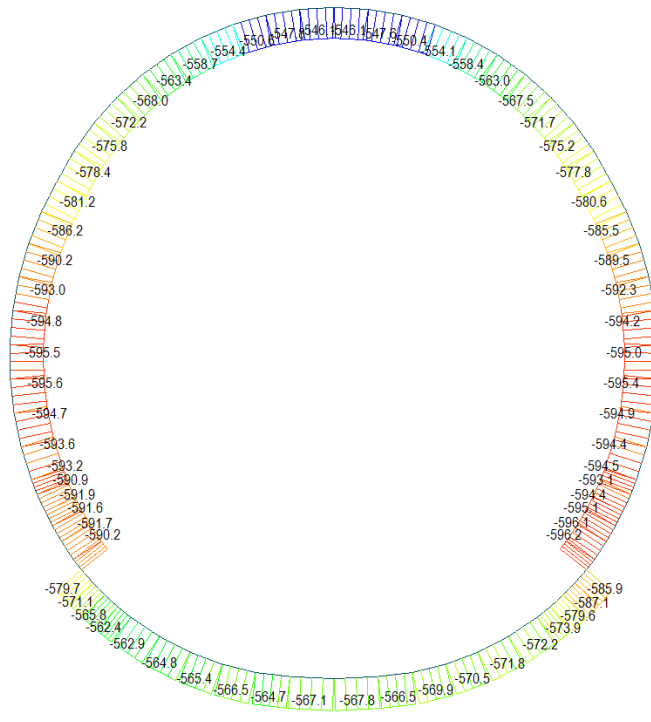
Red	22.62
Orange-Red	18.51
Orange	14.39
Light Orange	10.28
Yellow-Orange	6.17
Yellow	2.06
Light Green	0.00
Green	-6.17
Light Green	-10.28
Cyan	-14.39
Blue	-18.51
Dark Blue	-22.62

ST: N12
MAX : 70
MIN : 1
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

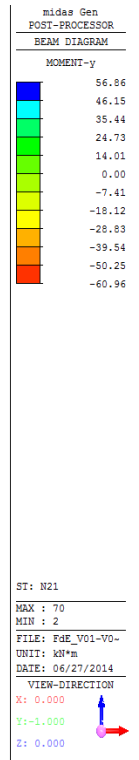
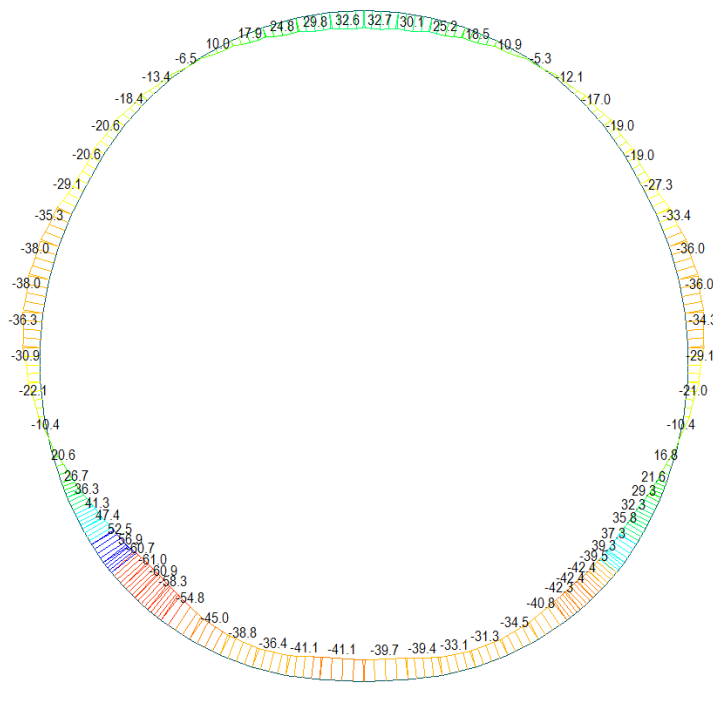
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.13. Load combination SLU 21

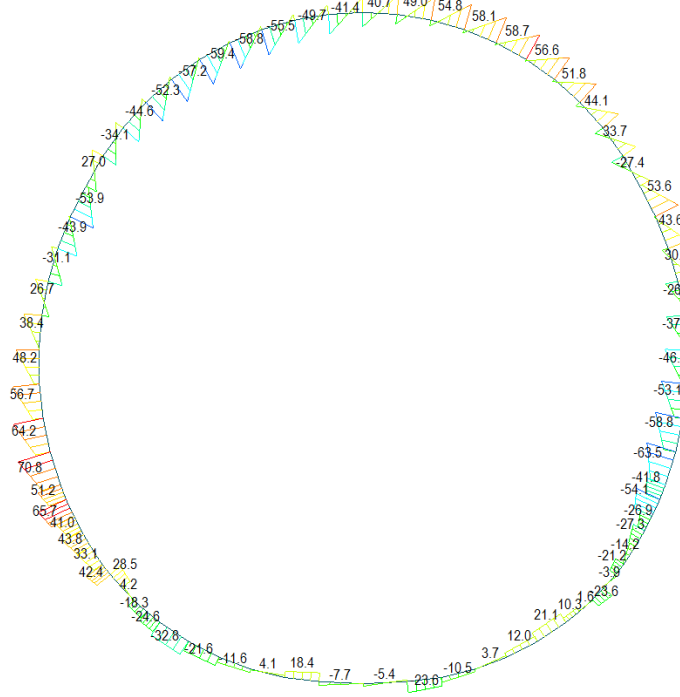
Beam Diagram_Fx / ST_N21



Beam Diagram_My / ST_N21



Beam Diagram_Fz / ST_N21



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

70.82
58.61
46.41
34.20
21.99
9.78
0.00
-14.63
-26.84
-39.05
-51.25
-63.46

ST: N21

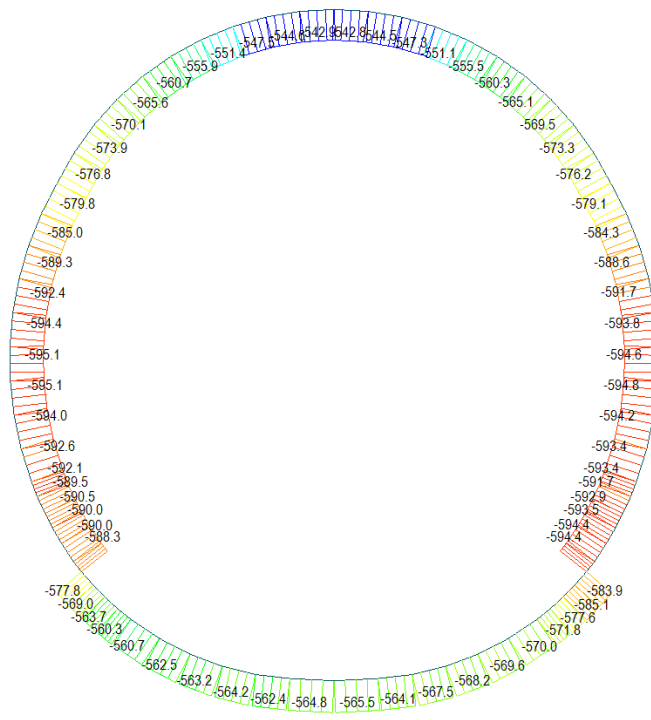
MAX : 64
MIN : 27

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.14. Load combination SLU 22

Beam Diagram_Fx / ST_N22



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-542.70
-547.47
-552.24
-557.00
-561.77
-566.54
-571.31
-576.08
-580.84
-585.61
-590.38
-595.15

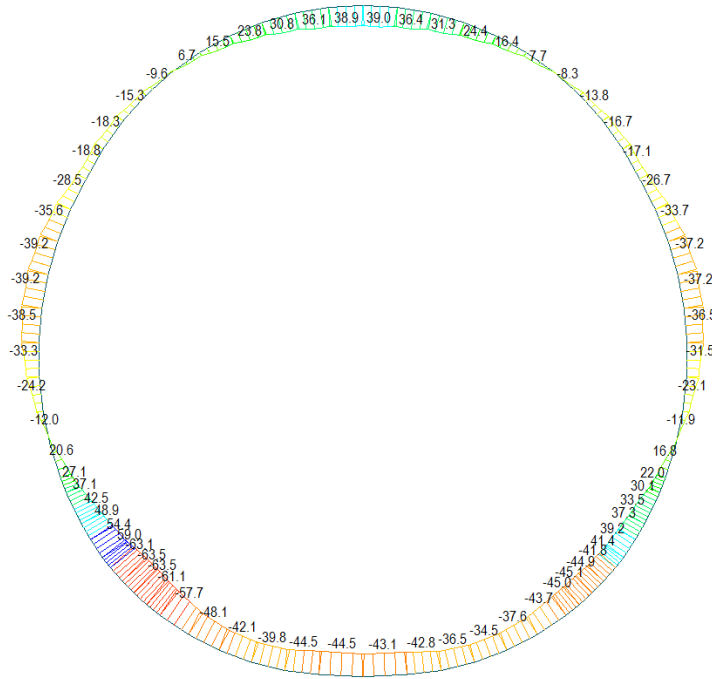
ST: N22

MAX : 45
MIN : 61

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N22



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

59.02
47.88
36.74
25.60
14.45
0.00
-7.83
-18.97
-30.11
-41.26
-52.40
-63.54

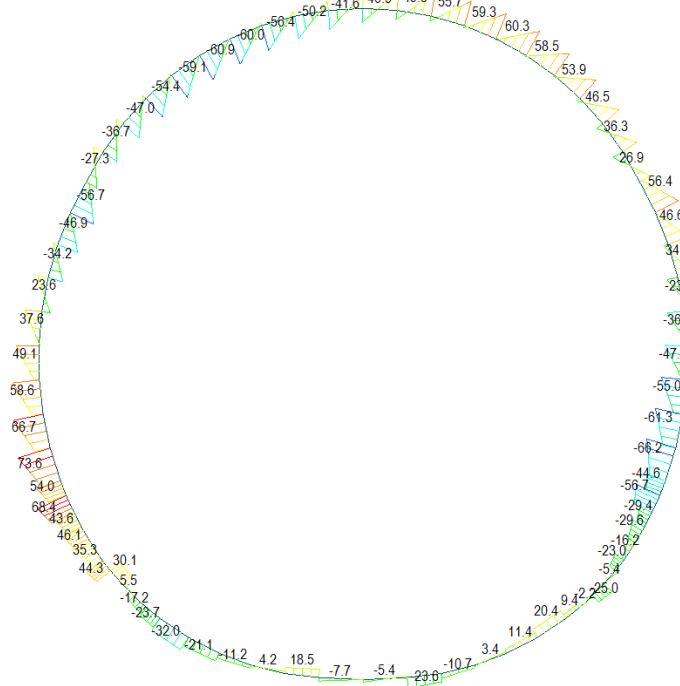
ST: N22

MAX : 70
MIN : 3

FILE: P&E_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N22



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

73.56
60.85
48.15
35.45
22.74
10.04
0.00
-15.37
-28.07
-40.77
-53.48
-66.18

ST: N22

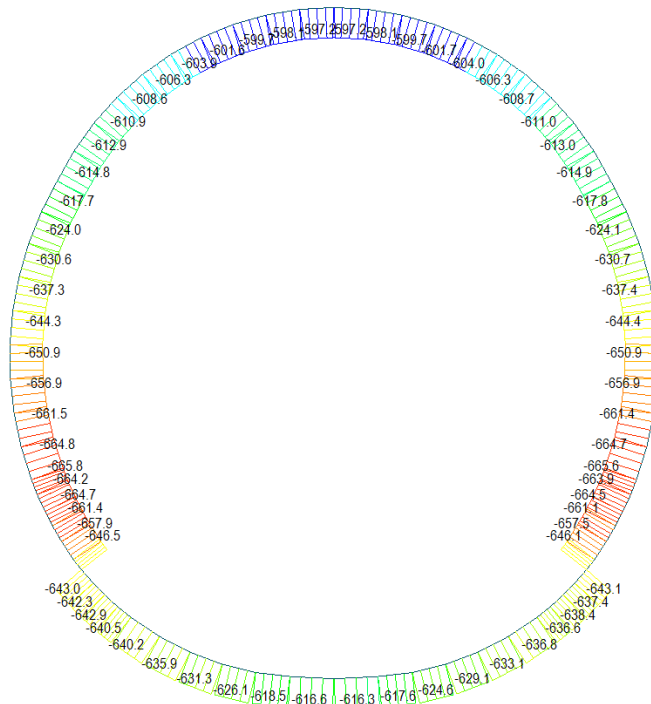
MAX : 64
MIN : 27

FILE: P&E_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.15. Load combination SLU 23

Beam Diagram_Fx / ST_N23



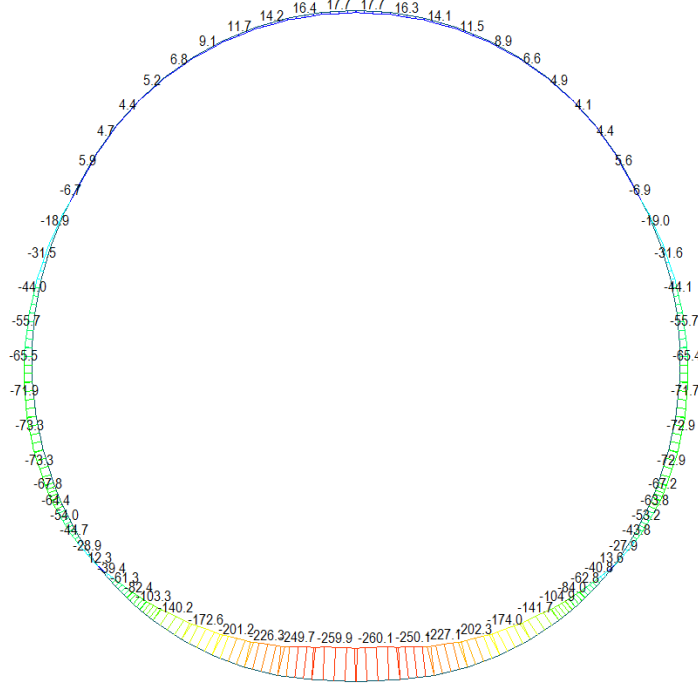
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

ST: N23
MAX : 46
MIN : 65
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N23



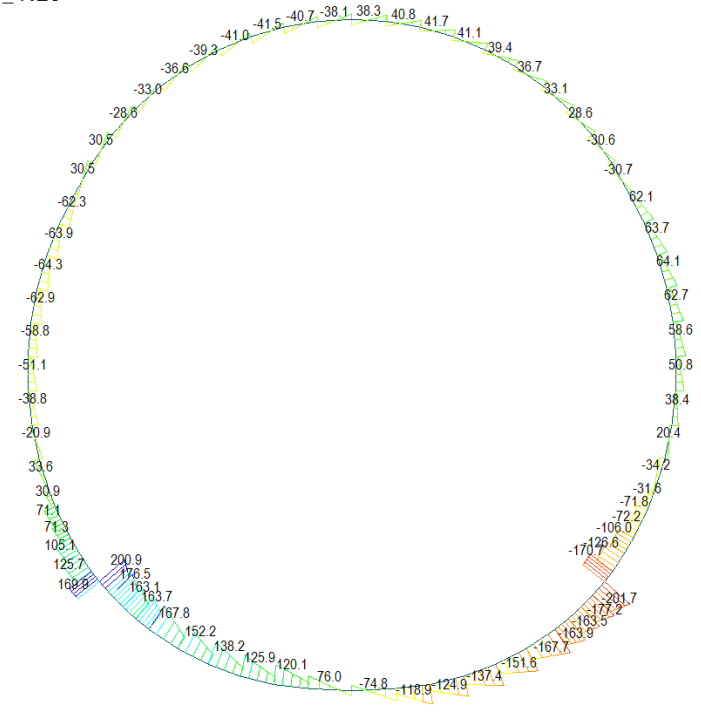
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

ST: N23
MAX : 46
MIN : 11
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N23



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

200.94
164.33
127.72
91.11
54.51
0.00
-18.71
-55.32
-91.92
-128.53
-165.14
-201.75

ST: N23

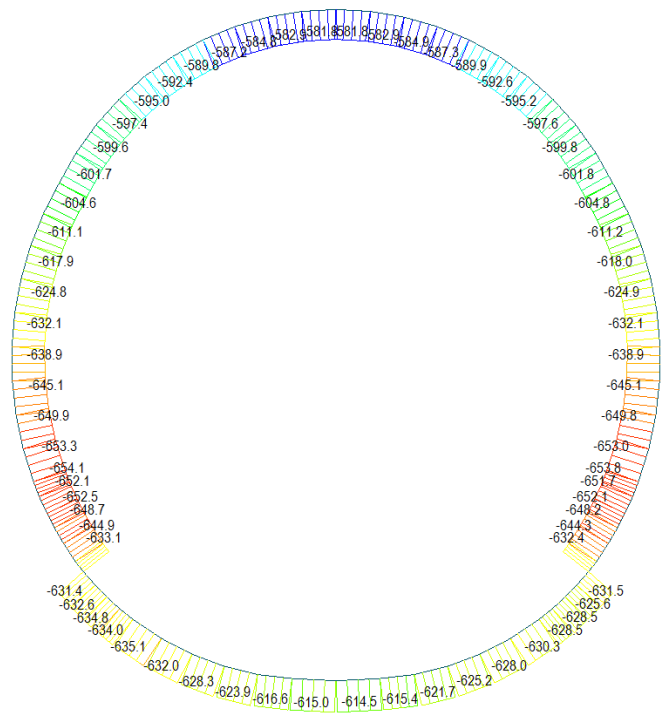
MAX : 1
MIN : 20

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.16. Load combination SLU 24

Beam Diagram_Fx / ST_N24



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-581.61
-588.20
-594.79
-601.38
-607.97
-614.56
-621.15
-627.74
-634.33
-640.92
-647.51
-654.10

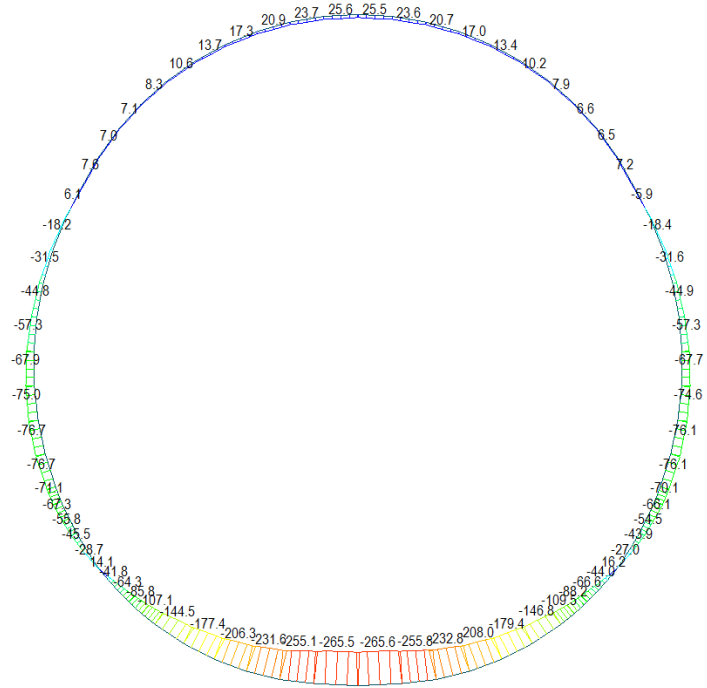
ST: N24

MAX : 46
MIN : 65

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_N24



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

25.58
0.00
-27.37
-53.84
-80.32
-106.79
-133.27
-159.74
-186.22
-212.70
-239.17
-265.65

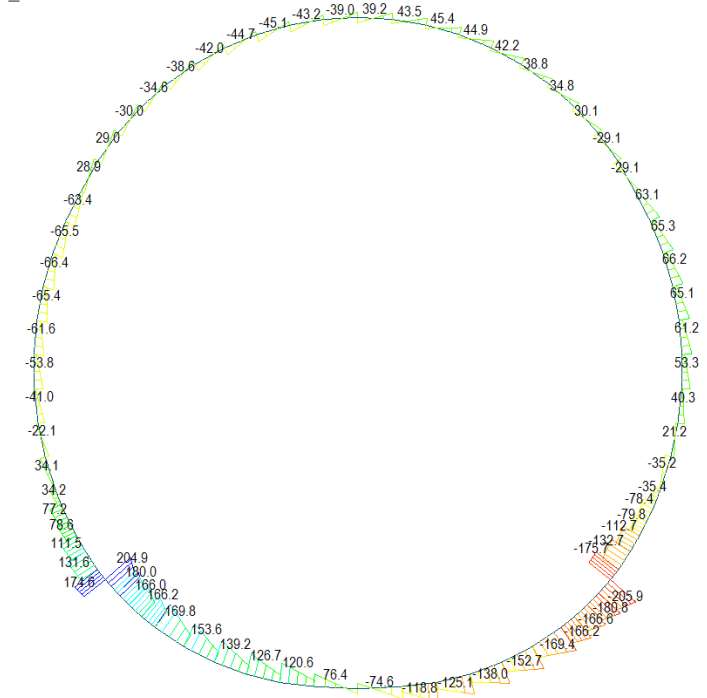
ST: N24

MAX : 46
MIN : 11

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kNm
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_Fz / ST_N24



Midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

204.88
167.53
130.19
92.84
55.49
0.00
-19.20
-56.54
-93.89
-131.24
-168.58
-205.93

ST: N24

MAX : 1
MIN : 20

FILE: FAE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.17. Section checking for load combination without swelling and squeezing

SECTION CHECKING															
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 65		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	11'134	777.917	92.286	0.000	335.220	-	40.634
7	1.00	0.65								0.106	0.106	0.000	0.121	-	0.121
2	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N12	14-2-P14	11'134	763.773	92.286	0.000	241.449	-	11.567
7	1.00	0.65								0.104	0.106	0.000	0.048	-	0.048
3	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N12	14-2-P14	11'134	753.934	92.741	0.000	241.404	-	20.145
7	1.00	0.65								0.105	0.105	0.000	0.083	-	0.083
4	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P16	13'760	748.732	89.262	0.000	375.155	-	35.793
8	1.00	0.80								0.075	0.077	0.000	0.095	-	0.095
5	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P16	13'760	744.860	84.244	0.000	374.019	-	47.354
8	1.00	0.80								0.073	0.075	0.000	0.127	-	0.127
6	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N12	14-2-P16	13'760	748.187	70.257	0.000	284.151	-	26.042
8	1.00	0.80								0.070	0.070	0.000	0.092	-	0.092
7	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N12	14-2-P16	13'760	750.293	60.869	0.000	285.056	-	21.577
8	1.00	0.80								0.067	0.068	0.000	0.076	-	0.076
8	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N11	14-2-P16	13'760	756.518	55.323	0.000	278.538	-	16.996
8	1.00	0.80								0.067	0.067	0.000	0.061	-	0.061
9	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P16	13'760	754.280	60.795	0.000	375.329	-	23.298
8	1.00	0.80								0.068	0.068	0.000	0.062	-	0.062
10	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N11	14-2-P16	13'760	756.703	60.795	0.000	279.428	-	12.772
8	1.00	0.80								0.068	0.069	0.000	0.046	-	0.046
11	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N11	14-2-P16	13'760	757.572	58.514	0.000	279.454	-	11.453
8	1.00	0.80								0.067	0.069	0.000	0.041	-	0.041
12	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P16	13'760	756.664	58.514	0.000	375.670	-	30.514
8	1.00	0.80								0.067	0.069	0.000	0.081	-	0.081
13	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N11	14-2-P16	13'760	761.062	50.978	0.000	278.674	-	15.131
8	1.00	0.80								0.066	0.066	0.000	0.054	-	0.054
14	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N12	14-2-P16	13'760	761.977	48.944	0.000	285.298	-	19.092
8	1.00	0.80								0.065	0.066	0.000	0.067	-	0.067
15	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N12	14-2-P16	13'760	757.728	56.240	0.000	284.489	-	22.896
8	1.00	0.80								0.067	0.066	0.000	0.080	-	0.080
16	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N12	14-2-P16	13'760	757.493	65.495	0.000	283.493	-	26.552
8	1.00	0.80								0.070	0.069	0.000	0.094	-	0.094
17	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N12	14-2-P16	13'760	764.278	67.644	0.000	283.158	-	20.349
8	1.00	0.80								0.070	0.071	0.000	0.072	-	0.072
18	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N12	14-2-P14	11'134	776.877	67.644	0.000	242.064	-	14.424
7	1.00	0.65								0.093	0.095	0.000	0.060	-	0.060
19	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	11'134	787.769	67.667	0.000	336.623	-	33.323
7	1.00	0.65								0.094	0.095	0.000	0.099	-	0.099
20	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N12	14-2-P14	11'134	786.200	63.399	0.000	241.819	-	11.840
7	1.00	0.65								0.093	0.093	0.000	0.049	-	0.049
21	100 x 38		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	6'830	800.444	63.068	0.000	254.166	-	31.451
2	1.00	0.38								0.192	0.189	0.000	0.124	-	0.124
22	100 x 45		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P12	7'740	800.471	60.024	0.000	277.445	-	23.010
3	1.00	0.45								0.150	0.154	0.000	0.083	-	0.083
23	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	11'134	799.352	57.240	0.000	338.127	-	41.627
7	1.00	0.65								0.091	0.092	0.000	0.123	-	0.123
24	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	11'134	798.744	51.821	0.000	338.073	-	41.952
7	1.00	0.65								0.088	0.090	0.000	0.124	-	0.124
25	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	797.144	46.927	0.000	323.191	-	79.255
6	1.00	0.60								0.095	0.095	0.000	0.245	-	0.245
26	100 x 55		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	9'540	799.642	35.551	0.000	308.638	-	63.226
5	1.00	0.55								0.099	0.100	0.000	0.205	-	0.205
27	100 x 50		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	9'540	799.913	28.061	0.000	308.277	-	92.584
4	1.00	0.55								0.096	0.094	0.000	0.300	-	0.300
28	100 x 45		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	7'740	799.198	14.802	0.000	277.263	-	86.011
3	1.00	0.45								0.113	0.111	0.000	0.310	-	0.310
29	100 x 45		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	7'740	799.640	28.811	0.000	277.413	-	77.008
3	1.00	0.45								0.122	0.123	0.000	0.278	-	0.278
30	100 x 40		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P12	6'943	798.278	40.379	0.000	260.893	-	65.096
9	1.00	0.40								0.153	0.152	0.000	0.250	-	0.250

SECTION CHECKING															
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
31	100 x 40		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P12	6'943	797.213	47.062	0.000	260.910	-	50.592
9	1.00	0.40								0.161	0.159	0.000	0.194	-	0.194
32	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P12	6'146	796.418	49.098	0.000	243.196	-	37.105
1	1.00	0.35								0.195	0.196	0.000	0.153	-	0.153
33	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P12	6'146	796.284	49.098	0.000	242.868	-	48.406
1	1.00	0.35								0.195	0.196	0.000	0.199	-	0.199
34	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	791.086	46.117	0.000	242.094	-	65.379
1	1.00	0.35								0.188	0.192	0.000	0.270	-	0.270
35	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	784.649	38.437	0.000	241.164	-	78.546
1	1.00	0.35								0.175	0.175	0.000	0.326	-	0.326
36	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	777.812	28.257	0.000	240.647	-	38.702
1	1.00	0.35								0.159	0.160	0.000	0.161	-	0.161
37	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	777.530	28.257	0.000	240.111	-	51.205
1	1.00	0.35								0.159	0.160	0.000	0.213	-	0.213
38	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	772.995	25.913	0.000	239.428	-	64.776
1	1.00	0.35								0.156	0.153	0.000	0.271	-	0.271
39	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	767.498	19.785	0.000	238.630	-	74.570
1	1.00	0.35								0.146	0.147	0.000	0.312	-	0.312
40	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P12	6'146	752.216	18.536	0.000	237.777	-	80.545
1	1.00	0.35								0.142	0.144	0.000	0.339	-	0.339
41	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P12	6'146	14.275	16.065	0.000	236.927	-	82.713
1	1.00	0.35								0.159	0.156	0.000	0.349	-	0.349
42	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P12	6'146	11.911	18.501	0.000	236.138	-	81.140
1	1.00	0.35								0.189	0.186	0.000	0.344	-	0.344
43	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P12	6'146	10.130	20.324	0.000	235.466	-	75.944
1	1.00	0.35								0.205	0.209	0.000	0.323	-	0.323
44	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P12	6'146	8.983	21.445	0.000	234.963	-	67.290
1	1.00	0.35								0.219	0.223	0.000	0.286	-	0.286
45	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P12	6'146	8.704	21.445	0.000	234.680	-	55.394
1	1.00	0.35								0.227	0.223	0.000	0.236	-	0.236
46	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P12	6'146	8.712	21.400	0.000	234.686	-	56.330
1	1.00	0.35								0.227	0.223	0.000	0.240	-	0.240
47	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P12	6'146	9.008	21.400	0.000	234.983	-	68.215
1	1.00	0.35								0.219	0.222	0.000	0.290	-	0.290
48	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P12	6'146	10.171	20.236	0.000	235.499	-	76.845
1	1.00	0.35								0.206	0.208	0.000	0.326	-	0.326
49	100 x 35		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P12	6'146	11.968	18.370	0.000	236.184	-	82.007
1	1.00	0.35								0.182	0.184	0.000	0.347	-	0.347
50	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P12	6'146	746.397	29.566	0.000	236.985	-	83.534
1	1.00	0.35								0.156	0.156	0.000	0.352	-	0.352
51	100 x 35		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P12	6'146	752.759	17.202	0.000	237.846	-	81.310
1	1.00	0.35								0.141	0.141	0.000	0.342	-	0.342
52	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	768.190	21.751	0.000	238.710	-	75.270
1	1.00	0.35								0.149	0.148	0.000	0.315	-	0.315
53	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	773.770	28.086	0.000	239.517	-	65.401
1	1.00	0.35								0.158	0.159	0.000	0.273	-	0.273
54	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	778.378	30.611	0.000	240.210	-	51.748
1	1.00	0.35								0.163	0.162	0.000	0.215	-	0.215
55	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	778.718	30.611	0.000	240.753	-	39.161
1	1.00	0.35								0.163	0.162	0.000	0.163	-	0.163
56	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	785.573	41.087	0.000	241.271	-	78.977
1	1.00	0.35								0.181	0.178	0.000	0.327	-	0.327
57	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	792.052	48.882	0.000	242.206	-	65.726
1	1.00	0.35								0.194	0.196	0.000	0.271	-	0.271
58	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	6'146	797.283	51.950	0.000	242.984	-	48.667
1	1.00	0.35								0.199	0.203	0.000	0.200	-	0.200
59	100 x 35		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P12	6'146	797.405	51.950	0.000	243.323	-	37.643
1	1.00	0.35								0.199	0.203	0.000	0.155	-	0.155
60	100 x 40		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P12	6'943	799.279	49.297	0.000	261.025	-	52.301
9	1.00	0.40								0.165	0.162	0.000	0.200	-	0.200

SECTION CHECKING															
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
61	100 x 40		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P12	6'943	799.011	42.777	0.000	260.990	-	67.633
9	1.00	0.40								0.154	0.158	0.000	0.259	-	0.259
62	100 x 45		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P12	7'740	798.233	30.177	0.000	277.464	-	81.685
3	1.00	0.45								0.123	0.124	0.000	0.294	-	0.294
63	100 x 45		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P12	7'740	798.797	14.444	0.000	277.236	-	93.164
3	1.00	0.45								0.112	0.113	0.000	0.336	-	0.336
64	100 x 50		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	9'540	798.878	32.947	0.000	308.136	-	102.507
4	1.00	0.55								0.098	0.096	0.000	0.333	-	0.333
65	100 x 55		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	9'540	797.994	42.188	0.000	308.414	-	75.972
5	1.00	0.55								0.103	0.103	0.000	0.246	-	0.246
66	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	794.283	56.147	0.000	322.798	-	95.125
6	1.00	0.60								0.099	0.099	0.000	0.295	-	0.295
67	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	11'134	795.475	63.765	0.000	337.620	-	61.184
7	1.00	0.65								0.094	0.093	0.000	0.181	-	0.181
68	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	11'134	794.683	72.750	0.000	337.481	-	64.140
7	1.00	0.65								0.097	0.099	0.000	0.190	-	0.190
69	100 x 45		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P12	7'740	794.651	80.399	0.000	276.669	-	48.961
3	1.00	0.45								0.174	0.177	0.000	0.177	-	0.177
70	100 x 38		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	6'830	792.218	86.712	0.000	253.095	-	60.510
2	1.00	0.38								0.229	0.233	0.000	0.239	-	0.239

A.6.4.18. Section checking for load combination with swelling and squeezing

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		f _{ck}	f _{yk}	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N _{Rdmax}	N _{Ed}	M _{Edy}	M _{Edz}	V _{Rdc}	V _{Rds}	V _{Ed}
SECTION	B _c (m)	H _c (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 65		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P14	11'134	617.986	120.048	0.000	313.429	-	294.614
7	1.00	0.65								0.114	0.115	0.000	0.940	-	0.940
2	100 x 65		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P14	11'134	634.693	162.600	0.000	318.252	-	269.238
7	1.00	0.65								0.162	0.160	0.000	0.846	-	0.846
3	100 x 65		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P14	11'134	650.481	204.180	0.000	319.000	-	305.310
7	1.00	0.65								0.226	0.227	0.000	0.957	-	0.957
4	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	659.663	243.822	0.000	361.506	-	298.898
8	1.00	0.80								0.170	0.168	0.000	0.827	-	0.827
5	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	669.561	314.723	0.000	361.671	-	295.679
8	1.00	0.80								0.267	0.268	0.000	0.818	-	0.818
6	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	670.372	376.063	0.000	361.304	-	263.195
8	1.00	0.80								0.403	0.397	0.000	0.728	-	0.728
7	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	669.164	428.075	0.000	360.806	-	231.077
8	1.00	0.80								0.521	0.515	0.000	0.640	-	0.640
8	100 x 80		30.00	450.00	OK	N9	N9	14-2-P16	13'760	655.946	467.213	0.000	360.255	-	199.396
8	1.00	0.80								0.640	0.627	0.000	0.553	-	0.553
9	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	658.075	506.664	0.000	359.074	-	173.555
8	1.00	0.80								0.743	0.727	0.000	0.483	-	0.483
10	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	657.993	521.772	0.000	359.024	-	108.184
8	1.00	0.80								0.743	0.748	0.000	0.301	-	0.301
11	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	656.199	521.772	0.000	358.828	-	102.489
8	1.00	0.80								0.741	0.748	0.000	0.286	-	0.286
12	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	652.955	509.482	0.000	358.515	-	167.911
8	1.00	0.80								0.737	0.731	0.000	0.468	-	0.468
13	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	657.821	476.000	0.000	359.286	-	194.440
8	1.00	0.80								0.641	0.639	0.000	0.541	-	0.541
14	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	656.681	434.979	0.000	359.441	-	227.016
8	1.00	0.80								0.537	0.537	0.000	0.632	-	0.632
15	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	654.398	384.533	0.000	359.558	-	260.422
8	1.00	0.80								0.415	0.417	0.000	0.724	-	0.724
16	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	650.259	324.262	0.000	359.560	-	294.504
8	1.00	0.80								0.287	0.291	0.000	0.819	-	0.819
17	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P16	13'760	637.242	253.815	0.000	359.055	-	299.011
8	1.00	0.80								0.177	0.181	0.000	0.833	-	0.833
18	100 x 65		30.00	450.00	OK	N10	N9	14-2-P14	11'134	625.029	214.152	0.000	316.260	-	306.840
7	1.00	0.65								0.261	0.261	0.000	0.970	-	0.970
19	100 x 65		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P14	11'134	606.251	172.273	0.000	311.805	-	270.328
7	1.00	0.65								0.177	0.178	0.000	0.867	-	0.867
20	100 x 65		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P14	11'134	618.212	129.222	0.000	313.461	-	298.729
7	1.00	0.65								0.120	0.122	0.000	0.953	-	0.953
21	100 x 38		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P14	6'830	602.822	77.993	0.000	324.236	406.391	228.571
2	1.00	0.38								0.197	0.201	0.000	1.419	0.562	0.562
22	100 x 45		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P12	7'740	905.323	39.847	0.000	254.663	492.595	270.506
3	1.00	0.45								0.145	0.143	0.000	1.062	0.549	0.549
23	100 x 65		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P14	11'134	909.470	61.254	0.000	316.056	-	238.838
7	1.00	0.65								0.102	0.103	0.000	0.756	-	0.756
24	100 x 65		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P14	11'134	914.247	73.841	0.000	317.651	-	193.884
7	1.00	0.65								0.108	0.108	0.000	0.610	-	0.610
25	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P14	10'337	913.294	88.147	0.000	303.366	-	177.490
6	1.00	0.60								0.126	0.128	0.000	0.585	-	0.585
26	100 x 55		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P14	9'540	687.222	125.117	0.000	289.878	-	120.187
5	1.00	0.55								0.160	0.161	0.000	0.415	-	0.415
27	100 x 50		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P14	9'540	686.584	146.752	0.000	290.270	-	85.325
4	1.00	0.55								0.197	0.193	0.000	0.294	-	0.294
28	100 x 45		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	7'740	657.833	150.287	0.000	288.273	-	28.317
3	1.00	0.45								0.374	0.373	0.000	0.098	-	0.098
29	100 x 45		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	7'740	657.312	150.287	0.000	287.414	-	56.405
3	1.00	0.45								0.374	0.373	0.000	0.196	-	0.196
30	100 x 40		30.00	450.00	OK	N9	N8	14-2-P12	6'943	676.781	142.255	0.000	269.546	-	75.382
9	1.00	0.40								0.461	0.452	0.000	0.280	-	0.280

SECTION CHECKING															
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
31	100 x 40		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P12	6'943	637.238	122.896	0.000	239.757	-	81.476
9	1.00	0.40								0.365	0.359	0.000	0.340	-	0.340
32	100 x 35		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P12	6'146	654.422	102.237	0.000	221.136	-	90.025
1	1.00	0.35								0.342	0.347	0.000	0.407	-	0.407
33	100 x 35		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P12	6'146	642.820	77.366	0.000	219.560	-	90.359
1	1.00	0.35								0.244	0.247	0.000	0.412	-	0.412
34	100 x 35		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P12	6'146	631.532	52.421	0.000	218.029	-	84.937
1	1.00	0.35								0.182	0.183	0.000	0.390	-	0.390
35	100 x 35		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P12	6'146	854.265	12.261	0.000	245.755	-	88.164
1	1.00	0.35								0.151	0.152	0.000	0.359	-	0.359
36	100 x 35		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P12	6'146	812.244	13.611	0.000	249.733	-	42.040
1	1.00	0.35								0.146	0.144	0.000	0.168	-	0.168
37	100 x 35		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P12	6'146	809.229	13.074	0.000	249.439	-	41.765
1	1.00	0.35								0.145	0.143	0.000	0.167	-	0.167
38	100 x 35		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P12	6'146	803.397	14.361	0.000	244.433	-	42.470
1	1.00	0.35								0.146	0.146	0.000	0.174	-	0.174
39	100 x 35		30.00	450.00	OK	N8	N10	14-2-P12	6'146	800.194	17.121	0.000	243.985	-	48.444
1	1.00	0.35								0.148	0.149	0.000	0.199	-	0.199
40	100 x 35		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P12	6'146	796.854	20.962	0.000	243.516	-	53.587
1	1.00	0.35								0.152	0.152	0.000	0.220	-	0.220
41	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	556.788	45.718	0.000	243.040	-	57.858
1	1.00	0.35								0.161	0.160	0.000	0.238	-	0.238
42	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	553.752	49.629	0.000	242.575	-	61.149
1	1.00	0.35								0.167	0.170	0.000	0.252	-	0.252
43	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	551.536	52.435	0.000	242.150	-	61.681
1	1.00	0.35								0.177	0.175	0.000	0.255	-	0.255
44	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	550.144	54.164	0.000	241.810	-	58.936
1	1.00	0.35								0.180	0.180	0.000	0.244	-	0.244
45	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	549.468	54.832	0.000	241.604	-	53.052
1	1.00	0.35								0.180	0.182	0.000	0.220	-	0.220
46	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	549.415	54.832	0.000	241.601	-	52.631
1	1.00	0.35								0.180	0.182	0.000	0.218	-	0.218
47	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	549.983	54.450	0.000	241.801	-	58.520
1	1.00	0.35								0.180	0.180	0.000	0.242	-	0.242
48	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	551.266	53.011	0.000	242.135	-	61.276
1	1.00	0.35								0.177	0.177	0.000	0.253	-	0.253
49	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	553.374	50.495	0.000	242.554	-	60.760
1	1.00	0.35								0.170	0.171	0.000	0.251	-	0.251
50	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	556.303	46.874	0.000	243.014	-	57.481
1	1.00	0.35								0.164	0.162	0.000	0.237	-	0.237
51	100 x 35		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'146	560.034	42.131	0.000	243.484	-	53.244
1	1.00	0.35								0.152	0.153	0.000	0.219	-	0.219
52	100 x 35		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P12	6'146	799.916	17.826	0.000	243.949	-	48.180
1	1.00	0.35								0.150	0.146	0.000	0.197	-	0.197
53	100 x 35		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P12	6'146	803.096	15.144	0.000	244.394	-	42.335
1	1.00	0.35								0.146	0.149	0.000	0.173	-	0.173
54	100 x 35		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P12	6'146	808.924	13.880	0.000	249.422	-	41.712
1	1.00	0.35								0.146	0.147	0.000	0.167	-	0.167
55	100 x 35		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P12	6'146	811.959	14.321	0.000	249.717	-	41.861
1	1.00	0.35								0.147	0.146	0.000	0.168	-	0.168
56	100 x 35		30.00	450.00	OK	N7	N7	14-2-P12	6'146	854.151	12.035	0.000	245.720	-	88.595
1	1.00	0.35								0.151	0.153	0.000	0.361	-	0.361
57	100 x 35		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P12	6'146	631.086	51.522	0.000	217.955	-	85.935
1	1.00	0.35								0.179	0.182	0.000	0.394	-	0.394
58	100 x 35		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P12	6'146	642.454	76.727	0.000	219.499	-	91.475
1	1.00	0.35								0.244	0.245	0.000	0.417	-	0.417
59	100 x 35		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P12	6'146	654.151	101.919	0.000	221.091	-	91.404
1	1.00	0.35								0.341	0.346	0.000	0.413	-	0.413
60	100 x 40		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P12	6'943	637.045	123.026	0.000	239.732	-	83.276
9	1.00	0.40								0.365	0.359	0.000	0.347	-	0.347

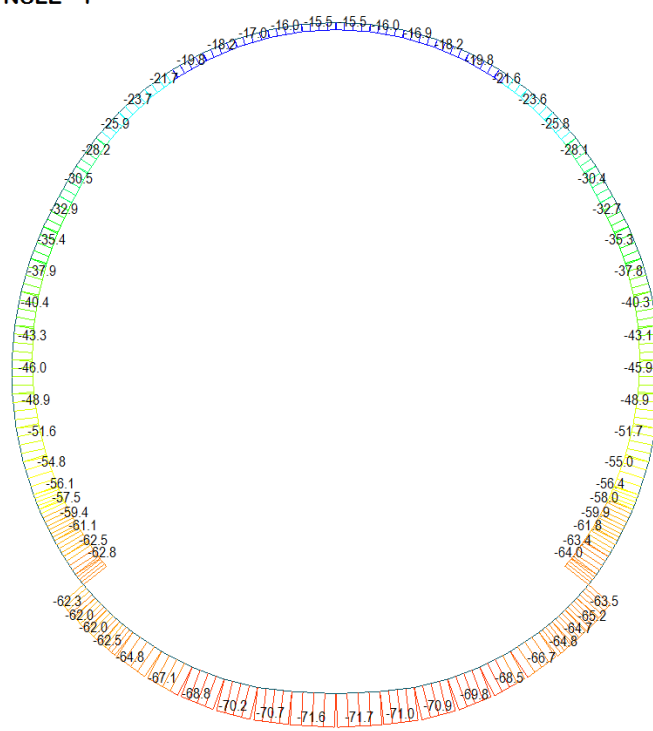
SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
61	100 x 40		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	6'943	648.316	142.334	0.000	269.547	-	76.306
9	1.00	0.40								0.464	0.464	0.000	0.283	-	0.283
62	100 x 45		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	7'740	657.592	152.062	0.000	287.428	-	57.605
3	1.00	0.45								0.392	0.387	0.000	0.200	-	0.200
63	100 x 45		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P12	7'740	658.459	152.062	0.000	288.305	-	29.841
3	1.00	0.45								0.393	0.387	0.000	0.104	-	0.104
64	100 x 50		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P14	9'540	658.305	147.577	0.000	290.415	-	80.435
4	1.00	0.55								0.201	0.198	0.000	0.277	-	0.277
65	100 x 55		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P14	9'540	688.239	128.559	0.000	290.057	-	115.358
5	1.00	0.55								0.163	0.165	0.000	0.398	-	0.398
66	100 x 60		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P14	10'337	679.088	114.111	0.000	303.602	-	172.790
6	1.00	0.60								0.127	0.130	0.000	0.569	-	0.569
67	100 x 65		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P14	11'134	914.510	74.692	0.000	317.904	-	189.225
7	1.00	0.65								0.108	0.109	0.000	0.595	-	0.595
68	100 x 65		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P14	11'134	909.801	62.240	0.000	316.352	-	234.313
7	1.00	0.65								0.103	0.102	0.000	0.741	-	0.741
69	100 x 45		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P12	7'740	905.705	41.005	0.000	254.663	492.595	270.506
3	1.00	0.45					Stirrup 4-P10/150			0.145	0.147	0.000	1.062	0.549	0.549
70	100 x 38		30.00	450.00	OK	N10	N8	14-2-P14	6'830	605.541	69.460	0.000	324.236	406.391	228.571
2	1.00	0.38					Stirrup 4-P10/150			0.183	0.183	0.000	1.419	0.562	0.562

A.6.4.19. Section checking for fire combination load

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
32(M+N) / 59(V)	100 x 35		30.00	360.00	OK	N23	N24	14-2-P12	6'911	641.809	34.175	0.000	228.969	-	61.922
1	1.00	0.30								0.142	0.141	0.000	0.270	-	0.270
70(M+N) / 21(V)	100 x 38		30.00	360.00	OK	N22	N24	14-2-P14	7'743	584.814	53.987	0.000	256.031	-	169.158
2	1.00	0.33								0.151	0.151	0.000	0.661	-	0.661
63(M+N) / 22(V)	100 x 45		30.00	360.00	OK	N24	N24	14-2-P12	9'036	652.209	68.106	0.000	259.253	-	126.005
3	1.00	0.40								0.139	0.139	0.000	0.486	-	0.486
64(M+N) / 64(V)	100 x 50		30.00	360.00	OK	N24	N22	14-2-P14	10'293	652.120	68.106	0.000	283.433	-	65.988
4	1.00	0.45								0.111	0.111	0.000	0.233	-	0.233
65(M+N) / 65(V)	100 x 55		30.00	360.00	OK	N24	N22	14-2-P14	11'355	654.731	64.209	0.000	296.110	-	45.741
5	1.00	0.50								0.092	0.090	0.000	0.154	-	0.154
66(M+N) / 25(V)	100 x 60		30.00	360.00	OK	N23	N24	14-2-P14	12'418	665.478	58.520	0.000	317.078	-	71.570
6	1.00	0.55								0.077	0.078	0.000	0.226	-	0.226
18(M+N) / 20(V)	100 x 65		30.00	360.00	OK	N24	N24	14-2-P14	13'480	635.215	85.924	0.000	325.985	-	199.588
7	1.00	0.60								0.080	0.082	0.000	0.612	-	0.612
11(M+N) / 16(V)	100 x 80		30.00	360.00	OK	N24	N24	14-2-P16	16'891	628.169	255.611	0.000	381.947	-	164.377
8	1.00	0.75								0.198	0.200	0.000	0.430	-	0.430
30(M+N) / 60(V)	100 x 40		30.00	360.00	OK	N24	N24	14-2-P12	7'973	641.430	57.124	0.000	244.517	-	59.951
9	1.00	0.35								0.155	0.151	0.000	0.245	-	0.245

A.6.4.20. Load combination SLE 1

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 1



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

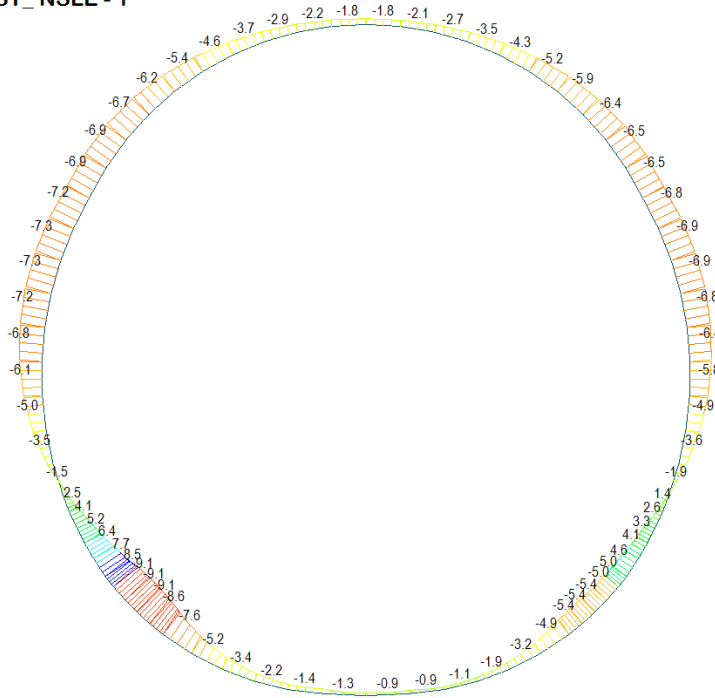
AXIAL

Blue	-15.34
Cyan	-20.46
Green	-25.58
Light Green	-30.70
Yellow-Green	-35.83
Yellow	-40.95
Orange-Yellow	-46.07
Orange	-51.19
Red-Orange	-56.31
Red	-61.44
Dark Red	-66.56
Black	-71.68

ST: NSLE - 1
MAX : 45
MIN : 11
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

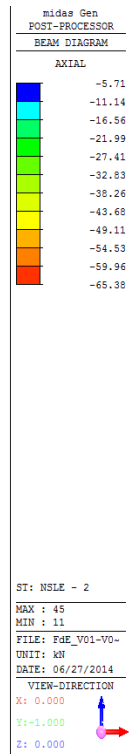
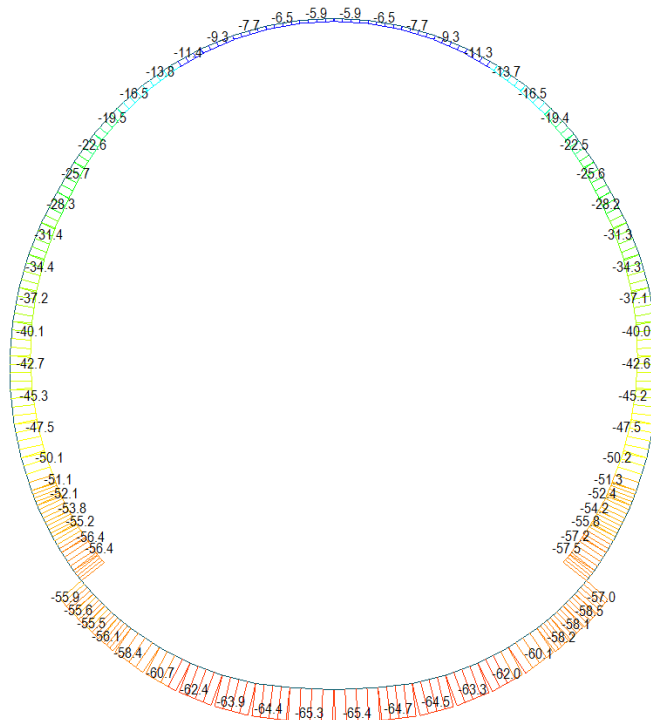
Blue	8.47
Cyan	6.87
Green	5.27
Light Green	3.67
Yellow-Green	2.08
Yellow	0.00
Orange-Yellow	-1.12
Orange	-2.72
Red-Orange	-4.32
Red	-5.92
Dark Red	-7.52
Black	-9.12

ST: NSLE - 1
MAX : 70
MIN : 3
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

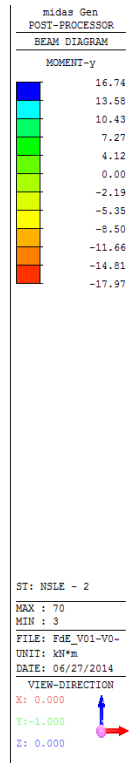
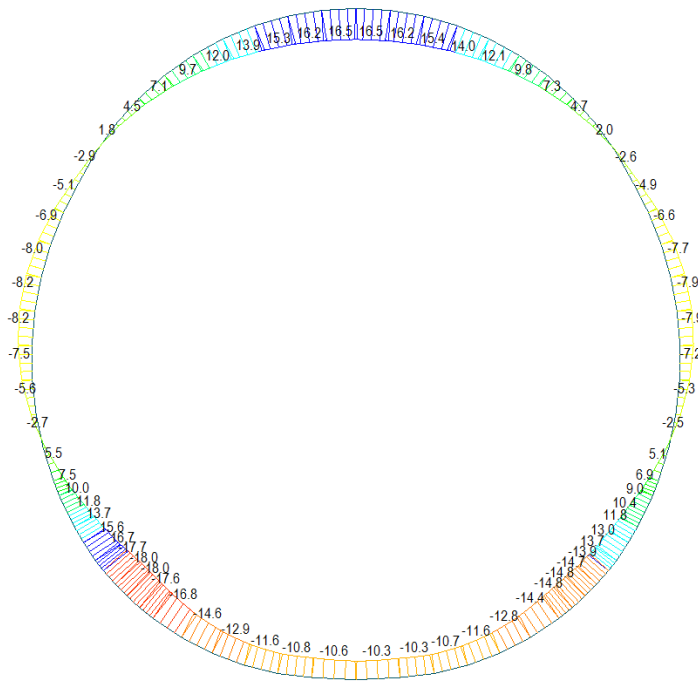
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.21. Load combination SLE 2

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 2

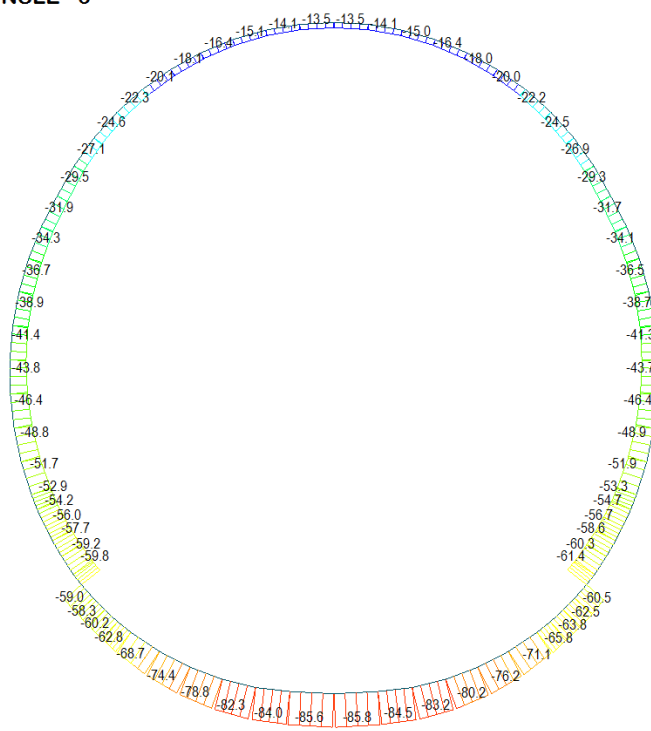


Beam Diagram_My / ST_NSLE - 2



A.6.4.22. Load combination SLE 3

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 3



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

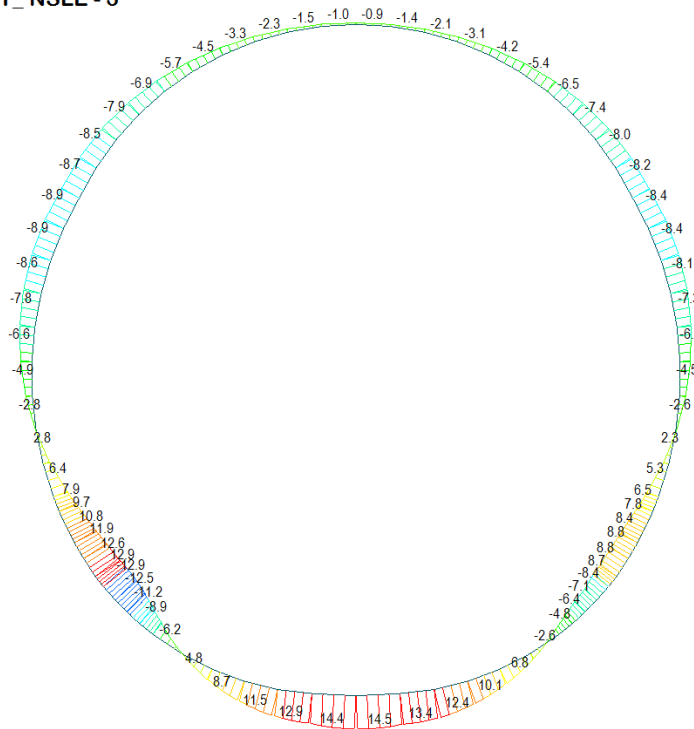
AXIAL

Blue	-13.37
Cyan	-19.95
Green	-26.54
Light Green	-33.12
Yellow-Green	-39.71
Yellow	-46.29
Orange	-52.88
Light Orange	-59.46
Red-Orange	-66.05
Red	-72.63
Dark Red	-79.22
Black	-85.80

ST: NSLE - 3
MAX : 45
MIN : 11
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 3



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

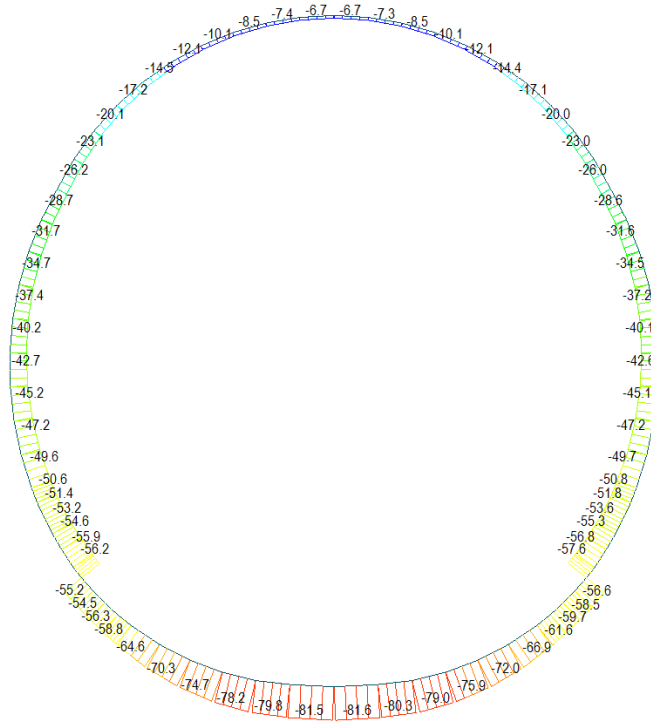
Red	14.54
Orange	12.04
Yellow-Orange	9.54
Yellow	7.04
Light Yellow	4.54
Yellow-Green	2.05
Green	0.00
Light Green	-2.95
Green-Cyan	-5.45
Cyan	-7.95
Blue-Cyan	-10.45
Blue	-12.95

ST: NSLE - 3
MAX : 11
MIN : 1
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

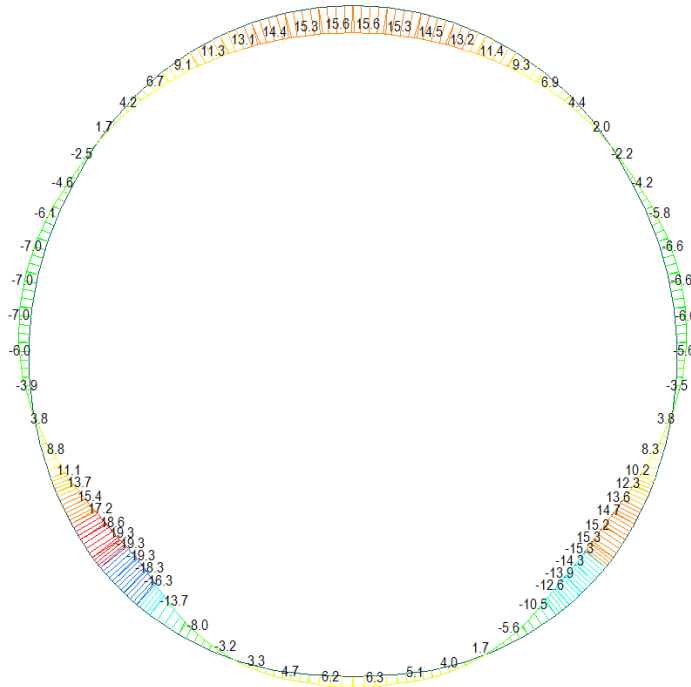
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.23. Load combination SLE 4

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 4

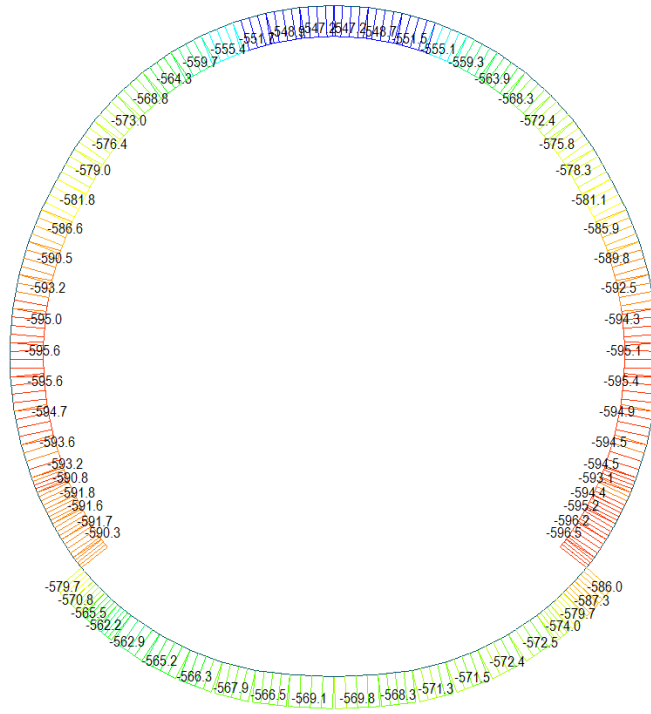


Beam Diagram_My / ST_NSLE - 4



A.6.4.24. Load combination SLE 5

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 5



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

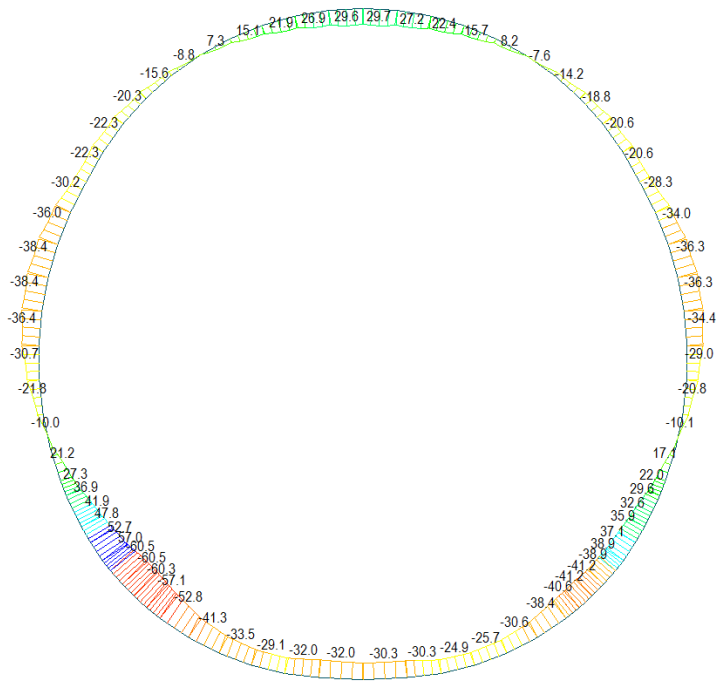
AXIAL

Blue	-547.03
Cyan	-551.53
Green	-556.03
Light Green	-560.53
Yellow-Green	-565.03
Yellow	-569.54
Orange	-574.04
Light Orange	-578.54
Orange	-583.04
Dark Orange	-587.54
Red-Orange	-592.04
Red	-596.54

ST: NSLE - 5
MAX : 45
MIN : 21
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 5



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

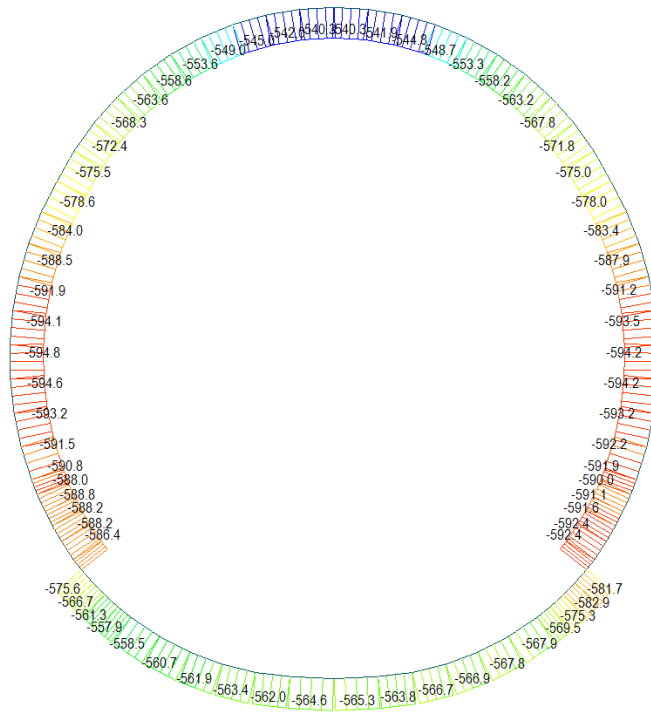
Blue	56.99
Cyan	46.30
Green	35.62
Light Green	24.94
Yellow-Green	14.25
Yellow	0.00
Orange	-7.11
Light Orange	-17.80
Orange	-28.48
Dark Orange	-39.16
Red-Orange	-49.85
Red	-60.53

ST: NSLE - 5
MAX : 70
MIN : 2
FILE: FdE_V01-V0-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.25. Load combination SLE 6

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 6



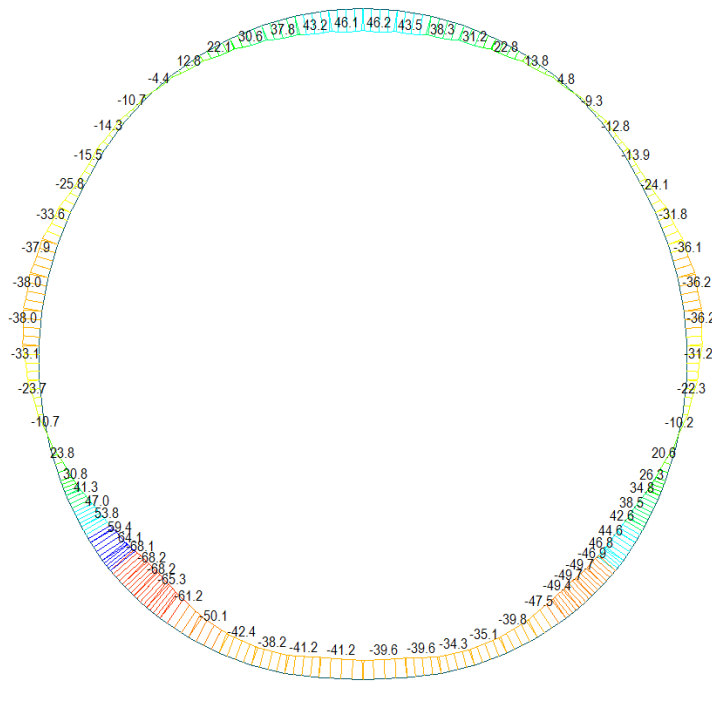
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

ST: NSLE - 6
MAX : 45
MIN : 61
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

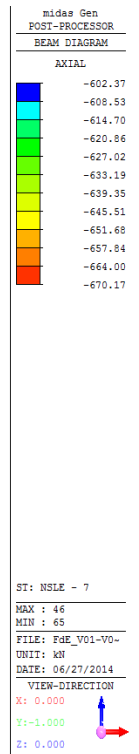
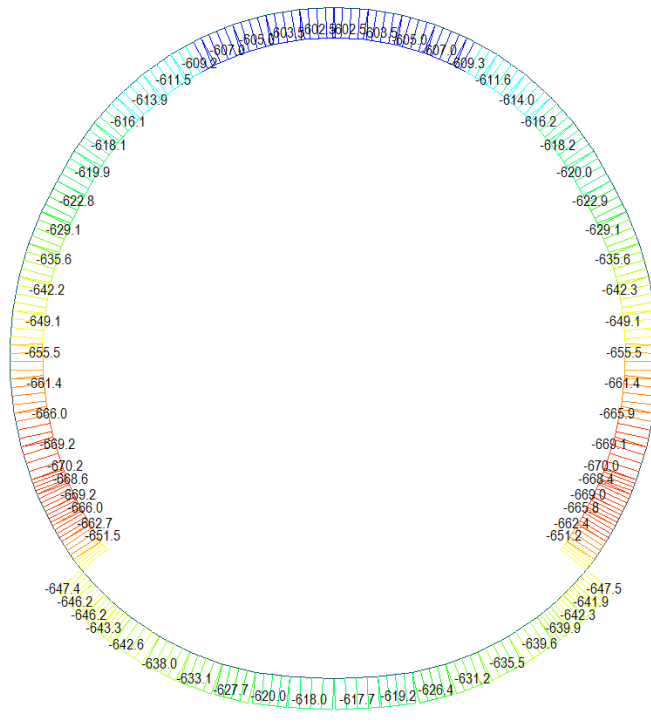
MOMENT-y

ST: NSLE - 6
MAX : 70
MIN : 2
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

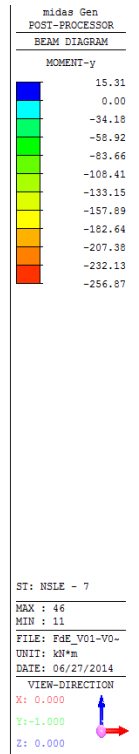
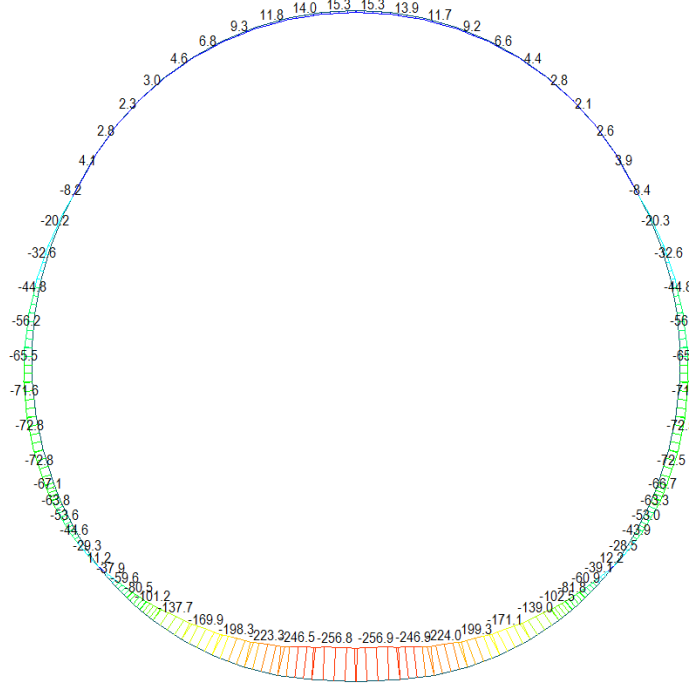
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.26. Load combination SLE 7

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 7

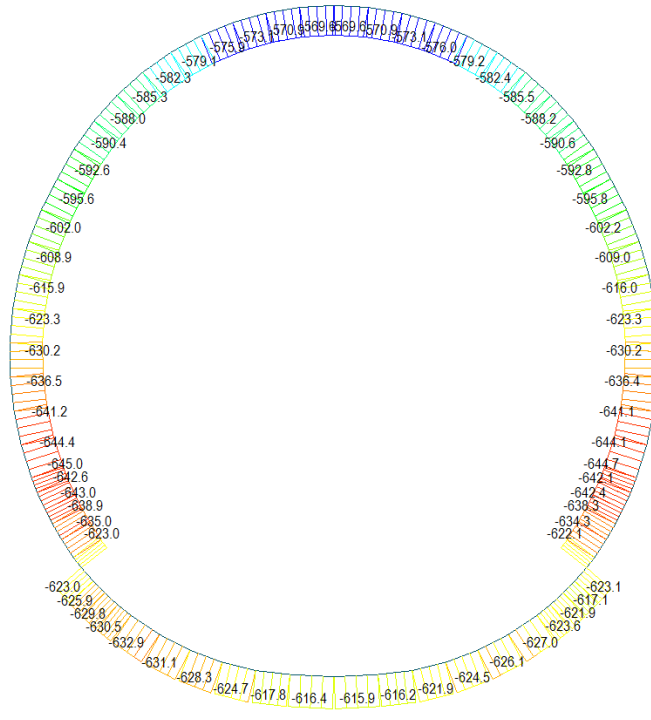


Beam Diagram_My / ST_NSLE - 7



A.6.4.27. Load combination SLE 8

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 8



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

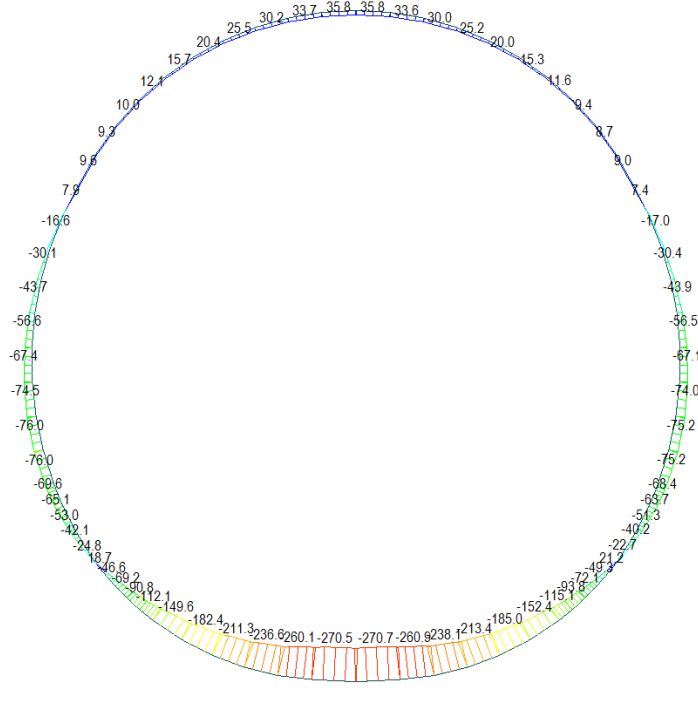
AXIAL

Blue	-569.41
Cyan	-576.29
Green	-583.16
Light Green	-590.03
Yellow-Green	-596.91
Yellow	-603.78
Orange-Yellow	-610.66
Orange	-617.53
Red-Orange	-624.40
Red	-631.28
Dark Red	-638.15
Black	-645.03

ST: NSLE - 8
MAX : 46
MIN : 65
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 8



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

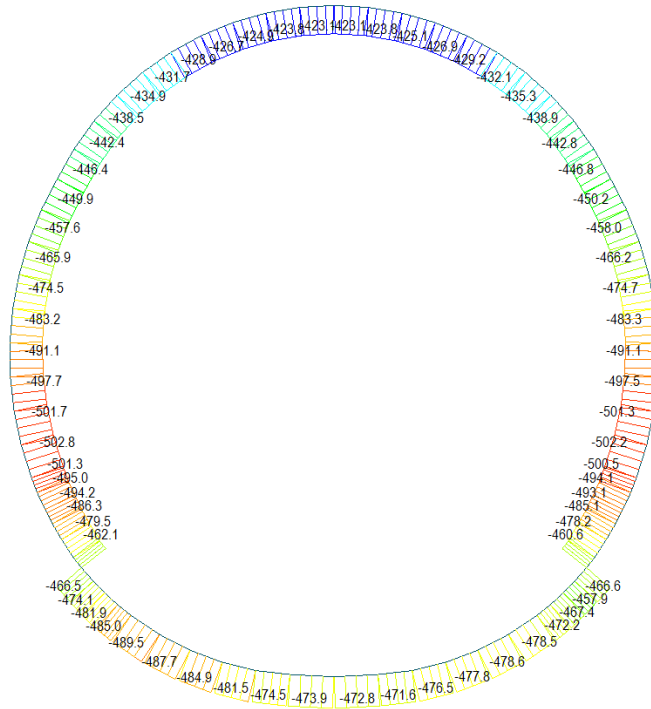
Blue	35.84
Cyan	0.00
Green	-19.90
Light Green	-47.77
Yellow-Green	-75.64
Yellow	-103.51
Orange-Yellow	-131.38
Orange	-159.25
Red-Orange	-187.12
Red	-214.99
Dark Red	-242.85
Black	-270.72

ST: NSLE - 8
MAX : 46
MIN : 11
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.28. Load combination SLE 9

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 9



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

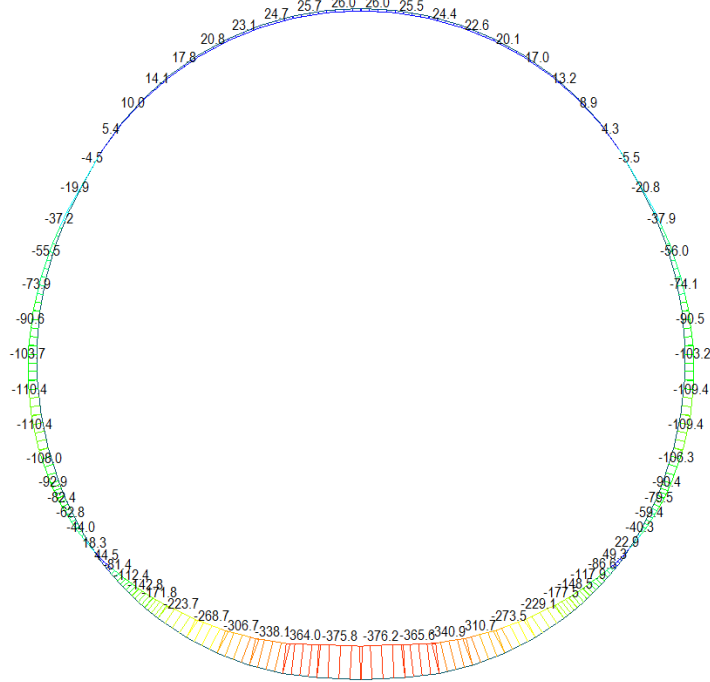
AXIAL

Blue	-422.92
Cyan	-430.18
Green	-437.44
Light Green	-444.70
Yellow-Green	-451.96
Yellow	-459.22
Orange-Yellow	-466.48
Orange	-473.73
Red-Orange	-480.99
Red	-488.25
Dark Red	-495.51
Black	-502.77

ST: NSLE - 9
MAX : 46
MIN : 64
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 9



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

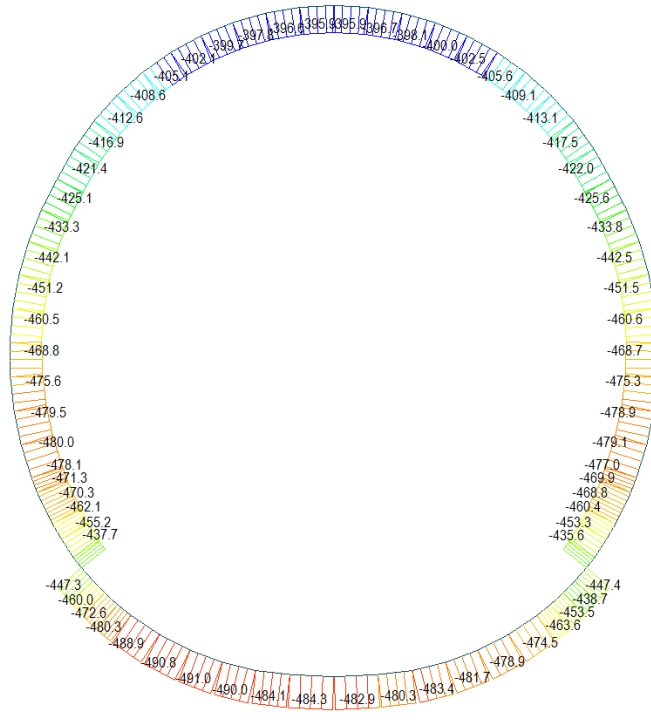
Blue	49.33
Cyan	0.00
Green	-28.03
Light Green	-66.72
Yellow-Green	-105.40
Yellow	-144.08
Orange-Yellow	-182.76
Orange	-221.44
Red-Orange	-260.12
Red	-298.81
Dark Red	-337.49
Black	-376.17

ST: NSLE - 9
MAX : 21
MIN : 11
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.29. Load combination SLE 10

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 10



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

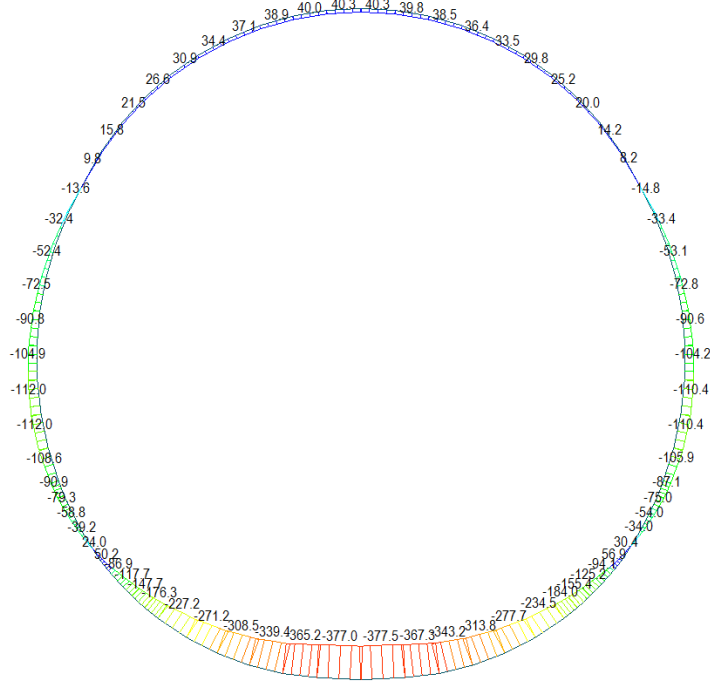
AXIAL

Blue	-395.75
Cyan	-404.41
Green	-413.07
Light Green	-421.73
Yellow-Green	-430.39
Yellow	-439.06
Light Yellow	-447.72
Orange	-456.38
Light Orange	-465.04
Red-Orange	-473.70
Red	-482.36
Dark Red	-491.02

ST: NSLE - 10
MAX : 46
MIN : 7
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN
DATE: 06/27/2014

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

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 10



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	56.91
Cyan	0.00
Green	-22.08
Light Green	-61.57
Yellow-Green	-101.06
Yellow	-140.55
Light Yellow	-180.04
Orange	-219.54
Light Orange	-259.03
Red-Orange	-298.52
Red	-338.01
Dark Red	-377.50

ST: NSLE - 10
MAX : 21
MIN : 11
FILE: FdE_V01-VO-
UNIT: kN*m
DATE: 06/27/2014

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

A.6.4.30. Stress checking for load combination without swelling and squeezing

STRESS CONTROL												
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)										
1	100 x 65		SLE-N6	0.19	2.90	OK	-2.51	-18.00	OK	0.88	360.00	OK
7	1.00	0.65										
2	100 x 65		SLE-N6	0.19	2.90	OK	-2.50	-18.00	OK	0.88	360.00	OK
7	1.00	0.65										
3	100 x 65		SLE-N6	0.18	2.90	OK	-2.48	-18.00	OK	0.81	360.00	OK
7	1.00	0.65										
4	100 x 80		SLE-N6	0.10	2.90	OK	-1.77	-18.00	OK	0.45	360.00	OK
8	1.00	0.80										
5	100 x 80		SLE-N6	0.09	2.90	OK	-1.72	-18.00	OK	0.40	360.00	OK
8	1.00	0.80										
6	100 x 80		SLE-N6	0.06	2.90	OK	-1.59	-18.00	OK	0.28	360.00	OK
8	1.00	0.80										
7	100 x 80		SLE-N6	0.05	2.90	OK	-1.51	-18.00	OK	0.17	360.00	OK
8	1.00	0.80										
8	100 x 80		SLE-N6	0.03	2.90	OK	-1.47	-18.00	OK	0.09	360.00	OK
8	1.00	0.80										
9	100 x 80		SLE-N6	0.02	2.90	OK	-1.51	-18.00	OK	0.04	360.00	OK
8	1.00	0.80										
10	100 x 80		SLE-N6	0.03	2.90	OK	-1.52	-18.00	OK	0.04	360.00	OK
8	1.00	0.80										
11	100 x 80		SLE-N6	0.03	2.90	OK	-1.50	-18.00	OK	0.04	360.00	OK
8	1.00	0.80										
12	100 x 80		SLE-N6	0.02	2.90	OK	-1.49	-18.00	OK	0.01	360.00	OK
8	1.00	0.80										
13	100 x 80		SLE-N6	0.02	2.90	OK	-1.43	-18.00	OK	0.05	360.00	OK
8	1.00	0.80										
14	100 x 80		SLE-N6	0.03	2.90	OK	-1.42	-18.00	OK	0.10	360.00	OK
8	1.00	0.80										
15	100 x 80		SLE-N6	0.05	2.90	OK	-1.47	-18.00	OK	0.18	360.00	OK
8	1.00	0.80										
16	100 x 80		SLE-N6	0.06	2.90	OK	-1.56	-18.00	OK	0.27	360.00	OK
8	1.00	0.80										
17	100 x 80		SLE-N6	0.07	2.90	OK	-1.59	-18.00	OK	0.30	360.00	OK
8	1.00	0.80										
18	100 x 65		SLE-N6	0.12	2.90	OK	-2.16	-18.00	OK	0.52	360.00	OK
7	1.00	0.65										
19	100 x 65		SLE-N6	0.12	2.90	OK	-2.17	-18.00	OK	0.50	360.00	OK
7	1.00	0.65										
20	100 x 65		SLE-N6	0.13	2.90	OK	-2.11	-18.00	OK	0.58	360.00	OK
7	1.00	0.65										
21	100 x 38		SLE-N6	0.51	2.90	OK	-4.73	-18.00	OK	1.79	360.00	OK
2	1.00	0.38										
22	100 x 45		SLE-N6	0.32	2.90	OK	-3.56	-18.00	OK	1.28	360.00	OK
3	1.00	0.45										
23	100 x 65		SLE-N6	0.12	2.90	OK	-2.04	-18.00	OK	0.53	360.00	OK
7	1.00	0.65										
24	100 x 65		SLE-N6	0.11	2.90	OK	-1.96	-18.00	OK	0.47	360.00	OK
7	1.00	0.65										
25	100 x 60		SLE-N6	0.12	2.90	OK	-2.11	-18.00	OK	0.49	360.00	OK
6	1.00	0.60										
26	100 x 55		SLE-N6	0.11	2.90	OK	-2.16	-18.00	OK	0.41	360.00	OK
5	1.00	0.55										
27	100 x 50		SLE-N6	0.10	2.90	OK	-2.27	-18.00	OK	0.33	360.00	OK
4	1.00	0.55										
28	100 x 45		SLE-N5	0.01	2.90	OK	-2.15	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
3	1.00	0.45										
29	100 x 45		SLE-N5	0.07	2.90	OK	-2.62	-18.00	OK	0.15	360.00	OK
3	1.00	0.45										
30	100 x 40		SLE-N6	0.17	2.90	OK	-3.51	-18.00	OK	0.57	360.00	OK
9	1.00	0.40										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$	$\sigma_{ct, Adm}$	CHECK	σ_c, MAX	σ_c, Adm	CHECK	σ_s, MAX	σ_s, Adm	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	
31	100 x 40		SLE-N6	0.20	2.90	OK	-3.76	-18.00	OK	0.73	360.00	OK
9	1.00	0.40										
32	100 x 35		SLE-N5	0.28	2.90	OK	-4.59	-18.00	OK	0.95	360.00	OK
1	1.00	0.35										
33	100 x 35		SLE-N5	0.30	2.90	OK	-4.58	-18.00	OK	1.03	360.00	OK
1	1.00	0.35										
34	100 x 35		SLE-N5	0.32	2.90	OK	-4.29	-18.00	OK	1.13	360.00	OK
1	1.00	0.35										
35	100 x 35		SLE-N5	0.32	2.90	OK	-3.77	-18.00	OK	1.13	360.00	OK
1	1.00	0.35										
36	100 x 35		SLE-N5	0.32	2.90	OK	-3.09	-18.00	OK	1.14	360.00	OK
1	1.00	0.35										
37	100 x 35		SLE-N5	0.32	2.90	OK	-3.02	-18.00	OK	1.15	360.00	OK
1	1.00	0.35										
38	100 x 35		SLE-N5	0.29	2.90	OK	-2.78	-18.00	OK	1.07	360.00	OK
1	1.00	0.35										
39	100 x 35		SLE-N5	0.32	2.90	OK	-2.49	-18.00	OK	1.22	360.00	OK
1	1.00	0.35										
40	100 x 35		SLE-N6	0.45	2.90	OK	-3.06	-18.00	OK	1.77	360.00	OK
1	1.00	0.35										
41	100 x 35		SLE-N2	0.56	2.90	OK	-3.63	-18.00	OK	2.26	360.00	OK
1	1.00	0.35										
42	100 x 35		SLE-N2	0.66	2.90	OK	-4.16	-18.00	OK	2.67	360.00	OK
1	1.00	0.35										
43	100 x 35		SLE-N2	0.73	2.90	OK	-4.60	-18.00	OK	2.98	360.00	OK
1	1.00	0.35										
44	100 x 35		SLE-N2	0.78	2.90	OK	-4.89	-18.00	OK	3.17	360.00	OK
1	1.00	0.35										
45	100 x 35		SLE-N2	0.82	2.90	OK	-4.99	-18.00	OK	3.23	360.00	OK
1	1.00	0.35										
46	100 x 35		SLE-N2	0.82	2.90	OK	-4.99	-18.00	OK	3.23	360.00	OK
1	1.00	0.35										
47	100 x 35		SLE-N2	0.78	2.90	OK	-4.88	-18.00	OK	3.16	360.00	OK
1	1.00	0.35										
48	100 x 35		SLE-N2	0.73	2.90	OK	-4.57	-18.00	OK	2.96	360.00	OK
1	1.00	0.35										
49	100 x 35		SLE-N2	0.66	2.90	OK	-4.12	-18.00	OK	2.65	360.00	OK
1	1.00	0.35										
50	100 x 35		SLE-N6	0.56	2.90	OK	-3.58	-18.00	OK	2.24	360.00	OK
1	1.00	0.35										
51	100 x 35		SLE-N6	0.44	2.90	OK	-2.99	-18.00	OK	1.74	360.00	OK
1	1.00	0.35										
52	100 x 35		SLE-N5	0.31	2.90	OK	-2.46	-18.00	OK	1.18	360.00	OK
1	1.00	0.35										
53	100 x 35		SLE-N5	0.32	2.90	OK	-2.88	-18.00	OK	1.16	360.00	OK
1	1.00	0.35										
54	100 x 35		SLE-N5	0.34	2.90	OK	-3.13	-18.00	OK	1.24	360.00	OK
1	1.00	0.35										
55	100 x 35		SLE-N5	0.34	2.90	OK	-3.21	-18.00	OK	1.23	360.00	OK
1	1.00	0.35										
56	100 x 35		SLE-N5	0.34	2.90	OK	-3.89	-18.00	OK	1.24	360.00	OK
1	1.00	0.35										
57	100 x 35		SLE-N5	0.34	2.90	OK	-4.42	-18.00	OK	1.24	360.00	OK
1	1.00	0.35										
58	100 x 35		SLE-N5	0.32	2.90	OK	-4.71	-18.00	OK	1.14	360.00	OK
1	1.00	0.35										
59	100 x 35		SLE-N5	0.30	2.90	OK	-4.72	-18.00	OK	1.01	360.00	OK
1	1.00	0.35										
60	100 x 40		SLE-N5	0.22	2.90	OK	-3.86	-18.00	OK	0.78	360.00	OK
9	1.00	0.40										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$	$\sigma_{ct, Adm}$	CHECK	σ_c, MAX	σ_c, Adm	CHECK	σ_s, MAX	σ_s, Adm	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	
61	100 x 40		SLE-N6	0.18	2.90	OK	-3.60	-18.00	OK	0.62	360.00	OK
9	1.00	0.40										
62	100 x 45		SLE-N6	0.07	2.90	OK	-2.67	-18.00	OK	0.19	360.00	OK
3	1.00	0.45										
63	100 x 45		SLE-N5	0.01	2.90	OK	-2.15	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
3	1.00	0.45										
64	100 x 50		SLE-N6	0.11	2.90	OK	-2.39	-18.00	OK	0.39	360.00	OK
4	1.00	0.55										
65	100 x 55		SLE-N6	0.13	2.90	OK	-2.29	-18.00	OK	0.50	360.00	OK
5	1.00	0.55										
66	100 x 60		SLE-N6	0.14	2.90	OK	-2.26	-18.00	OK	0.60	360.00	OK
6	1.00	0.60										
67	100 x 65		SLE-N6	0.14	2.90	OK	-2.13	-18.00	OK	0.60	360.00	OK
7	1.00	0.65										
68	100 x 65		SLE-N6	0.16	2.90	OK	-2.26	-18.00	OK	0.71	360.00	OK
7	1.00	0.65										
69	100 x 45		SLE-N6	0.62	2.90	OK	-4.15	-18.00	OK	1.76	360.00	OK
3	1.00	0.45										
70	100 x 38		SLE-N6	1.52	2.90	OK	-5.69	-18.00	OK	2.67	360.00	OK
2	1.00	0.38										

A.6.4.31. Stress checking for load combination with swelling and squeezing

STRESS CONTROL												
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)										
1	100 x 65		SLE-N10	0.75	2.90	OK	-2.66	-18.00	OK	2.78	360.00	OK
7	1.00	0.65										
2	100 x 65		SLE-N10	1.33	2.90	OK	-3.29	-18.00	OK	5.66	360.00	OK
7	1.00	0.65										
3	100 x 65		SLE-N10	1.90	2.90	OK	-3.90	-18.00	OK	8.48	360.00	OK
7	1.00	0.65										
4	100 x 80		SLE-N10	1.46	2.90	OK	-3.11	-18.00	OK	6.93	360.00	OK
8	1.00	0.80										
5	100 x 80		SLE-N10	2.11	2.90	OK	-3.79	-18.00	OK	10.33	360.00	OK
8	1.00	0.80										
6	100 x 80		SLE-N10	2.69	2.90	OK	-4.36	-18.00	OK	13.33	360.00	OK
8	1.00	0.80										
7	100 x 80		SLE-N10	3.18	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
8	1.00	0.80										
8	100 x 80		SLE-N9	3.58	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
8	1.00	0.80										
9	100 x 80		SLE-N10	3.93	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
8	1.00	0.80										
10	100 x 80		SLE-N10	4.07	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
8	1.00	0.80										
11	100 x 80		SLE-N10	4.07	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
8	1.00	0.80										
12	100 x 80		SLE-N10	3.96	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
8	1.00	0.80										
13	100 x 80		SLE-N10	3.64	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
8	1.00	0.80										
14	100 x 80		SLE-N10	3.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
8	1.00	0.80										
15	100 x 80		SLE-N10	2.79	2.90	OK	-4.42	-18.00	OK	13.87	360.00	OK
8	1.00	0.80										
16	100 x 80		SLE-N10	2.23	2.90	OK	-3.85	-18.00	OK	10.94	360.00	OK
8	1.00	0.80										
17	100 x 80		SLE-N10	1.58	2.90	OK	-3.18	-18.00	OK	7.59	360.00	OK
8	1.00	0.80										
18	100 x 65		SLE-N10	2.08	2.90	OK	-4.00	-18.00	OK	9.43	360.00	OK
7	1.00	0.65										
19	100 x 65		SLE-N10	1.51	2.90	OK	-3.38	-18.00	OK	6.62	360.00	OK
7	1.00	0.65										
20	100 x 65		SLE-N10	0.88	2.90	OK	-2.79	-18.00	OK	3.43	360.00	OK
7	1.00	0.65										
21	100 x 38		SLE-N10	1.65	2.90	OK	-4.83	-18.00	OK	4.16	360.00	OK
2	1.00	0.38										
22	100 x 45		SLE-N7	0.00	2.90	OK	-3.19	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
3	1.00	0.45										
23	100 x 65		SLE-N7	0.00	2.90	OK	-2.27	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
7	1.00	0.65										
24	100 x 65		SLE-N7	0.13	2.90	OK	-2.46	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
7	1.00	0.65										
25	100 x 60		SLE-N7	0.71	2.90	OK	-2.99	-18.00	OK	2.18	360.00	OK
6	1.00	0.60										
26	100 x 55		SLE-N9	1.23	2.90	OK	-3.73	-18.00	OK	4.38	360.00	OK
5	1.00	0.55										
27	100 x 50		SLE-N9	2.16	2.90	OK	-4.90	-18.00	OK	8.33	360.00	OK
4	1.00	0.55										
28	100 x 45		SLE-N10	2.99	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
3	1.00	0.45										
29	100 x 45		SLE-N10	2.99	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
3	1.00	0.45										
30	100 x 40		SLE-N9	3.69	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
9	1.00	0.40										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$	$\sigma_{ct, Adm}$	CHECK	σ_c, MAX	σ_c, Adm	CHECK	σ_s, MAX	σ_s, Adm	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	
31	100 x 40		SLE-N10	3.02	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
9	1.00	0.40										
32	100 x 35		SLE-N9	3.14	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
1	1.00	0.35										
33	100 x 35		SLE-N9	1.95	2.90	OK	-5.63	-18.00	OK	4.38	360.00	OK
1	1.00	0.35										
34	100 x 35		SLE-N9	0.76	2.90	OK	-4.37	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
35	100 x 35		SLE-N7	0.00	2.90	OK	-3.19	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
36	100 x 35		SLE-N8	0.00	2.90	OK	-2.99	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
37	100 x 35		SLE-N8	0.00	2.90	OK	-2.95	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
38	100 x 35		SLE-N8	0.00	2.90	OK	-3.00	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
39	100 x 35		SLE-N8	0.08	2.90	OK	-3.31	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
40	100 x 35		SLE-N8	0.39	2.90	OK	-3.59	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
41	100 x 35		SLE-N10	0.65	2.90	OK	-3.83	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
42	100 x 35		SLE-N10	0.85	2.90	OK	-4.01	-18.00	OK	0.35	360.00	OK
1	1.00	0.35										
43	100 x 35		SLE-N10	0.99	2.90	OK	-4.14	-18.00	OK	0.95	360.00	OK
1	1.00	0.35										
44	100 x 35		SLE-N10	1.08	2.90	OK	-4.22	-18.00	OK	1.32	360.00	OK
1	1.00	0.35										
45	100 x 35		SLE-N10	1.12	2.90	OK	-4.26	-18.00	OK	1.47	360.00	OK
1	1.00	0.35										
46	100 x 35		SLE-N10	1.12	2.90	OK	-4.26	-18.00	OK	1.47	360.00	OK
1	1.00	0.35										
47	100 x 35		SLE-N10	1.10	2.90	OK	-4.24	-18.00	OK	1.38	360.00	OK
1	1.00	0.35										
48	100 x 35		SLE-N10	1.02	2.90	OK	-4.17	-18.00	OK	1.07	360.00	OK
1	1.00	0.35										
49	100 x 35		SLE-N10	0.89	2.90	OK	-4.05	-18.00	OK	0.53	360.00	OK
1	1.00	0.35										
50	100 x 35		SLE-N10	0.71	2.90	OK	-3.89	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
51	100 x 35		SLE-N10	0.46	2.90	OK	-3.66	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
52	100 x 35		SLE-N8	0.16	2.90	OK	-3.39	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
53	100 x 35		SLE-N8	0.00	2.90	OK	-3.07	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
54	100 x 35		SLE-N8	0.00	2.90	OK	-2.99	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
55	100 x 35		SLE-N8	0.00	2.90	OK	-3.02	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
56	100 x 35		SLE-N7	0.00	2.90	OK	-3.13	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
57	100 x 35		SLE-N9	0.72	2.90	OK	-4.33	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
1	1.00	0.35										
58	100 x 35		SLE-N9	1.92	2.90	OK	-5.59	-18.00	OK	4.26	360.00	OK
1	1.00	0.35										
59	100 x 35		SLE-N9	3.12	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
1	1.00	0.35										
60	100 x 40		SLE-N10	3.02	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
9	1.00	0.40										

STRESS CONTROL												
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)										
61	100 x 40		SLE-N10	3.72	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
9	1.00	0.40										
62	100 x 45		SLE-N10	3.04	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
3	1.00	0.45										
63	100 x 45		SLE-N10	3.04	2.90	FESSURATO	***	-18.00	OK	***	360.00	***
3	1.00	0.45										
64	100 x 50		SLE-N10	2.23	2.90	OK	-4.95	-18.00	OK	8.65	360.00	OK
4	1.00	0.55										
65	100 x 55		SLE-N9	1.30	2.90	OK	-3.80	-18.00	OK	4.70	360.00	OK
5	1.00	0.55										
66	100 x 60		SLE-N9	0.77	2.90	OK	-3.03	-18.00	OK	2.49	360.00	OK
6	1.00	0.60										
67	100 x 65		SLE-N7	0.20	2.90	OK	-2.47	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
7	1.00	0.65										
68	100 x 65		SLE-N7	0.00	2.90	OK	-2.28	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
7	1.00	0.65										
69	100 x 45		SLE-N7	0.00	2.90	OK	-3.23	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
3	1.00	0.45										
70	100 x 38		SLE-N10	1.29	2.90	OK	-4.48	-18.00	OK	2.60	360.00	OK
2	1.00	0.38										

Crack checking for determinants cracked members

MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]
SECTION	Bc (m)	Hc (m)			
10	100 x 80		SLE - N10	4.07	2.90
8	1.00	0.80			
11	100 x 80		SLE - N10	4.07	2.90
8	1.00	0.80			

