

E45 - SISTEMAZIONE STRADALE DEL NODO DI PERUGIA
Tratto Madonna del Piano - Collestrada

PROGETTO DEFINITIVO

PG 372

ANAS - DIREZIONE TECNICA

<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i> Ordine Geologi Regione Lazio n. 1541</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A25143511 settore a-b-c</p> <p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Giovanni C. Alfredo Dalenz Cultrera</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14069</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GP INGENGNERIA <i>GESTIONE PROGETTI INGENGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p> <p>cooprogetti</p> <p>engeko</p> <p>AIM <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p> <p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Alessandro Micheli</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

OPERE D'ARTE MAGGIORI

Gallerie

Elaborati generali

Relazione di calcolo della galleria naturale

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	T00GN00OSTRE04_B		
DTPG372	D	22	CODICE ELAB. T00GN00OSTRE04	B	-
D					
C					
B	Rev. a seguito istruttorie Prot. U.0834569 e U.0862037	Gen. '23	Martelli	Signorelli	Guiducci
A	EMISSIONE	Ottobre '22	Martelli	Signorelli	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1.	<u>PREMESSA.....</u>	<u>4</u>
2.	<u>DESCRIZIONE DELL'OPERA.....</u>	<u>4</u>
3.	<u>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</u>	<u>6</u>
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4.	<u>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</u>	<u>6</u>
5.	<u>CONTESTO GEOTECNICO E GEOMECCANICO DI RIFERIMENTO (FASE CONOSCITIVA)</u>	<u>8</u>
5.1	ANALISI DEL TRACCIATO	8
5.2	CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE	8
5.3	RIEPILOGO TRATTE.....	9
6.	<u>ANALISI DEL COMPORTAMENTO DEFORMATIVO ALLO SCAVO (FASE DI DIAGNOSI)</u>	<u>10</u>
6.1	IMPORTANZA DEL FRONTE DI SCAVO	10
6.1.1	<i>Gallerie a fronte stabile (CASO A)</i>	11
6.1.2	<i>Gallerie a fronte stabile a breve termine (CASO B)</i>	11
6.1.3	<i>Gallerie a fronte instabile (CASO C)</i>	11
6.2	DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO ADECO RS	11
6.2.1	<i>Metodo delle linee caratteristiche</i>	12
6.2.1.1	<i>Introduzione</i>	12
6.2.1.2	<i>Analisi</i>	14
6.2.1.3	<i>Risultati</i>	15
6.2.2	<i>Metodo dell'equilibrio limite</i>	15
6.2.2.1	<i>Introduzione</i>	15
6.2.2.2	<i>Risultati</i>	18
6.2.3	<i>Considerazioni conclusive</i>	18
7.	<u>SEZIONI TIPO DI AVANZAMENTO E TIPOLOGIE DI INTERVENTO PREVISTE (FASE DI TERAPIA)</u>	<u>18</u>
7.1	SEZIONI TIPO ADOTTATE.....	18
7.1.1	<i>Sezioni tipo C3v – B2v – B0</i>	19
7.1.2	<i>Sezioni tipo B1v – B1 – BPZ</i>	19
7.1.3	<i>Sezioni tipo CPZ – BYPASS</i>	20
7.2	INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO IN AVANZAMENTO AL FRONTE E AL CONTORNO DI SCAVO	20
7.2.1	<i>Verifiche di consolidamento al fronte</i>	21

PROGETTAZIONE ATI:

7.2.1.1	Sezione C3v	21
7.2.2	Verifiche degli infilaggi metallici.....	25
7.2.2.1	Analisi.....	27
8.	<u>ANALISI NUMERICHE PER IL CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI NEL RIVESTIMENTO</u>	
	<u>DI PRIMA FASE E DEFINITIVO E VERIFICHE STRUTTURALI</u>	29
8.1	PREMESSA.....	29
8.2	ANALISI TENSIO-DEFORMATIVE ALLE DIFFERENZE FINITE	29
8.3	AZIONE SISMICA.....	31
8.4	CARICO IDRAULICO.....	35
8.5	INTERVENTO DI CONSOLIDAZIONE MEDIANTE PALI PLASTICI	37
8.6	DATI DI INPUT DELLE ANALISI NUMERICHE	40
8.7	VALUTAZIONE DEI RILASCI TENSIONALI	45
8.7.1	ANALISI AD ALTE COPERTURE.....	48
8.7.1.1	Sezione B1 – tratta 5.....	48
8.7.1.2	Sezione BPZ – tratta 5.....	49
8.7.1.3	Sezione bypass – tratta 5	50
8.7.2	ANALISI A BASSE COPERTURE	50
8.8	RISULTATI E VERIFICHE STRUTTURALI.....	51
8.8.1	Sezione tipo C3v.....	54
8.8.1	Sezione tipo B2v	67
8.8.2	Sezione tipo B1.....	81
8.8.3	Sezione tipo B1v – (pali plastici).....	94
8.8.4	Sezione tipo B0 – (protesi)	108
8.8.5	Sezione BPZ.....	120
8.8.6	Sezione CPZ.....	134
8.8.7	Sezione bypass.....	147
8.8.8	Protesi e pali	159
8.8.8.1	Sezione corrente.....	159
8.8.8.2	Sezione in piazzola.....	171
8.8.8.3	Descrizione dell'intervento di protesi e dei pali.....	181
8.9	RISULTATI E VERIFICHE GEOTECNICHE	182
8.9.1	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DEGLI SCAVI	182
9.	<u>MONITORAGGIO SULLA GALLERIA NATURALE</u>	182
9.1	MISURE DI CONVERGENZA	184

PROGETTAZIONE ATI:

9.1.1	<i>Definizione</i>	184
9.1.2	<i>Installazione</i>	184
9.1.3	<i>Frequenza delle stazioni e dei rilevamenti</i>	185
9.1.4	<i>Sistema di acquisizione</i>	185
9.1.5	<i>Restituzione dati</i>	185
9.2	MISURE DI TENSIONE CON CELLE DI CARICO E BARRETTE ESTENSIMETRICHE	185
9.2.1	<i>Definizione</i>	185
9.2.2	<i>Installazione</i>	186
9.2.3	<i>Modalità di rilevamento</i>	186
9.2.4	<i>Frequenza dei rilevamenti</i>	187
9.2.5	<i>Restituzione dati</i>	188
9.3	MISURE DI ESTRUSIONE DEL FRONTE	188
9.3.1	<i>Misure topografiche</i>	188
9.3.2	<i>Rilievo geologico – geostrutturale del fronte di scavo</i>	189
10.	<u>ALLEGATI OUTPUT DI CALCOLO</u>	190
10.1	SEZIONE TIPO C3V	190
10.2	SEZIONE TIPO B2V	196
10.3	SEZIONE TIPO B1	201
10.4	SEZIONE TIPO B1V	208
10.5	SEZIONE TIPO B0.....	214
10.6	SEZIONE TIPO BPZ	220
10.7	SEZIONE TIPO CPZ	227
10.8	SEZIONE TIPO BYPASS	234
10.9	PROTESI SEZIONE CORRENTE	238
10.10	PROTESI SEZIONE PIAZZOLA.....	239

1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono esaminate le principali problematiche progettuali e gli aspetti tecnici relativi al progetto definitivo della galleria naturale "collestrada", denominato "E45 – Sistemazione stradale del Nodo di Perugia Tratto Madonna del Piano – Collestrada.

In particolare nel seguito è riportata una descrizione generale dell'opera, la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso interessato dallo scavo, le fasi esecutive previste per gli avanzamenti in sotterraneo e gli esiti delle analisi numeriche preliminari, condotte attraverso il Metodo delle Differenze Finite, per la verifica degli interventi previsti.

La presente relazione analizza l'esecuzione in sotterraneo del tratto naturale, secondo la seguente metodologia di lavoro:

- Fase conoscitiva: raccolta delle informazioni geologiche e geotecniche sull'area in esame, loro interpretazione e definizione dei parametri geotecnici di progetto;
- Fase di diagnosi: valutazione del comportamento allo scavo dei materiali attraversati in assenza di interventi. Si fa riferimento a 3 classi di comportamento del fronte a seconda dei fenomeni deformativi attesi: A (fronte stabile), B (fronte stabile a breve termine), C (fronte instabile);
- Fase di terapia: si individuano gli interventi idonei per realizzare l'opera in condizioni di sicurezza.

In questa logica si procederà alla definizione di un quadro geologico - geomeccanico (fase conoscitiva), all'individuazione del comportamento dell'ammasso allo scavo (fase di diagnosi) ed alla scelta delle modalità di avanzamento da applicare (fase di terapia).

Attraverso le analisi numeriche si procederà alla modellazione dello scavo delle gallerie in oggetto per verificare l'adeguatezza statica della soluzione progettuale indicata, sia relativamente allo stato tensionale e deformativo indotto nel terreno dallo scavo, sia relativamente alle sollecitazioni risultanti su priverestimenti e rivestimenti definitivi.

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La galleria collestrada (naturale + artificiale) è formata da 2 fornici. In alcuni tratti delle gallerie naturali sono previsti degli interventi di consolidamento dall'alto mediante l'esecuzione di pali plastici e una protesi a causa delle basse coperture che si intercettano lungo il tracciato.

Di seguito si riportano, per le 2 fornici, l'ubicazione degli interventi e la suddivisione tra la galleria artificiale e naturale.

	Canna nord	
	Pk inizio	PK fine
GA	4600	4740
GN	4740	5930
PROTESI	5930	6078
GN	6078	6315
GA 2 solettoni	6315	6340
GA	6340	6820

	Canna sud	
	Pk inizio	PK fine
GA	4+580.00	4+700.00
GN	4+700.00	5+920.00
PROTESI	5+920.00	6+000.00
GN	6+000.00	6+350.00
GA	6+350.00	6+420.00
GA 2 solettoni	6+420.00	6+620.00
GA	6+620.00	6+840.00

PROGETTAZIONE ATI:

La parte di galleria naturale delle canne si sviluppa complessivamente per una lunghezza pari a 1575m per la canna nord e 1650m per la canna sud. La pendenza longitudinale della galleria è variabile da 0.1% fino a 2.8%. La copertura massima della galleria è pari a circa 100 m.

Nelle seguenti figure sono riportati gli schemi funzionali della galleria in sezione corrente e in piazzola

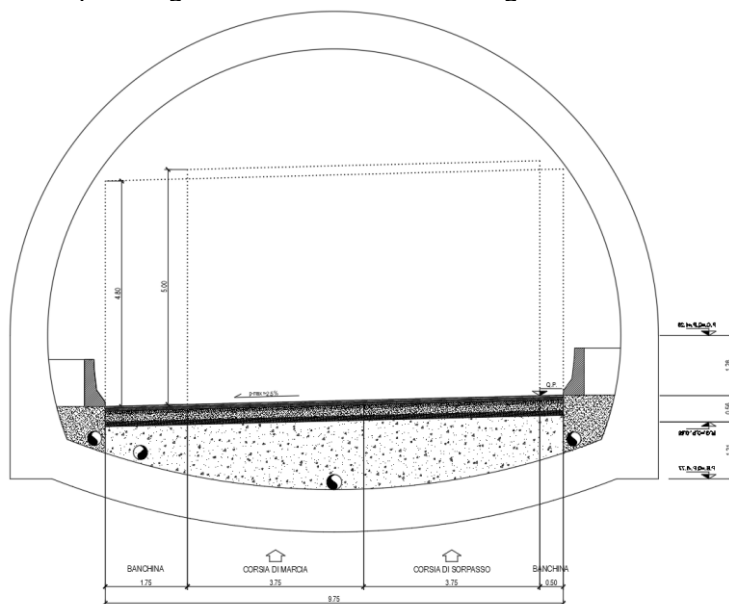


Figura 2-1: Funzionale sezione tipo standard

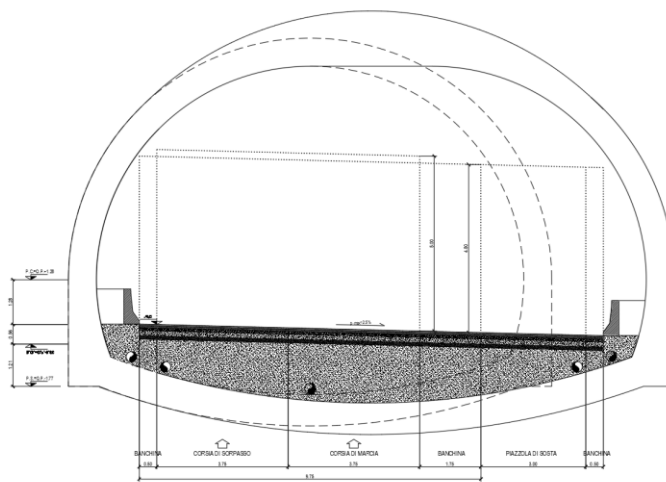


Figura 2-2: Funzionale sezione tipo piazzola

PROGETTAZIONE ATI:

3. **DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

3.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Nel progetto è stato fatto riferimento alle seguenti Normative ed Istruzioni:

- D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.

4. **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

GALLERIA NATURALE CARATTERISTICHE MATERIALI

CALCESTRUZZI

CLS MAGRO UNI EN 206-1 (2006)

- Classe di resistenza: C12/15

CLS RIVESTIMENTI DEFINITIVI UNI EN 206-1 (2021); UNI 11101 (2016)

- Classe di resistenza: C28/35

- Classe di lavorabilità: S4

- Classe di esposizione: XC2

- Rapporto A/C: ≤ 0.5

- Dosaggio minimo di cemento: 340 kg/mc

- Diametro max aggregati: 25mm

- Copriferro armatura principale: 50mm

CLS PER PALI DI CONSOLIDAMENTO UNI EN 206-1 (2021); UNI 11101 (2016)

- Classe di resistenza: C12/15

- Classe di esposizione: X0

CLS PER STRUTTURA E PALI PROTESI UNI EN 206-1 (2021); UNI 11101 (2016)

- Classe di resistenza: C25/30

- Classe di lavorabilità: S4

- Classe di esposizione: XC2

- Rapporto A/C: ≤ 0.6

- Dosaggio minimo di cemento: 300 kg/mc

- Diametro max aggregati: 30mm

- Copriferro armatura principale: 50mm

CLS PROIETTATO

- Destinazione d'uso UNI 10834: temporaneo strutturale (TS)

- Classe di resistenza: C28/35

- Classe di esposizione: XC2 (I)

- Resistenza media su carote $h/\phi = 1$ a 48h: $\geq 15\text{MPa}$

- Contenuto minimo di cemento: 450kg/mc

- Dosaggio fibre: $>30\text{kg/mc}$

- In alternativa fibre di vetro dosaggio minimo 12kg/mc

PROGETTAZIONE ATI:

- In alternativa fibre in polipropilene dosaggio minimo 3.5-4.0kg/mc

FIBRE PER CLS PROIETTATO ACCIAIO

- in filo di acciaio trafilato a freddo $\varnothing \geq 0,5$ mm
- resistenza a trazione ≥ 570 N/mm²
- rapporto di aspetto l/\varnothing compreso tra 50 e 80

ACCIAIO PER ARMATURA CLS, PROFILATI E PIASTRE

BARRE DI ARMATURA: ACCIAIO B450C ad aderenza migliorata

- Tensione caratteristica a rottura, ftk: 540MPa
- Tensione caratteristica di snervamento, fyk: 450MPa

PROFILATI E PIASTRE PER CENTINE: ACCIAIO S275

- Tensione caratteristica di snervamento, fyk: 275MPa
- Bulloni, classe 8.8

TUBI PER INFILAGGI: ACCIAIO S355

- Tensione caratteristica di snervamento, fyk: 355MPa

TUBI IN VETRORESINA

TUBI IN VETRORESINA (VTR) TUBO 60/40 (SPESSORE 10mm)

- Perforazione: $\geq \varnothing 90$ mm
- Contenuto in vetro: $\geq 50\%$
- Resistenza a trazione fyk: ≥ 450 MPa (SECONDO UNI EN 61:1978)
- Resistenza a taglio t: ≥ 150 MPA (SECONDO ASTM D 732 85)
- Modulo elastico Ev: ≥ 20000 MPA (SECONDO SECONDO UNI EN 61:1978)

MISCELE CEMENTIZIE PER CEMENTAZIONE INFILAGGI E CONSOLIDAMENTO FRONTE/CONTORNO

CEMENTAZIONE INFILAGGI

- Classe di resistenza: C20/25
- Rapporto A/C: 0.6-0.7
- Additivo fluidificante antiritiro

INIEZIONE VTR CONSOLIDAMENTO FRONTE E CONTORNO

- Classe di resistenza: C20/25
- Rapporto A/C: 0.6-0.7
- Additivo fluidificante antiritiro

DRENAGGI

- Tubi in PVC, $\varnothing 50/40$ mm, larghezza fessure 1mm, distanza fessure massima:10mm
- Rivestito con tessuto-non-tessuto 500gr/mq

IMPERMEABILIZZAZIONE SEZIONE CORRENTE

- Teli per impermeabilizzazione realizzato con guaina in PVC
- Spessore = 2mm $\pm 5\%$, $g \geq 1.3$ g/cm² $\pm 2\%$

PROGETTAZIONE ATI:

- Resistenza a trazione: $\geq 15\text{MPa}$

TESSUTO NON TESSUTO:

- Massa unitaria $\geq 500\text{gr/mq}$
- Resistenza a punzonamento $\geq 4.0\text{ kN}$
- Resistenza a trazione media $\geq 20\text{ kN/m}$

5. CONTESTO GEOTECNICO E GEOMECCANICO DI RIFERIMENTO (FASE CONOSCITIVA)

5.1 ANALISI DEL TRACCIATO

Partendo dall'imbocco ovest, per un tratto di circa 30m, si riscontra la formazione dei depositi alluvionali terrazzati (UG1). Successivamente e per la maggior parte del tracciato incontriamo la formazione marnoso-arenacea (UGR), preceduta da un breve tratto alterato e seguito successivamente dalla facies competente. Proseguendo incontriamo la parte relativa alle basse coperture, situata circa tra le pk 5+870 e 6+060, in questa zona troviamo un'alternanza tra la parte alterata della formazione marnoso arenacea (UGR) e coltri eluvio-colluviali. In questa zona, in considerazione delle modeste coperture, è prevista la realizzazione di una protesi in CA, preceduta e seguita da un intervento con pali plastici. Proseguendo si incontra nuovamente la formazione marnoso arenacea per poi trovare le Litofacies di Sant'Egidio (UG4) che interessano l'imbocco EST.

5.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE

Ai fini della caratterizzazione geomeccanica dei terreni per la progettazione della galleria, sono stati utilizzati i dati desunti da bibliografia integrati con i parametri ottenuti dai risultati di indagini eseguite in sito. Attraverso l'applicazione della classificazione G.S.I. (Hoek & Marinos, 2001), per le formazioni a carattere litoide strutturalmente complesse e attraverso l'uso dei parametri di resistenza che caratterizzano il modello di Hoek-Brown, si sono ricavati, attraverso interpolazione, gli intervalli equivalenti dei parametri relativi al modello di Mohr-Coulomb. Per i terreni si sono desunti, direttamente dalle informazioni a disposizione, i parametri secondo il modello di Mohr-Coulomb.

Per l'analisi delle singole unità geotecniche si faccia riferimento alla Relazione Geotecnica delle Opere in Sotterraneo.

Per la caratterizzazione dei parametri di resistenza della formazione marnoso-arenacea sono stati utilizzati i parametri di correlazione con Hoek-Brown mentre per definire i parametri di deformabilità sono stati presi in riferimento anche i risultati delle tomografie sismiche ibride relative alle indagini SRI01 SRI02 e SRI03 che ricadono all'interno della formazione in esame (Figura 5-1).

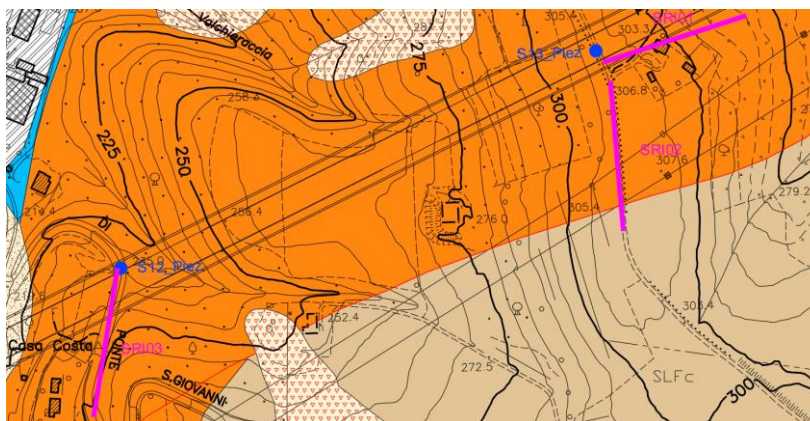


Figura 5-1: Stralcio planimetrico ubicazione indagini tomografiche

PROGETTAZIONE ATI:

Dai risultati di tali indagini si è potuto determinare l'andamento del modulo elastico in funzione della profondità (Figura 5-2).

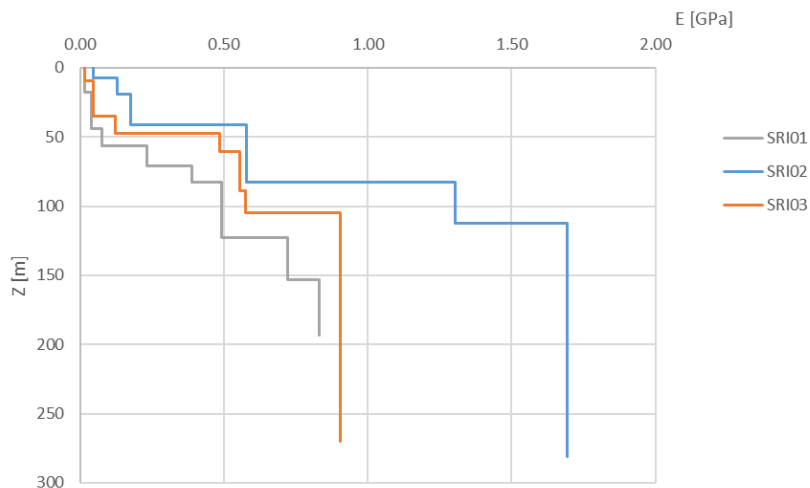


Figura 5-2: Andamento del modulo elastico operativo dalle 3 indagini tomografiche (SRI01, SRI02, SRI03)

5.3 RIEPILOGO TRATTE

Di seguito si riporta una tabella di sintesi dei campi di variabilità dei parametri rappresentativi di tutte le litologie interessanti la galleria. Tali parametri saranno impiegati nelle analisi preliminari volte alla valutazione del comportamento del fronte e del cavo.

Tabella 5.1: Parametri di resistenza e deformabilità dei tratti in galleria – CANNA NORD – GN SX

Tratto	L tratto	c [KPa]		ϕ		E [GPa]		H	
		min	max	min	max	min	max	min	max
1	30	5	10	25	27	0.02	0.025	4	7
2	60	60	180	41	49	0.25	0.6	7	20
3	180	80	290	34	44	0.6	1.5	20	32
4	240	90	350	30	42	1.5	2	32	60
5	456	130	440	26	38	1.5	2	60	100
6	84	90	350	30	42	1.5	2	32	60
7	86	50	300	34	48	0.25	1.5	10	32
8	54	20	44	40	47	0.06	0.11	3	10
9	148	-	-	-	-	-	-	-	-
10	54	20	44	40	47	0.06	0.11	3	10
11	163	50	140	48	52	0.25	0.6	8	10
12	20	0	10	25	29	0.025	0.035	6	8

Tabella 5.1: parametri di resistenza e deformabilità dei tratti in galleria – CANNA SUD – GN DX

Tratto	L tratto	c [KPa]		ϕ		E [GPa]		H	
		min	max	min	max	min	max	min	max
1	80	5	10	25	27	0.02	0.025	4	13
2	60	60	180	41	49	0.25	0.6	13	20
3	180	80	290	34	44	0.6	1.5	20	35
4	216	90	350	30	42	1.5	2	35	60
5	396	130	440	26	38	1.5	2	60	100
6	144	90	350	30	42	1.5	2	35	60
7	96	50	300	34	48	0.25	1.5	10	32
8	48	20	44	40	47	0.06	0.11	3	10
9	80	-	-	-	-	-	-	-	-
10	54	20	44	40	47	0.06	0.11	3	10
11	276	50	140	48	52	0.25	0.6	8	10
12	20	0	10	25	29	0.025	0.035	6	8

Gli intervalli proposti risultano essere indicativi e talora ampi a causa di una dispersione dei dati osservati e soprattutto al fine di tenere conto del grado di alterazione e della eterogeneità presente in diverse tratte delle formazioni. I valori inferiori dell'intervallo si applicano principalmente a campi di copertura modesti ovvero in presenza di stati tensionali contenuti.

6. ANALISI DEL COMPORTAMENTO DEFORMATIVO ALLO SCAVO (FASE DI DIAGNOSI)

Nella fase di diagnosi, sulla base degli elementi raccolti nella fase conoscitiva, si conducono previsioni sul comportamento deformativo del cavo in assenza di interventi, al fine di giungere all'individuazione di tratte a comportamento tenso-deformativo omogeneo suddivise in tre categorie di comportamento fondamentali: di tipo a fronte stabile (CASO A), di tipo a fronte stabile a breve termine (CASO B), di tipo a fronte instabile (CASO C).

Di seguito verrà valutata la stabilità del fronte attraverso le seguenti metodologie:

Metodo delle linee caratteristiche *per alte coperture* $H > (2,5 \div 3)D$

Metodo dell'equilibrio limite *per basse coperture* $H < (2,5 \div 3)D$

6.1 IMPORTANZA DEL FRONTE DI SCAVO

La valutazione di come evolve lo stato tensionale a seguito dell'apertura di una galleria è possibile solo attraverso l'attenta analisi dei fenomeni deformativi, che fornisce utili indicazioni sul comportamento della cavità nei riguardi della stabilità a breve e a lungo termine. In particolare, l'elemento centrale per l'analisi dell'evoluzione dei fenomeni deformativi al contorno del cavo, attraverso il quale è possibile valutare la stabilità della galleria, è il comportamento del fronte di scavo. Tale comportamento è condizionato:

- dalle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'ammasso connesse con le varie strutture geologiche che interessano le gallerie;
- dai carichi litostatici corrispondenti alle coperture in gioco;
- dalla forma e le dimensioni della sezione di scavo;
- dallo schema di avanzamento;

Il comportamento del fronte di scavo, al quale è legato quello della cavità, può essere sostanzialmente di tre tipi:

- A. Stabile
- B. Stabile a breve termine
- C. Instabile.

Nei paragrafi che seguono si descrivono nel dettaglio i tre casi suddetti.

6.1.1 GALLERIE A FRONTE STABILE (CASO A)

Se il fronte di scavo è stabile, lo stato tensionale al contorno della cavità in prossimità del fronte si mantiene in campo prevalentemente elastico e i fenomeni deformativi osservabili sono di piccola entità e tendono ad esaurirsi rapidamente.

In questo caso anche il comportamento del cavo sarà stabile (rimanendo prevalentemente in campo elastico) e quindi non si rendono necessari interventi preventivi di consolidamento, se non localizzati ed in misura molto ridotta; il rivestimento definitivo costituirà allora il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

6.1.2 GALLERIE A FRONTE STABILE A BREVE TERMINE (CASO B)

Questa condizione si verifica quando lo stato tensionale indotto dall'apertura della cavità supera le caratteristiche di resistenza meccanica del materiale al fronte, che in tal modo non può più avere un comportamento di tipo elastico, ed assume un comportamento di tipo elasto-plastico.

Tale situazione tensionale produce nell'ammasso roccioso al fronte una decompressione, che porta al superamento della resistenza del materiale e che induce fenomeni deformativi più accentuati del caso precedente.

Questa decompressione può essere opportunamente controllata e regimata con adeguati interventi di preconsolidamento al fronte e/o di preconsolidamento al contorno del cavo. In tal caso verrà fornito l'opportuno contenimento all'ammasso che potrà così essere condotto verso la stabilità ed il rivestimento definitivo costituirà il margine di sicurezza a lungo termine. In caso contrario lo stato tenso-deformativo potrà evolvere verso situazioni d'instabilità del cavo.

6.1.3 GALLERIE A FRONTE INSTABILE (CASO C)

L'instabilità progressiva del fronte di scavo è attribuibile ad un'accentuazione dei fenomeni deformativi nel campo plastico, che risultano immediati e più rilevanti manifestandosi prima ancora che avvenga lo scavo, oltre il fronte stesso. Di conseguenza tali deformazioni producono una decompressione più spinta nell'ammasso roccioso oltre il fronte e conducono ad un decadimento rapido e progressivo delle caratteristiche meccaniche d'ammasso anche a causa della formazione di microfrazioni, talora preesistenti e alla rottura dei legami intermolecolari.

6.2 DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO ADECO RS

In funzione delle coperture previste per ciascun litotipo e dei parametri geomeccanici dell'ammasso interessato dallo scavo della galleria sono state individuate le risposte deformative allo scavo. In particolare, si fa riferimento al metodo delle linee caratteristiche per le sezioni con copertura in calotta superiore a 2.5-3 diametri e al metodo all'equilibrio limite di Tamez per coperture inferiori.

Si precisa che le analisi per la determinazione della categoria di comportamento sono state effettuate facendo uso dei parametri di resistenza caratteristici di ogni tratta omogenea e i criteri per la determinazione delle classi di scavo sono derivati dalle indicazioni di letteratura che tengono conto delle incertezze generali legate alla tipologia di opera.

6.2.1 METODO DELLE LINEE CARATTERISTICHE

6.2.1.1 Introduzione

Il metodo delle linee caratteristiche consiste nel simulare lo scavo di una galleria nell'ipotesi di simmetria assiale e di stato di deformazione piana. Lo scavo è rappresentato come una graduale riduzione di una pressione fittizia "p" applicata alle pareti della galleria, tramite cui si simula il progressivo deconfinamento del terreno prodotto dall'avvicinarsi del fronte di scavo alla sezione di calcolo e al successivo avanzamento del fronte stesso, cui corrisponde una convergenza radiale "u" crescente in funzione delle caratteristiche dell'ammasso.

Se la galleria è scavata in assenza di sostegni, il valore finale della pressione di confinamento è pari a 0; in caso contrario, allo stato finale, è presente una pressione di confinamento > 0 che rappresenta la pressione di equilibrio del cavo ottenuta dall'intersezione della linea caratteristica della cavità e dei rivestimenti impiegati. Questa ultima curva, a sua volta, dipende dalle proprietà dei materiali impiegati e dalle deformazioni subite dall'ammasso prima della posa in opera dei sostegni provvisori e quindi, in ultima analisi, è legata al comportamento del fronte di scavo ed al tipo di interventi previsti in avanzamento.

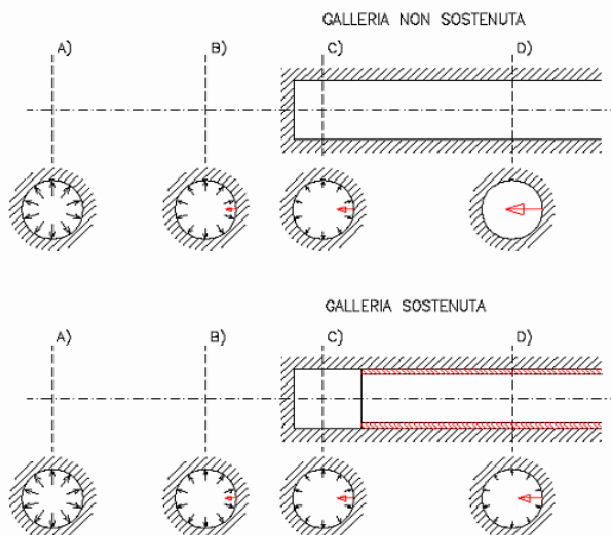


Figura 6-1: Progressivo deconfinamento del cavo per simulare l'avanzamento della galleria

Mediante la sovrapposizione degli effetti delle linee "caratteristiche" della galleria, dei sostegni provvisori e definitivi e del fronte, è possibile ridurre il problema tridimensionale in prossimità del fronte di scavo ad un problema bidimensionale; l'intersezione delle varie curve permette di determinare graficamente il comportamento della galleria allo scavo. È possibile, pertanto, valutare l'andamento delle deformazioni radiali dei diversi elementi della galleria (fronte, cavità, nucleo di terreno al fronte) al variare delle pressioni di contenimento sul contorno del cavo. È stata adottato il metodo proposto da Amberg-Lombardi in base al quale si sono determinate:

1. la linea caratteristica del fronte,
2. la linea caratteristica del cavo,
3. la resistenza del nucleo di terreno situato davanti al fronte ($R_{1/2nucleo}$), definita a partire dal valore di coesione (c) del terreno e dal suo angolo di attrito (ϕ) secondo le seguenti relazioni:

$$R_{1/2nucleo} = c K_p^{0.5}$$

PROGETTAZIONE ATI:

$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$$

Il terreno è considerato omogeneo ed isotropo, con comportamento elasto-plastico con criterio di resistenza di Mohr-Coulomb. L'intersezione tra la linea caratteristica del fronte e la linea caratteristica del nucleo individua la condizione di equilibrio del fronte e permette di valutare la convergenza radiale nella sezione in corrispondenza del fronte di scavo (u_r). Tracciando la curva caratteristica del fronte, non solo si ricava il valore " u_r ", tenendo conto del tipo di preconsolidamento eventualmente effettuato in avanzamento dal fronte stesso, ma è anche possibile individuare a priori il comportamento della galleria, distinguendo tra:

- fronte stabile (A)
- stabile a breve termine (B)
- instabile (C)

secondo la classificazione ADECO-RS già presentata nei paragrafi precedenti. Le condizioni di stabilità del fronte si definiscono in funzione del rapporto tra lo spostamento radiale sul fronte (u_r) ed il raggio della galleria (R_0). In particolare, le categorie ADECO - RS sono state definite secondo quanto indicato nella tabella seguente:

Tabella 6-1: valori di soglia per la determinazione della categoria di comportamento ADECO-RS

u_r/R_0	Categoria ADECO - RS
[%]	[-]
< 0.2	A – Fronte Stabile
0.2 – 0.5	B – Fronte stabile a Breve Termine
> 0.5	C – Fronte instabile

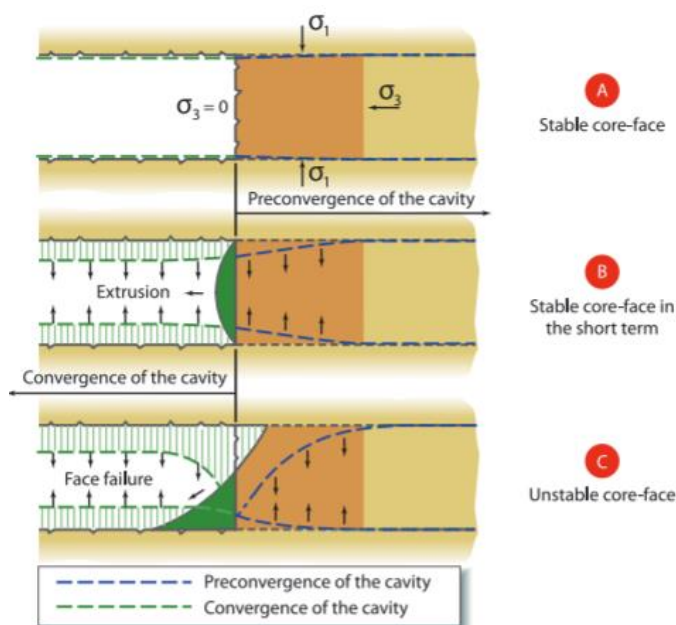


Figura 6-2: Definizione delle categorie di comportamento in riferimento alla stabilità del fronte di scavo

L'analisi delle curve ottenute consente di determinare il comportamento deformativo del cavo e di valutare l'idoneità degli interventi applicati.

PROGETTAZIONE ATI:

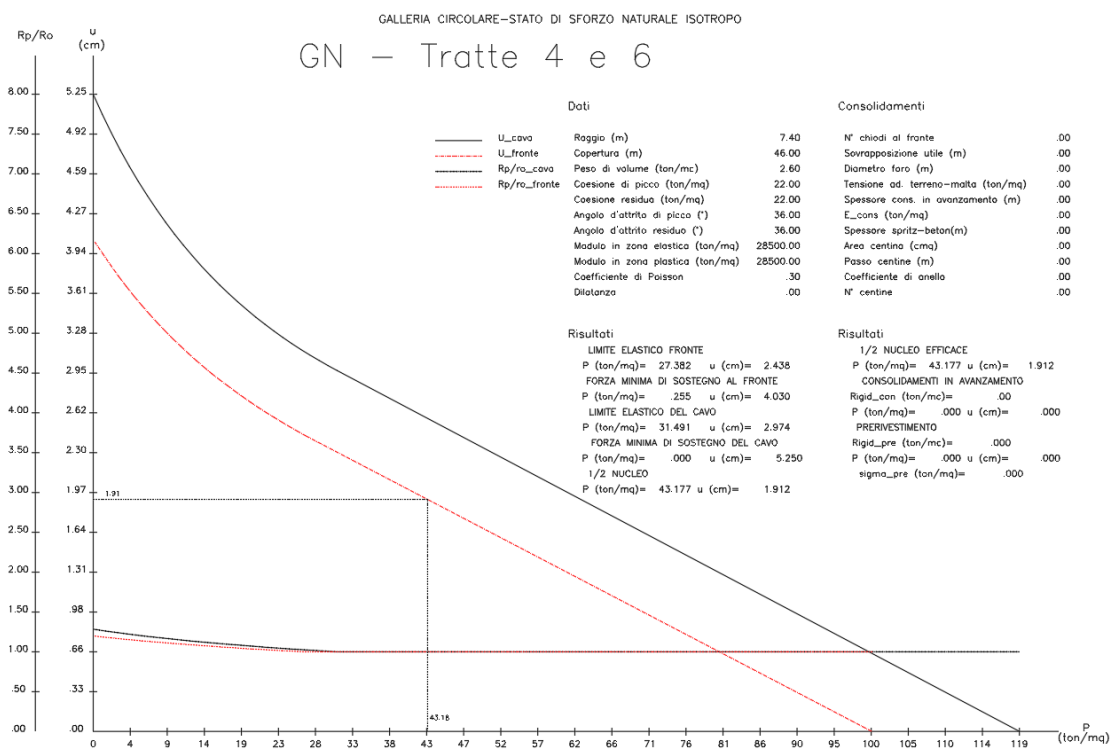
Le linee caratteristiche sono riportate in forma grafica nelle pagine che seguono; nei grafici è riportata la curva caratteristica del cavo libero, come previsione sul comportamento del cavo in condizioni intrinseche (non rivestito) e la curva caratteristica del fronte.

Qualora le linee caratteristiche, valutate in assenza di interventi, abbiano evidenziato elevati valori di convergenze e/o plasticizzazioni al contorno del cavo non gestibili in fase di scavo, si è ipotizzato di adottare, interventi di consolidamento in avanzamento al fronte ed al contorno del cavo.

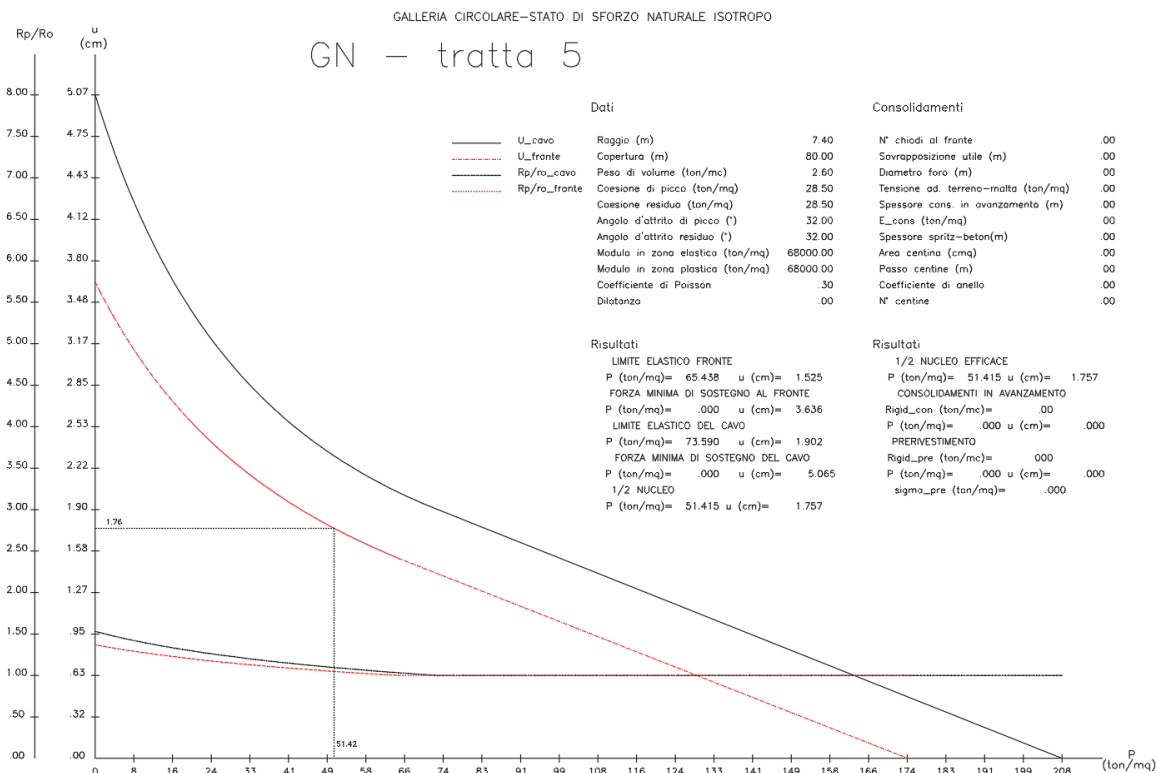
6.2.1.2 Analisi

Di seguito si riportano i risultati delle analisi per la definizione delle categorie di comportamento per le varie tratte che presentano alte coperture (tratte 4,5,6).

Dai risultati ottenuti si identifica sia un comportamento a fronte stabile dove lo stato tensionale si mantiene in campo prevalentemente elastico e i fenomeni deformativi osservabili sono di piccola entità e tendono ad esaurirsi rapidamente, sia un comportamento a fronte instabile dove sarà necessario un intervento di stabilizzazione per mantenere il fronte in campo elastico.



PROGETTAZIONE ATI:



6.2.1.3 Risultati

Nella tabella seguente si riportano, il valore della convergenza al fronte, la deformazione rispetto al raggio di scavo e la conseguente categoria di comportamento individuata.

Tabella 6-2: categorie di comportamento ADECO-RS per zone ad alte coperture

Analisi	u _f [cm]	R ₀ [m]	u _f /R ₀	Categoria ADECO-RS
Tratta 4 e 6	1.91	7.2	0.26%	A/B
Tratta 5	1.76	7.6	0.24%	A/B

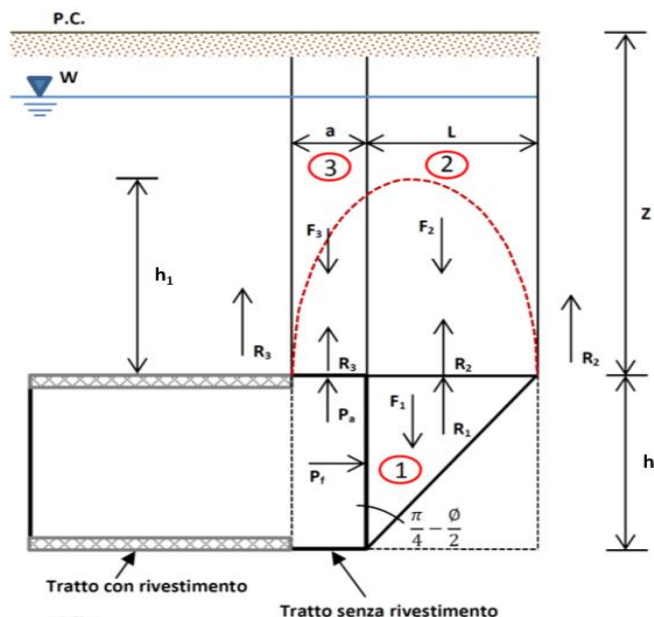
6.2.2 METODO DELL'EQUILIBRIO LIMITE

6.2.2.1 Introduzione

Nel caso di gallerie con bassa copertura la valutazione della categoria di comportamento del fronte deve tenere conto della natura tridimensionale del problema e dei possibili meccanismi di rottura del terreno a seguito di operazioni di scavo a breve distanza dal piano campagna. Per studiare la stabilità del fronte di scavo è stato applicato nel caso di gallerie superficiali il metodo dell'equilibrio limite proposto da Tamez.

Il metodo tiene conto della riduzione dello stato di confinamento triassiale del nucleo di terreno oltre il fronte per mezzo di un meccanismo di rottura del tipo effetto volta, con il quale il volume di terreno gravante sulla corona della galleria è definito da un paraboloide, approssimato mediante tre solidi prismatici, come illustrato nella figura seguente:

PROGETTAZIONE ATI:



Tale analisi corrisponde alla situazione che dovrebbe verificarsi in corrispondenza degli imbocchi e comunque in condizioni di basse coperture ($Z < (2.5 \div 3)D$).

Il metodo determina le massime tensioni tangenziali che si possono sviluppare sulle facce di ogni prisma senza che avvengano scorrimenti (forze resistenti) e le forze di massa di ogni prisma (forze agenti). Il rapporto tra i momenti delle forze resistenti e delle forze agenti fornisce un coefficiente di sicurezza, denominato FSF (*Face Security Factor*).

Si ricorda la formulazione proposta da Tamez per i terreni coesivi e attritivi; i parametri che intervengono sono:

$$\omega = 45 + \frac{\varphi}{2}$$

$$L = \frac{A}{\operatorname{tg}\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)}$$

D = larghezza dello scavo;

A = altezza dello scavo;

H = spessore di terreno gravante sulla calotta della galleria.

a = passo di avanzamento;

c = coesione;

ϕ = angolo di attrito

$h_1 = Z$ per gallerie con $Z/D < (2.5 \div 3)$.

Per semplificare i calcoli di verifica il paraboloide viene assimilato a tre prismi aventi volume equivalente, la cui schematizzazione è stata precedentemente riportata, e con questo modello, definite le forze agenti e le forze resistenti, si determina la stabilità del fronte mediante l'espressione generale proposta da Tamez:

PROGETTAZIONE ATI:

$$F_s = \frac{\left[\frac{2 \cdot (\tau_{m2} - \tau_{m3})}{\left(1 + \frac{a}{l}\right)^2} + 2 \cdot \tau_{m3} \right] \cdot \frac{h_1}{b} + \frac{2 \cdot \tau_{m3}}{\left(1 + \frac{a}{l}\right) \cdot \sqrt{K_A}} \cdot \frac{h_1}{h} + \frac{3.4 \cdot c}{\left(1 + \frac{a}{l}\right)^2 \cdot \sqrt{K_A}}}{\left[1 + \frac{2 \cdot h}{3 \cdot Z \cdot \left(1 + \frac{a}{l}\right)^2} \right] \cdot [\gamma \cdot Z - P_E]}$$

In alcuni casi risulta più gravosa la condizione di stabilità relativa al solo prisma 3, per cui è necessario calcolare anche il seguente coefficiente di sicurezza:

$$F_{s3} = \frac{2 \cdot \tau_{m3}}{\gamma \cdot Z - P_E} \left[\frac{h_1}{b} \right] \cdot \left[1 + \frac{b}{a} \right]$$

I parametri τ_{m2} e τ_{m3} rappresentano i valori medi delle tensioni di taglio agenti nel terreno lungo le facce dei prismi.

Bisogna distinguere a questo punto tra gallerie superficiali e gallerie profonde, come già illustrato precedentemente.

Per gallerie superficiali ($Z/D < 2.5$), condizione in cui si trova la galleria in esame, tali parametri sono assunti pari a:

$$\tau_{m2} = c + \frac{K_0}{2} \cdot \left[\frac{3.4 \cdot c}{\sqrt{K_A}} - \frac{(\gamma - \gamma_w)}{2} \cdot h \right]$$

$$\tau_{m3} = c$$

Al valore di FS definito dall'equilibrio limite è associato un tipo di comportamento al fronte di scavo secondo quanto descritto nella tabella esposta di seguito:

Tabella 6-3: valori di soglia per la determinazione della categoria di comportamento ADECO-RS

	Comportamento del fronte di scavo	Categoria ADECO - RS
FS > 2.0	Elastico	A
1.2 < FS < 2.0	Elasto – plastico	B
FS < 1.2	Incipiente rottura	C

6.2.2.2 Risultati

Le analisi a basse coperture sono state effettuate con i parametri di resistenza e deformabilità estremi presenti all'interno del range di variabilità e hanno portato alla definizione delle seguenti categorie di comportamento:

Tabella 6-4: categorie di comportamento ADECO-RS per zone a basse coperture

Analisi	FS	Categoria ADECO-RS
Tratta 1	<1	C
Tratta 2	1.76/3.35	A/B
Tratta 3	1.87/4.57	A/B
Tratta 7	1.25/4.53	A/B
Tratta 8 e 10	<1	C
Tratta 11	1.7/3.00	A/B
Tratta 12	<1	C

6.2.3 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le categorie di comportamento determinate con le linee caratteristiche e con il metodo di Tamez-Cornejo sono valide, a rigore, solo per le tratte oggetto di analisi. Tuttavia, possono ritenersi rappresentative anche delle tratte con caratteristiche e coperture simili. Per la definizione completa delle tratte a comportamento omogeneo si faccia riferimento al profilo geomeccanico della galleria.

7. SEZIONI TIPO DI AVANZAMENTO E TIPOLOGIE DI INTERVENTO PREVISTE (FASE DI TERAPIA)

7.1 SEZIONI TIPO ADOTTATE

In merito alle modalità di avanzamento delle gallerie è prevista l'adozione dello scavo a piena sezione, dove l'entità degli sfondi è funzione delle caratteristiche geomeccaniche degli ammassi attraversati e del loro comportamento allo scavo; tale metodologia di scavo consente il controllo delle deformazioni al contorno del cavo (e conseguentemente dei livelli di plasticizzazione) attraverso l'installazione del priverivestimento a ridosso del fronte. Il rivestimento definitivo di calotta e di arco rovescio sarà gettato ad una distanza funzione dello stato deformativo del priverivestimento e della pressione esercitata dall'ammasso circostante. Quali azioni di "pre-sostegno" in avanzamento al fronte si è previsto l'impiego di elementi strutturali mediante l'applicazione di infilaggi metallici nelle zone di basse coperture per evitare fenomeni di instabilità. Questo assolve alla funzione di "scaricare" il nucleo di scavo riducendo, in combinazione con il trattamento del fronte, i fenomeni estrusivi del nucleo, i valori di pre-convergenza al fronte e conseguentemente controllando lo stato di plasticizzazione dell'ammasso e le pressioni sul cavo. Tale intervento permette di evitare il decadimento dei parametri geomeccanici dell'ammasso verso condizioni residue. Quali azioni di "pre-consolidamento" in avanzamento al contorno del cavo si sono previsti elementi in VTR cementati in foro. Dovranno inoltre essere previsti drenaggi in avanzamento nelle tratte ove è presente il rischio di venute d'acqua. I rivestimenti sono previsti in calcestruzzo non armato o armato, a seconda delle condizioni geomeccaniche riscontrate. A tergo dei rivestimenti definitivi di calotta e piedritto si porrà in opera l'impermeabilizzazione, costituita da uno strato di geotessuto e da un telo in PVC. Le sezioni tipo di avanzamento prevedono gli interventi descritti nei paragrafi che seguono, intesi quali quantità medie, da calibrare in funzione del comportamento deformativo riscontrato allo scavo attraverso l'analisi delle misure e dei rilievi di un apposito monitoraggio, descritto nei successivi capitoli.

PROGETTAZIONE ATI:

7.1.1 SEZIONI TIPO C3v – B2v – B0

Sezione	C3v	B2v	B0
Tipo	Troncoconica	Troncoconica	Cilindrica
Campo di scavo	10	12	-
Bullonatura radiale	-	-	-
Infilaggi metallici	presostegno al contorno con n. 39 tubi metallici ϕ 139.7 sp. 10.0 mm, L = 16.0 m, sovrapposizione 6.0 m	presostegno al contorno con n. 39 tubi metallici ϕ 139.7 sp. 10.0mm, L = 16.0 m, sovrapposizione 4.0 m	-
VTR al fronte	preconsolidamento al fronte costituito da n. 65 VTR cementati in foro di lunghezza L = 18.0 m, sovrapposizione 8.0 m	preconsolidamento al fronte costituito da n. 55 VTR cementati in foro di lunghezza L = 18.0 m, sovrapposizione 6.0 m	-
VTR al contorno	preconsolidamento al contorno di scavo costituito da n. 53 VTR valvolati ed iniettati di lunghezza L = 18.0 m, sovrapposizione 8.0 m	-	-
Rivestimento di I fase	Centine	sostegno di prima fase costituito da n.2 centina IPN 200 ad interasse 1.0 m	sostegno di prima fase costituito da n.2 centine IPN 220 ad interasse 1.2 m
	Spritz beton	spritz beton fibrorinforzato di spessore 25 cm	spritz beton fibrorinforzato di spessore 20 cm
	Impermeabilizzazione con telo in PVC e TNT	✓	✓
Rivestimento di II fase	Arco rovescio	1.00	0.90
	Calotta	0.5-1.2	0.80
	Piedritti	0.5-1.2	0.80

7.1.2 SEZIONI TIPO B1v – B1 – BPZ

Sezione	B1v	B1	BPZ
Tipo	Troncoconica	Cilindrica	Cilindrica
Campo di scavo	12	12	-
Bullonatura radiale	-	-	-
Infilaggi metallici	presostegno al contorno con n. 39 tubi metallici ϕ 139.7 sp. 10.0 mm, L = 16.0 m, sovrapposizione 4.0 m	-	-
VTR al fronte	-	CONSOLIDAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO n°50 ELEMENTI STRUTTURALI IN VTR L=18.00m SOVR. 6.00m CEMENTATI IN FORO	-
VTR al contorno	-	-	-
Rivestimento di I fase	Centine	sostegno di prima fase costituito da n.2 centina IPN 220 ad interasse 1.0 m	sostegno di prima fase costituito da n.2 centine IPN 220 ad interasse 1.0 m
	Spritz beton	spritz beton fibrorinforzato di spessore 25 cm	spritz beton fibrorinforzato di spessore 25 cm
	Impermeabilizzazione con telo in PVC e TNT	✓	✓
Rivestimento di II fase	Arco rovescio	1.00	0.90
	Calotta	0.5-1.2	0.80
	Piedritti	0.5-1.2	0.80

PROGETTAZIONE ATI:

7.1.3 SEZIONI TIPO CPZ – BYPASS

	Sezione	CPZ	Bypass pedocarrabile	Bypass pedonale
	Tipo	Troncoconica	Cilindrica	Cilindrica
	Campo di scavo	10	-	-
Pre sostegno	Bullonatura radiale	-	-	-
	Infilaggi metallici	n° 71 perforo $\phi 160$ mm. Tubo $\phi 139/10$ mm Lungh. tot 15.0m, Lungh. utile 5m	-	-
	VTR al fronte	n° 78 Tubi valvolati (n°2 valvole/m) in VTR iniettati con boiaccia cementizia L=15.0m, Lsovr.=10m	n° 36 elementi strutturali in VTR cementati in foro L=variabile	n° 27 elementi strutturali in VTR cementati in foro L=variabile
	VTR al contorno	-	-	-
Rivestimento di I fase	Centine	sostegno di prima fase costituito da n.2 centine IPN 220 ad interasse 1.0 m	sostegno di prima fase costituito da n.2 centine IPN 180 ad interasse 1.0 m	sostegno di prima fase costituito da n.2 centine IPN 160 ad interasse 1.0 m
	Spritz beton	spritz beton fibrorinforzato di spessore 25 cm	spritz beton fibrorinforzato di spessore 25cm	spritz beton fibrorinforzato di spessore 20cm
	Impermeabilizzazione con telo in PVC e TNT	✓	✓	✓
Rivestimento di II fase	Arco rovescio	0.90	0.70	0.50
	Calotta	0.6-1.30	0.6	0.5
	Piedritti	0.6-1.30	0.6	0.5
Distanze massime	Calotta - Fronte	4 ϕ	0.5 ϕ	5m
	AR,Muretta - Fronte	2 ϕ	1 ϕ	10m

7.2 INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO IN AVANZAMENTO AL FRONTE E AL CONTORNO DI SCAVO

Per le analisi effettuate al §6 si evidenzia in alcune tratte un comportamento di tipo plastico o al limite elasto-plastico, pertanto si rende necessaria l'adozione di interventi di preconsolidamento e precontenimento, allo scopo di controllare il detensionamento dell'ammasso e la risposta deformativa dello stesso, in modo che l'effetto arco non si allontani dal profilo di scavo e che il cavo venga condotto verso condizioni di stabilità.

Tale azione può essere operata in particolare controllando la tensione minore σ_3 in corrispondenza del fronte, mediante interventi di consolidamento in avanzamento con elementi strutturali in vetroresina (interventi di precontenimento) e adottando, a protezione del cavo, interventi di pre-sostegno costituiti da infilaggi metallici.

Si realizza in tal modo un irrigidimento del nucleo d'avanzamento, prevenendo i fenomeni di estrusione e contenendo i conseguenti fenomeni deformativi entro valori ammissibili, permettendo di mantenere l'ammasso il più possibile in campo elastico.

Le analisi di stabilità del fronte di scavo sono mirate alla valutazione dello sviluppo di possibili meccanismi di collasso, con o senza propagazione verso la superficie, o di deformazioni e spostamenti elevati al contorno ed in superficie. Trattandosi di una verifica per uno stato limite ultimo di tipo GEO, si è utilizzato l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2), con R2 =1 (NTC 2018 § 6.7), mentre per le verifiche degli infilaggi metallici in avanzamento dal fronte, essendo una verifica di tipo STR, si è utilizzato l'approccio 1 – Combinazione 1 (A1+M1+R1).

7.2.1 VERIFICHE DI CONSOLIDAMENTO AL FRONTE

Per le sezioni a basse coperture, l'efficacia dei consolidamenti al fronte viene valutata attraverso il metodo di Tamez-Cornejo. Di seguito vengono esaminate le tratte in corrispondenza degli imbocchi che rappresentano le zone più sfavorevoli in termini di resistenza e deformabilità e quindi sono rappresentative per le altre tratte in cui è previsto tale intervento.

7.2.1.1 Sezione C3v

Analisi senza consolidamenti al fronte

Sezione di imbocco tratta 1

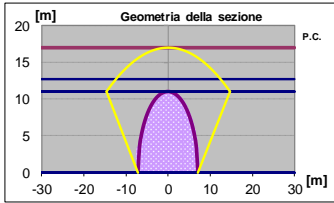
VERIFICA DI STABILITA' DEL FRONTE DI SCAVO - Tamez, Cornejo									
STRATIGRAFIA									
N° strati SOPRA la calotta 2 (max 6)					N° strati SOTTO la calotta 1 (max 6)				
DM	2018								
γ_c	1.25								
γ_ϕ	1.25								
Strati SOPRA la calotta					Strati SOTTO la calotta				
Strato n°	Spessore m	γ KN/m ³	C_d KPa	ϕ_d °	Strato n°	Spessore m	γ KN/m ³	C_d KPa	ϕ_d °
1	4.3	26	6	21	1	11	26	6	21
2	1.7	26	131	21				0	0
			0	0				0	0
			0	0				0	0
			0	0				0	0
			0	0				0	0
Altezza P.C.-AR [m]					Altezza galleria [m]				
17					11				
w profondità falda da piano campagna [m]					γ_w peso acqua [KN/m ³]				
100					10				
PARAMETRI GEOMETRICI									
Area della sezione di scavo [m ²]					h1 altezza del prisma al di sopra della calotta [m]				
126					6				
b larghezza del tunnel [m]					l parametro geometrico paraboloide [m]				
14.2					7.52				
h altezza del tunnel [m]					B parametro geometrico paraboloide [m]				
11					29.23				
z profondità calotta [m]					z-w parametro geometrico [m]				
6					-94.00				
a avanzamento senza sostegno [m]					z-w-h1 parametro geometrico [m]				
1					0.00				
Deq diametro equivalente [m]					z-h1 parametro geometrico [m]				
12.67					0.00				
PARAMETRI DEL MATERIALE									
γ_1 peso medio fronte (cuneo 1) [KN/m ³]					γ_{2-3} Peso medio (cunei 2-3) [KN/m ³]				
26.00					26.00				
ϕ_1 angolo medio fronte (cuneo 1) [°]					ϕ_{2-3} angolo medio (cunei 2-3) [°]				
21.32					21.32				
c ₁ coesione media fronte (cuneo 1) [KPa]					c ₂₋₃ Coesione media (cunei 2-3) [KPa]				
6.00					41.36				
K_{a1} spinta a riposo fronte (cuneo 1)					K_{a2-3} spinta a riposo media (cunei 2-3)				
0.64					0.64				
K_{a1} coefficiente 0.5< K_{a1} <1 (cuneo 1)					K_{a2-3} coefficiente 0.5< K_{a1} <1 (cuneo 2-3)				
0.47					0.47				
γ_m peso medio (globale) [KN/m ³]					γ_{div2-3} peso medio (sotto falda) [KN/m ³]				
26.00					0.00				
ϕ_m angolo medio (globale) [°]					γ_{sup2-3} peso medio (sopra falda) [KN/m ³]				
21.32					26.00				
c _m coesione media (globale) [KPa]					$\gamma_{(z-w)h1}$ peso medio (tra z-w e h1) [KN/m ³]				
18.48					10.00				
$K_{a,m}$ spinta a riposo (globale)					U press. acqua (sul fondo galleria) [KPa]				
0.64					0				
$K_{a,m}$ coefficiente 0.5< K_{a1} <1 (globale)									
0.47									
CALCOLO DELLE RESISTENZE AL TAGLIO E FATTORE DI SICUREZZA									
FRONTE INSTABILE		Materiale stratificato							
τ_{m2} (resistenza taglio concio 2) [KPa]		22.86							
τ_{m3} (resistenza taglio concio 3) [KPa]		41.36							
FS (mezzo con coesione e angolo di attrito)		0.343							
FS ₂ (mezzo con coesione e angolo di attrito)		3.406							
FSF		0.343							
P_E (pressione di stabilizzazione) [KPa]		0							
									

Figura 7-1: Analisi di stabilità del fronte senza interventi di consolidamento – tratta 1

Sezione di imbocco tratta 12

VERIFICA DI STABILITA' DEL FRONTE DI SCAVO - Tamez, Cornejo									
STRATIGRAFIA									
N° strati SOPRA la calotta 2 (max 6)					N° strati SOTTO la calotta 1 (max 6)				
DM	2018								
γ_c	1.25								
γ_ϕ	1.25								
Strati SOPRA la calotta					Strati SOTTO la calotta				
Strato n°	Spessore m	γ KN/m ³	C_d KPa	ϕ_d °	Strato n°	Spessore m	γ KN/m ³	C_d KPa	ϕ_d °
1	4.3	19	0	21	1	11	26	6	21
2	1.7	26	131	21				0	0
			0	0				0	0
			0	0				0	0
			0	0				0	0
			0	0				0	0
Altezza P. C.-AR [m]					Altezza galleria [m]				
17					11				
w profondità falda da piano campagna [m]					γ_w peso acqua [KN/m ³]				
100					10				
PARAMETRI GEOMETRICI									
Area della sezione di scavo [m ²]					h1 altezza del prisma al di sopra della calotta [m]				
126					6				
b larghezza del tunnel [m]					l parametro geometrico paraboloide [m]				
14.2					7.52				
h altezza del tunnel [m]					B parametro geometrico paraboloide [m]				
11					29.23				
z profondità calotta [m]					z-w parametro geometrico [m]				
6					-94.00				
a avanzamento senza sostegno [m]					z-w-h1 parametro geometrico [m]				
1					0.00				
Deq diametro equivalente [m]					z-h1 parametro geometrico [m]				
12.67					0.00				
PARAMETRI DEL MATERIALE									
γ_1 peso medio fronte (cuneo 1) [KN/m ³]					γ_{2-3} peso medio (cunei 2-3) [KN/m ³]				
26.00					20.98				
ϕ_1 angolo medio fronte (cuneo 1) [°]					ϕ_{2-3} angolo medio (cunei 2-3) [°]				
21.32					21.32				
c ₁ coesione media fronte (cuneo 1) [KPa]					c ₂₋₃ coesione media (cunei 2-3) [KPa]				
6.00					37.06				
K _{q1} spinta a riposo fronte (cuneo 1)					K _{q2-3} spinta a riposo media (cunei 2-3)				
0.64					0.64				
K _{A1} coefficiente 0,5<K _A <1 (cuneo 1)					K _{A2-3} coefficiente 0,5<K _A <1 (cuneo 2-3)				
0.47					0.47				
γ_m peso medio (globale) [KN/m ³]					γ_{dw2-3} peso medio (sotto falda) [KN/m ³]				
24.23					0.00				
ϕ_m angolo medio (globale) [°]					γ_{uw2-3} peso medio (sopra falda) [KN/m ³]				
21.32					20.98				
c _m coesione media (globale) [KPa]					$\gamma_{(z-w)+h1}$ peso medio (tra z-w e h1) [KN/m ³]				
16.96					10.00				
K _{qm} spinta a riposo (globale)					U press. acqua (sul fondo galleria) [KPa]				
0.64					0				
K _{Am} coefficiente 0,5<K _A <1 (globale)									
0.47									
CALCOLO DELLE RESISTENZE AL TAGLIO E FATTORE DI SICUREZZA									
FRONTE INSTABILE		Materiale stratificato							
τ_{m2} (resistenza taglio concio 2) [KPa]		18.56							
τ_{m3} (resistenza taglio concio 3) [KPa]		37.06							
FS (mezzo con coesione e angolo di attrito)		0.311							
FS ₃ (mezzo con coesione e angolo di attrito)		3.052							
FSF		0.311							
P _E (pressione di stabilizzazione) [KPa]		0							

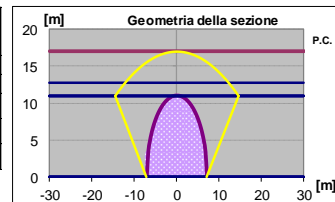


Figura 7-2: Analisi di stabilità del fronte senza interventi di consolidamento – tratta 12

Analisi con consolidamenti al fronte

La sezione indicata per la tratta in esame è la C3v che presenta 65 elementi in vetroresina, questi riescono a fornire al fronte un incremento di pressione di circa 114 KPa, tali da portare in sicurezza la fase di scavo.

Di seguito si riportano le caratteristiche del fronte, dei VTR e delle resistenze ultime dell'elemento:

Tabella 7-1: Valutazione dell'incremento di pressione applicata al fronte di scavo

<u>Caratteristiche del fronte</u>			
H	[m]	6	Copertura
φ'_m	[°]	21.32	Angolo di attrito medio del fronte
γ_m	[kN/m ³]	26.00	Peso dell'unità di volume medio del fronte
<u>Caratteristiche dei VTR</u>			
N_{VTR}	[-]	65	Numero dei VTR
L_{sovr}	[m]	8	Lunghezza utile o di sovrapposizione dei VTR
$D_{perforazione}$	[m]	0.11	Diametro di perforazione
<u>Caratteristiche dell'elemento</u>			
Elemento in VTR	[-]	Circolare cavo	Tipologia di VTR
D_interno	[mm]	40	Diametro interno del VTR
D_esterno	[mm]	60	Diametro esterno del VTR
A_{VTR}	[m ²]	0.001570796	Area di un elemento in VTR
<u>Resistenze ultime dell'elemento</u>			
$\tau_{m.c.-terreno}$	[KPa]	80	Resistenza limite miscela cementizia-terreno
$\tau_{m.c.-vtr}$	[KPa]	250	Resistenza limite miscela cementizia-VTR
f_{yk}	[MPa]	450	Resistenza a trazione della sezione del VTR
T_1	[KN]	221	Resistenza ultima allo sfilamento miscela-terreno
T_2	[KN]	377	Resistenza ultima allo sfilamento miscela-VTR
T_3	[KN]	471	Limite di rottura del materiale
T_{max}	[KN]	221	Tiro massimo sopportabile
$\Delta\sigma_3=PE$	[KPa]	114	Incremento di pressione applicata al fronte
FS	[KPa]	2.13	Fattore di sicurezza sull'elemento strutturale

Sezione di imbocco tratta 1

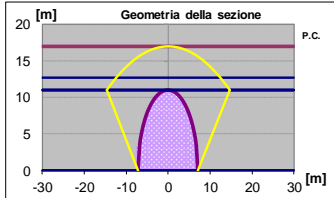
VERIFICA DI STABILITA' DEL FRONTE DI SCAVO - Tamez, Cornejo					
STRATIGRAFIA					
N° strati SOPRA la calotta			N° strati SOTTO la calotta		
2 (max 6)			1 (max 6)		
DM					
2018					
γ_c 1,25					
γ_ϕ 1,25					
Strati SOPRA la calotta					
Strato n°	Spessore m	γ KN/m ³	C_d KPa	ϕ_d °	
1	4.3	26.0	6.0	21.3	
2	1.7	26.0	130.8	21.3	
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	
Strati SOTTO la calotta					
Strato n°	Spessore m	γ KN/m ³	C_d KPa	ϕ_d °	
1	11	26	6	21.3	
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	
Altezza P.C.-AR [m] 17					
Altezza galleria [m] 11					
w profondità falda da piano campagna [m] 100					
γ_w peso acqua [KN/m ³] 10					
PARAMETRI GEOMETRICI					
Area della sezione di scavo [m ²] 126					
b larghezza del tunnel [m] 14.2					
h altezza del tunnel [m] 11					
z profondità calotta [m] 6					
a avanzamento senza sostegno [m] 1					
Deq diametro equivalente [m] 12.67					
Bassa copertura => Z < 2.5D					
h1 altezza del prisma al di sopra della calotta [m] 6					
I parametro geometrico paraboloide [m] 7.52					
B parametro geometrico paraboloide [m] 29.23					
z-w parametro geometrico [m] -94.00					
z-w-h1 parametro geometrico [m] 0.00					
z-h1 parametro geometrico [m] 0.00					
PARAMETRI DEL MATERIALE					
γ_1 peso medio fronte (cuneo 1) [KN/m ³] 26.00					
ϕ_1 angolo medio fronte (cuneo 1) [°] 21.32					
c_1 coesione media fronte (cuneo 1) [KPa] 6.00					
K_{q1} spinta a riposo fronte (cuneo 1) 0.64					
K_{A1} coefficiente 0,5< K_{A1} <1 (cuneo 1) 0.47					
γ_m peso medio (globale) [KN/m ³] 26.00					
ϕ_m angolo medio (globale) [°] 21.32					
c_m coesione media (globale) [KPa] 18.48					
$K_{q m}$ spinta a riposo (globale) 0.64					
$K_{A m}$ coefficiente 0,5< $K_{A m}$ <1 (globale) 0.47					
γ_{2-3} peso medio (cunei 2-3) [KN/m ³] 26.00					
ϕ_{2-3} angolo medio (cunei 2-3) [°] 21.32					
c_{2-3} coesione media (cunei 2-3) [KPa] 41.36					
$K_{q 2-3}$ spinta a riposo media (cunei 2-3) 0.64					
$K_{A 2-3}$ coefficiente 0,5< $K_{A 2-3}$ <1 (cuneo 2-3) 0.47					
$\gamma_{dw 2-3}$ peso medio (sotto falda) [KN/m ³] 0.00					
$\gamma_{uw 2-3}$ peso medio (sopra falda) [KN/m ³] 26.00					
$\gamma_{(z-w)-h1}$ peso medio (tra z-w e h1) [KN/m ³] 10.00					
U press. acqua (sul fondo galleria) [KPa] 0					
CALCOLO DELLE RESISTENZE AL TAGLIO E FATTORE DI SICUREZZA					
FRONTE STABILE					
		Materiale stratificato			
τ_{m2} (resistenza taglio concio 2) [KPa]		22.86			
τ_{m3} (resistenza taglio concio 3) [KPa]		41.36			
FS (mezzo con coesione e angolo di attrito)		1.28			
FS ₃ (mezzo con coesione e angolo di attrito)		3.41			
FSF		1.28			
P_E (pressione di stabilizzazione) [KPa]		114			
					

Figura 7-3: Analisi di stabilità del fronte con interventi di consolidamento – tratta 1

Sezione di imbocco tratta 12

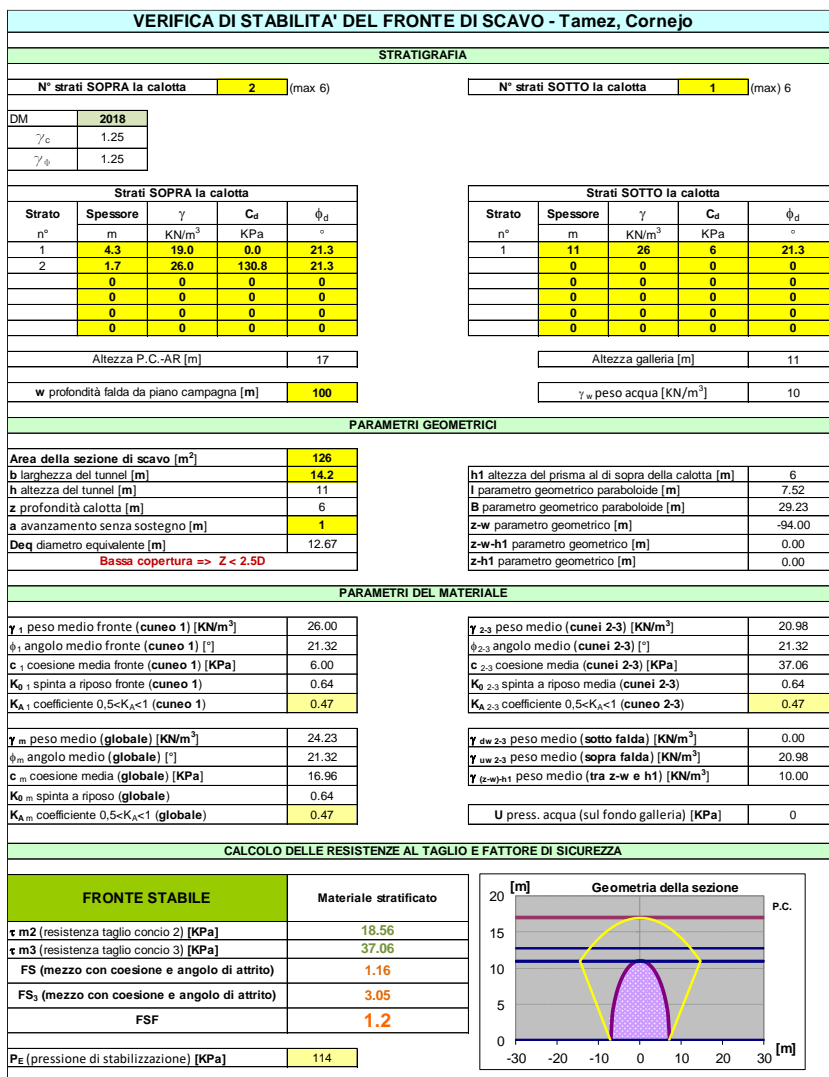


Figura 7-4: Analisi di stabilità del fronte con interventi di consolidamento – tratta 12

7.2.2 VERIFICHE DEGLI INFILAGGI METALLICI

Alcune sezioni tipo della galleria necessitano di un intervento di pre-sostegno costituito da un ombrello di infilaggi metallici, migliorando così le condizioni di stabilità del cavo, in particolare nella fase maggiormente critica al termine dello sfondo, prima della messa in opera delle centine. In questo paragrafo sono eseguite le verifiche statiche degli infilaggi metallici. Gli schemi di calcolo che meglio approssimano il comportamento degli infilaggi sono mostrati nella figura seguente.

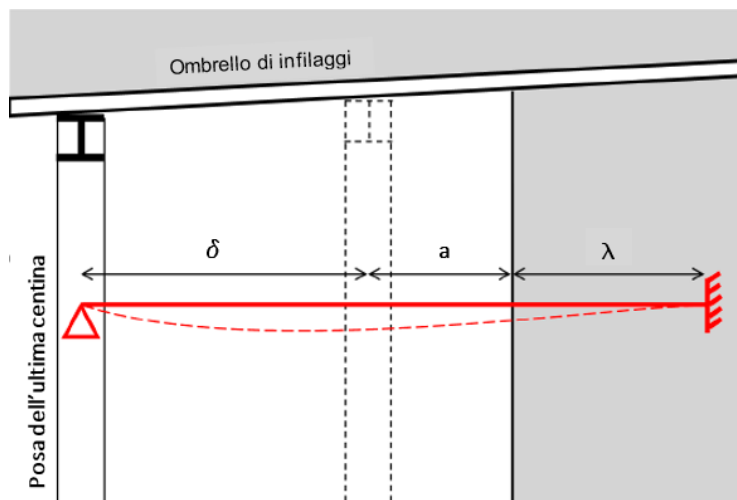


Figura 7-5: Schema di calcolo – infilaggi metallici

Lo schema statico utilizzato per la verifica degli infilaggi prevede vincoli di appoggio ed incastro alle estremità. La luce di calcolo è pari alla somma del passo delle centine (δ), del tratto di galleria non sostenuta (a =distanza tra la posizione della centina non ancora collocata ed il fronte di scavo) e di una distanza fittizia λ dell'appoggio oltre il fronte, che tiene in conto del degradamento delle caratteristiche di resistenza del nucleo di scavo in prossimità del fronte, comportando l'arretramento del vincolo di incastro. Il passo centine è fissato in base alla sezione tipo, mentre si assume $a=0.25$ e $\lambda=0.60$.

Il carico gravante per metro lineare del tubo è dato dal carico litostatico (P_v), fornito dalla relazione di Terzaghi (1943):

$$P_v = \frac{\gamma' B_1 - c'}{\tan \varphi'} \left[1 - e^{-\frac{H_0}{B_1} \tan \varphi'} \right] + \gamma' H_2 e^{\frac{H_0}{B_1} \tan \varphi'}$$

Dove:

$$B_1 = \frac{b}{2} + h \tan \left(45 - \frac{\varphi'}{2} \right);$$

H_0 è la profondità della galleria in calotta,

$$H_2 = H_0 - 5B_1 \text{ (se negativo si pone } H_2 = 0),$$

b è la larghezza della galleria,

h è l'altezza della galleria,

γ' è il peso specifico dell'ammasso roccioso,

c e φ' sono i parametri di resistenza del terreno secondo il criterio di Mohr-Coulomb.

Grazie all'effetto 3D del fronte possiamo prendere un'aliquota del 75% del carico agente (v. Szechy, "The Art of Tunnelling", 1966):

$$q = 0.75 i P_v$$

Il momento sollecitante massimo è:

PROGETTAZIONE ATI:

$$M_{Max} = \frac{1}{12} q(\delta + a + \lambda)^2$$

E quindi il momento agente di progetto/verifica, ottenuto moltiplicando M_{MAX} per il coefficiente amplificativo per le azioni o sollecitazioni γ_s :

$$M_d = \gamma_s M_{Max}$$

Il momento resistente plastico è:

$$M_{Rd p} = \frac{W_p f_{yk}}{\gamma_r}$$

Dove:

- W_p = modulo di resistenza plastico del tubo
- f_{yk} = tensione caratteristica allo snervamento dell'acciaio
- γ_r = coefficiente di sicurezza per l'acciaio (strutture metalliche)

La verifica risulta soddisfatta se:

$$M_{Rd p} > M_d$$

7.2.2.1 Analisi

Di seguito si presentano le verifiche degli infillaggi metallici valutate nelle tratte più sfavorevoli in termini di resistenza e deformabilità e di coperture:

Tratta	Sezione Tipo	c' [KPa]	ϕ' [°]	Copertura [m]
1	C3v	7	26	13
5	B1v	285	32	80

Sezione C3v (Cop. 13m)

Geometria	δ [m]	1.0	Distanza tra le centine
	a [m]	0.2	Distanza ultima centina-fronte
	λ [m]	0.7	Lungh. immorsamento infillaggio
	$L = \delta + a + \lambda$ [m]	1.9	Luce di calcolo
	i [m]	0.35	Interasse fra i tubi
	Rgall [m]	7.40	Raggio eq. galleria
	b [m]	14.2	Larghezza galleria
	h [m]	11.3	Altezza galleria
	z [m]	25.0	Copertura
Elemento	Sezione	c	
	Dest [mm]	139	Diametro esterno tubo metallico
	s [mm]	10	Spessore tubolare
	We [m3]	1.22E-04	Modulo di resistenza elastica tubo
	Wp [m3]	1.67E-04	Modulo di resistenza plastica tubo
	f _{yk} [MPa]	355	Tensione snervam. acciaio (val. caratt.)
Terreno	γ_{sat} [kN/m3]	26	Peso saturo unità di vol. terreno
	γ_w [kN/m3]	10	Peso unita di vol. acqua
	γ' [kN/m3]	16	Peso immerso unità di vol. terreno

PROGETTAZIONE ATI:

	σ_v [kPa]	650	Tensione tot. litostatica
	z_w [m]	0	Profondità falda
	u [kPa]	250	Pressione neutra
	σ'_v [kPa]	400	Tensione efficace
	ϕ' [°]	26	Angolo di resistenza a taglio
	c' [kPa]	7	Coesione
Terzaghi	ϕ' [rad]	0.45	
	P_v [kPa]	376.07	Pressione verticale in calotta
	ξ	0.75	Aliquota del carico agente sugli elementi strutturali
	$q = \xi \cdot i \cdot P_v$ [kPa]	98.72	Carico agente sul tubo metallico
Sollecitazioni	M_k [kNm]	29.70	Sollecitazione caratteristica
	γ_s	1.3	Coeff. ampl. Azioni o Sollecitazioni
	M_d [kNm]	38.61	Sollecitazione di progetto
Resistenza	γ_R	1.05	Coeff. di sicurezza resistente
	$MR_{d_plastico}$ [kNm]	56.46	Momento resistente plastico
Verifica	$MR_{d_PLAST} > M_d$	OK	68%

Sezione B1v (Cop. 80m)

Geometria	δ [m]	1.0	Distanza tra le centine
	a [m]	0.2	Distanza ultima centina-fronte
	λ [m]	0.7	Lungh. immorsamento infilaggio
	$L = \delta + a + \lambda$ [m]	1.9	Luce di calcolo
	i [m]	0.35	Interasse fra i tubi
	R_{gall} [m]	7.40	Raggio eq. galleria
	b [m]	14.2	Larghezza galleria
	h [m]	11.3	Altezza galleria
	z [m]	80.0	Copertura
Elemento	Sezione	c	
	Dest [mm]	139	Diametro esterno tubo metallico
	s [mm]	10	Spessore tubolare
Strutturale	W_e [m3]	1.22E-04	Modulo di resistenza elastica tubo
	W_p [m3]	1.67E-04	Modulo di resistenza plastica tubo
	f_{yk} [MPa]	355	Tensione snervam. acciaio (val. caratt.)
Terreno	γ_{sat} [kN/m3]	26	Peso saturo unità di vol. terreno
	γ_w [kN/m3]	10	Peso unita di vol. acqua
	γ' [kN/m3]	16	Peso immerso unità di vol. terreno
	σ_v [kPa]	2080	Tensione tot. litostatica
	z_w [m]	0	Profondità falda

PROGETTAZIONE ATI:

	u [kPa]	800	Pressione neutra
	$\sigma'v$ [kPa]	1280	Tensione efficace
	ϕ' [°]	32	Angolo di resistenza a taglio
	c' [kPa]	285	Coesione
Terzaghi	ϕ' [rad]	0.56	
	P_v [kPa]	97.13	Pressione verticale in calotta
	ξ	0.75	Aliquota del carico agente sugli elementi strutturali
	$q = \xi \cdot i \cdot P_v$ [kPa]	25.50	Carico agente sul tubo metallico
Sollecitazioni	M_k [kNm]	7.67	Sollecitazione caratteristica
	γ_s	1.3	Coeff. ampl. Azioni o Sollecitazioni
	M_d [kNm]	9.97	Sollecitazione di progetto
Resistenza	γ_R	1.05	Coeff. di sicurezza resistente
	$MR_{d_plastico}$ [kNm]	56.46	Momento resistente plastico
Verifica	$MR_{d_PLAST} > M_d$	OK	18%

8. ANALISI NUMERICHE PER IL CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI NEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE E DEFINITIVO E VERIFICHE STRUTTURALI

8.1 PREMESSA

Le analisi numeriche condotte hanno avuto l'obiettivo di verificare l'adeguatezza della soluzione progettuale indicata, determinando quindi le sollecitazioni risultanti sui rivestimenti durante tutte le fasi costruttive previste. Esse sono state condotte con il codice di calcolo alle differenze finite FLAC, che permette di tenere conto in maniera appropriata dei fenomeni di interazione terreno-struttura.

8.2 ANALISI TENSO-DEFORMATIVE ALLE DIFFERENZE FINITE

Le analisi tenso-deformative, presentate nel seguito, sono state condotte impiegando il codice di calcolo FLAC 8.0 (Fast Lagrangian Analysis of Continua), sviluppato da ITASCA Consulting, il quale consente di affrontare problemi di meccanica del continuo, determinando gli stati tensionali e deformativi in un dominio bidimensionale, le cui caratteristiche sono definite da leggi di comportamento, di tipo elastico o plastico, e da imposte condizioni al contorno, implementando il metodo delle differenze finite. Tale metodo si basa sulla discretizzazione delle equazioni differenziali che governano il problema fisico in esame, attraverso la sostituzione delle derivate con quozienti di differenze finite. In questo modo, le equazioni differenziali vengono trasformate in equazioni algebriche, da risolversi in successivi passi di calcolo. L'algoritmo di calcolo segue uno schema lagrangiano denominato "esplicito per integrazione diretta nel tempo" (explicit time marking), il quale è in grado di lavorare agevolmente e molto velocemente per sistemi con grandi deformazioni, con stati di collasso molto avanzati e in condizioni di instabilità (la possibilità di giungere al collasso non è infatti limitata da problemi di stabilità numerica, quale l'invertibilità di matrici). L'adattamento del metodo alle differenze finite a casi di griglia di forma qualunque segue l'approccio di Wilkins M.L..

La discretizzazione viene operata sovrapponendo alla porzione di continuo considerata un reticolo, in genere di maglie quadrilatera, in corrispondenza dei cui nodi (gridpoints) sono definite le grandezze in gioco. È allora possibile approssimare la derivata prima di una funzione rispetto a una variabile

indipendente, con il rapporto tra la variazione subita dalla funzione stessa nel passare da un nodo ad uno contiguo, e la corrispondente variazione della variabile indipendente. Ad un certo istante t può assumersi una delle seguenti equivalenze:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j} \approx \frac{u_{i+1,j}^t - u_{i,j}^t}{\Delta x}, \quad \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j} \approx \frac{u_{i+1,j}^t - u_{i-1,j}^t}{2\Delta x}, \quad \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j} \approx \frac{u_{i,j}^t - u_{i-1,j}^t}{\Delta x}$$

In modo analogo si opera per le derivate rispetto ad y , e per le derivate di ordine superiore. La legge costitutiva del materiale viene espressa nella seguente forma:

$$\sigma = E \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \Rightarrow \sigma_{i,j}^t = E \cdot \frac{u_{i+1,j}^t - u_{i,j}^t}{\Delta x}$$

Il codice di calcolo FLAC usa uno schema di soluzione “esplicito condizionatamente stabile”, la cui sequenza di calcolo iterativo, illustrata schematicamente nella figura seguente, comprende i seguenti passi: – per ogni nodo della griglia si valuta la massa m , la risultante delle forze esterne F_e (gravità, carichi esterni ...), la risultante delle forze interne F_i , calcolata per integrazione degli sforzi nelle zone collegate al nodo stesso, così che è possibile determinare la forza squilibrata agente sul nodo F_u (unbalanced force $F_u = F_e - F_i$); – per ogni gridpoint si scrive l’equazione di Newton $F_u = m \cdot a$, tramite la quale è possibile determinare l’accelerazione del nodo in esame; integrando due volte l’accelerazione si ottiene la velocità e lo spostamento incrementale di ogni nodo; – dal campo di spostamenti incrementali, è possibile risalire al campo di deformazioni incrementali e quindi, attraverso il legame costitutivo dei materiali, al campo di variazioni degli sforzi nel reticolo; – la variazione degli sforzi comporta la modifica, per ogni nodo della griglia, della risultante delle forze interne e conseguentemente la necessità di rideterminare la F_u , dando inizio ad un nuovo passo di calcolo. Il processo iterativo ha termine qualora si ottenga una forza squilibrata che abbia un valore minore di una tolleranza prestabilita.

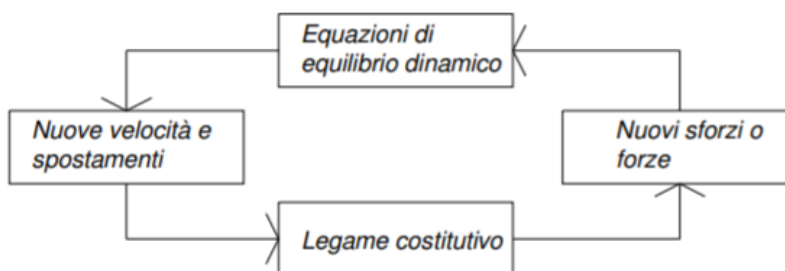


Figura 8-1: Fasi di computazione del codice di calcolo FLAC

Il codice di calcolo consente di adottare un modello di comportamento del terreno elastico perfettamente plastico basato sul criterio di rottura di Mohr-Coulomb, con legge di flusso associata. La funzione di plasticizzazione F definita dal criterio di rottura consente di individuare quelle zone di terreno in cui lo stato tensionale ha superato il limite al di sotto del quale il materiale mantiene un comportamento elastico e che sono quindi soggette a sollecitazioni tali da comportare deformazioni irreversibili nell’ammasso. Per un generico stato di sforzo, individuato dalle tensioni principali σ_1 , σ_2 , σ_3 , il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, è rappresentato dalle seguenti equazioni lineari:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \pm 2 \cdot \left(c' \cdot \cos(\phi') + \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)}{2} \cdot \sin(\phi') \right)$$

$$\sigma_2 - \sigma_3 = \pm 2 \cdot \left(c' \cdot \cos(\phi') + \frac{(\sigma_2 + \sigma_3)}{2} \cdot \sin(\phi') \right)$$

$$\sigma_3 - \sigma_1 = \pm 2 \cdot \left(c' \cdot \cos(\phi') + \frac{(\sigma_3 + \sigma_1)}{2} \cdot \sin(\phi') \right)$$

Tale criterio è rappresentato, nello spazio delle tensioni principali, da una piramide a base esagonale non regolare avente, come asse, la trisettrice del primo ottante:

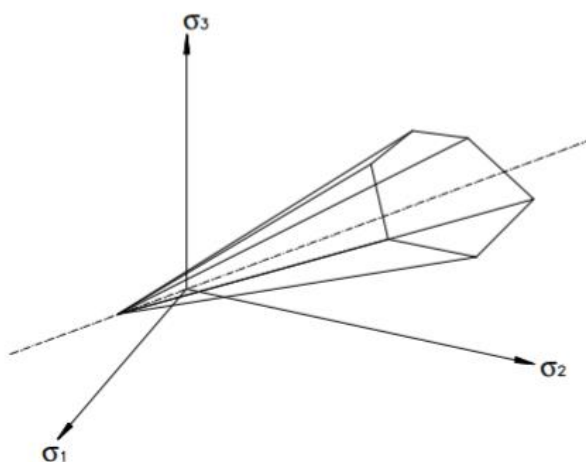


Figura 8-2: Criterio di rottura di Mohr-Coulomb nello spazio delle tensioni

8.3 AZIONE SISMICA

Si riportano di seguito i dettagli dell'azione sismica di riferimento e dei metodi adottati per la valutazione degli effetti della stessa sugli elementi strutturali in sotterraneo.

La stima dei parametri spettrali per la definizione dell'azione sismica di progetto è effettuata per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nell'Allegato B delle Norme Tecniche 2018.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR.

Il periodo di riferimento VR è dato per ciascun tipo di costruzione dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

dove:

- VN vita nominale della costruzione (vedi tab. 2.4.I del DM 14/01/2008);
- CU coefficiente d'uso, definito al variare della classe d'uso.

Tabella 2: Vita nominale VN per diversi tipi di opere (tab. 2.4.I del DM 14/01/2018).

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale VN (in anni)
1 Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2 Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3 Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tabella 3: Valore del coefficiente d'uso CU (tab. 2.4.II del DM 14/01/2008).

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE CU	0,7	1,0	1,5	2,0

Per l'opera in oggetto, si considera:

Vita nominale 50
Classe d'uso IV
Periodo di riferimento 100

L'accelerazione di picco a_{max} è espressa dalla relazione:

$$a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

Con:

- S_s coefficiente che tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;
- S_T coefficiente di amplificazione topografica;
- a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento.

Si considera una categoria di suolo C, una categoria topografica T1 e si fa riferimento allo stato limite di Salvaguardia della Vita.

Nel caso particolare si adotta la massima azione di riferimento per la tratta occupata dalla galleria:

$$a_g = 0.260g$$

$$S_s = 1.319$$

$$S_T = 1.00$$

$$a_{max} = 1.319 \cdot 1.0 \cdot 0.260g = 0.343g$$

Valutazione delle sollecitazioni sismiche

Si riporta di seguito la descrizione del metodo di calcolo dell'effetto dell'azione sismica sulle opere in sotterraneo.

Le gallerie rientrano tra le strutture meno vulnerabili alle azioni sismiche; storicamente, infatti, le opere in sotterraneo hanno evidenziato un livello di danneggiamento inferiore (talora trascurabile), rispetto alle opere in superficie (Lanzano et al., 2008). Ciò è dovuto al fatto che (Barla, 2008, AFTES, 2001):

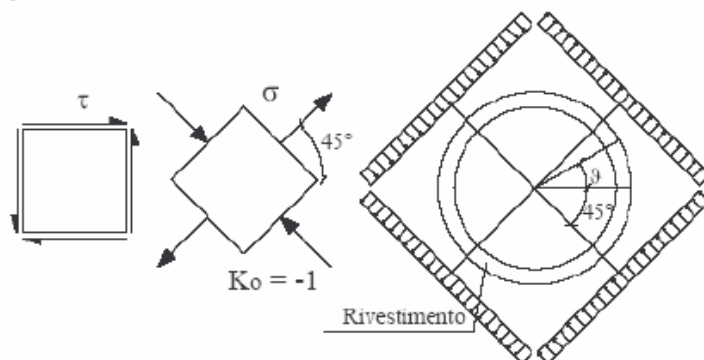
- le opere in sotterraneo sono confinate dal terreno circostante, dunque è minore il rischio di raggiungere frequenze di risonanza per la struttura;
- le onde secondarie superficiali, che sono la maggior causa di danneggiamento delle strutture fuori terra, sono assenti oltre certe profondità
- le caratteristiche dei terreni migliorano al crescere delle profondità

PROGETTAZIONE ATI:

L'effetto dell'azione sismica viene simulato considerando la risposta della sezione trasversale della galleria soggetta ad un campo di deformazione di taglio puro applicato in condizioni pseudostatiche. Ciò è possibile per due ragioni (Barla, 2008):

1. la dimensione del rivestimento di una galleria è piccola se confrontata con la lunghezza d'onda delle onde sismiche che provocano la distorsione della sezione stessa (la lunghezza delle onde sismiche è circa 8 volte la larghezza della cavità (Wang et al., 1993);
2. gli effetti inerziali nel rivestimento e nel mezzo circostante prodotti dall'interazione dinamica terreno-struttura sono modesti (Penzien, 2000).

Un campo di deformazione associato ad una condizione di taglio puro può essere ottenuto applicando al mezzo indefinito uno stato di sforzo corrispondente ad un coefficiente di spinta a riposo K_0 pari a -1, come illustrato di seguito.



Nota la deformazione massima indotta di taglio Δ , si ottengono le variazioni di sforzo normale e momento nei rivestimenti.

Le formule di seguito descritte sono riprese dalle Raccomandazioni dell'AGI (Associazione Geotecnica Italiana) del 2005, che a loro volta si rifanno al ISO TC 98/SC 3 N229 (Seismic actions for designing geotechnical works, 2003). Altri riferimenti rilevanti sono Barla (2005) e Barla (2007).

Per il calcolo delle sollecitazioni indotte dal sisma, agenti sul rivestimento definitivo della galleria naturale, si è assunta l'ipotesi che le sollecitazioni possano essere calcolate usando la distorsione massima mediata alla profondità della galleria e ignorando l'interazione cinematica tra il rivestimento e il mezzo. Nota la distorsione massima, gli incrementi di sollecitazione agenti sul rivestimento dovuti al sisma sono stati ricavati utilizzando le espressioni analitiche di Penzien & Wu (1998), che si riferiscono a una galleria di diametro D , con un rivestimento definito da un momento d'inerzia pari a I_t , e da parametri elastici E_t e ν_t . La galleria è immersa in un semispazio omogeneo e isotropo, con parametri elastici lineari E_s e ν_s . In ipotesi di perfetta aderenza fra rivestimento e terreno, la variazione dello sforzo normale (N) e del momento flettente (M) con l'angolo θ è fornita dalle espressioni:

$$N(\theta) = \frac{24E_t I_t \Delta(\theta)}{D^3(1 - \nu_t^2)}$$

$$M(\theta) = \frac{6E_t I_t \Delta(\theta)}{D^2(1 - \nu_t^2)}$$

dove la distorsione Δ è calcolata come:

$$\Delta(\theta) = \frac{2D\gamma_m(1 - \nu_t)}{1 + \alpha_{st}} \cos 2\left(\frac{\pi}{4} + \theta\right)$$

$$\alpha_{st} = \frac{48E_t I_t (1 + \nu_s)(3 - 4\nu_s)}{D^3 E_s (1 - \nu_t)}$$

Nelle espressioni precedenti, si hanno le seguenti grandezze:

E_t , E_s : moduli elastici, rispettivamente del rivestimento e dell'ammasso

ν_t , ν_s : coefficienti di Poisson, rispettivamente del rivestimento e dell'ammasso

PROGETTAZIONE ATI:

It: momento d'inerzia della sezione trasversale del rivestimento

D: diametro equivalente della galleria.

Dalle espressioni precedenti si evince che il parametro chiave per la definizione delle sollecitazioni agenti nel rivestimento è la massima deformazione di taglio γ_m in condizioni di campo libero (free-field), dovuta all'azione sismica sul terreno.

Nel rispetto delle ipotesi di calcolo, si avranno i massimi della variazione dello sforzo per giaciture multiple di 45° rispetto all'orizzontale (reni e porzione laterale dell'arco rovescio); incrementi di sollecitazioni nulli si risconteranno in chiave calotta e chiave arco rovescio.

Il parametro γ_m è calcolato, alla quota della galleria, come rapporto tra la tensione tangenziale e il modulo di rigidità a taglio a piccole deformazioni:

$$\gamma_m = \frac{\tau_{max}}{G_0}$$

Il valore di G_0 (modulo di taglio a piccole deformazioni) nei calcoli che seguono è stato calcolato come:

$$G_0 = \rho V_s^2$$

dove V_s è la velocità di propagazione delle onde di taglio nell'ammasso, ricavata (alle profondità dell'asse dei centri galleria) dalle sezioni sismiche tomografiche (sez. SRI01, SRI02 e SRI03).

Per quanto riguarda la valutazione della τ_{max} si è utilizzata la seguente espressione (Barla, 2008):

$$\tau_{max} = r_d \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \sigma_v$$

in cui r_d è un fattore di riduzione che considera la deformabilità del terreno; esistono diverse formulazioni per il coefficiente r_d (Barla et al., 2008); ciascuna formula descrive una diminuzione del suddetto coefficiente all'aumentare della profondità. Tendenzialmente si ottiene $r_d = 0$ per profondità a partire da 40-60m, a seconda della formulazione.

Per il dimensionamento della galleria, in questa sede, si è impiegata la formulazione proposta da Iwasaki et al. (1978):

$$r_d = 1 - 0.015z$$

Stabilito che è il parametro γ_m a definire l'incremento di sollecitazioni per le gallerie, si evince, dalle formule impiegate nella letteratura tecnica, che all'incremento della profondità della galleria, due fattori concorrono a rendere trascurabili gli effetti del sisma su gallerie profonde:

- l'incremento del modulo di taglio del terreno a piccole deformazioni G_0 con la profondità
- l'annullamento del coefficiente r_d , il quale rende nulle le azioni τ_{max} e quindi γ_m

Le basse coperture prevedono l'adozione delle sezioni tipo C3v, B2v, B1v valutate in corrispondenza di una copertura di 13m circa.

Applicando le formule precedentemente descritte, a partire dai valori rappresentativi:

- $E_s = 25$ MPa
- Spessori medi dei rivestimenti = 1.0 m
- $D = 14.31$ m
- $a = 0.260$ g (alle profondità di interesse $S_s = 1.319$)

si ottiene un valore di ΔM pari a circa 253 kNm e ΔN pari a 71 KN.

PROGETTAZIONE ATI:

Per coperture maggiori, gli incrementi delle sollecitazioni diminuiscono ulteriormente e quindi l'azione sismica può essere considerata trascurabile.

8.4 CARICO IDRAULICO

Al fine di determinare il carico idraulico agente sul rivestimento definitivo della galleria, è stato condotto uno studio relativamente ai livelli piezometrici presenti lungo il tracciato della galleria. Alla luce dei carichi idraulici presenti, si è altresì definito il carico effettivo, portando in conto l'azione del sistema di drenaggio sopra descritto. In dettaglio, la valutazione dei carichi idraulici all'estradosso del rivestimento definitivo in presenza di galleria rivestita e schema di drenaggio classico, è stata valutata seguendo la teoria di Ribacchi et al. 2002, basata su una galleria schematizzata con una sezione circolare equivalente e si assumono condizioni di flusso assisimmetrico.

Secondo tale studio, dopo l'installazione del dreno e dell'impermeabilizzazione, il flusso di acqua uscente dal prerivestimento percorre il dreno sui due lati della galleria con portate q progressivamente crescenti dalla calotta verso la zona di scarico del piede, come riportato nella Figura 8-1.

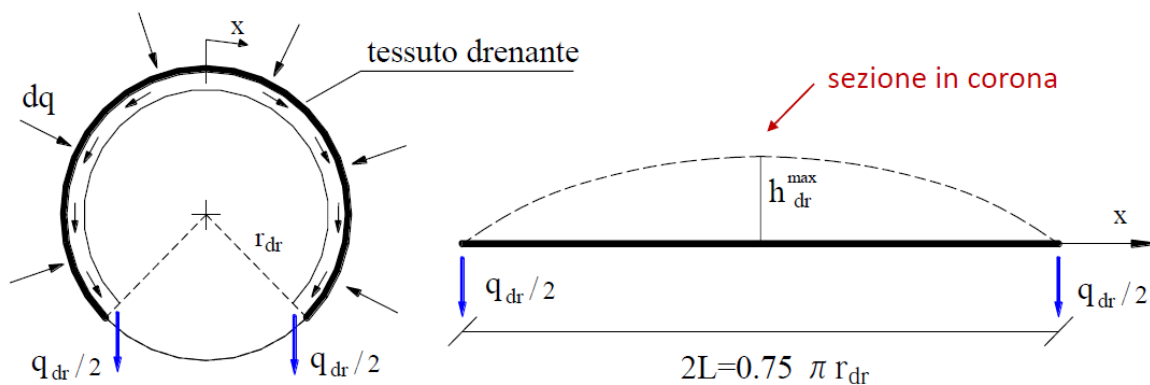


Figura 8-1: *Schema di calcolo del flusso nella sezione con drenaggi*

Dopo avere assunto valide le seguenti ipotesi :

1. $q_{dr/2}$ portata drenata, costante su ciascun ramo lungo lo sviluppo del dreno;
2. h_{dr} carico idrico in calotta, variabile lungo lo sviluppo del dreno che parte dalla sommità della calotta (h_{dr}^{max}) verso il punto di sbocco situato a distanza L . Per valutare il flusso proveniente dall'ammasso roccioso attraverso il prerivestimento si ipotizza che nel dreno regni ovunque il carico h_{dr} (che in realtà è presente solo in chiave di calotta).

Con riferimento alla Figura 8-1, si ottiene la seguente relazione:

$$\frac{h_{dr}}{h_0} = \left\{ 1 + \frac{\theta_{dr}}{\alpha_{dr} r_{dr} k} \frac{4 \ln\left(\frac{R}{r_e}\right)}{3\pi^2} \right\}^{-1}$$

La pressione all'estradosso del prerivestimento diviene:

$$\frac{h_e}{h_0} = (1 - \alpha_{dr}) + \alpha_{dr} h_{dr}/h_0$$

in cui:

- $\alpha_{dr} = \left(1 + \frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_{dr}}\right)k}{\ln\left(\frac{R}{r_e}\right)k_{pr}} \right)^{-1}$;
- $k_{pr} = 5 \cdot 10^{-8} [m/s]$ permeabilità del prerivestimento in cls proiettato;
- $k = 1.22 \cdot 10^{-7} [m/s]$ permeabilità dell'ammasso roccioso;
- r_e raggio dell'estradosso del prerivestimento;
- r_{dr} raggio in corrispondenza del dren;
- $R = 2 \cdot h_0$ raggio di influenza del modello assisimmetrico;
- h_0 carico idraulico sopra la calotta prima dello scavo;
- $\theta_{dr} = k_{dr} \cdot t_{dr}$ trasmissività del dren;
- $k_{dr} = 6.4 \cdot 10^{-4} [m/s]$ permeabilità del dren;
- $t_{dr} = 0.04 [m]$ spessore dren

Anelli di diversa permeabilità in serie

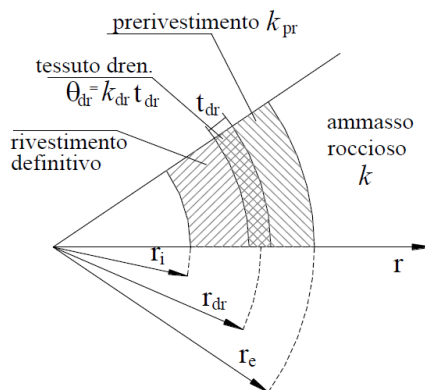


Figura 8-2: Schema di calcolo del flusso nella sezione con drenaggi

Il valore della permeabilità globale dell'ammasso è stato definito dai risultati delle prove Lugeon condotte in corrispondenza dei sondaggi S12 e di S13. Tenuto presente che gli ammassi rocciosi alla scala dei volumi interessati da questo tipo di prove presentano tipicamente una marcata disomogeneità della permeabilità, per il calcolo del battente idrico finale si è cautelativamente fatto riferimento al valore di permeabilità dell'ammasso più alto ottenuto dalle prove e si è considerato il raggio massimo equivalente (r_e) tra le sezioni tipo adottate nelle zone inerenti la formazione marnoso arenacea.

Nella Tabella 8-8.4 si riporta lo studio parametrico condotto per la definizione del battente idrico agente sul rivestimento finale. Dal 'Profilo geomeccanico' (cod. elab. T00GN00OSTFG01-04) si è definito il valore di h_0 , che influisce le analisi per le tratte che interessano la formazione Marnoso-Arenacea Umbra.

Tabella 8-8.4: carichi idraulici calcolati per le tratte sotto falda

Copertura	h_0	r_e	r_{dr}	R	α_{pr}	h_{dr}	h_e
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
100	60	7.5	7.28	120	0.97	4.97	6.4

PROGETTAZIONE ATI:

Nelle analisi interessate da alte coperture, e quindi da livelli piezometrici significativi, è stato assunto un carico idraulico di altezza pari a $h_e=6.5m$.

8.5 INTERVENTO DI CONSOLIDAZIONE MEDIANTE PALI PLASTICI

Le coperture evidenziate dal profilo geomeccanico comprese tra le pk 5+870 – 6+060 risultano particolarmente esigue. In queste zone le caratteristiche meccaniche delle formazioni presenti risultano estremamente scadenti (coltre superficiale), passando per una seconda fascia di materiale più competente con livelli alterati per poi entrare nella formazione di base integra al di sotto della zona Reni/Piano dei Centri.

Tale conformazione morfologica e geologica rende necessario un' intervento di consolidamento dall'alto costituiti da pali plastici $\Phi 1200$ tangenti in calcestruzzo magro C12/15 di lunghezza variabile, realizzati in due fasi distinte a file alternate ad interasse 2.40m. Di seguito si riportano profilo, planimetria e sezione tipo di una tratta dell'intervento (cfr. T00GN01OSTDI01-04).

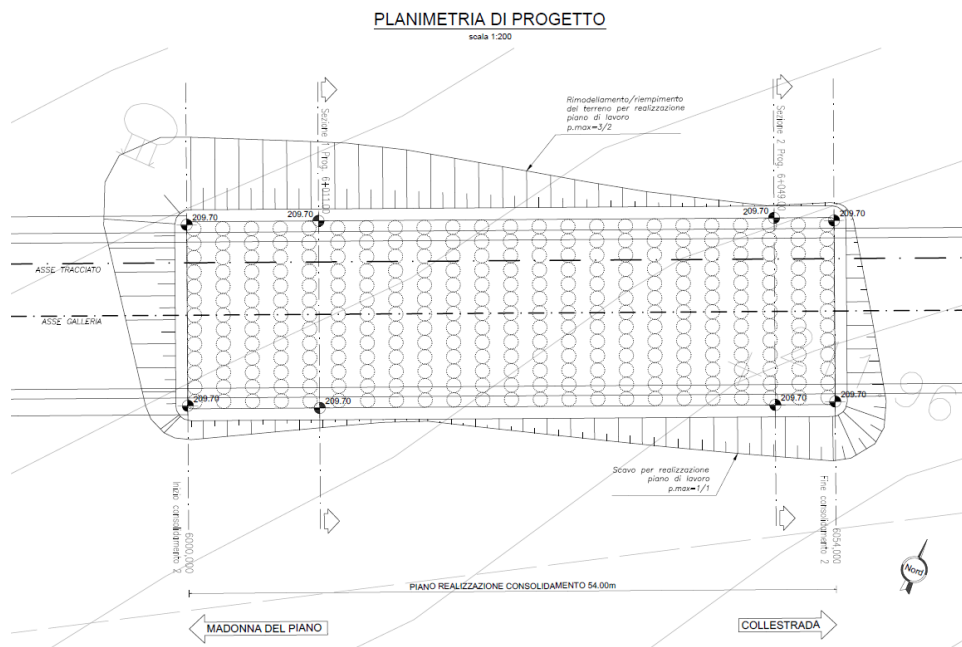


Figura 8-3: Planimetria intervento con pali plastici

PROGETTAZIONE ATI:

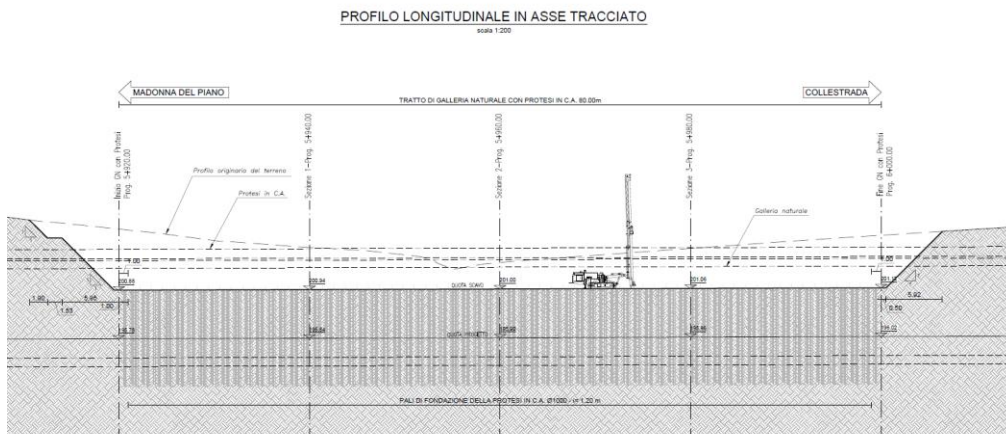


Figura 8-4: Profilo intervento con pali plastici

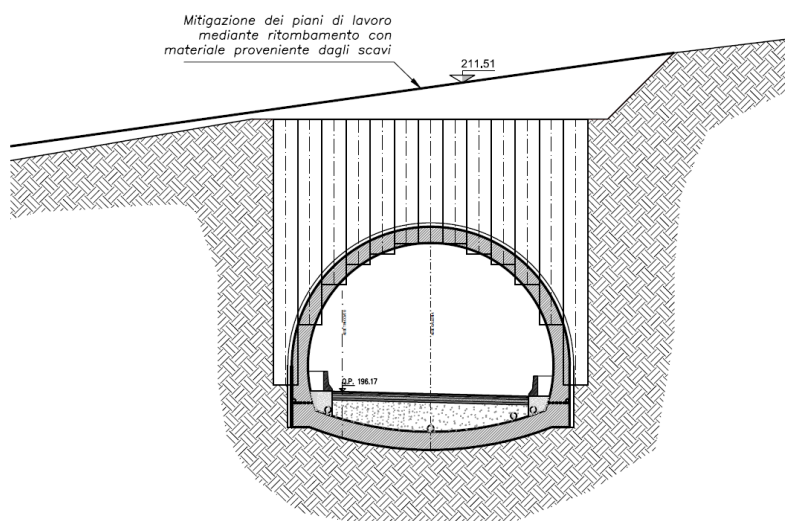


Figura 8-5: Sezione intervento con pali plastici

In presenza di tale intervento si ottiene un miglioramento delle caratteristiche di resistenza e deformabilità intorno alla zona di scavo.

Per la valutazione dei parametri equivalenti si è fatto riferimento alle seguenti equazioni, derivate dalle formulazioni in merito alle azioni taglianti tra calcestruzzi (UNI EN 1992-1-1:2005 - EC2 § 6.2.5):

$$C_{eq} = c \cdot f_{ctd}$$

$$\phi_{eq} = \frac{1}{\tan(\mu)}$$

Dove:

PROGETTAZIONE ATI:

c, μ sono fattori che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia.

Successivamente sono stati valutati i parametri di resistenza e deformabilità adottati nell'analisi attraverso una media pesata sugli spessori interessati dal terreno e dai pali.

$$C' = \frac{C_{eq} S_p + C_t S_t}{S_p + S_t}$$

$$\phi' = \frac{\phi_{eq} S_p + \phi_t S_t}{S_p + S_t}$$

$$E = \frac{E_{cm} S_p + E_t S_t}{S_p + S_t}$$

$$\nu = 0.25$$

Dove:

- $C_{eq}, \phi_{eq}, E_{cm}$ sono i parametri di resistenza e deformabilità dei pali plastici
- C_t, ϕ_t, E_t sono i parametri di resistenza e deformabilità del terreno
- S_p spessore interessato dai pali
- S_t spessore interessato dal terreno

Nell'analisi sono stati quindi assunti i seguenti parametri:

— $C' = 144 \text{ KPa}$

— $\phi' = 37$

— $E = 10.2 \text{ GPa}$

— $\nu = 0.25$

PROGETTAZIONE ATI:

8.6 DATI DI INPUT DELLE ANALISI NUMERICHE

Sulla base di quanto stabilito al documento “Relazione Geotecnica delle Opere in Sotterraneo”, si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle tratte della galleria Collestrada e delle sezioni di calcolo individuate con i rispettivi dati di input.

Tabella 8-5: Tratte omogenee, sezioni tipo previste e sezioni di calcolo Galleria Collestrada – asse sx

Tratto	L tratto	c [KPa]		ϕ		E [GPa]		H		Sezioni	Sezione di calcolo
		min	max	min	max	min	max	min	max		
1	30	5	10	25	27	0.02	0.025	4	7	C3V	
2	60	60	180	41	49	0.25	0.6	7	20	B0 B2V	
3	180	80	290	34	44	0.6	1.5	20	32	BPZ CPZ / B1 B1V B0	
4	240	90	350	30	42	1.5	2	32	60	B1 B1V B0	
5	456	130	440	26	38	1.5	2	60	100	BPZ CPZ / B1 B1V B0	BPZ / B1 / bypass
6	84	90	350	30	42	1.5	2	32	60	B1 B1V B0	
7	86	50	300	34	48	0.25	1.5	10	32	B1 B1V B0	
8	54	20	44	40	47	0.06	0.11	3	10	B1V	B1v
9	148	-	-	-	-	-	-	-	-	B0 / BPZ	B0 / PROTESI
10	54	20	44	40	47	0.06	0.11	3	10	B1V	
11	163	50	140	48	52	0.25	0.6	8	10	B0 B2V	
12	20	0	10	25	29	0.025	0.035	6	8	C3V	

Tabella 8-6: tratte omogenee, sezioni tipo previste e sezioni di calcolo Galleria Collestrada – asse dx

Tratto	L tratto	c [KPa]		ϕ		E [GPa]		H		Sezioni	Sezione di calcolo
		min	max	min	max	min	max	min	max		
1	80	5	10	25	27	0.02	0.025	4	13	C3V	C3V
2	60	60	180	41	49	0.25	0.6	13	20	B0 B2V	B2V
3	180	80	290	34	44	0.6	1.5	20	35	B1 B0 B1V	
4	216	90	350	30	42	1.5	2	35	60	BPZ CPZ / B1 B0 B1V	
5	396	130	440	26	38	1.5	2	60	100	B1 B0 B1V	
6	144	90	350	30	42	1.5	2	35	60	BPZ / B1 B0 B1V	
7	96	50	300	34	48	0.25	1.5	10	32	B1 B0 B1V	
8	48	20	44	40	47	0.06	0.11	3	10	B1V	
9	80	-	-	-	-	-	-	-	-	B0	
10	54	20	44	40	47	0.06	0.11	3	10	B1V	
11	301	50	140	48	52	0.25	0.6	8	10	CPZ / B0 B2V	CPZ
12	25	0	10	25	29	0.025	0.035	6	8	C3V	

Nelle analisi, per tener conto del contributo relativo agli infilaggi, è stata applicata in corrispondenza della calotta una coronella di materiale avente come caratteristiche meccaniche un angolo di resistenza al taglio pari a quella del materiale presente in sito, una coesione e un modulo elastico equivalente valutato attraverso le seguenti formulazioni:

$$E_{eq} = \frac{(A_r - n \cdot A_p)E_t + (n \cdot A_p)E_s}{A_{tot}}$$

$$C_{eq} = \frac{(A_r - n \cdot A_p)c_t + (n \cdot A_p) f_{yd}/2}{A_{tot}}$$

Dove:

- A_r area del terreno a meno degli infilaggi;
- A_p area del tubolare metallico;
- A_{tot} area di influenza dei tubolari metallici;
- E_t modulo elastico del terreno;
- E_s modulo elastico dell'acciaio;
- c_t coesione del terreno;
- f_{yd} resistenza di snervamento dell'acciaio.

Per tener conto invece del consolidamento al contorno relativo ai VTR, si è valutato l'incremento di coesione nella situazione più critica relativa alla sola lunghezza di ancoraggio dei tubi secondo la seguente espressione:

$$\Delta\sigma_c = \frac{\Delta\sigma_3}{2} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

Dove:

- $\Delta\sigma_3$ pressione di confinamento agente sulla superficie di influenza;
- ϕ angolo di resistenza a taglio del materiale in sito.

Il valore di $\Delta\sigma_3$ adottato è il valore inferiore tra la resistenza a snervamento dei tubi e la resistenza allo sfilamento dei medesimi tubi iniettati e cementati:

$$\Delta\sigma_3 = \min \left[\frac{N \cdot A_{VTR} \cdot \sigma_{yld}}{A}; \frac{N \cdot \pi \cdot D \cdot L \cdot \tau}{A} \right]$$

Dove:

- N numero dei VTR;
- A_{VTR} area reagente del tubo in VTR;
- σ_{yld} resistenza del tubo in VTR;
- A area di influenza;
- D diametro di perforazione del VTR;
- L lunghezza di sovrapposizione dei VTR;
- τ resistenza limite miscela cementizia-terreno.

PROGETTAZIONE ATI:

Tabella 8-7: parametri di calcolo sezione C3v

Sezione di calcolo C3v		
Copertura galleria pari a circa 9m		
Da p.c. a -16	Unità geotecnica	UG1
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	19
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	27
	coesione efficace, c' [kPa]	10
	modulo elastico, E [Gpa]	0.025
Da -16 a fine modello	Unità geotecnica	UGR
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	41
	coesione efficace, c' [kPa]	60
	modulo elastico, E [Gpa]	0.25

Tabella 8-8: parametri di calcolo sezione B2v

Sezione di calcolo B2v		
Copertura galleria pari a circa 18 m		
Da p.c. a -4.5m	unità geotecnica	UG1
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	19
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	25
	coesione efficace, c' [kPa]	5
	modulo elastico, E [Gpa]	0.02
Da -4.5m a fine modello	unità geotecnica	UGR
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	45
	coesione efficace, c' [kPa]	120
	modulo elastico, E [Gpa]	0.43

Tabella 8-9: parametri di calcolo sezione B1

Sezione di calcolo B1		
Copertura galleria pari a circa 80 m		
Da p.c. a fine modello	unità geotecnica	UGR
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	32
	coesione efficace, c' [kPa]	285
	modulo elastico, E [Gpa]	1.75

PROGETTAZIONE ATI:

Tabella 8-10: parametri di calcolo sezione B1v

Sezione di calcolo B1v		
Copertura galleria pari a circa 6 m (sezione pali plastici)		
Da p.c. a -6m	unità geotecnica	Coltre eluvio-colluviale
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	20
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	35
	coesione efficace, c' [kPa]	5
	modulo elastico, E [Gpa]	0.03
Da -6m a fine modello	unità geotecnica	UGR
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	43
	coesione efficace, c' [kPa]	32
	modulo elastico, E [Gpa]	0.085

Tabella 8-11: parametri di calcolo sezione B0

Sezione di calcolo B0 – Protesi		
Copertura pari a circa 6 m		
Da p.c. a -6m	unità geotecnica	Materiale di scavo/coltre
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	20
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	35
	coesione efficace, c' [kPa]	5
	modulo elastico, E [Gpa]	0.03
Da -6m a fine modello	unità geotecnica	UGR
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	43
	coesione efficace, c' [kPa]	32
	modulo elastico, E [Gpa]	0.085

Tabella 8-12: parametri di calcolo sezione BPZ

Sezione di calcolo BPZ		
Copertura galleria pari a circa 80 m		
Da p.c. a fine modello	unità geotecnica	UGR
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	32

PROGETTAZIONE ATI:

	coesione efficace, c' [kPa]	285
	modulo elastico, E [Gpa]	1.75

Tabella 8-13: parametri di calcolo sezione CPZ

Sezione di calcolo CPZ		
Copertura pari a circa 10 m		
Da p.c. a -12m	unità geotecnica	UGRalt
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	40
	coesione efficace, c' [kPa]	20
	modulo elastico, E [Gpa]	0.06
Da -12m a fine modello	unità geotecnica	UGR
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	48
	coesione efficace, c' [kPa]	50
	modulo elastico, E [Gpa]	0.25

Tabella 8-14: parametri di calcolo sezione Bypass

Sezione di calcolo Bypass		
Copertura galleria pari a circa 100 m		
Da p.c. a fine modello	unità geotecnica	UGR
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	38
	coesione efficace, c' [kPa]	440
	modulo elastico, E [Gpa]	2.00

Tabella 8-15: parametri di calcolo protesi – sezione corrente

Sezione di calcolo Protesi - Sezione corrente		
Copertura pari a circa 6 m		
Da p.c. a -6m	unità geotecnica	Materiale di scavo/coltre
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	20
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	35

PROGETTAZIONE ATI:

	coesione efficace, c' [kPa]	5
	modulo elastico, E [Gpa]	0.03
Da -6m a fine modello	unità geotecnica	UGR
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	43
	coesione efficace, c' [kPa]	32
	modulo elastico, E [Gpa]	0.085

Tabella 8-16: parametri di calcolo protesi – sezione in piazzola

Sezione di calcolo Protesi - Sezione in piazzola		
Copertura pari a circa 2.5 m		
Da p.ril. a -9m	unità geotecnica	Materiale di scavo/coltre
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	20
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	35
	coesione efficace, c' [kPa]	5
	modulo elastico, E [Gpa]	0.03
Da -9m a fine modello	unità geotecnica	UGR
	peso dell'unità di volume, γ [kN/m ³]	26
	angolo di resistenza al taglio, ϕ' [°]	43
	coesione efficace, c' [kPa]	32
	modulo elastico, E [Gpa]	0.085

8.7 VALUTAZIONE DEI RILASCI TENSIONALI

L'analisi di convergenza-confinamento (Duncan-Fama, 1993; Panet, 1993, 1995; Carranza Torres e Fairhurst, 2000 e altri) è uno strumento ampiamente utilizzato per la valutazione preliminare del potenziale di rilascio tensionale e dei requisiti di supporto per tunnel circolari in una varietà di condizioni geologiche e di sollecitazioni.

Al fine di simulare il progressivo detensionamento dell'ammasso a mezzo di una pressione interna fittizia q , si definisce fattore di rilascio tensionale λ , variabile tra 0 ed 1, la quantità:

$$q = (1 - \lambda) \cdot S$$

dove S è lo stato tensionale in condizioni litostatiche. Con l'utilizzo dei fattori di rilascio è possibile simulare l'avanzamento dello scavo in metodi bidimensionali (condizioni di deformazione piana).

Modelli assialsimmetrici

L'analisi dei modelli assialsimmetrici (considerando gli eventuali interventi di preconsolidamento e presostegno in caso di impiego di VTR) consente di definire in forma numerica le curve di "taratura" necessarie per la determinazione della curva di rilassamento delle forze di scavo da utilizzare nel

modello di verifica alle differenze finite (in stato di deformazione piana) e si esplica in due distinte fasi:

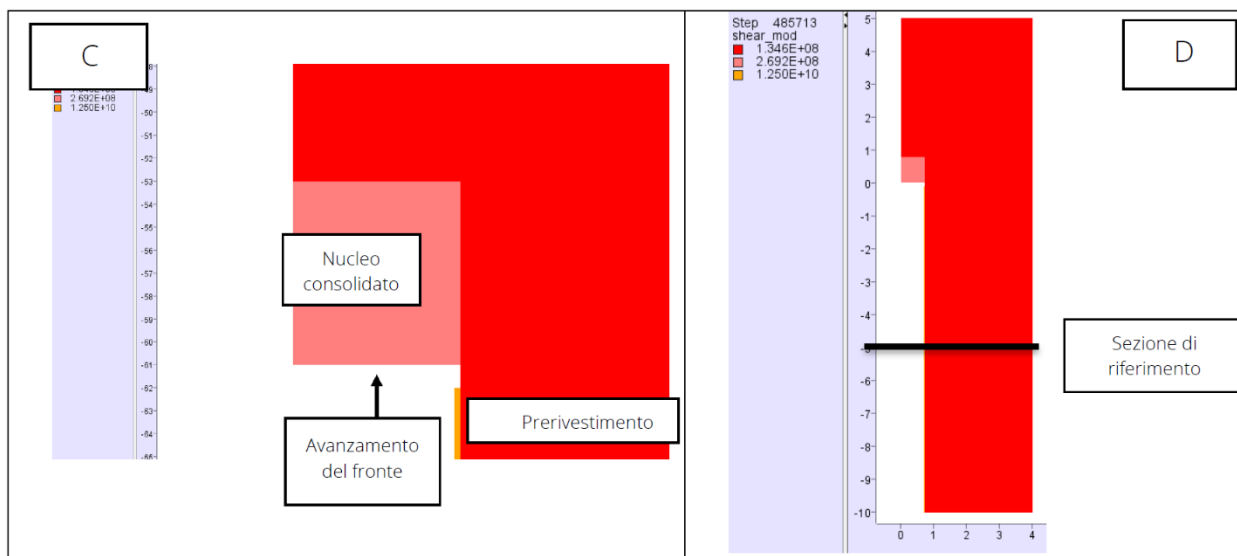
- *analisi assialsimmetrica longitudinale*: consente di determinare la curva di convergenza in funzione della distanza dal fronte (LDP – Longitudinal Displacement Profile) ed, in particolare, il valore assunto dalla preconvergenza;
- *analisi trasversale*: per la determinazione della relazione tra pressioni di contenimento, esercitate in senso radiale sul bordo della galleria dalle opere di stabilizzazione e di rivestimento, e spostamenti radiali al suo contorno (GRC – Ground Reaction Curve).

La procedura impiegata nel calcolo assialsimmetrico si compone, per ogni caso analizzato, di n. 2 modelli.

Nel primo (*analisi ax-sym longitudinale*) si simula l'avanzamento del fronte, la messa in opera dei priverivestimenti e degli interventi di precontenimento e presostegno del fronte e del cavo adottando l'ipotesi di assialsimmetria della galleria; si riportano, a titolo di esempio, immagini riprese in step successivi.

Lo scavo (asse y del modello) è simulato attraverso la rimozione progressiva di elementi in corrispondenza del nucleo (A, B, C, fig. seguente); al termine di ciascun campo di scavo sono fatte variare le proprietà dei degli elementi sul fronte e sul contorno, qualora siano presenti interventi di preconsolidamento.

Per ogni metro scavato il programma memorizza gli spostamenti in direzione radiale in corrispondenza della sezione di controllo riportata nel riquadro D della fig. seguente. In tal modo si riescono a determinare le curve di convergenza del cavo per distanze del fronte da - 50 a + 50 m rispetto alla sezione di riferimento.



Si determinano infine, in particolare, il valore dello spostamento radiale ed il valore del raggio plastico all'atto dell'installazione del priverivestimento, che saranno impiegati nel secondo modello, l'*analisi trasversale*.

Costruendo un modello costituito da 1 m lineare di sviluppo di galleria, infatti, si ottengono le curve delle convergenze radiali in funzione della pressione di confinamento; imponendo l'installazione del priverivestimento in corrispondenza dello spostamento radiale determinato con la precedente analisi si calcolano le pressioni e gli spostamenti a cui sarà soggetto lo stesso.

PROGETTAZIONE ATI:

Le curve ottenute dai due modelli sono quindi correlate per determinare i coefficienti di rilassamento percentuali sul fronte di scavo e all'atto dell'installazione del prerivestimento.

In conclusione, con riferimento al metodo proposto, per ogni sezione di calcolo si sono determinate:

- curva GRC (Ground Reaction Curve) o curva caratteristica del cavo
- curva LDP (Longitudinal Displacement Profile) o curva “convergenza-distanza dal fronte”

dalle quali è stato possibile ottenere:

- u_r Spostamento radiale del cavo
- q Pressione interna del cavo
- λ Rilascio tensionale

La determinazione delle due curve suddette consente l'individuazione delle percentuali di rilascio delle forze di scavo, che saranno adottate nel calcolo numerico. Il rivestimento provvisorio costituito da spritz-beton e centine è stato schematizzato come un unico elemento strutturale dalle caratteristiche (area, inerzia, e modulo di Young) omogeneizzate allo spritz beton. Le rigidità dei rivestimenti provvisorio e definitivo adottate nelle varie fasi della modellazione sono state fatte variare in funzione del grado di maturazione del calcestruzzo. Al fine di simulare la galleria nelle condizioni di esercizio, a fine modellazione, è stato considerato il decadimento del rivestimento provvisorio.

Si riportano di seguito i risultati, evidenziando come le analisi assialsimmetriche sono state svolte solo per le sezioni tipo calcolate in contesti di alta copertura in quanto riconducibili verosimilmente alle condizioni di assialsimmetria (modesta influenza del gradiente delle tensioni).

Le stesse analisi non sono state eseguite per la stima dei rilasci da utilizzare per la sezioni in modeste coperture, che non sono compatibili con l'ipotesi fondamentale di simmetria cilindrica. Per il dimensionamento degli elementi di rivestimento delle suddette sezioni tipo sono stati assunti dei fattori di rilascio cautelativi.

8.7.1 ANALISI AD ALTE COPERTURE

8.7.1.1 Sezione B1 – tratta 5

DATI DI INPUT						
R_0 [m]	γ [kN/m ³]	ν [-]	c' [KPa]	ϕ' [°]	E' [GPa]	H [m]
7.2	26	0.3	285	32	1.75	80

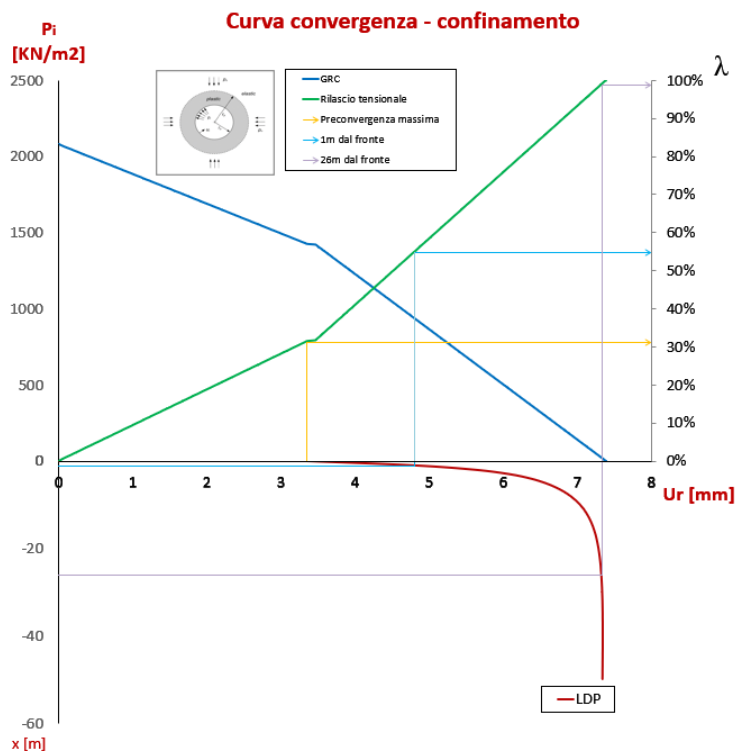


Figura 8-6: Curve GRC e LDP per la valutazione dei rilasci tensionali nelle varie fasi di analisi

FASE	DESCRIZIONE	λ
Fase 0	Fase litostatica e apertura fronte di scavo	0.00
Fase 1	Preconvergenza massima	0.30
Fase 2	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.55
Fase 3	Installazione del prerivestimento (centina + spritz)	0.55
Fase 4	Installazione arco rovescio	0.98
Fase 5	Installazione del rivestimento definitivo	1.00
Fase 6	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.00

PROGETTAZIONE ATI:

8.7.1.2 Sezione BPZ – tratta 5

DATI DI INPUT						
R_0 [m]	γ [kN/m ³]	u [-]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E' [GPa]	H [m]
7.4	26	0.3	285	32	1.75	80

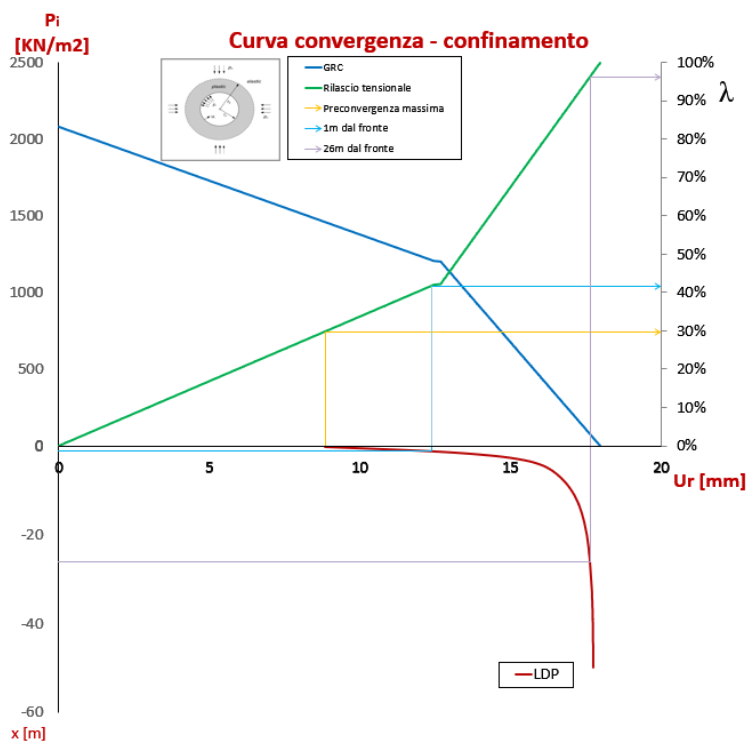


Figura 8-7: Curve GRC e LDP per la valutazione dei rilasci tensionali nelle varie fasi di analisi

FASE	DESCRIZIONE	λ
Fase 0	Fase litostatica e apertura fronte di scavo	0.00
Fase 1	Preconvergenza massima	0.30
Fase 2	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.42
Fase 3	Installazione del priverstimento (centina + spritz)	0.42
Fase 4	Installazione arco rovescio	0.96
Fase 5	Installazione del rivestimento definitivo	1.00
Fase 6	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.00

8.7.1.3 Sezione bypass – tratta 5

DATI DI INPUT						
R_0 [m]	γ [kN/m ³]	u [-]	c' [KPa]	ϕ' [°]	E' [GPa]	H [m]
4.5	26	0.3	440	38	2.0	100

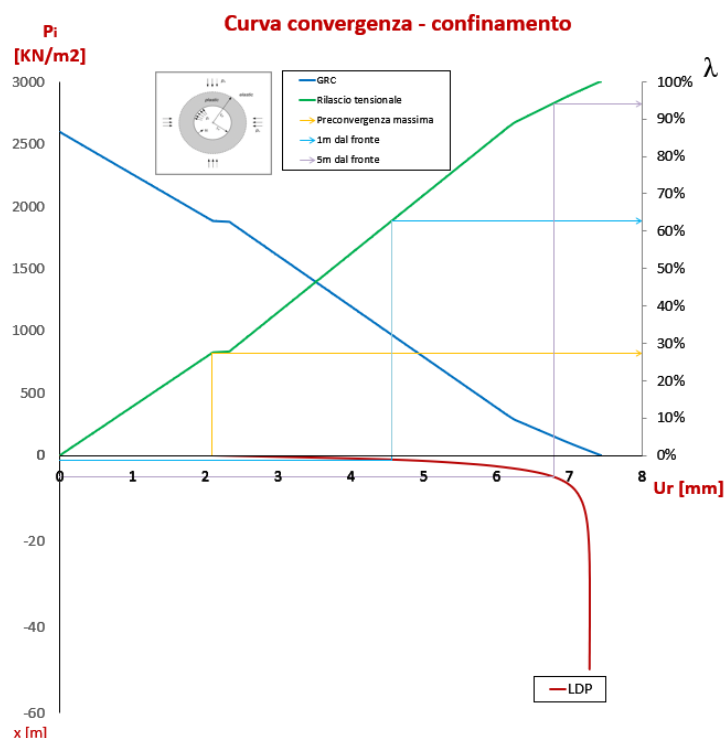


Figura 8-8: Curve GRC e LDP per la valutazione dei rilasci tensionali nelle varie fasi di analisi

FASE	DESCRIZIONE	λ
Fase 0	Fase litostatica e apertura fronte di scavo	0.00
Fase 1	Preconvergenza massima	0.27
Fase 2	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.62
Fase 3	Installazione del priverstimento (centina + spritz)	0.62
Fase 4	Installazione arco rovescio	0.94
Fase 5	Installazione del rivestimento definitivo	0.98
Fase 6	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.00

8.7.2 ANALISI A BASSE COPERTURE

Le analisi assialsimmetriche, atte alla valutazione delle convergenze radiali al momento dell'installazione degli elementi strutturali e di conseguenza propedeutiche ad una migliore stima dei fattori di rilascio, non sono state svolte per le sezioni analizzate in corrispondenza di basse coperture

PROGETTAZIONE ATI:

($H < (2.5 \div 3)D$) non essendo riconducibili a condizioni di assialsimmetria. Per il dimensionamento degli elementi di rivestimento delle suddette sezioni tipo sono stati assunti dei fattori di rilascio cautelativi tenendo in conto tuttavia della distanza a cui vengono realizzati gli elementi costituenti il rivestimento definitivo.

DESCRIZIONE	λ
Installazione riv. I fase	0.4
Installazione A.R.	0.8
Installazione riv. II fase	1.0

8.8 RISULTATI E VERIFICHE STRUTTURALI

Il comportamento del sistema opera-terreno è stato analizzato nelle diverse fasi costruttive fino alla configurazione finale ed in condizioni di esercizio. Le analisi sono mirate alla previsione del comportamento deformativo al contorno dello scavo e dei carichi attesi sui sostegni provvisori e sui rivestimenti definitivi.

Le verifiche SLU strutturali sono state eseguite, in accordo con la combinazione 1 di coefficienti parziali, adottandone i valori indicati nella Tabella 6.2.I delle NTC 2018 e verificando il soddisfacimento della condizione:

$$E_d \leq R_d \quad (6.41)$$

con R_d la resistenza di progetto ed E_d l'effetto dell'azione di calcolo.

Per il **rivestimento provvisorio**, si verifica la resistenza dell'insieme centine+spritz:

- verifiche con combinazione allo **SLU** (cfr. Paragrafo 2.5.3 NTC2018 – eq. 2.5.1)
- le sollecitazioni sono “catturate” al termine della **fase 4**

Per quanto riguarda i rivestimenti provvisori (centine e spritz beton), si è definito il dominio di interazione M-N in riferimento ad una sezione in c.a. equivalente di larghezza B pari a 1m altezza H pari allo spessore dello strato di spritz beton ed armatura pari all'area dei profilati metallici utilizzati a meno del contributo resistente dell'anima del profilato.

L'omogeneizzazione tra le centine e lo spritz – beton avviene assegnando agli elementi 'beam' un modulo elastico e uno spessore equivalente derivato dalle seguenti formulazioni:

$$(EI)_{sb} + (EI)_{st} = \frac{s_{omo}^3}{12} \cdot E_{omo}$$

$$(EA)_{sb} + (EA)_{st} = s_{omo} \cdot E_{omo}$$

Per il **rivestimento definitivo**, si verifica la resistenza di una sezione in calcestruzzo di base pari ad un metro e altezza variabile in base alla sezione di calcolo:

- verifiche a pressoflessione con combinazione allo **SLU** per sezioni armate
- verifiche a taglio con combinazione allo **SLU** per sezioni armate
- verifiche a sforzo normale e taglio allo **SLU** per sezioni non armate
- verifiche a pressoflessione con combinazione **sismica** (se presente) per sezioni armate
- verifiche a taglio con combinazione **sismica** per sezioni armate
- le sollecitazioni sono “catturate” al termine dell' **ultima fase**

PROGETTAZIONE ATI:

Tutte le sezioni sono caratterizzate da un copriferro superiore ed inferiore pari a 5 cm e sono dotate di armatura simmetrica ($A_s = A'_s$). Le verifiche a pressoflessione per sezioni armate sono state svolte in forma grafica definendo i domini di resistenza N-M e confrontando le sollecitazioni con le resistenze. Quelle per sezioni non armate sono riportate in forma tabellare. Le verifiche a taglio dei rivestimenti definitivi armati sono state condotte dapprima considerando sezioni non armate a taglio (cfr. §4.1.2.3.5.1 delle NTC 2018) con la seguente formulazione:

$$V_{rd} = \max \left\{ \left[\frac{0.18k(\rho_1 100 f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \sigma_{cp} \right] b_w d; (v_{\min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d \right\} \quad (6.43)$$

Per il significato di tutti i termini si rimanda all'equazione 4.1.23 delle NTC 2018.

Le verifiche delle sezioni armate a taglio sono state condotte secondo le prescrizioni del paragrafo 4.1.2.3.5.2 delle NTC 2018, questa volta con riferimento al più alto dei valori di taglio agente V_{sd} . Il valore di sollecitazione normale agente (e dunque il conseguente valore di σ_{cp} nelle formule adottate) è quello corrispondente alla sezione in cui è operata la verifica, vale a dire quella in cui la sollecitazione tagliante è massima. I valori del taglio resistente *lato acciaio* e *lato calcestruzzo* sono stati calcolati in accordo con le formule riportate al paragrafo 4.1.2.3.5.2 delle NTC 2018 e che qui di seguito vengono brevemente richiamate. È stato fatto sempre riferimento a staffe con inclinazione α pari a 90° .

$$V_{Rsd} = 0.9 d \frac{A_{sw}}{s} f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha \quad (6.44)$$

$$V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c v_{fd} \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{1 + \cot^2 \theta} \sin \alpha \quad (6.45)$$

Per le eventuali sezioni non armate, la verifica a taglio è condotta facendo riferimento al §4.1.11 delle NTC 2018.

Per quanto riguarda la verifica SLE del rivestimento definitivo, le principali condizioni di verifica riguardano:

- la verifica a fessurazione sviluppata secondo le indicazioni della Tabella 8-17:(cfr. Tab. 4.1.IV, NTC 2018).
- la verifica sulle limitazioni delle tensioni di esercizio
 - $\sigma_{c,max} \leq 0.45 f_{ck}$
 - $\sigma_{s,max} \leq 0.8 f_{yk}$

Tabella 8-17: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	W_d	Stato limite	W_d
A	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq W_2$	ap. fessure	$\leq W_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq W_1$	ap. fessure	$\leq W_2$
B	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq W_1$	ap. fessure	$\leq W_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq W_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq W_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq W_1$

Nei paragrafi che seguono vengono sintetizzate le verifiche del rivestimento provvisorio e quelle del rivestimento definitivo. Le verifiche sui rivestimenti definitivi delle sezioni sono state effettuate dopo la simulazione dello scavo della canna adiacente (GNsx), anche se gli effetti dello scavo non hanno indotto particolari incrementi tensionali.

Si riporta inoltre una sintesi delle armature adottate a valle del calcolo:

Tabella 8-18: sintesi armature

Sezione tipo	Porzione rivestimento	Armatura longitudinale	Armatura a taglio
C3v	calotta	Φ20/20	Φ12/20/40
	arco rovescio	Φ24/20	Φ14/20/20
B2v	calotta	Φ20/20	Φ12/20/40
	arco rovescio	Φ24/20	Φ14/20/20
B1v	calotta	Φ20/20	Φ12/20/40
	arco rovescio	Φ24/20	Φ14/20/20
B1	calotta	Φ20/20	Φ12/20/40
	arco rovescio	Φ24/20	Φ14/20/40
B0	calotta	Φ20/20	Φ12/20/20
	arco rovescio	Φ22/20	Φ14/20/20
BPZ	calotta	Φ20/20	Φ12/20/20
	arco rovescio	Φ24/20	Φ14/20/20
CPZ	calotta	Φ24/20	Φ12/20/20
	arco rovescio	Φ26/20	Φ14/20/20
Bypass	calotta	Φ16/20	Φ12/20/40
	arco rovescio	Φ16/20	Φ12/20/40
Protesi	Sezione unica	Φ24/10 armatura inferiore Φ24/10 armatura superiore	Φ14/20/20

8.8.1 SEZIONE TIPO C3V

Gli step di calcolo adottati per la simulazione degli scavi e realizzazione delle opere provvisorie sono riportate nella seguente tabella:

FASE	DESCRIZIONE	λ
0	Fase litostatica e apertura del fronte di scavo	-
1	Preconvergenza massima	0.3
2	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.4
3	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz	0.4
4	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz	0.8
5	Installazione del rivestimento definitivo	1.0
6	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.0
1 bis	Preconvergenza massima GNsx	0.3
2 bis	Sfondo (terreno non sostenuto) GNsx	0.4
3 bis	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz GNsx	0.4
4 bis	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz GNsx	0.8
5 bis	Installazione del rivestimento definitivo GNsx	1.0
6 bis	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase GNsx	1.0

PROGETTAZIONE ATI:

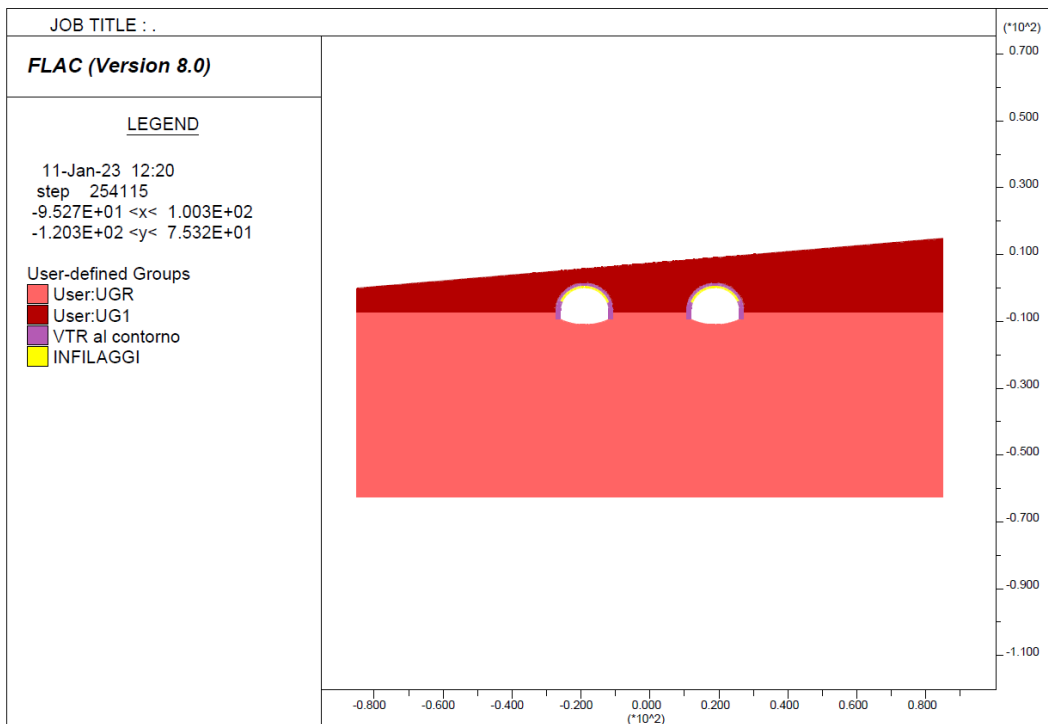


Figura 8-9: Gruppi

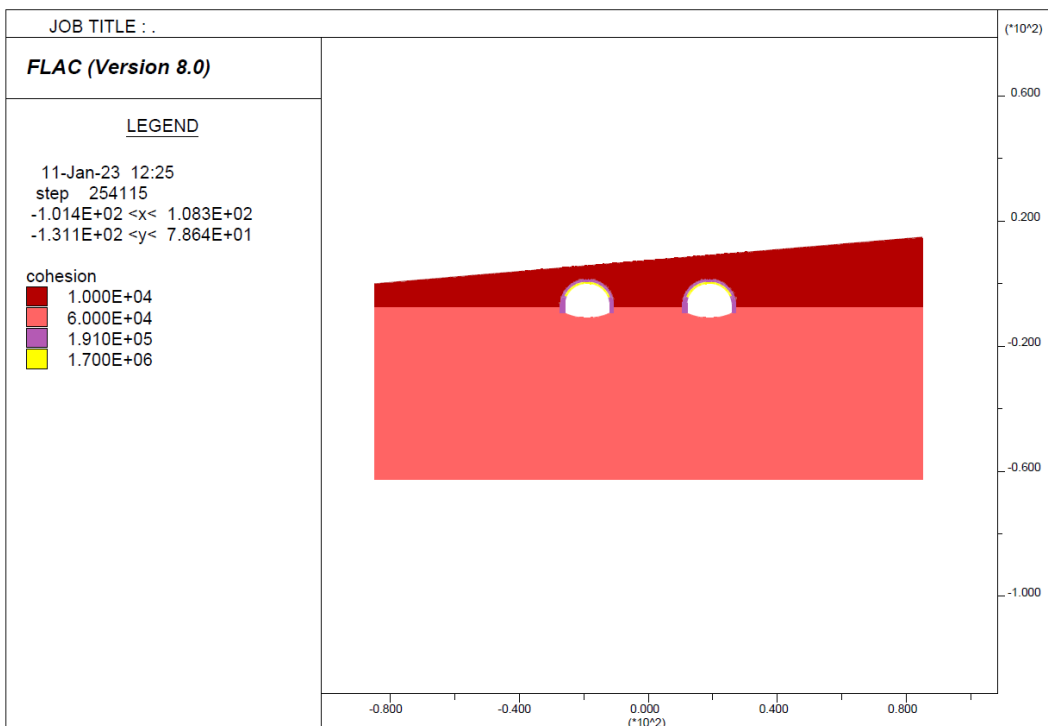


Figura 8-10: Coesione

PROGETTAZIONE ATI:

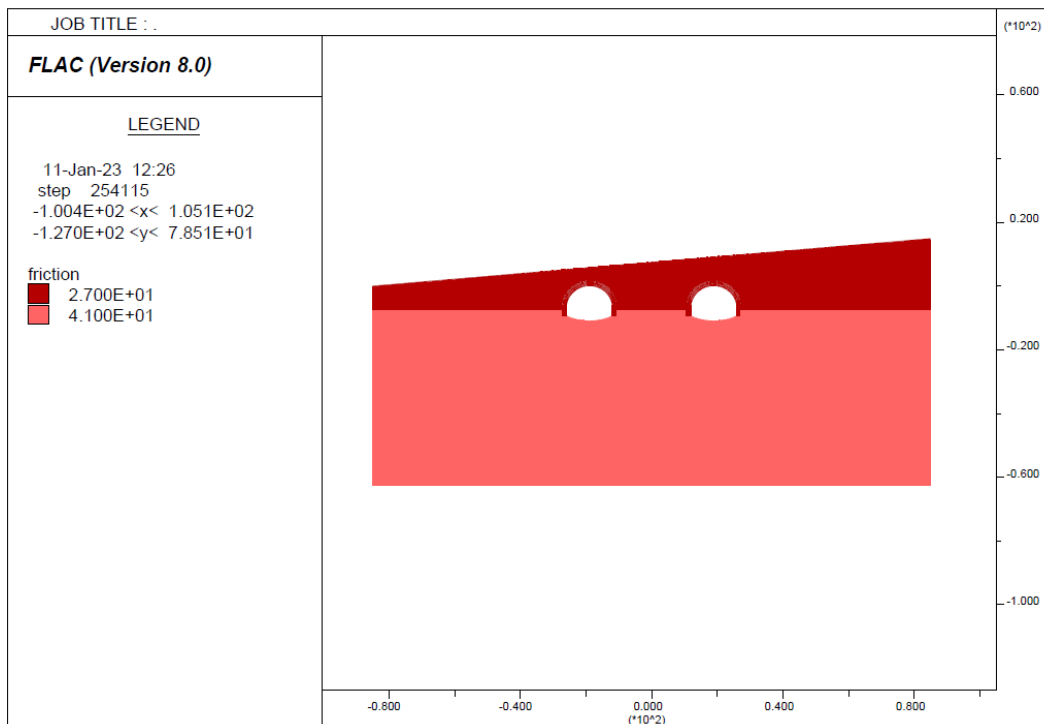


Figura 8-11: Angolo di resistenza al taglio

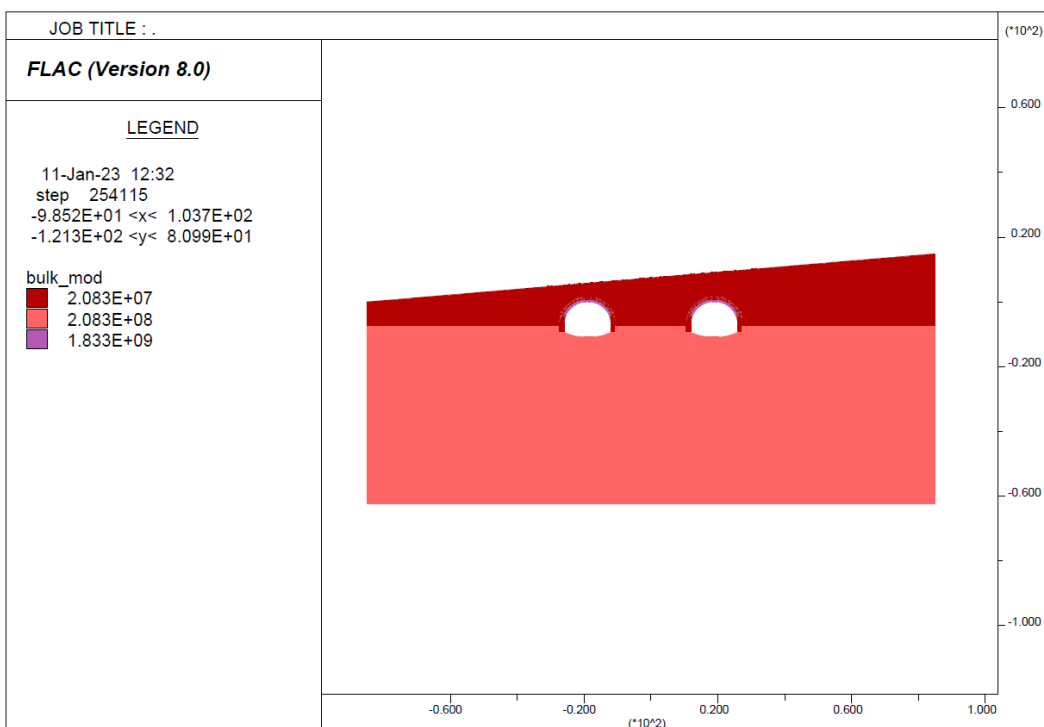


Figura 8-12: Modulo di compressibilità volumetrica

PROGETTAZIONE ATI:

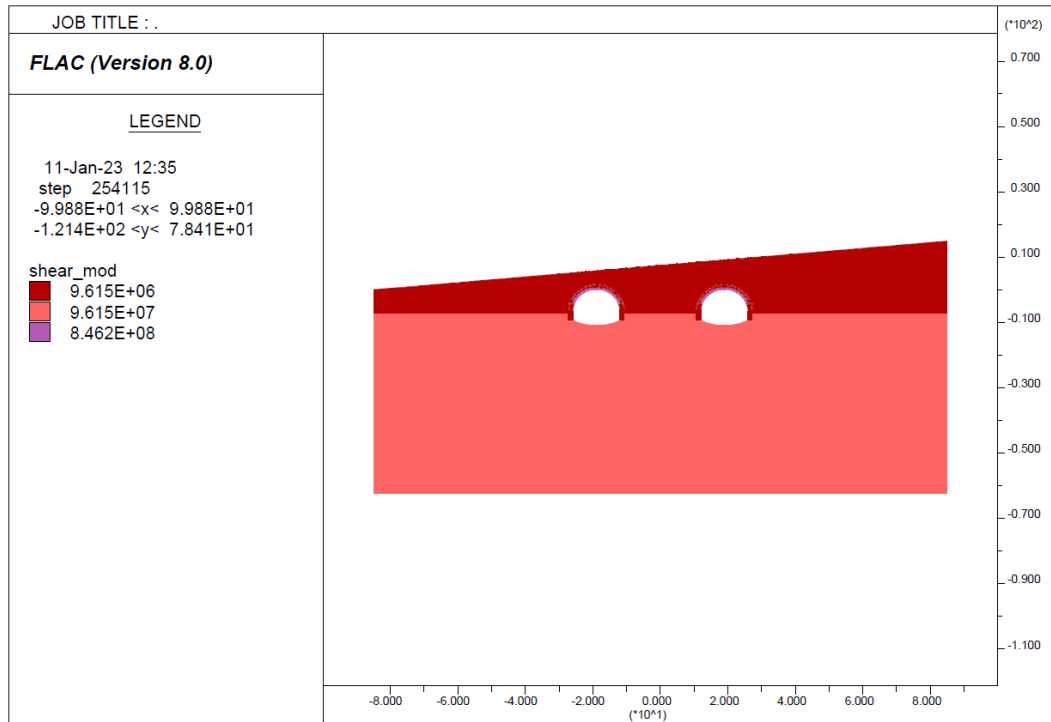


Figura 8-13: Modulo di rigidità a taglio

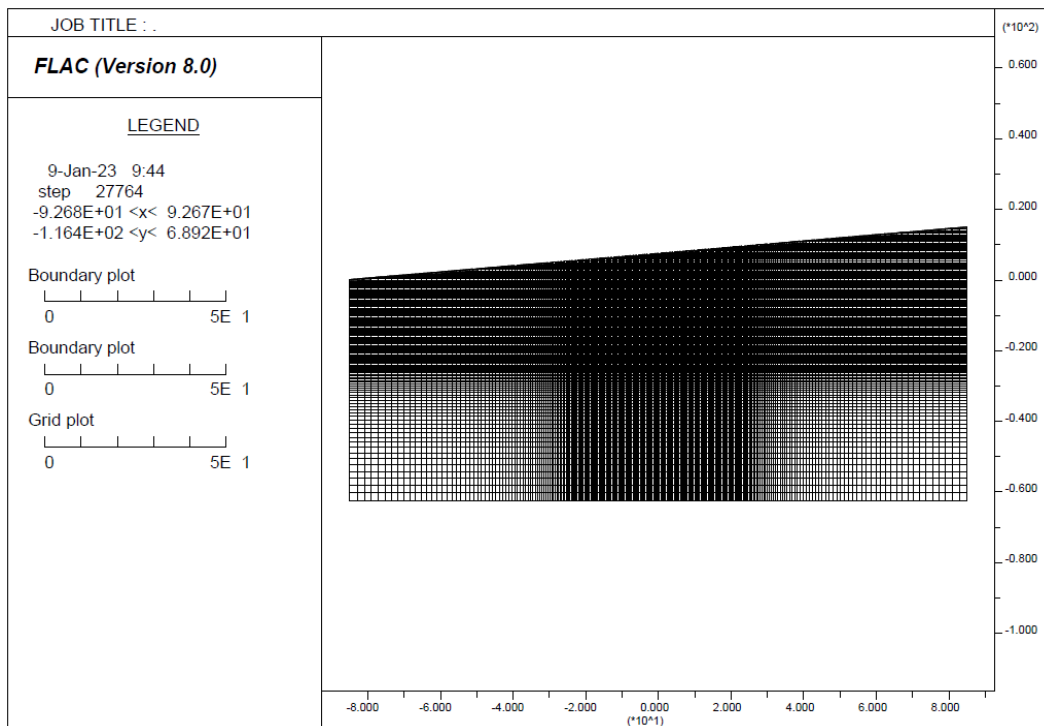


Figura 8-14: Griglia di discretizzazione

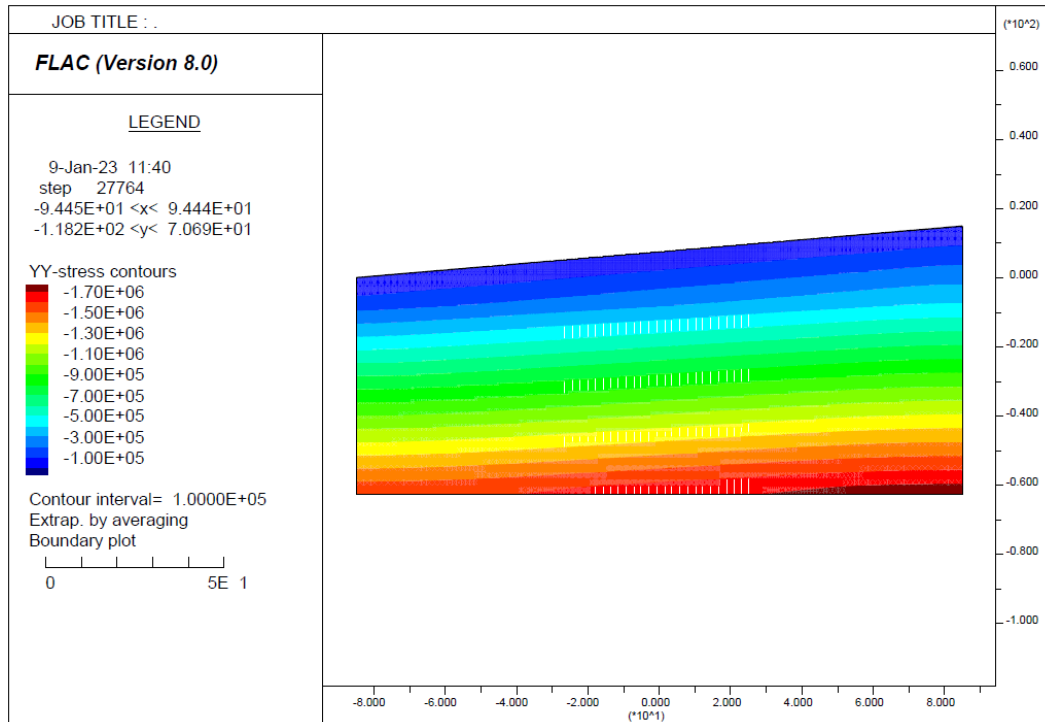


Figura 8-15: Diagramma delle tensioni verticali – fase 0

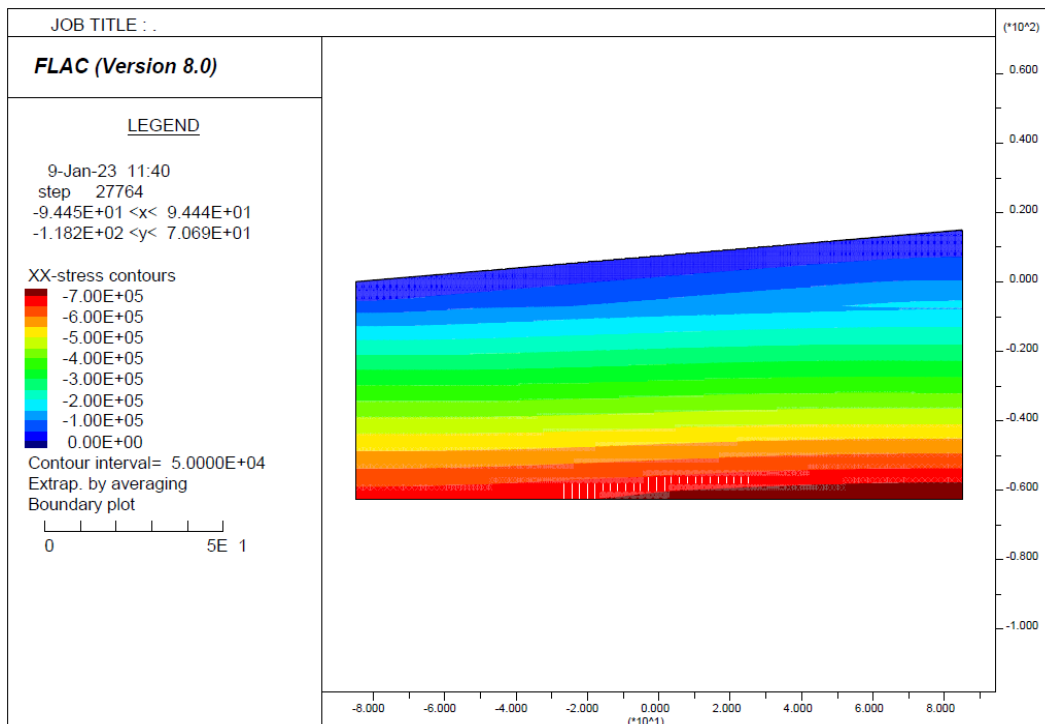


Figura 8-16: Diagramma delle tensioni orizzontali – fase 0

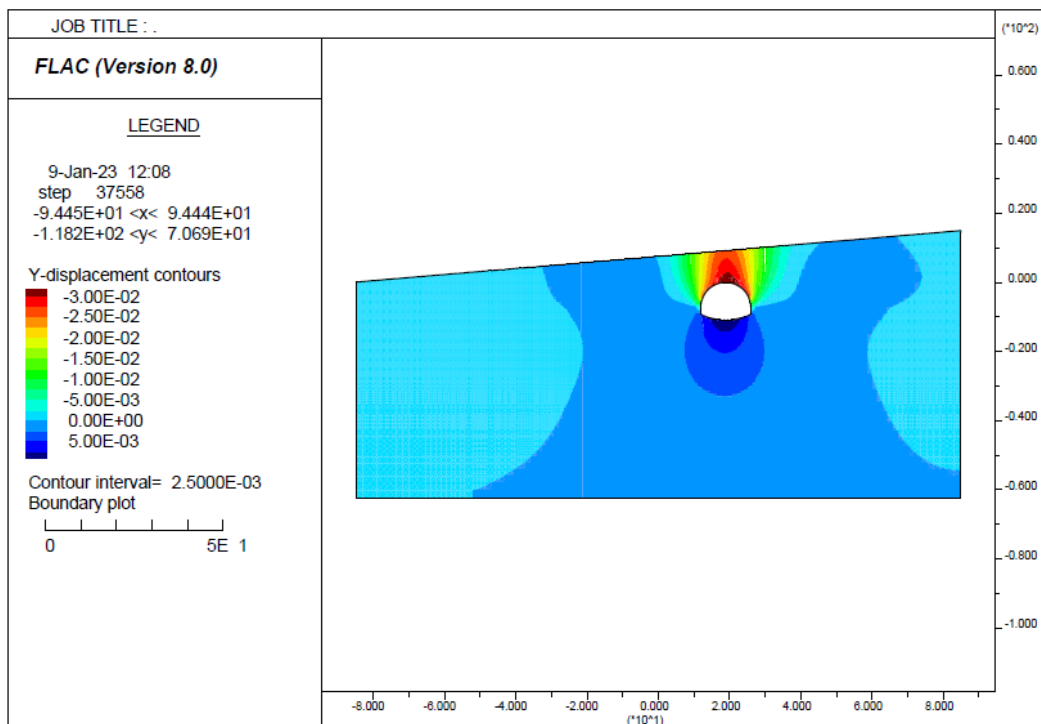


Figura 8-17: Contour degli spostamenti verticali – fase 2

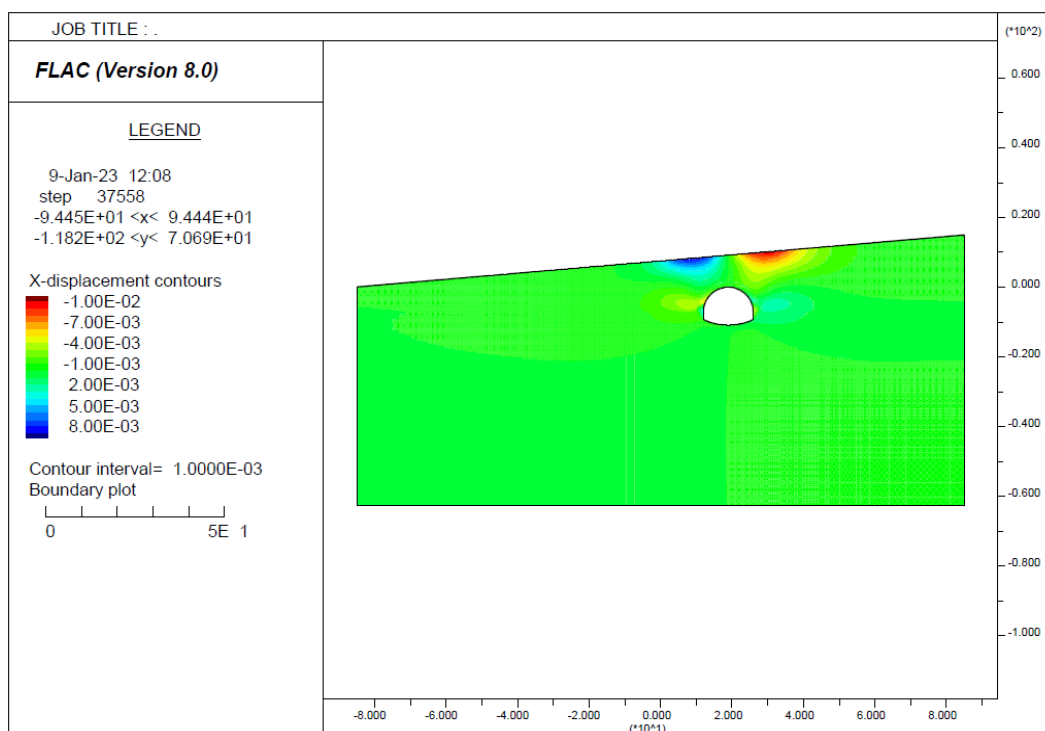


Figura 8-18: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 2

PROGETTAZIONE ATI:

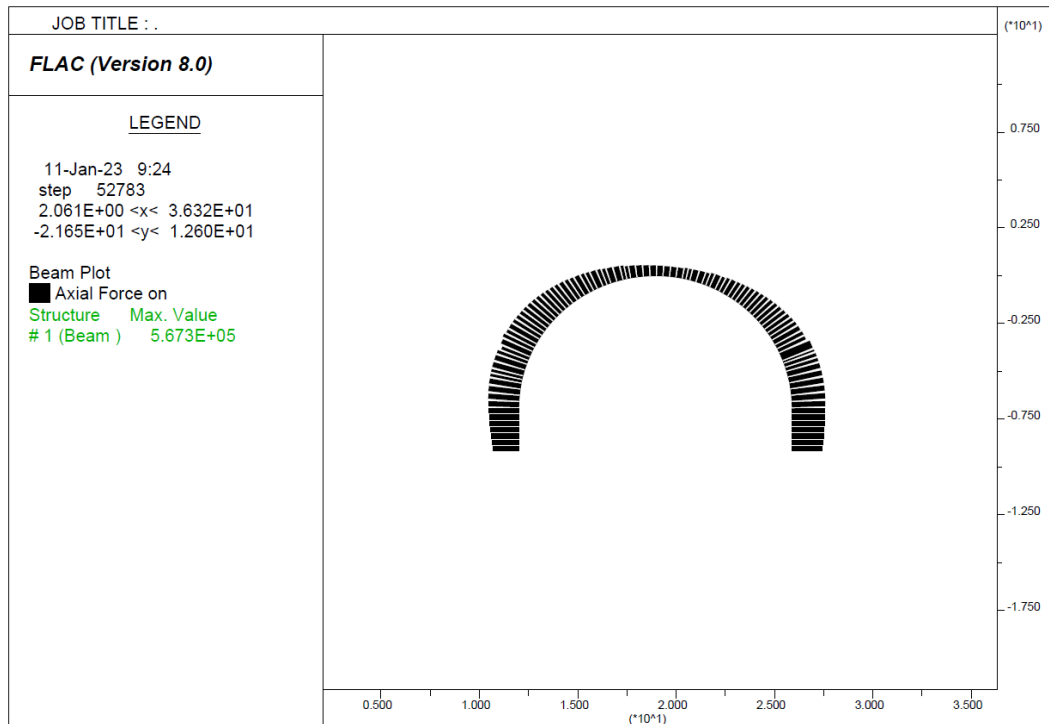


Figura 8-19: Diagramma dello sforzo normale – fase 4

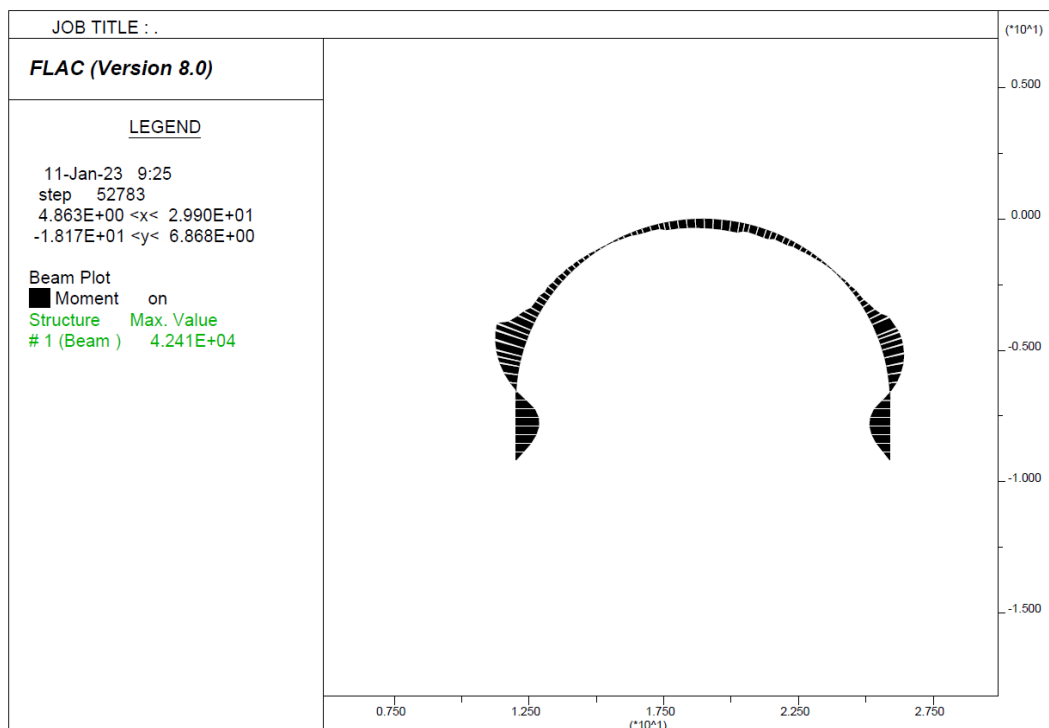


Figura 8-20: Diagramma del momento flettente – fase 4

PROGETTAZIONE ATI:

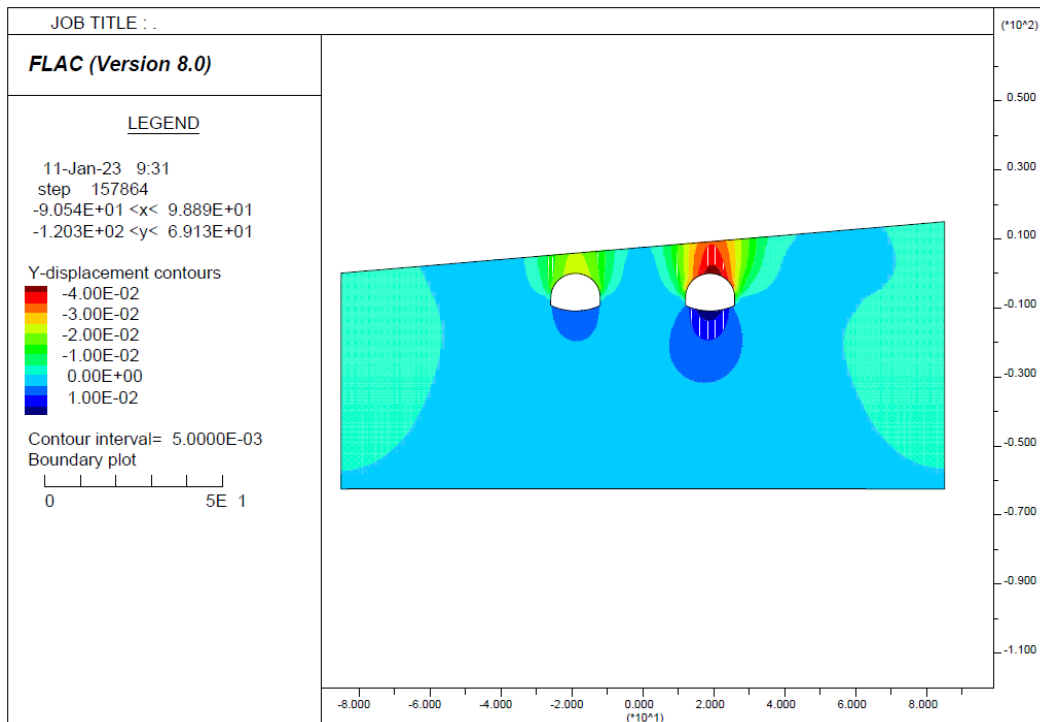


Figura 8-21: Contour degli spostamenti verticali – fase 6bis

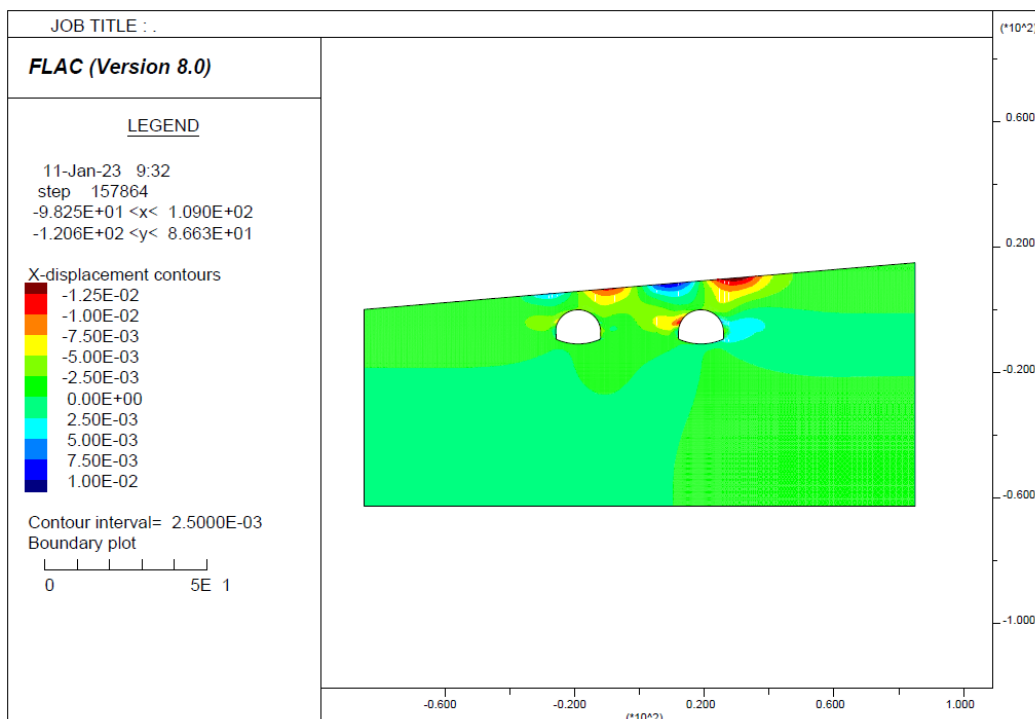


Figura 8-22: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 6bis

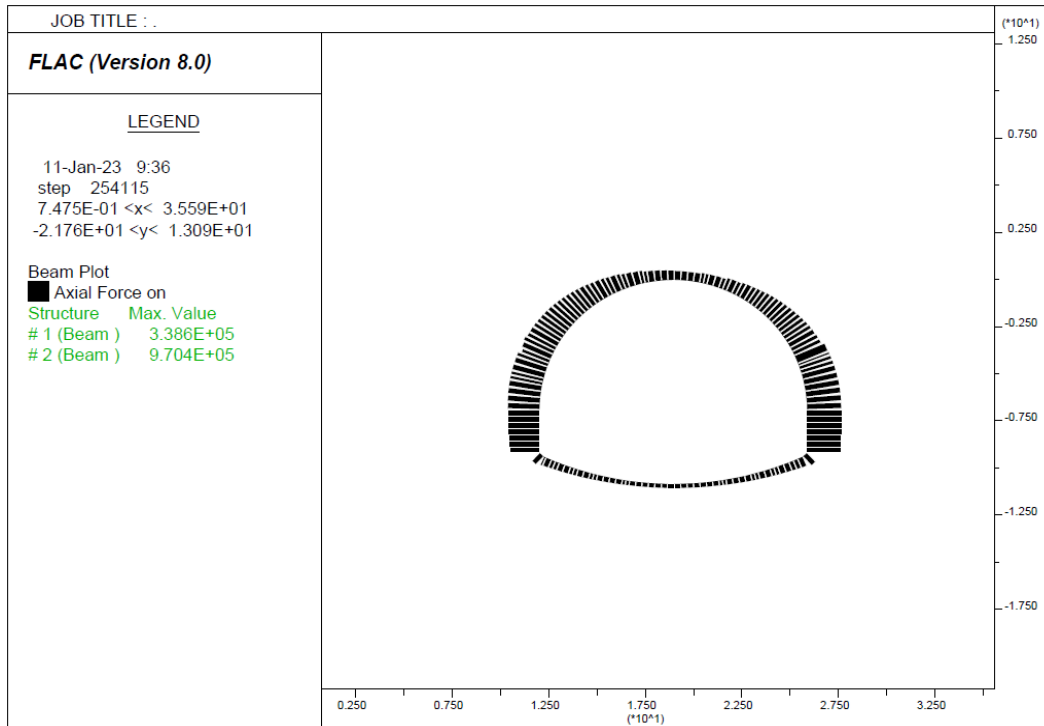


Figura 8-23: Diagramma sforzo normale – fase 6bis

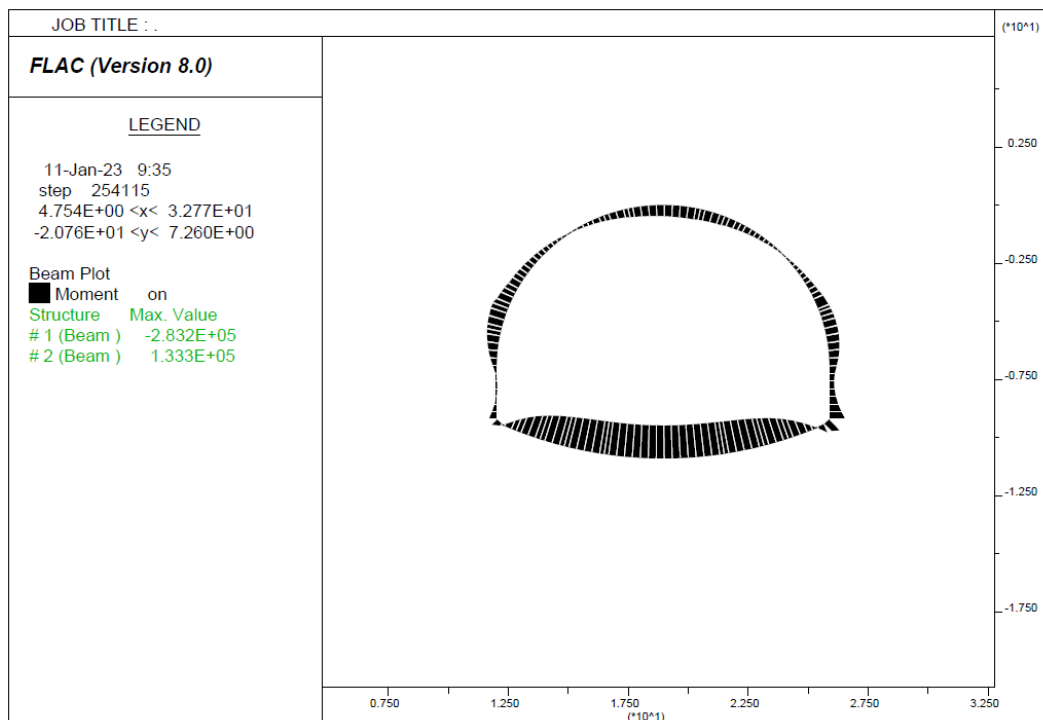


Figura 8-24: Diagramma momento flettente – fase 6bis

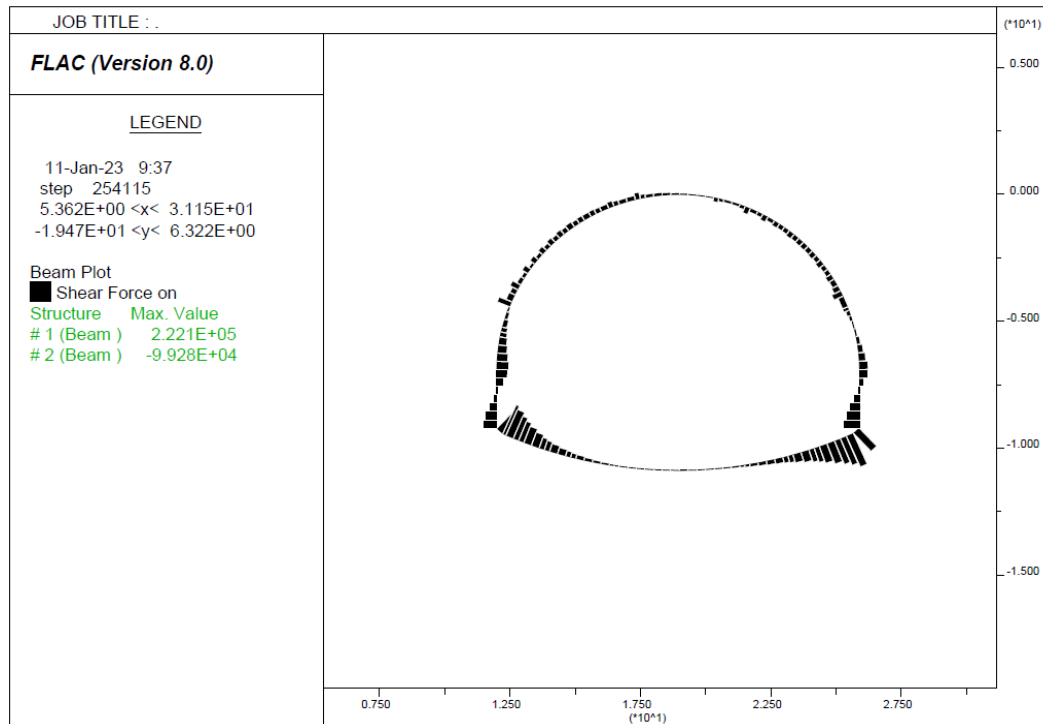


Figura 8-25: Diagramma del taglio – fase 6bis

Verifica del rivestimento provvisorio – sezione C3v

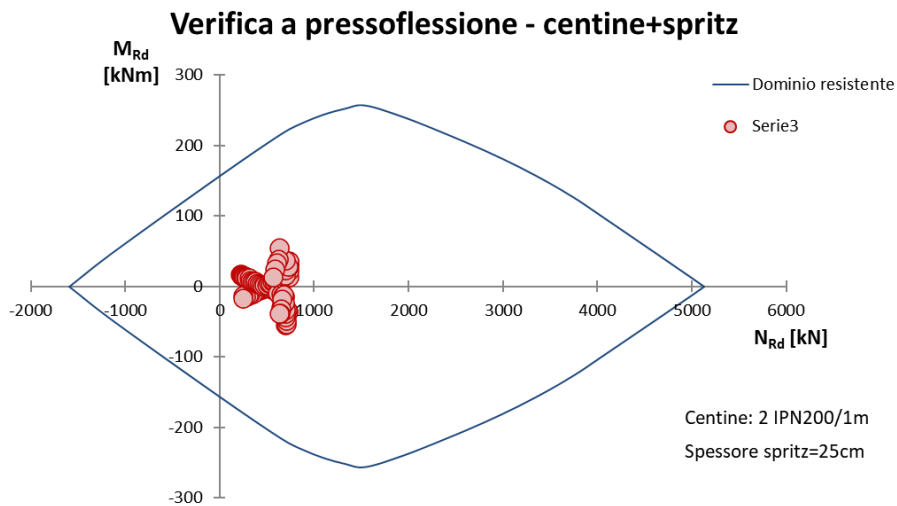


Figura 8-26: Dominio M-N (centina+spritz)

PROGETTAZIONE ATI:

Verifica del rivestimento definitivo (calotta) – sezione C3v

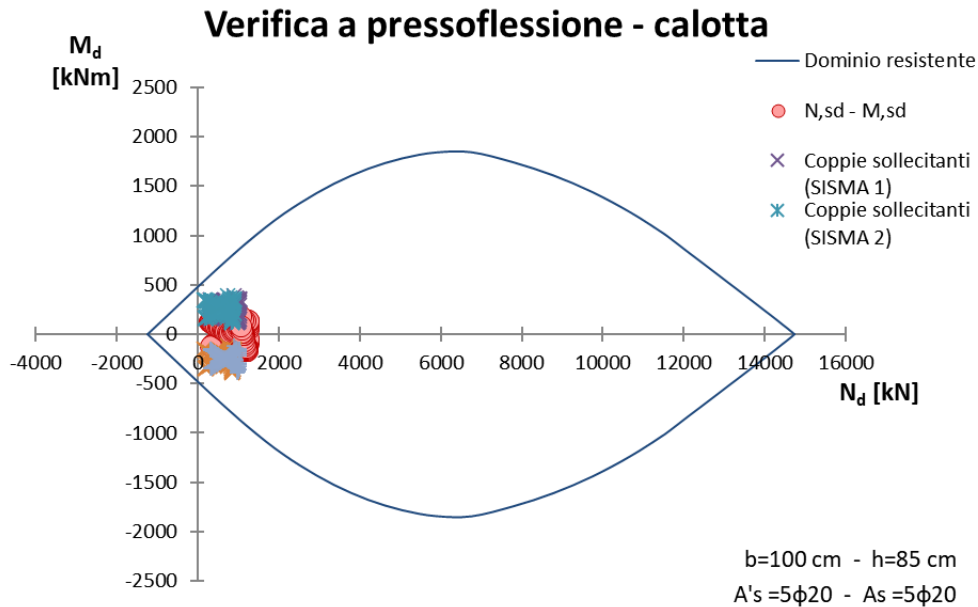


Figura 8-27: Dominio M-N (calotta)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

<i>Taglio agente</i>	$V_{Ed} = 107.523 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h = 850 \text{ mm}$	
Copriferro della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$	
Altezza utile della sezione	$d = 800 \text{ mm}$	
Diametro degli spilli	$d_w = 12 \text{ mm}$	
Numero di braccia	$n_w = 5.0$	n° spilli /m (direzione long.)
Area totale spilli	$A_{sw} = 565.20 \text{ mm}^2$	
Passo degli spilli	$s = 400 \text{ mm}$	passo in direzione tras v.
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$	$1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$	$\cot(\theta) = 2.5$ $21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$
Larghezza minima della sezione	$b_w = 1000 \text{ mm}$	
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 995.3 \text{ kN}$	$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} = 2452.1 \text{ kN}$	$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 995.3 \text{ kN}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta	

Figura 8-28: Verifica a taglio (calotta)

Verifica del rivestimento definitivo (arco rovescio e murette) – sezione C3v

Verifica a pressoflessione - arco rovescio

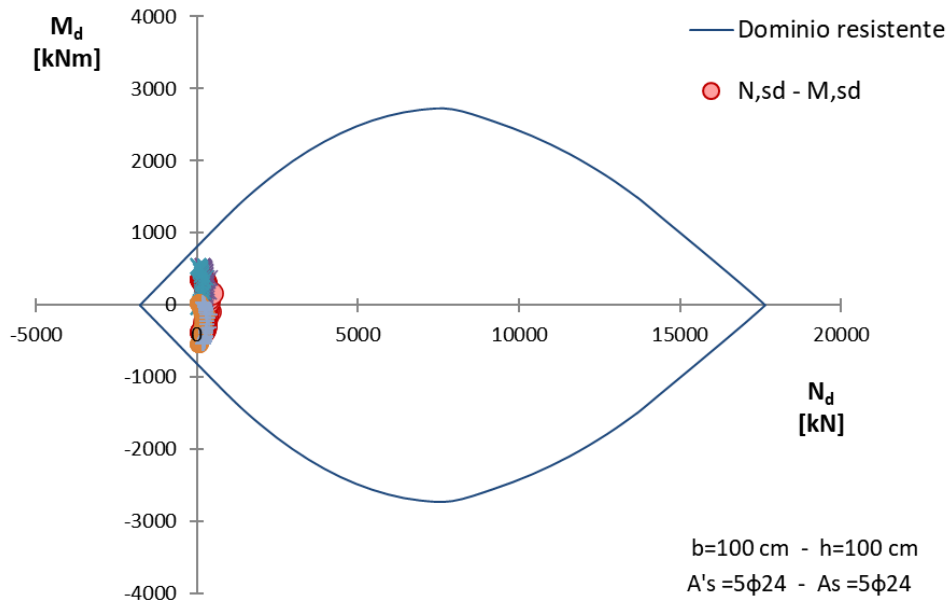


Figura 8-29: Dominio M-N (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio agente	$V_{Ed} = 216.19 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h = 1000 \text{ mm}$		
Copriferro della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$		
Altezza utile della sezione	$d = 950 \text{ mm}$		
Diametro degli spilli	$d_w = 14 \text{ mm}$		
Numero di braccia	$n_w = 5.0$		$\left n^\circ \text{ spilli / m (direzione long.)} \right.$
Area totale spilli	$A_{s,w} = 769.30 \text{ mm}^2$		
Passo degli spilli	$s = 400 \text{ mm}$		$\left \text{passo in direzione trasv.} \right.$
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$		
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$		$\left \cot(\theta) = 2.5015776 \right. \begin{cases} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{cases}$
Larghezza minima della sezione	$b_w = 1000 \text{ mm}$		
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 1608.7 \text{ kN}$		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{s,w}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-comprensione"	$V_{Rcd} = 2911.9 \text{ kN}$		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 1608.7 \text{ kN}$		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-30: Verifica a taglio (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio ag	$V_{Ed} = 288.730 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h =$	1000	mm
Copriferro della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	950	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	20	mm
Numero di braccia	$n_w =$	2.0	n° spilli /m (direzione long.)
Area totale spilli	$A_{sw} =$	628.00	
Passo degli spilli	$s =$	200	passo in direzione long.
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	$\cot(\theta) = 2.5$ $\left\{ \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right.$
Larghezza muretta	$b_w =$	1000	
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	2626.5	kN $V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compresione"	$V_{Rcd} =$	2911.9	kN $V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	2626.5	kN $V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-31: Verifica a taglio (murette)

Verifiche SLE

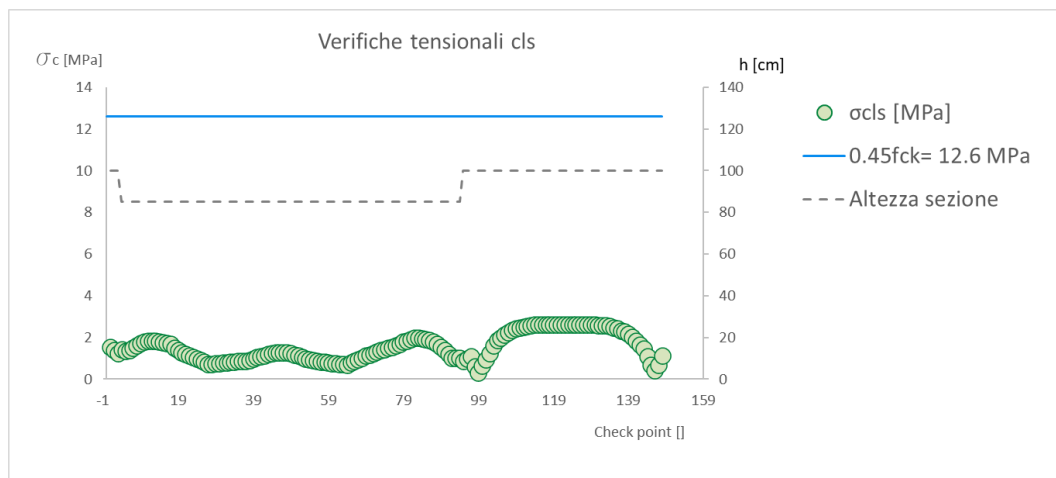


Figura 8-32: Verifiche tensionali cls

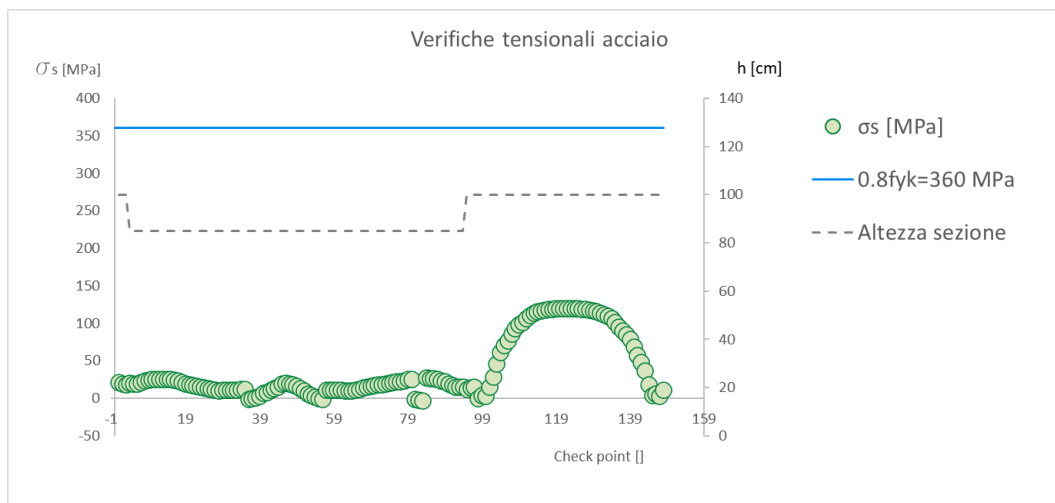


Figura 8-33: Verifiche tensionali acciaio

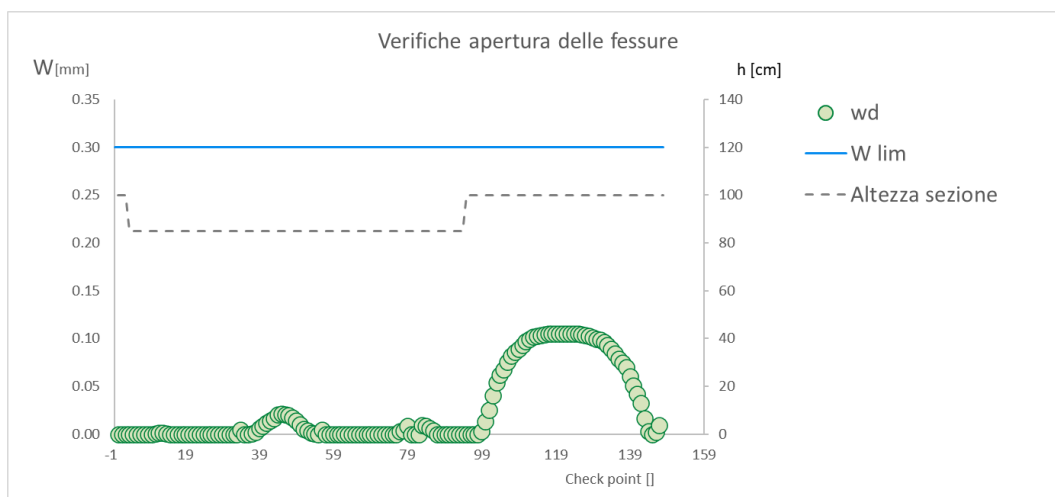


Figura 8-34: Verifiche apertura delle fessure

8.8.1 SEZIONE TIPO B2V

Gli step di calcolo adottati per la simulazione degli scavi e realizzazione delle opere provvisorie sono riportate nella seguente tabella:

FASE	DESCRIZIONE	λ
0	Fase litostatica e apertura del fronte di scavo	-
1	Preconvergenza massima	0.3
2	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.4

PROGETTAZIONE ATI:

3	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz	0.4
4	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz	0.8
5	Installazione del rivestimento definitivo	1.0
6	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.0
1 bis	Preconvergenza massima GNsx	0.3
2 bis	Sfondo (terreno non sostenuto) GNsx	0.4
3 bis	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz GNsx	0.4
4 bis	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz GNsx	0.8
5 bis	Installazione del rivestimento definitivo GNsx	1.0
6 bis	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase GNsx	1.0

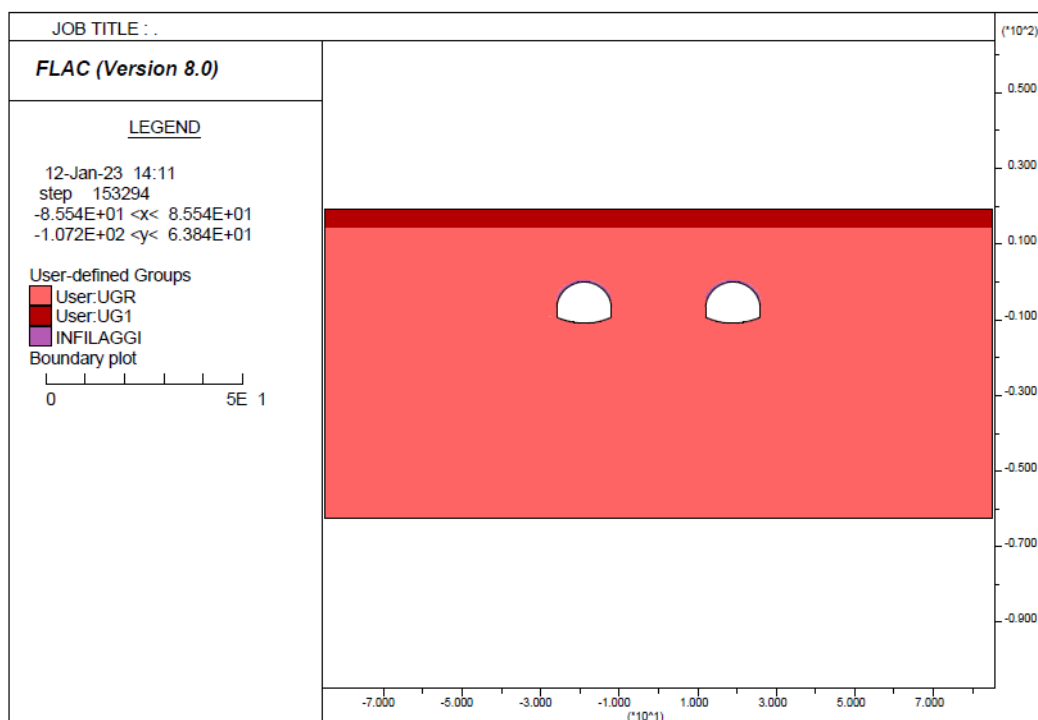


Figura 8-35: Gruppi

PROGETTAZIONE ATI:

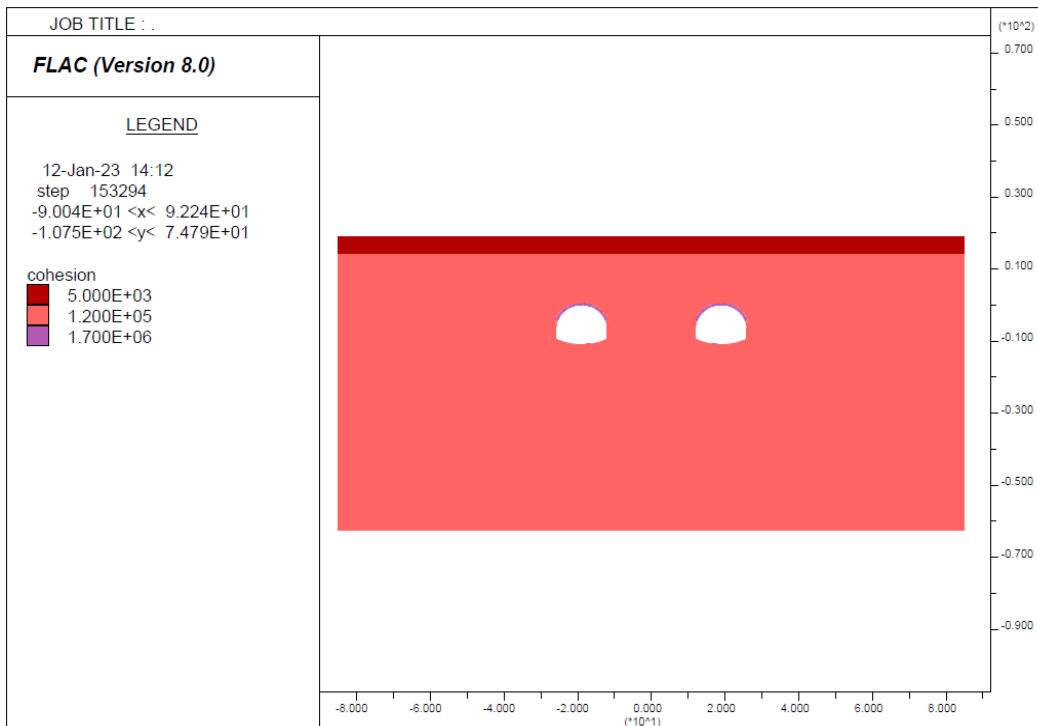


Figura 8-36: Coesione

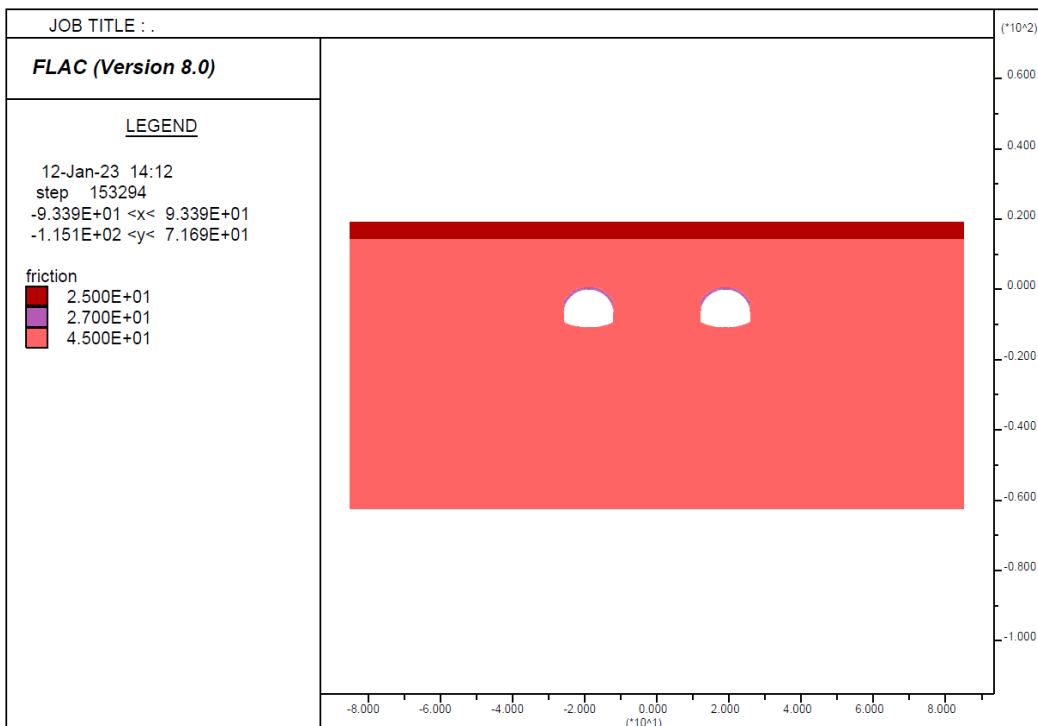


Figura 8-37: Angolo di resistenza al taglio

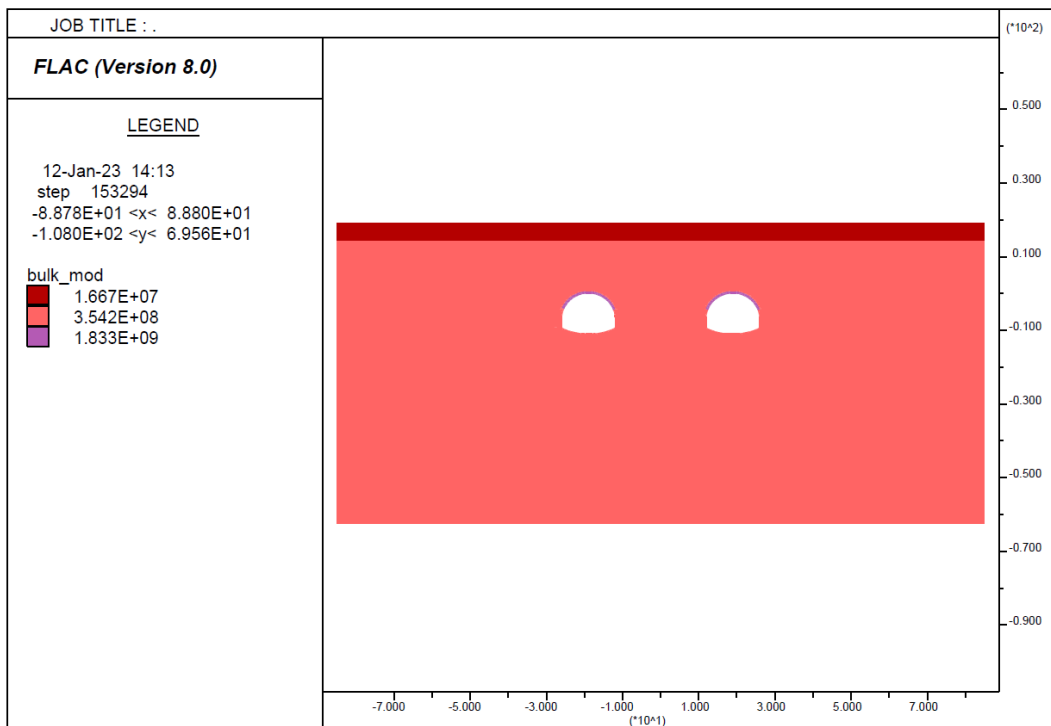


Figura 8-38: Modulo di compressibilità volumetrica

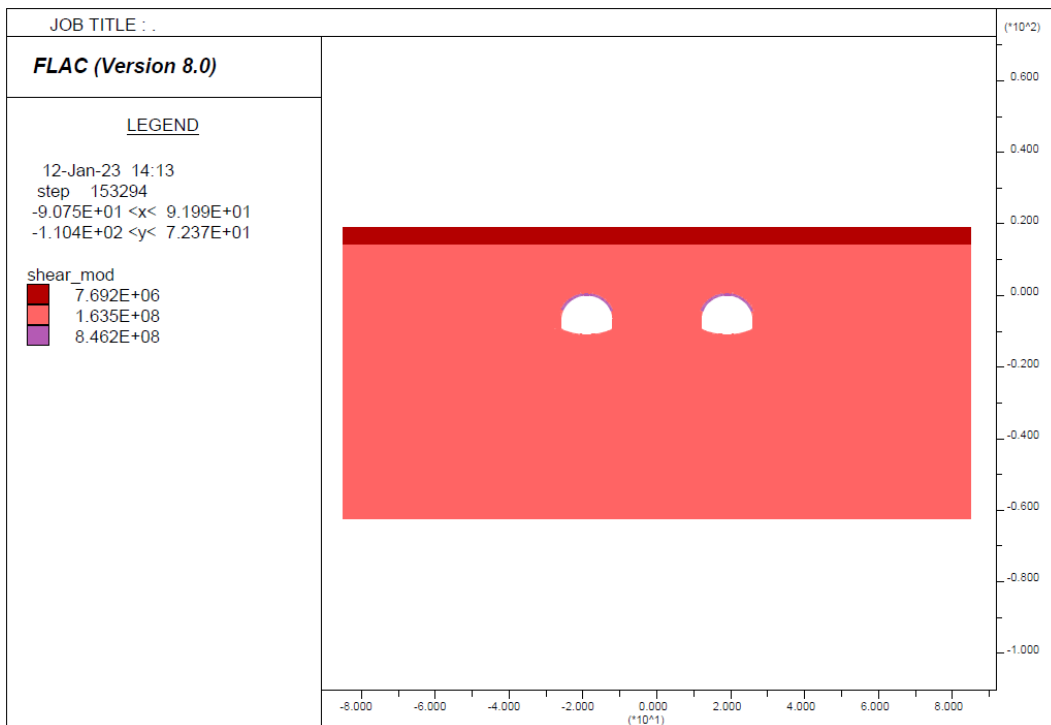


Figura 8-39: Modulo di rigidezza a taglio

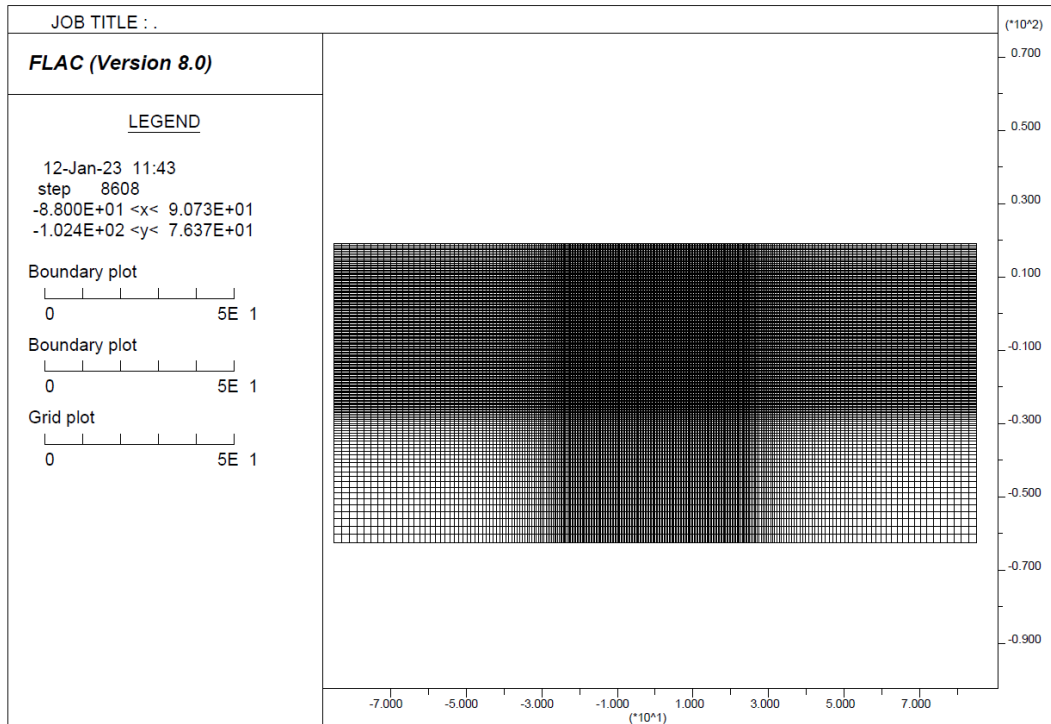


Figura 8-40: Griglia di discretizzazione

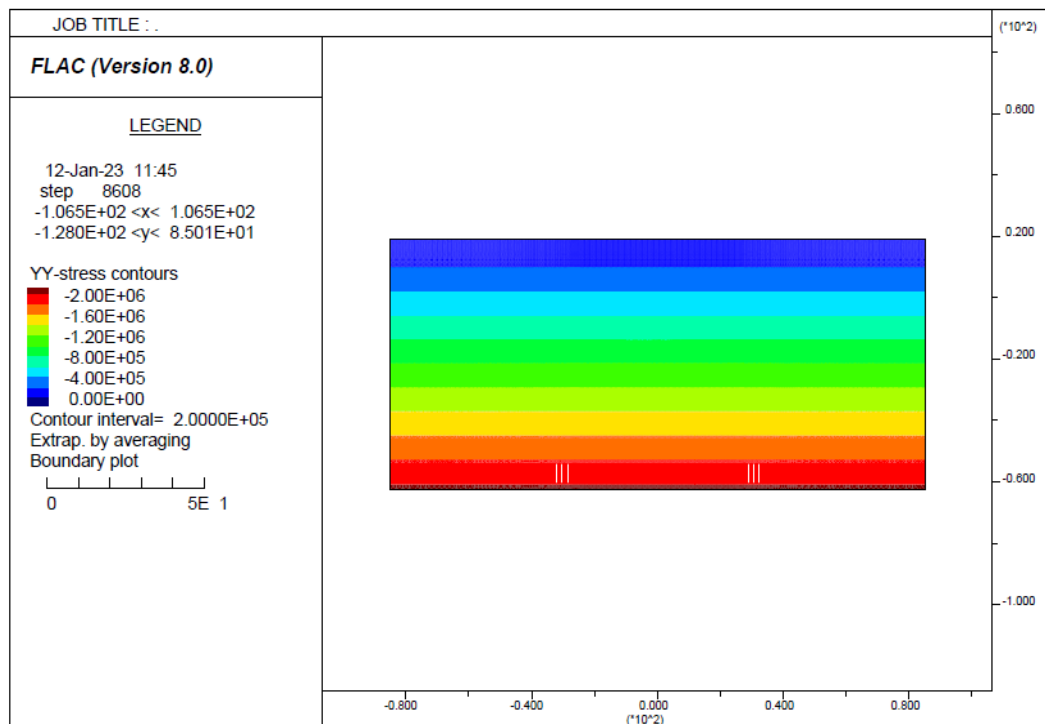


Figura 8-41: Diagramma delle tensioni verticali – fase 0

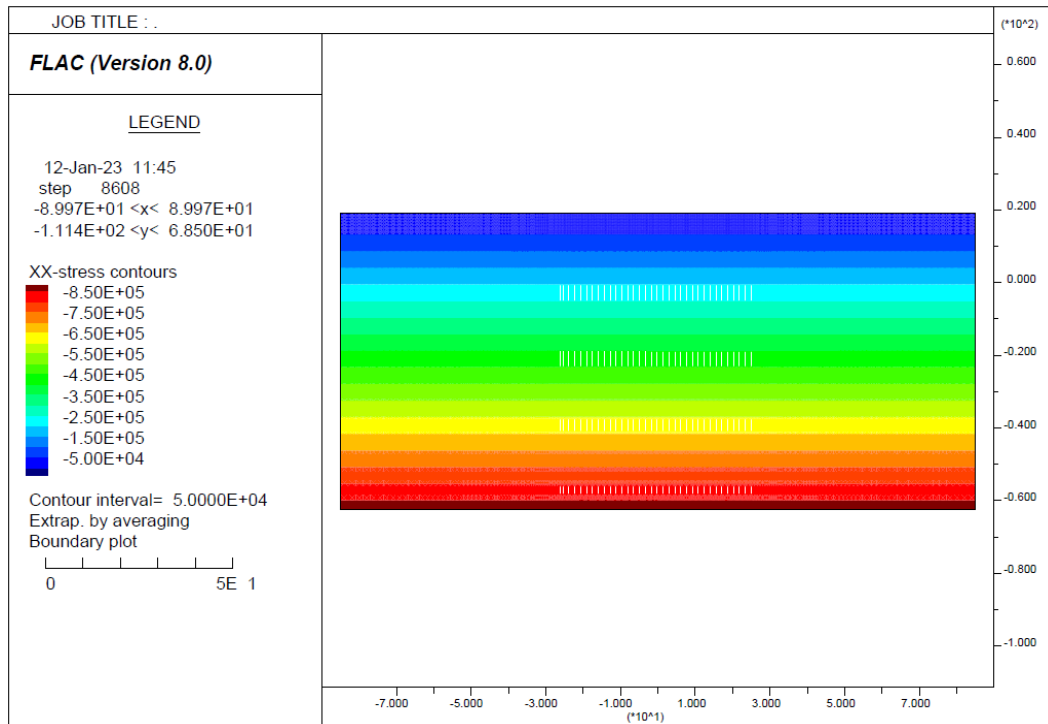


Figura 8-42: Diagramma delle tensioni orizzontali – fase 0

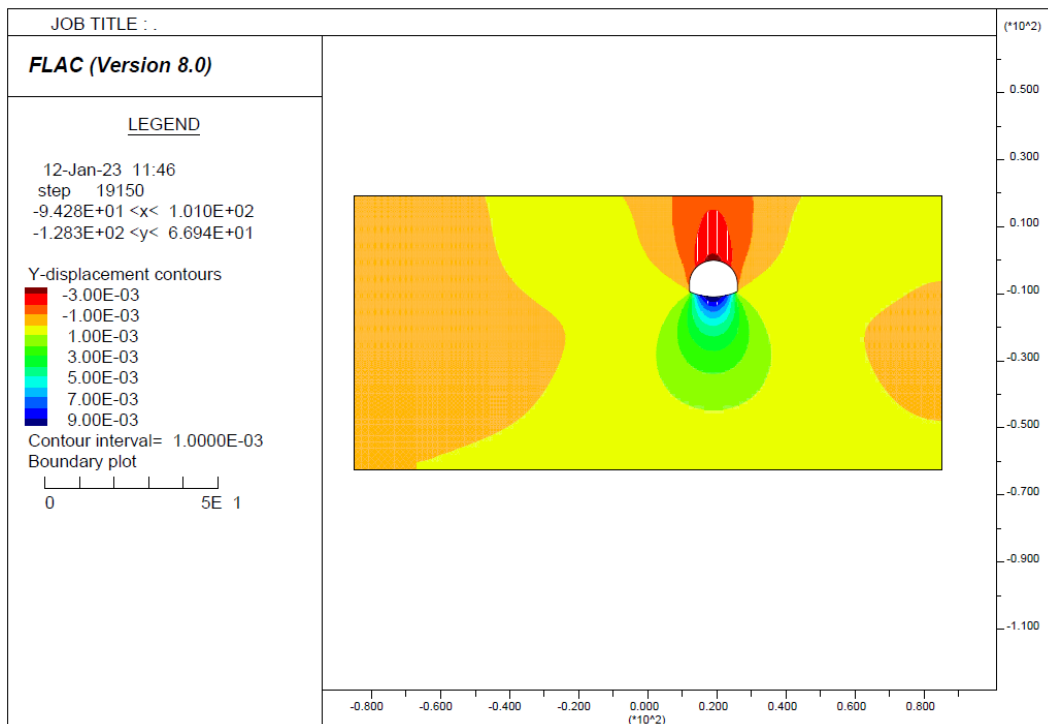


Figura 8-43: Contour degli spostamenti verticali – fase 2

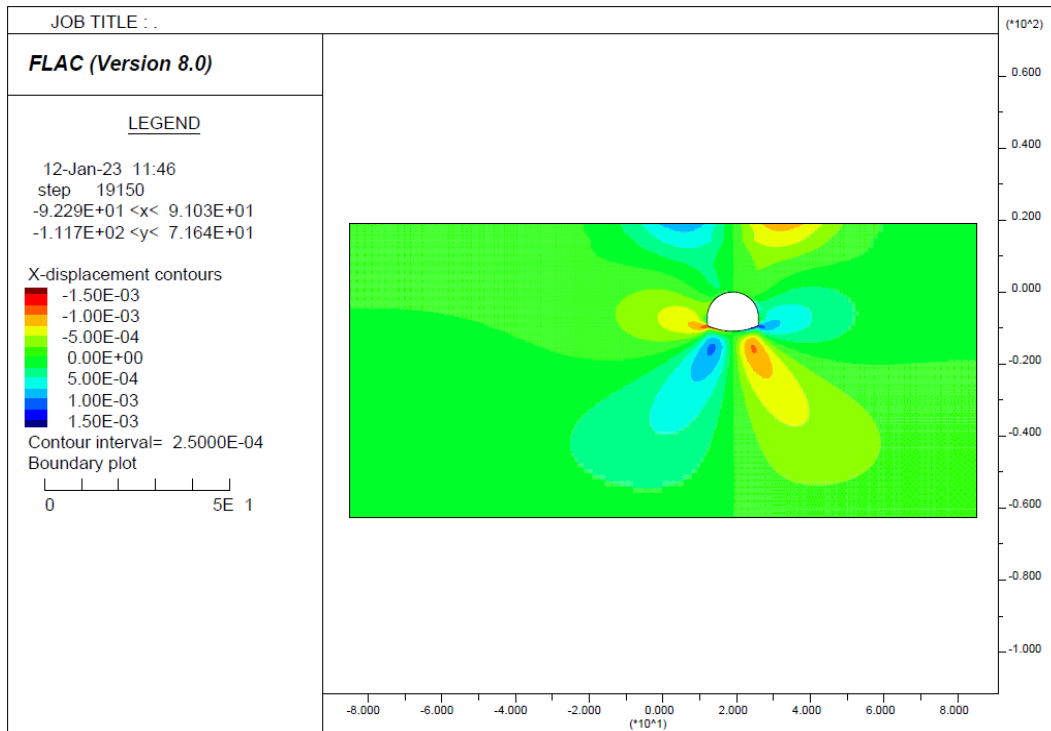


Figura 8-44: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 2

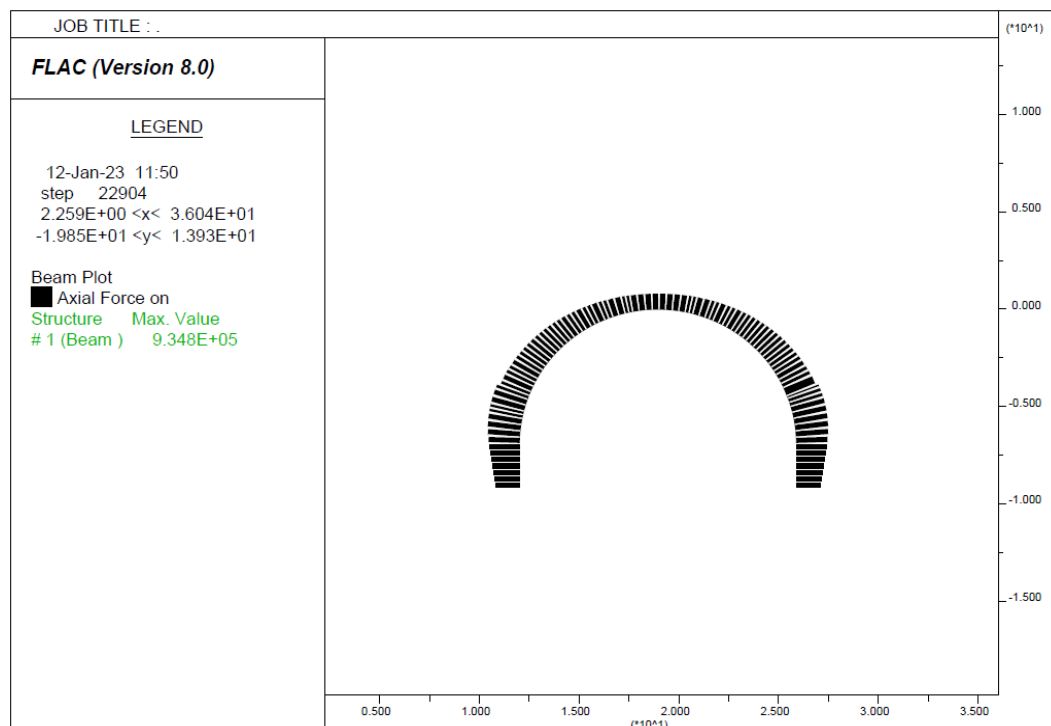


Figura 8-45: Diagramma dello sforzo normale – fase 4

PROGETTAZIONE ATI:

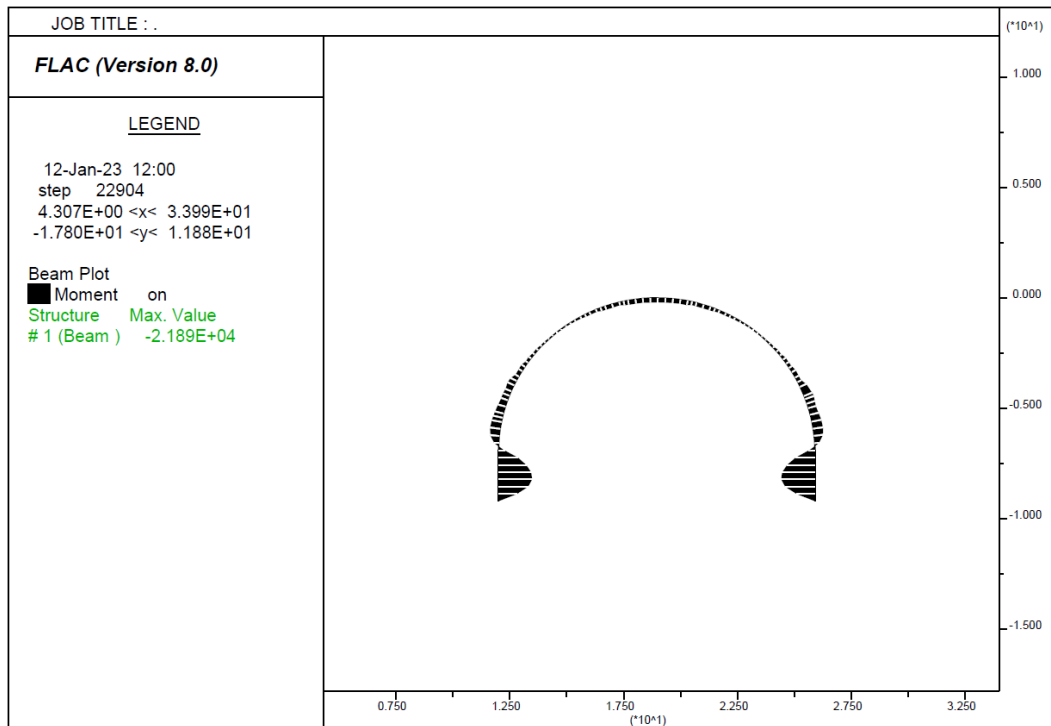


Figura 8-46: Diagramma del momento flettente– fase 4

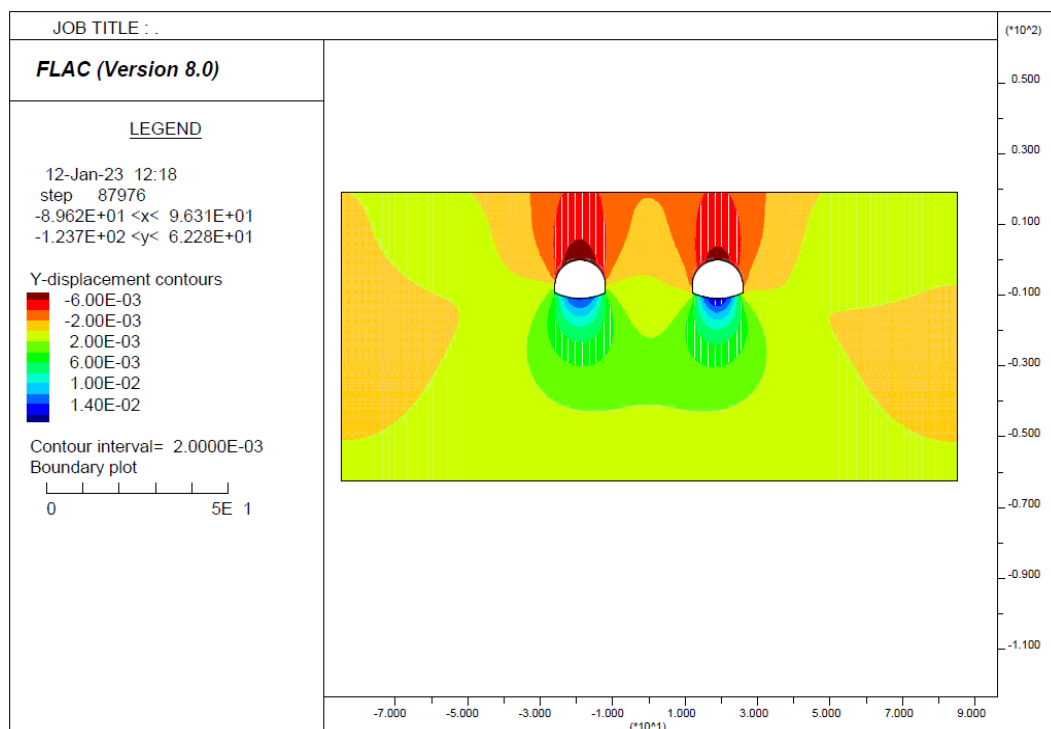


Figura 8-47: Contour degli spostamenti verticali – fase 6bis

PROGETTAZIONE ATI:

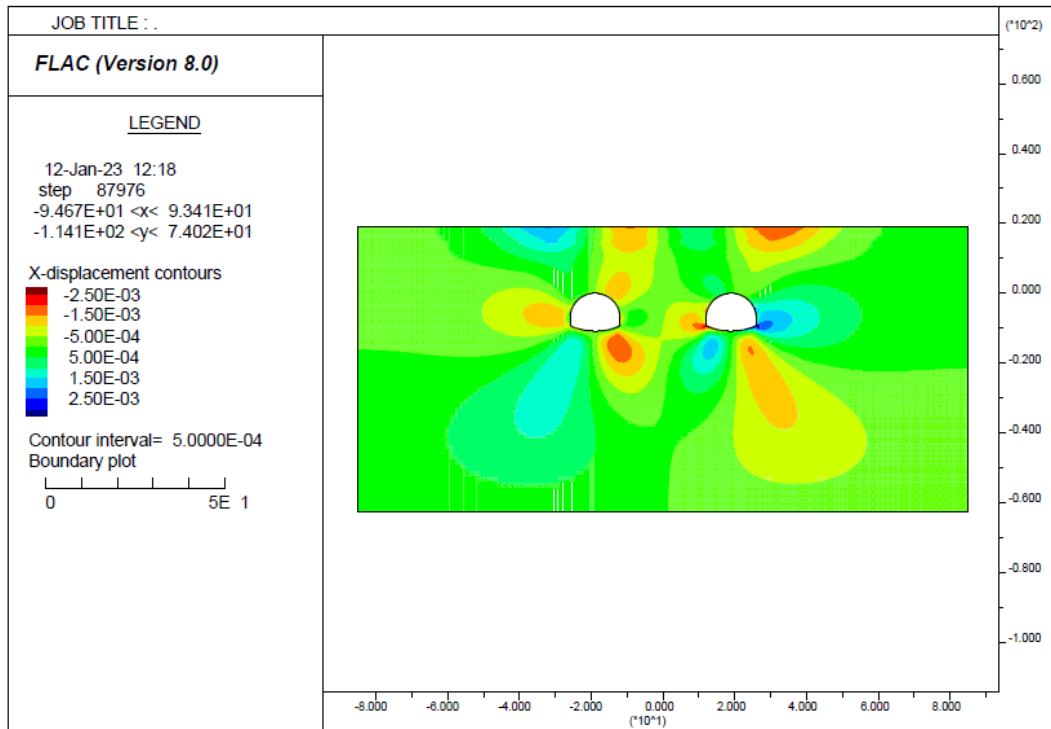


Figura 8-48: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 6bis

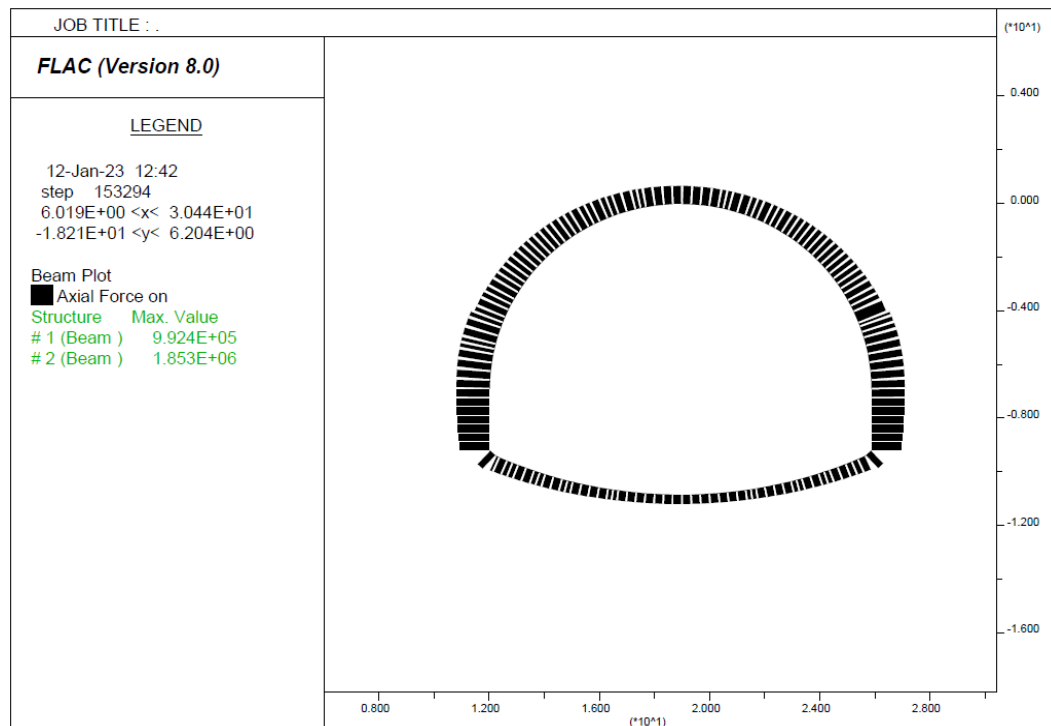


Figura 8-49: Diagramma sforzo normale – fase 6bis

PROGETTAZIONE ATI:

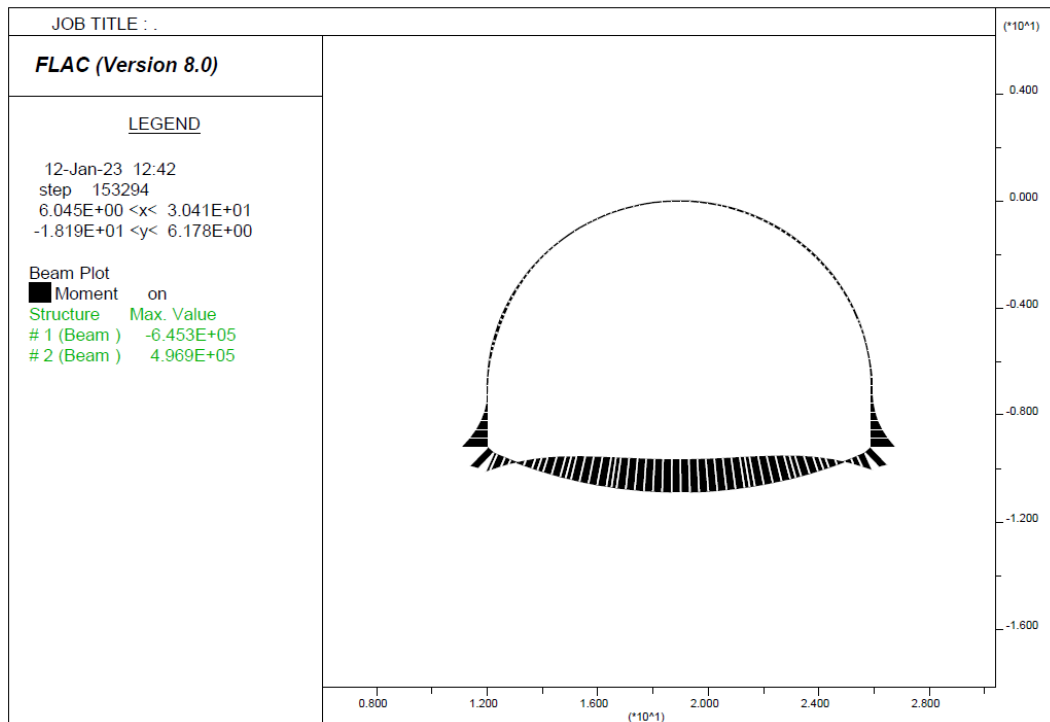


Figura 8-50: Diagramma momento flettente – fase 6bis

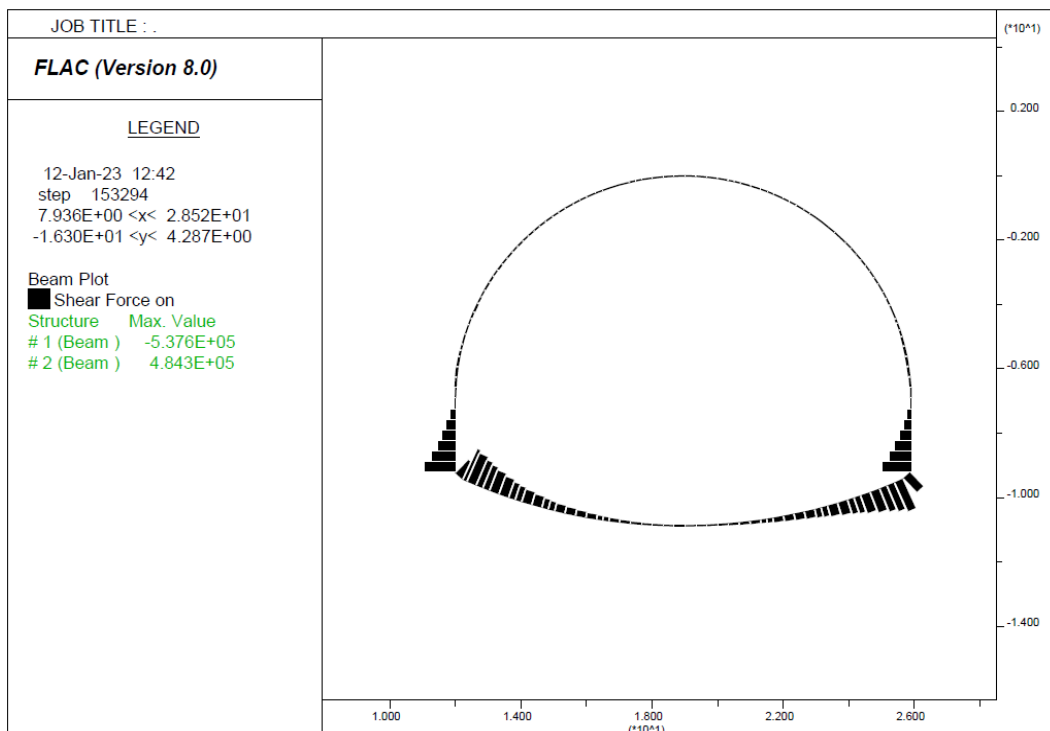


Figura 8-51: Diagramma del taglio – fase 6bis

Verifica del rivestimento provvisorio – sezione B2v

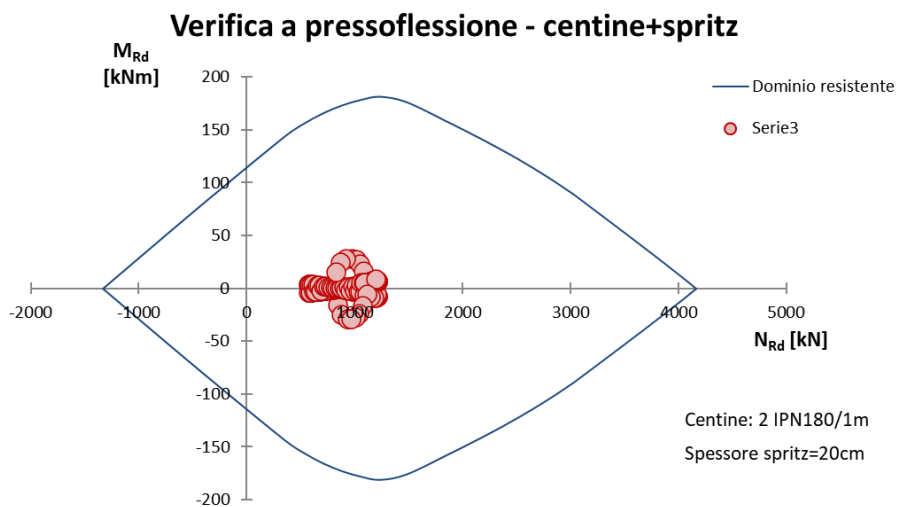


Figura 8-52: Dominio M-N (centina+spritz)

Verifica del rivestimento definitivo (calotta) – sezione B2v

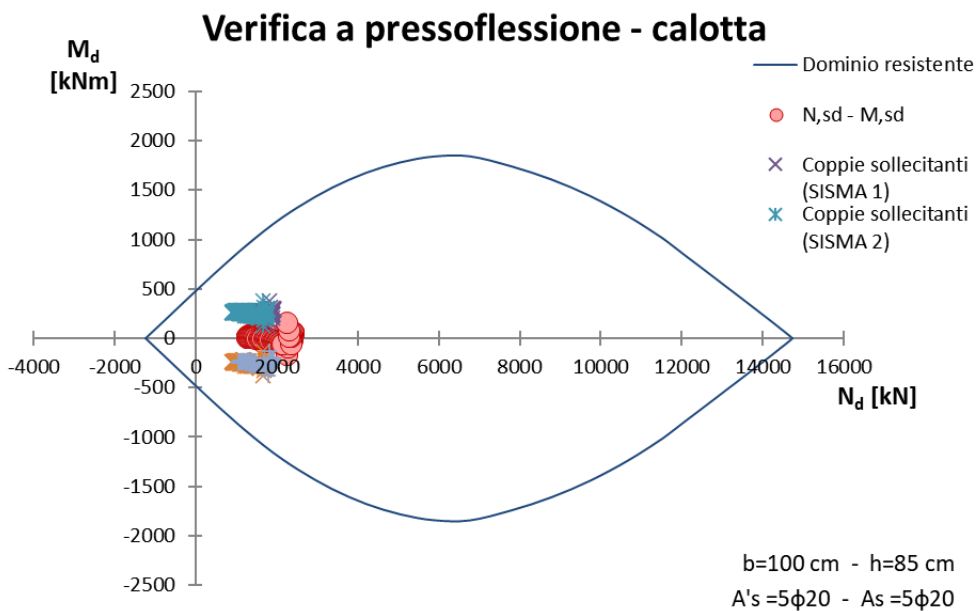


Figura 8-53: Dominio M-N (calotta)

PROGETTAZIONE ATI:

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio agente	$V_{Ed} = 256.49 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h =$	850	mm
Copriferro della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	800	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	12	mm
Numero di braccia	$n_w =$	5.0	$\left n^\circ \text{ spilli /m (direzione long.)} \right.$
Area totale spilli	$A_{sw} =$	565.20	mm ²
Passo degli spilli	$s =$	400	mm $\left \text{passo in direzione trasv.} \right.$
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	deg $\left \begin{array}{l} \cot(\theta) = 2.5 \\ 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right.$
Larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000	mm
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	995.3	kN $\left[V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha \right]$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} =$	2452.1	kN $\left[V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta) \right]$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	995.3	kN $\left[V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \right]$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-54: Verifica a taglio (calotta)

Verifica del rivestimento definitivo (arco rovescio e murette) – sezione B2v

Verifica a pressoflessione - arco rovescio

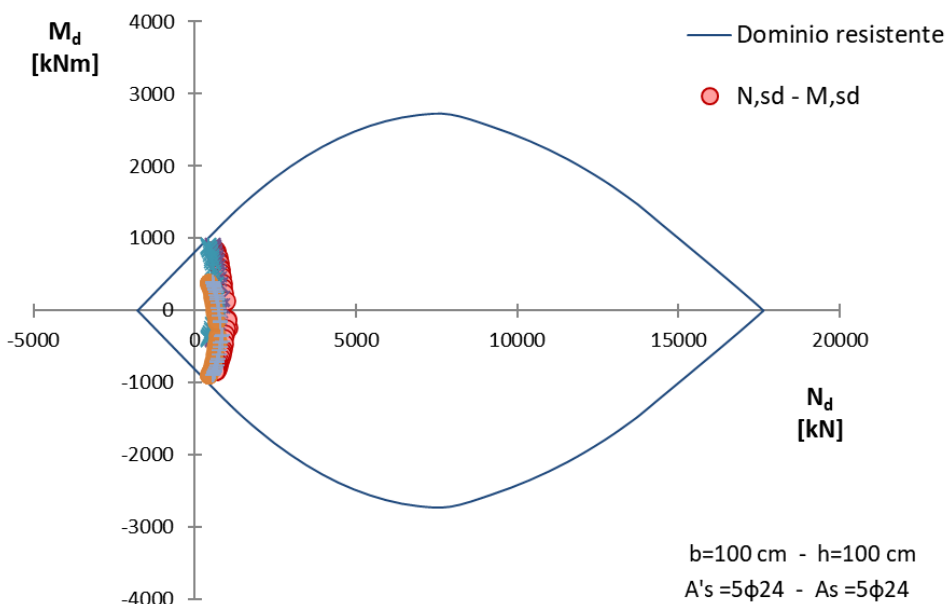


Figura 8-55: Dominio M-N (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio agente	$V_{Ed} = 560.69 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h = 1000 \text{ mm}$		
Copriferro della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$		
Altezza utile della sezione	$d = 950 \text{ mm}$		
Diametro degli spilli	$d_w = 14 \text{ mm}$		
Numero di braccia	$n_w = 5.0$		$\left n^\circ \text{ spilli / m (direzione long.)} \right.$
Area totale spilli	$A_{sw} = 769.30 \text{ mm}^2$		
Passo degli spilli	$s = 200 \text{ mm}$		$\left \text{passo in direzione trasv.} \right.$
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$		$\left \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right.$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$		
Larghezza minima della sezione	$b_w = 1000 \text{ mm}$		$\left \cot(\theta) = 2.5015776 \right.$
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 3217.5 \text{ kN}$		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-comprensione"	$V_{Rcd} = 2911.9 \text{ kN}$		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 2911.9 \text{ kN}$		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-56: Verifica a taglio (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio ag	$V_{Ed} = 698.880 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h = 1000 \text{ mm}$		
Copriferro della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$		
Altezza utile della sezione	$d = 950 \text{ mm}$		
Diametro degli spilli	$d_w = 20 \text{ mm}$		
Numero di braccia	$n_w = 2.0$		$\left n^\circ \text{ spilli / m (direzione long.)} \right.$
Area totale spilli	$A_{sw} = 628.00 \text{ mm}^2$		
Passo degli spilli	$s = 200 \text{ mm}$		$\left \text{passo in direzione long.} \right.$
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$		$\left \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right.$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$		
Larghezza muretta	$b_w = 1000 \text{ mm}$		$\left \cot(\theta) = 2.5 \right.$
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 2626.5 \text{ kN}$		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-comprensione"	$V_{Rcd} = 2911.9 \text{ kN}$		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 2626.5 \text{ kN}$		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-57: Verifica a taglio (murette)

Verifiche SLE

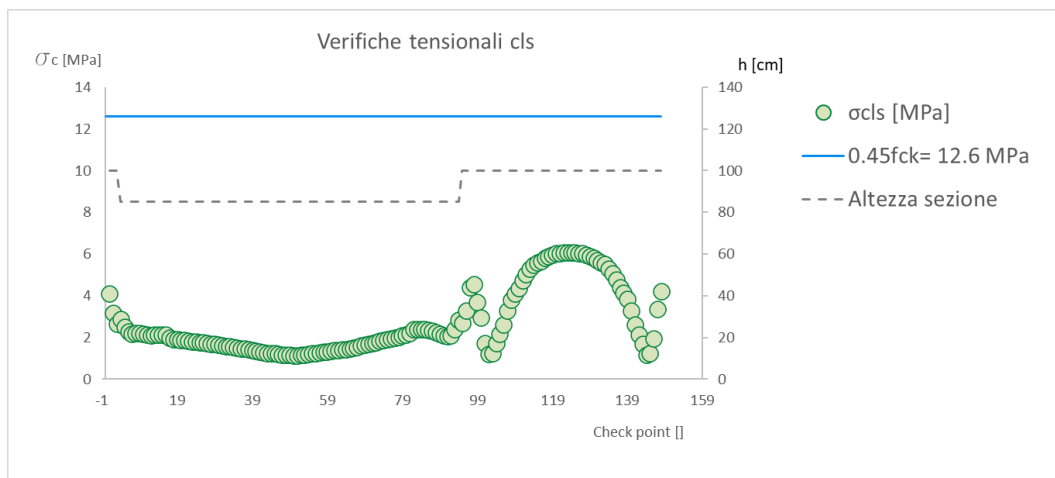


Figura 8-58: Verifiche tensionali cls

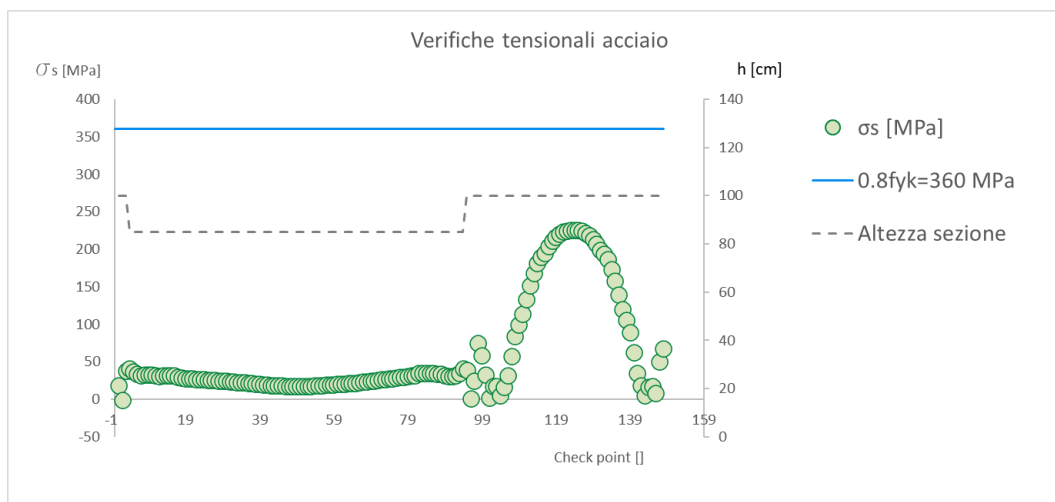


Figura 8-59: Verifiche tensionali acciaio

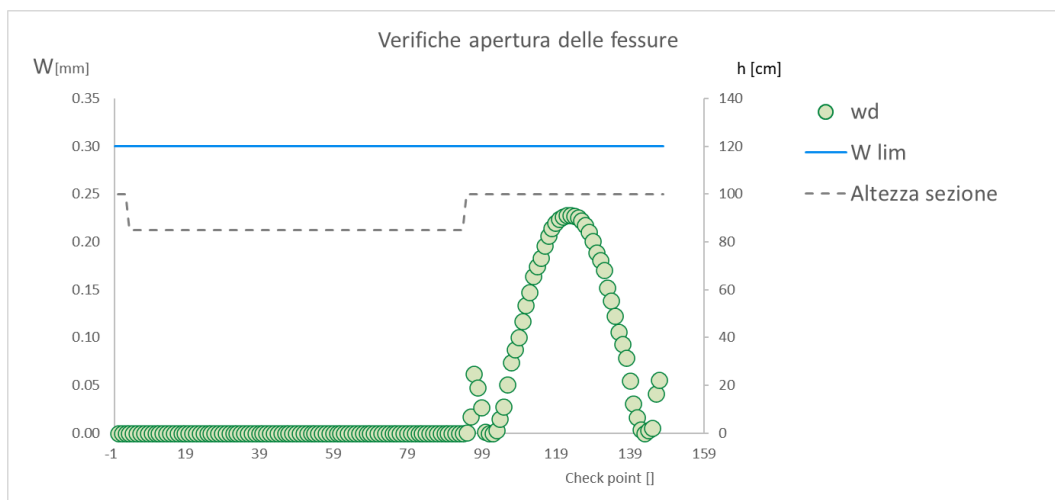


Figura 8-60: Verifiche apertura delle fessure

PROGETTAZIONE ATI:

8.8.2 SEZIONE TIPO B1

Gli step di calcolo adottati per la simulazione degli scavi e realizzazione delle opere provvisorie sono riportate nella seguente tabella:

FASE	DESCRIZIONE	λ
0	Fase litostatica e apertura del fronte di scavo	-
1	Preconvergenza massima	0.3
2	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.55
3	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz	0.55
4	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz	0.98
5	Installazione del rivestimento definitivo	1.0
6	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.0
1 bis	Preconvergenza massima GNsx	0.3
2 bis	Sfondo (terreno non sostenuto) GNsx	0.55
3 bis	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz GNsx	0.55
4 bis	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz GNsx	0.98
5 bis	Installazione del rivestimento definitivo GNsx	1.0
6 bis	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase GNsx	1.0
7 bis	Applicazione del carico idraulico	1.0

PROGETTAZIONE ATI:

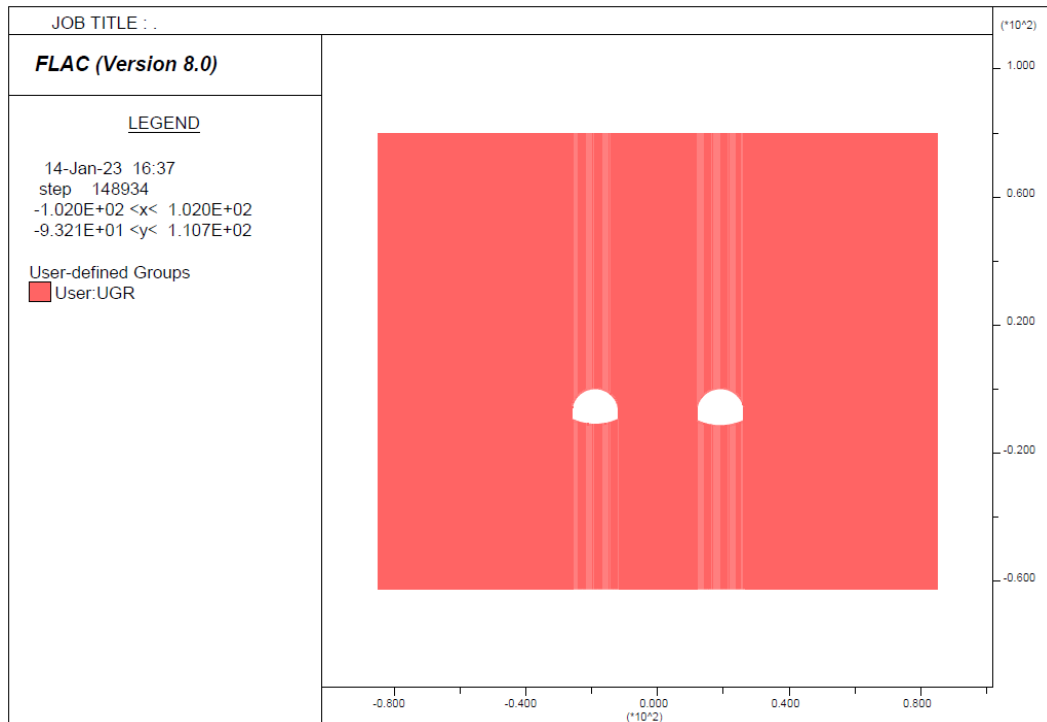


Figura 8-61: Gruppi

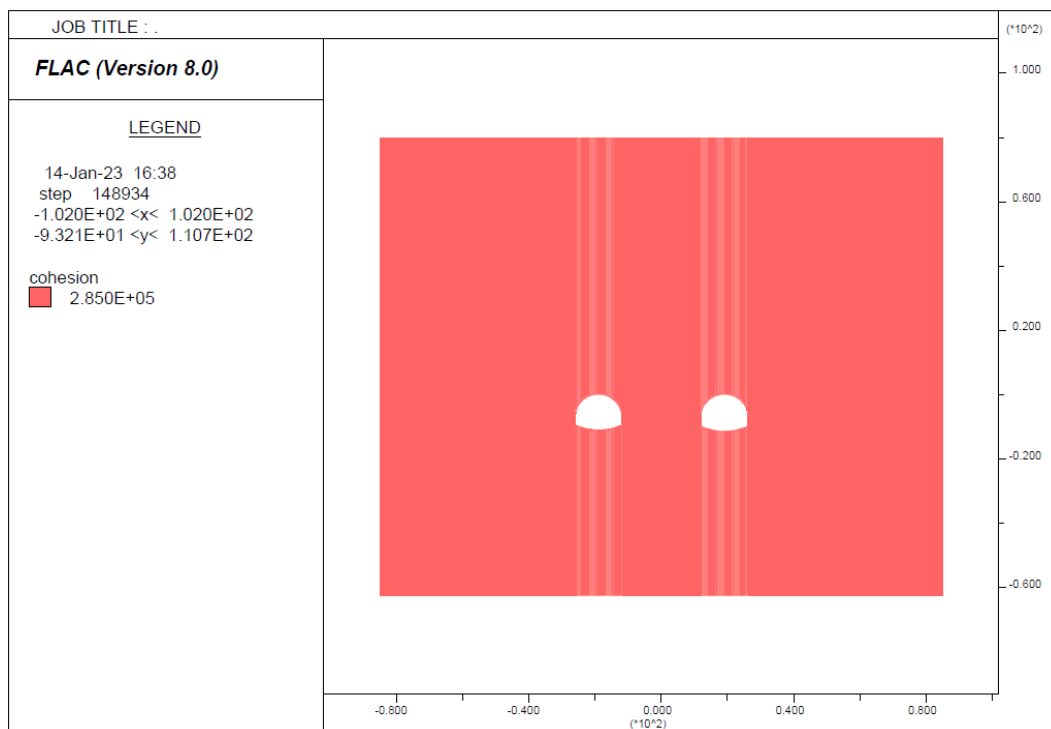


Figura 8-62: Coesione

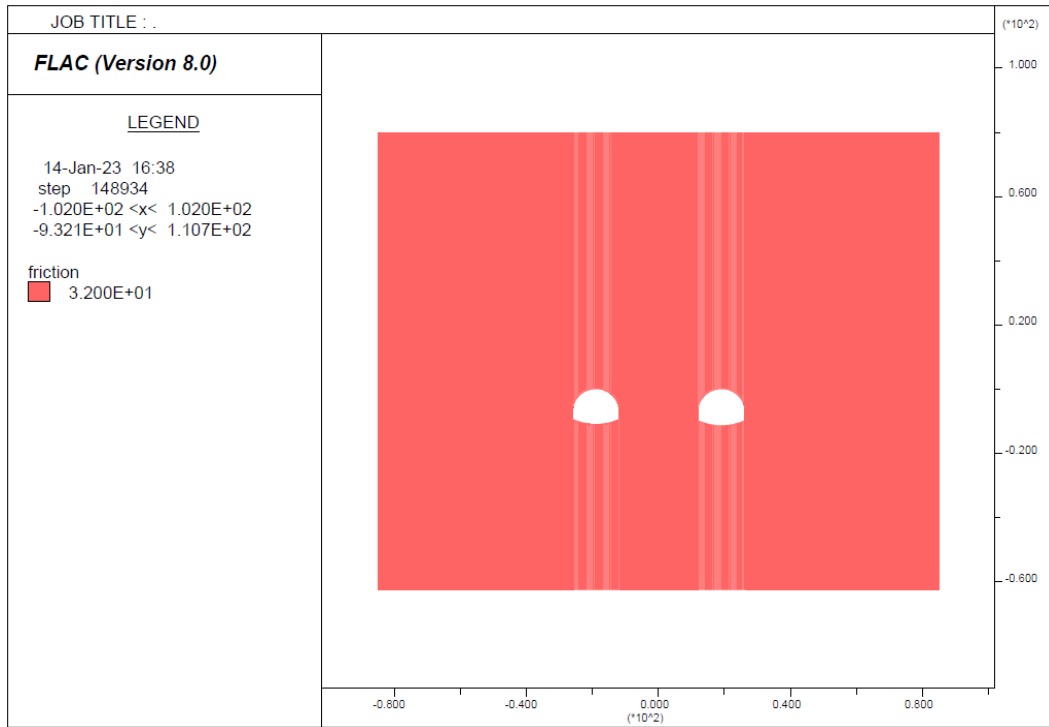


Figura 8-63: Angolo di resistenza al taglio

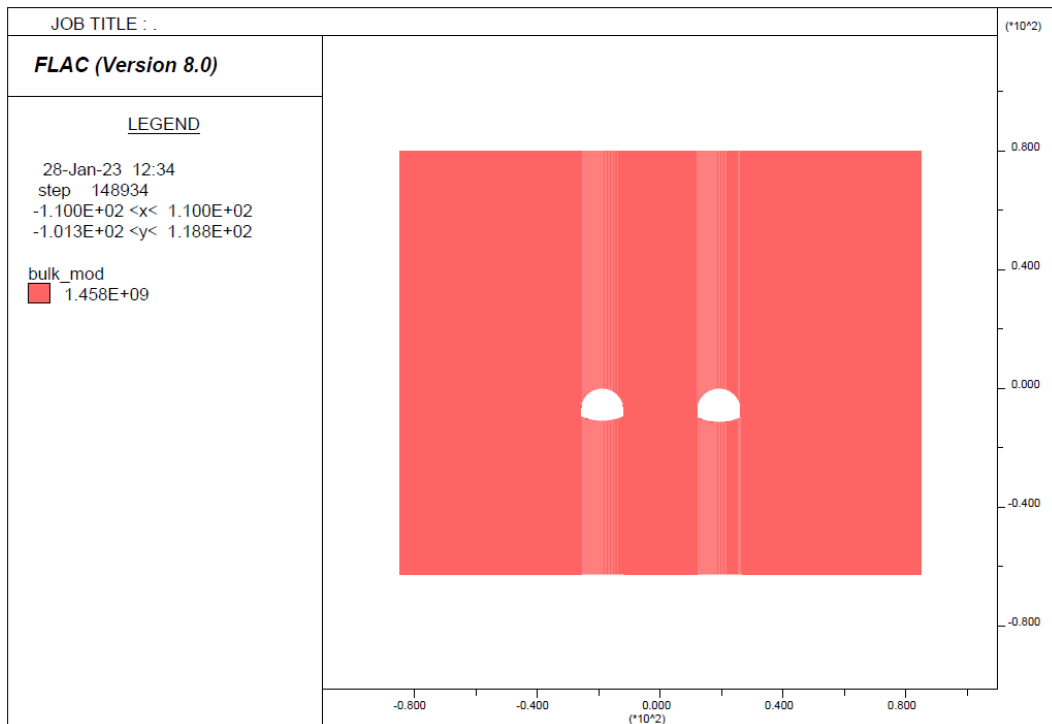


Figura 8-64: Modulo di compressibilità volumetrica

PROGETTAZIONE ATI:

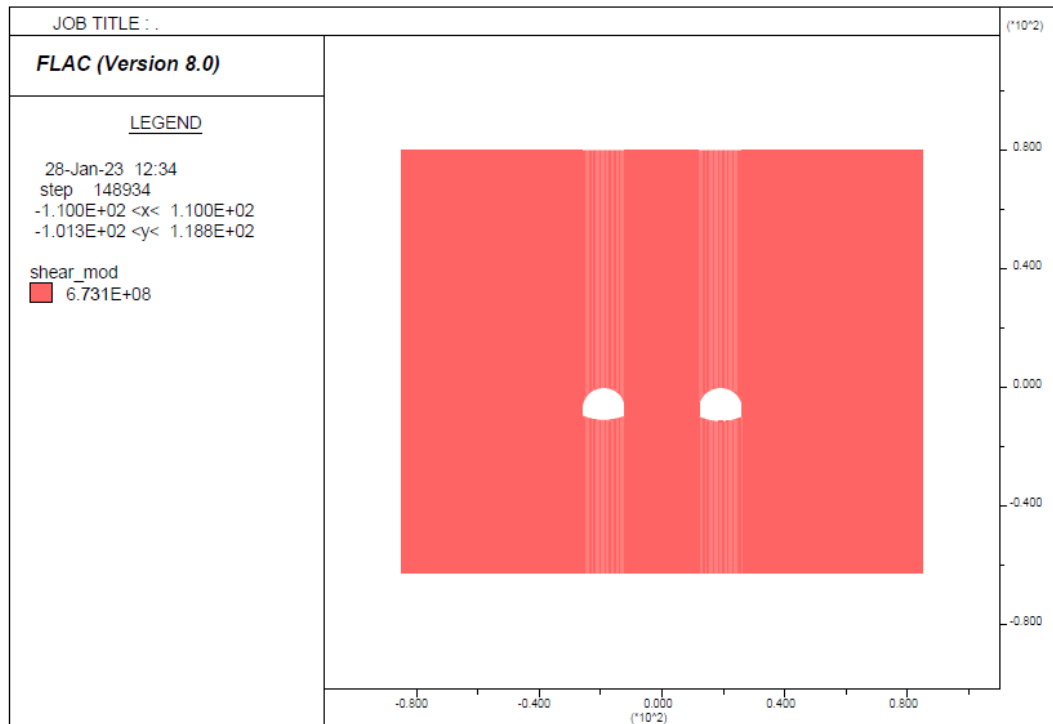


Figura 8-65: Modulo di rigidezza a taglio

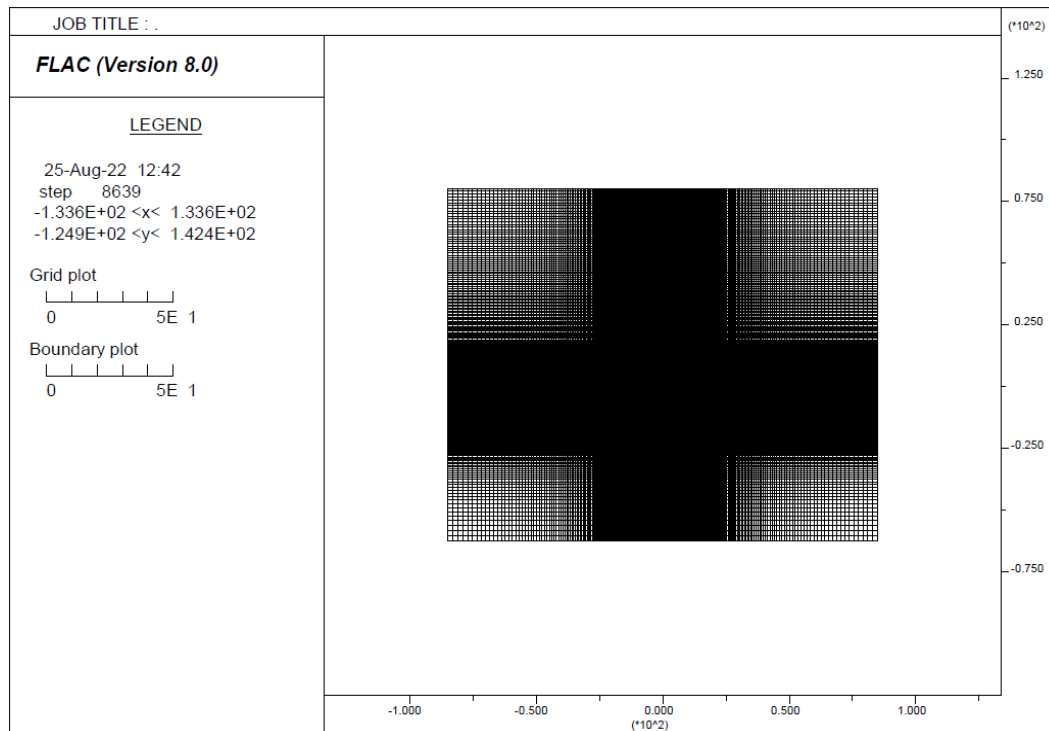


Figura 8-66: Griglia di discretizzazione

PROGETTAZIONE ATI:

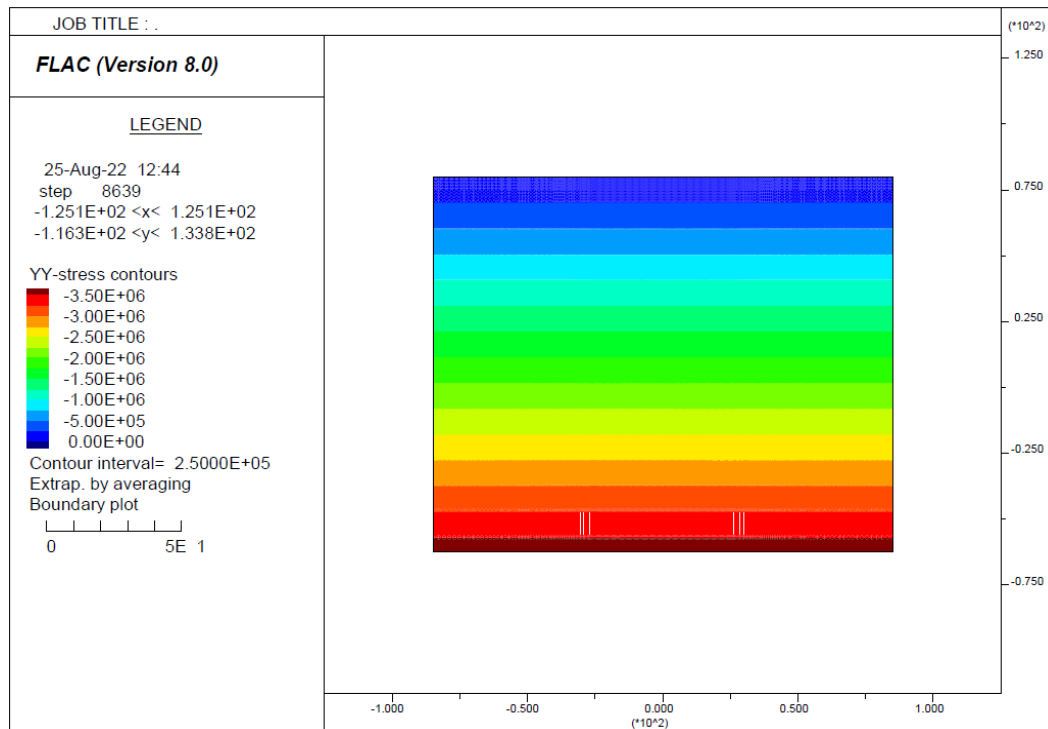


Figura 8-67: Diagramma delle tensioni verticali – fase 0

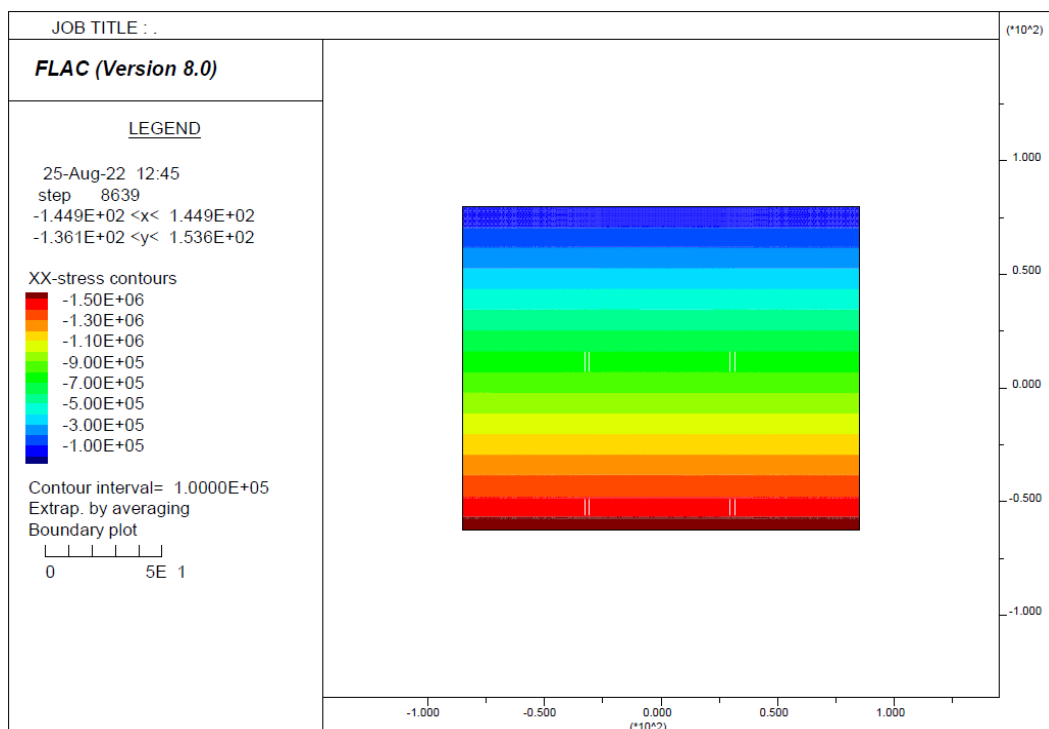


Figura 8-68: Diagramma delle tensioni orizzontali – fase 0

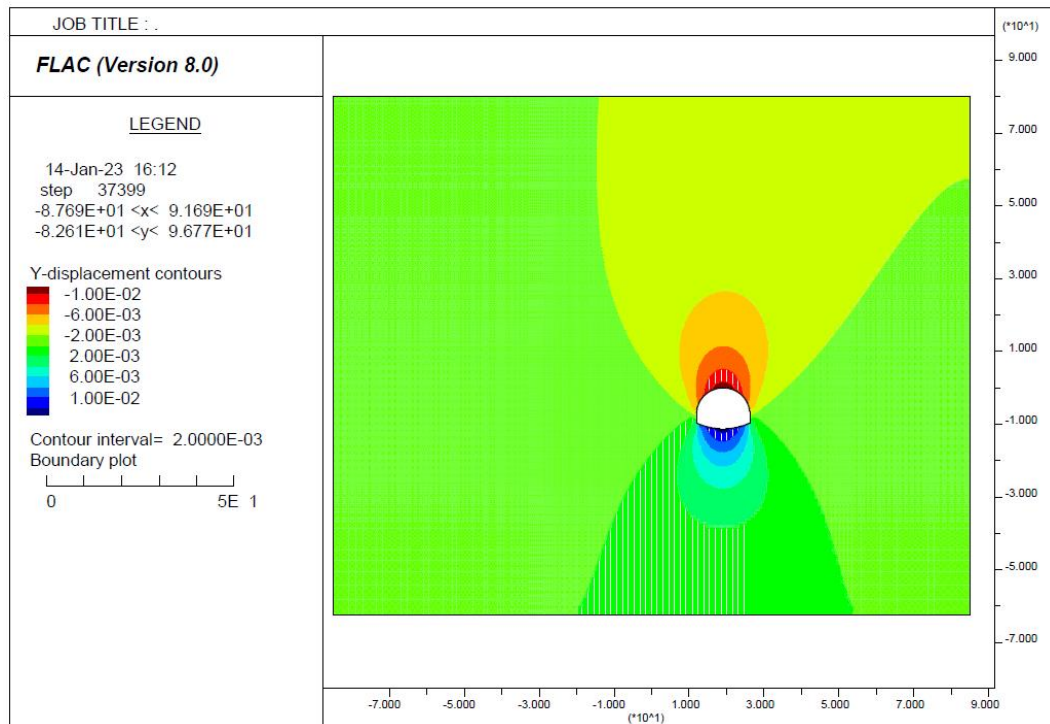


Figura 8-69: Contour degli spostamenti verticali – fase 2

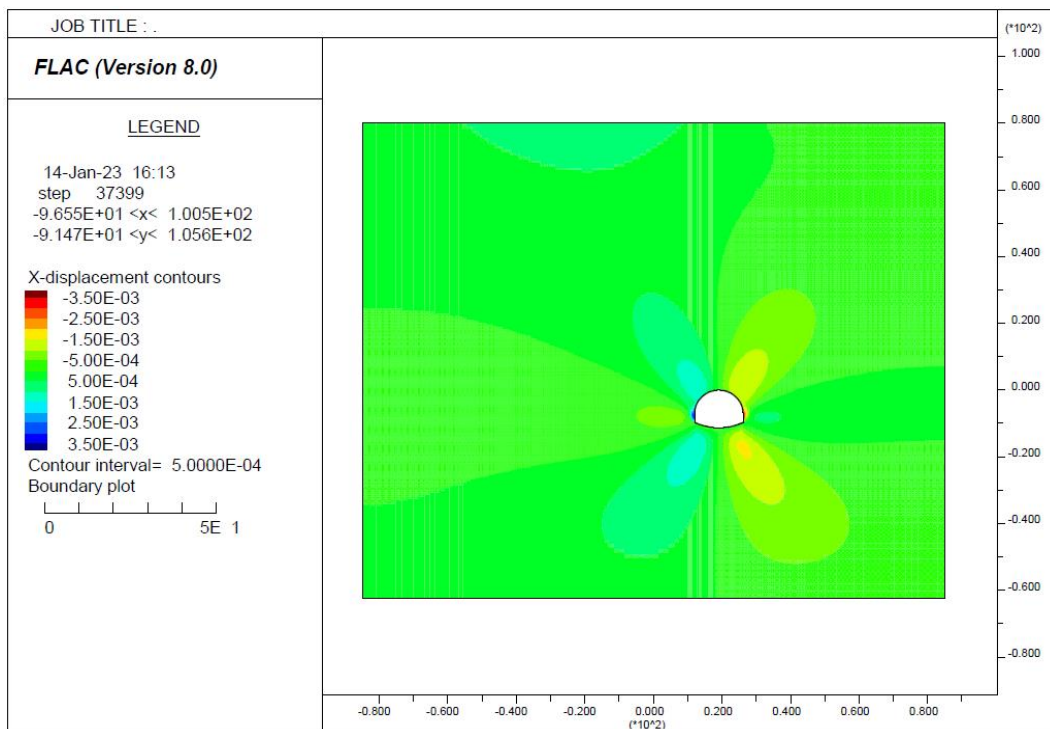


Figura 8-70: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 2

PROGETTAZIONE ATI:

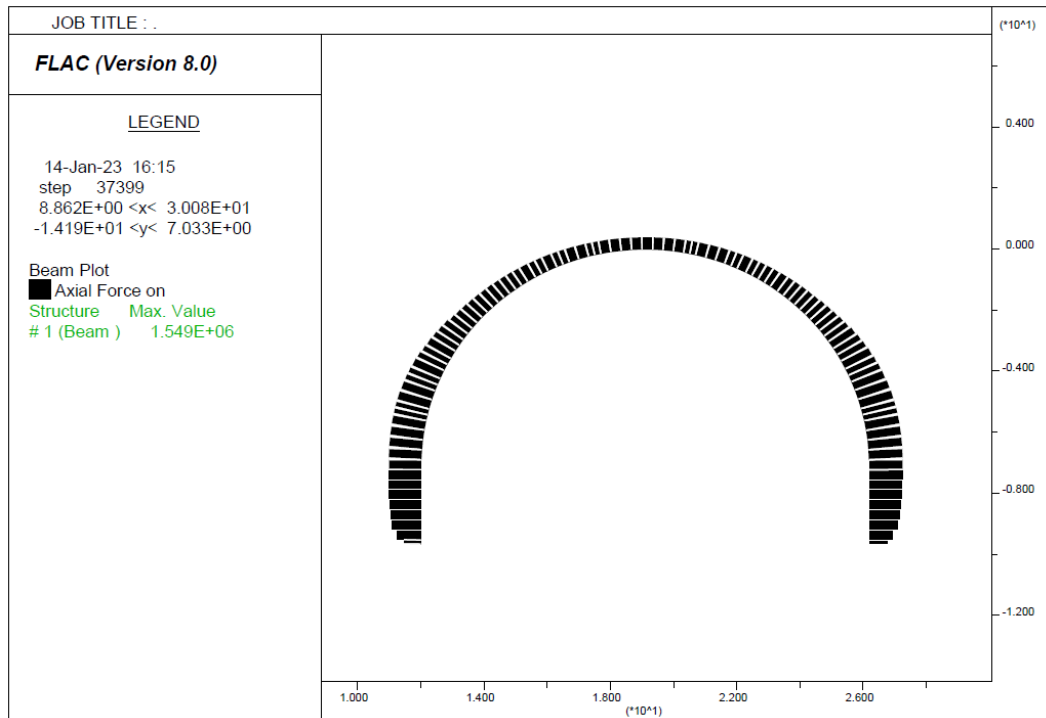


Figura 8-71: Diagramma dello sforzo normale – fase 4

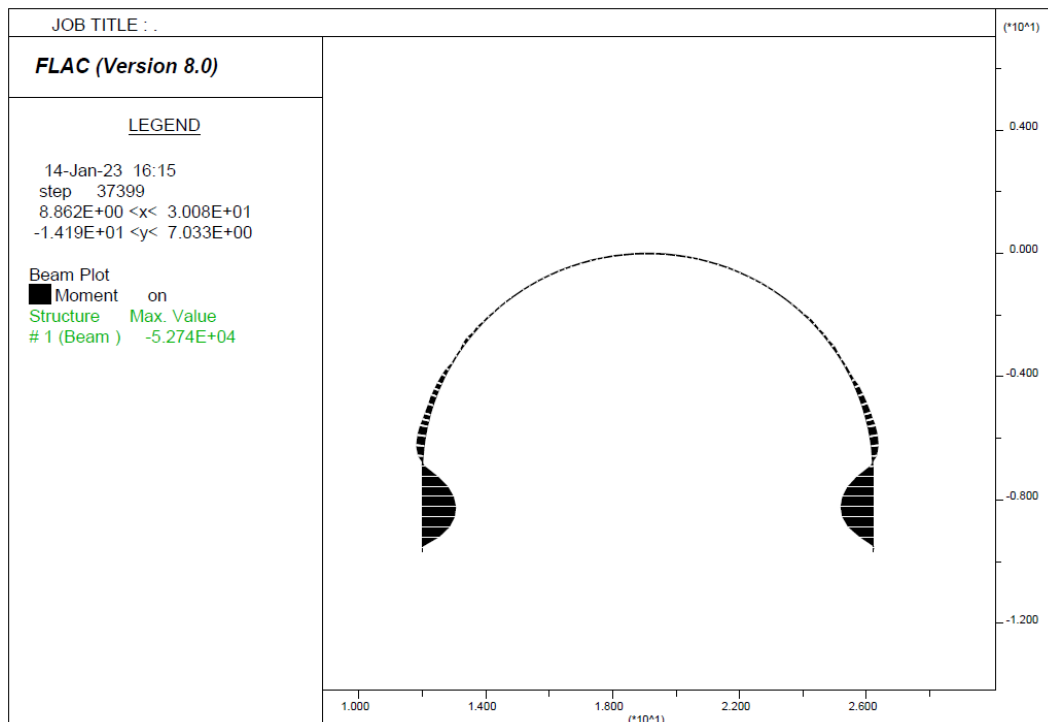


Figura 8-72: Diagramma del momento flettente– fase 4

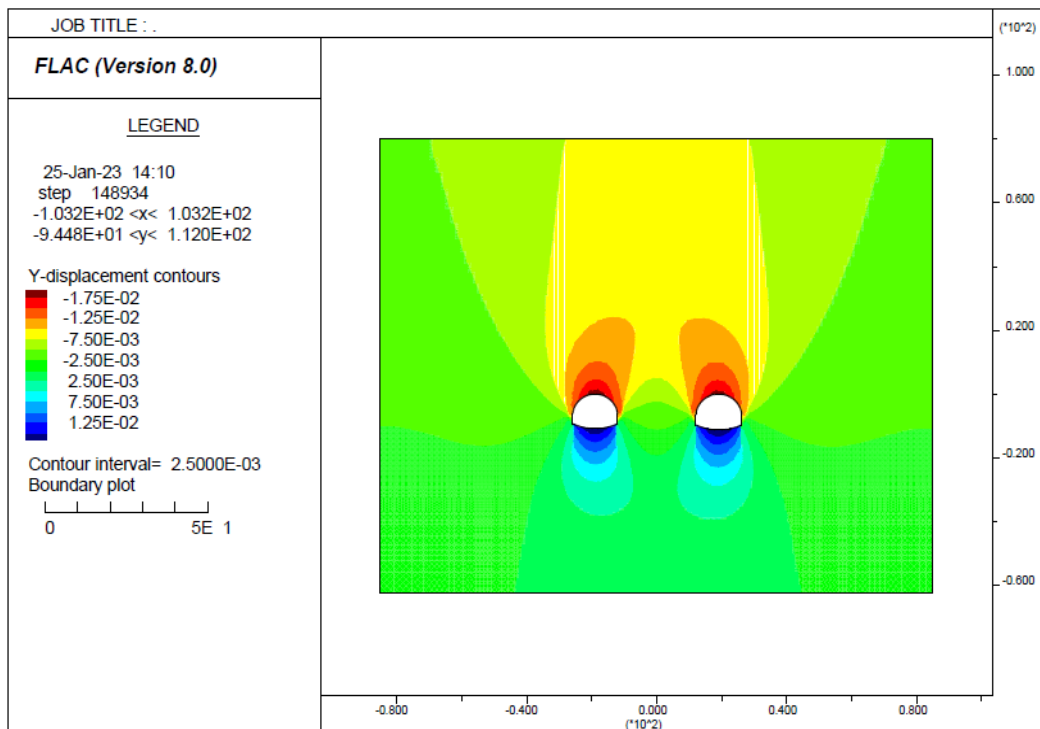


Figura 8-73: Contour degli spostamenti verticali – fase 7bis

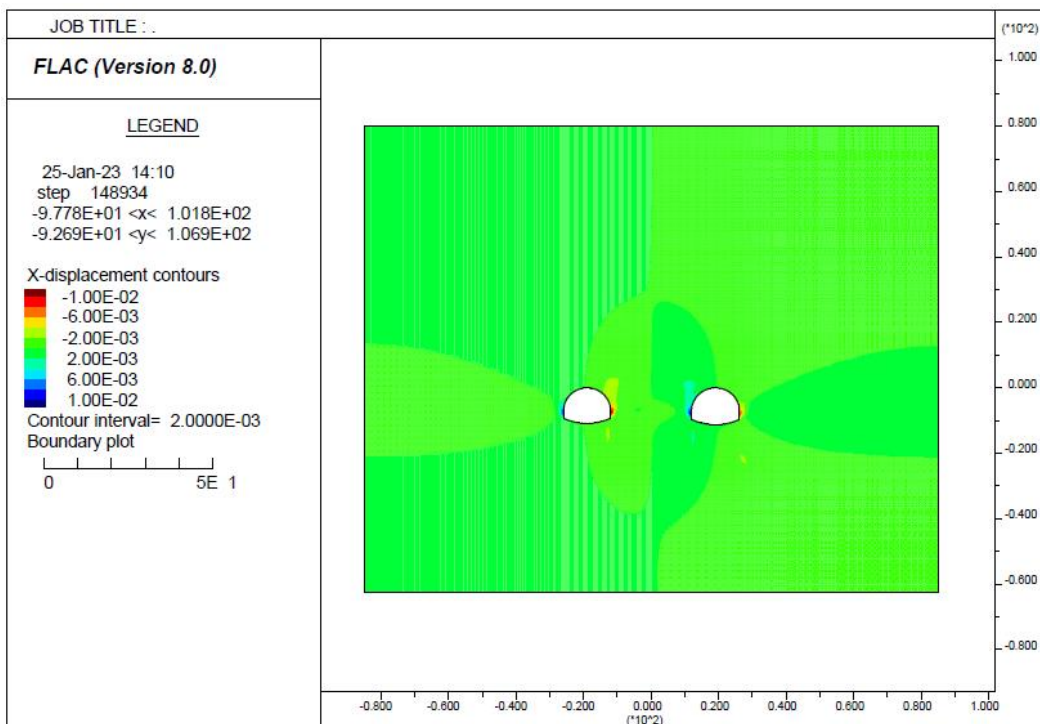


Figura 8-74: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 7bis

PROGETTAZIONE ATI:

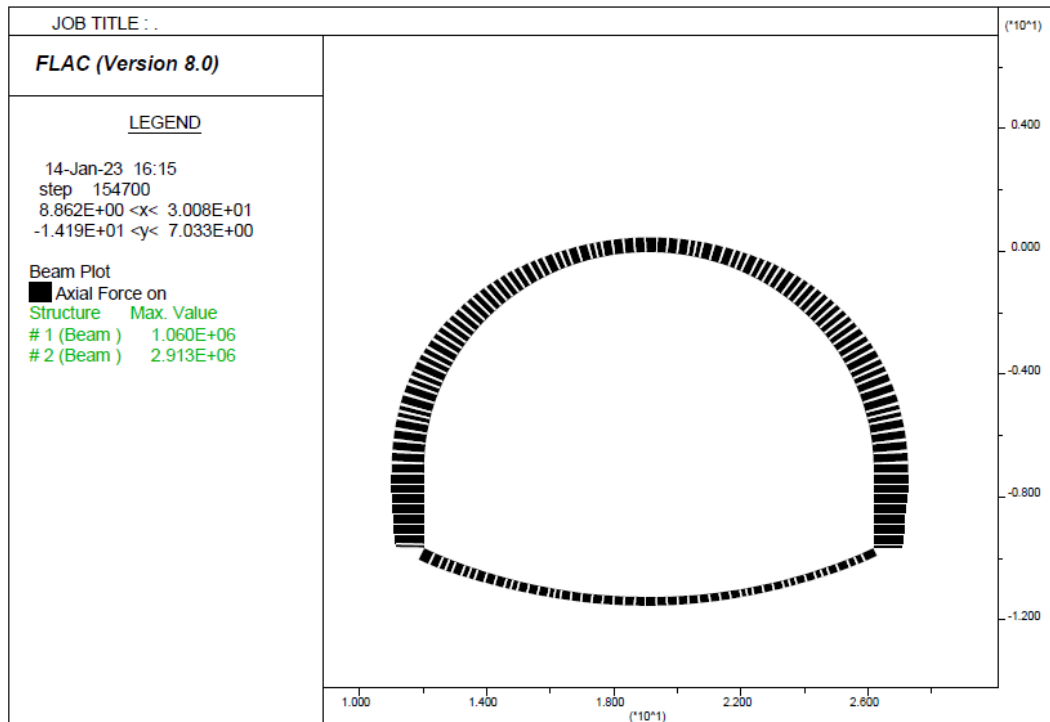


Figura 8-75: Diagramma dello sforzo normale – fase 7bis

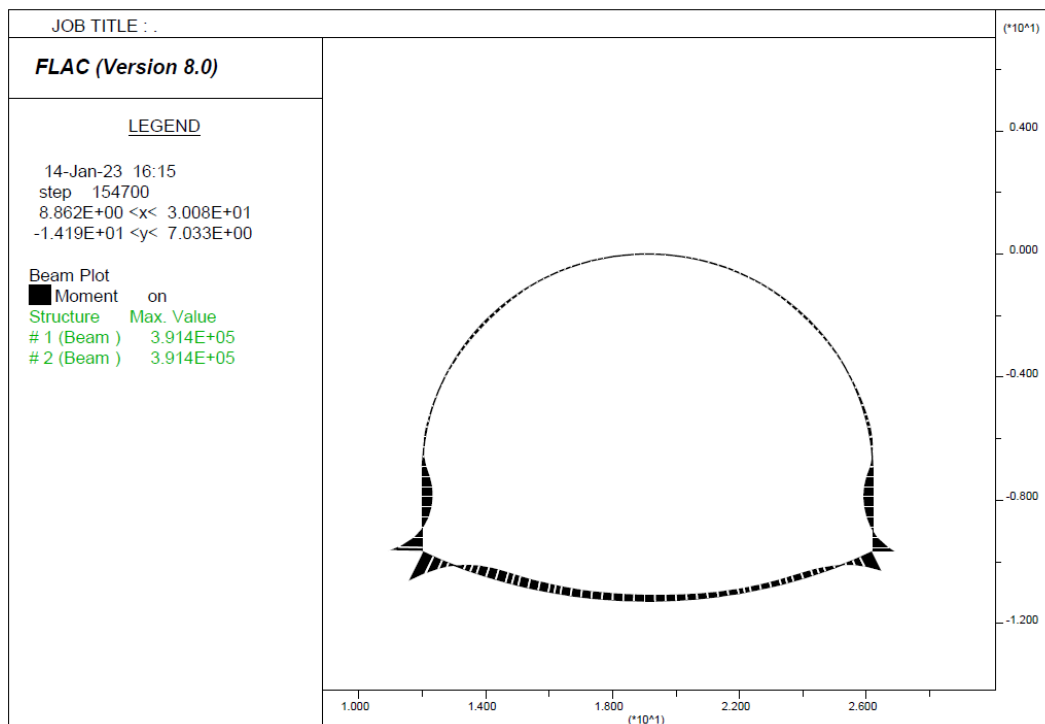


Figura 8-76: Diagramma del momento flettente – fase 7bis

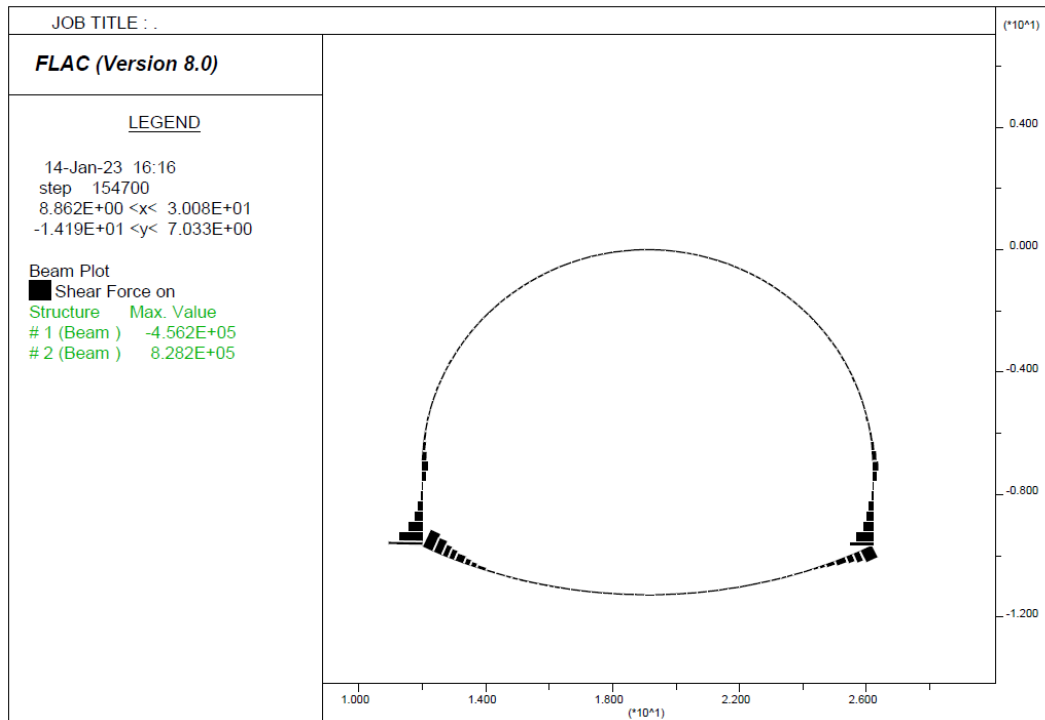


Figura 8-77: Diagramma del taglio– fase 7bis

Verifica del rivestimento provvisorio – sezione B1

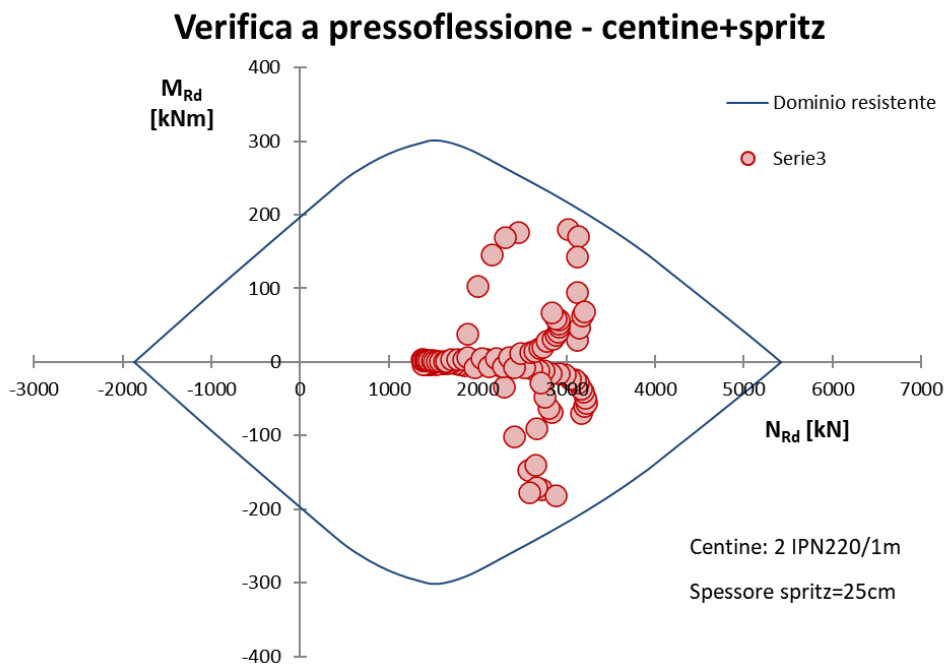


Figura 8-78: Dominio M-N (centina+spritz)

PROGETTAZIONE ATI:

Verifica del rivestimento definitivo (calotta) – sezione B1

Verifica a pressoflessione - calotta

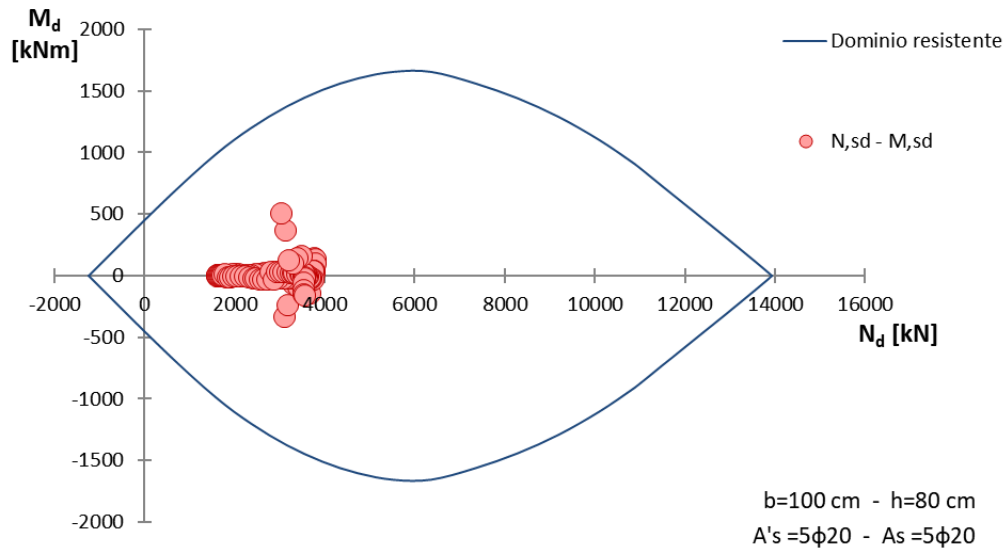


Figura 8-79: Dominio M-N (calotta)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio agente	$V_{Ed} = 243.62 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h =$	800	mm
Copriferro della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	750	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	12	mm
Numero di braccia	$n_w =$	5.0	$\left n^\circ \text{ spilli / m (direzione long.)} \right.$
Area totale spilli	$A_{sw} =$	565.20	mm^2
Passo degli spilli	$s =$	400	mm
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	deg
Larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000	mm
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	933.1	kN
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} =$	2298.8	kN
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	933.1	kN
Esito della verifica	soddisfatta		

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Figura 8-80: Verifica a taglio (calotta)

Verifica del rivestimento definitivo (arco rovescio e murette) – sezione B1

Verifica a pressoflessione - arco rovescio

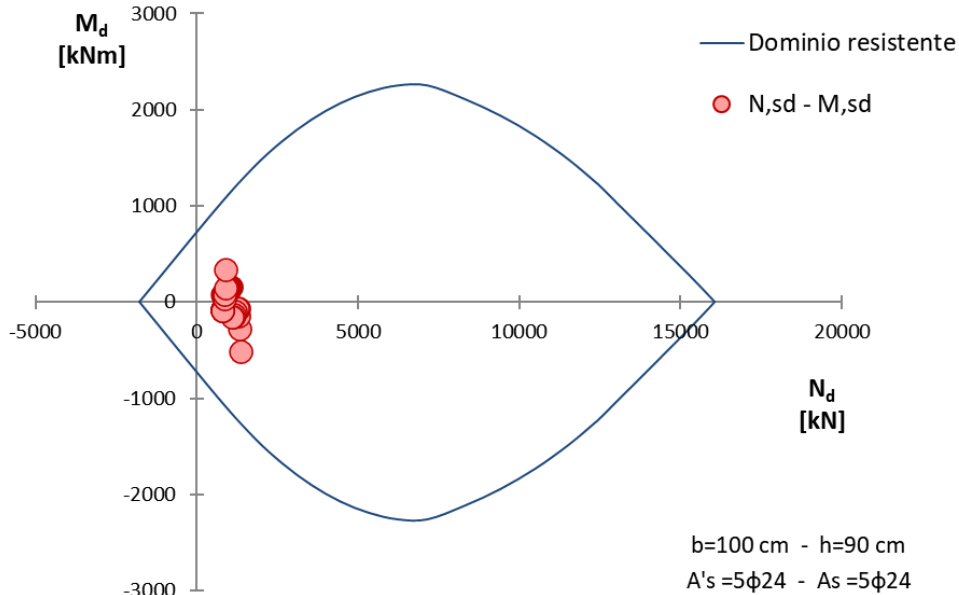


Figura 8-81: Dominio M-N (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	<i>Taglio agente</i>	$V_{Ed} = 287.95 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h = 900 \text{ mm}$		
Copriferro della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$		
Altezza utile della sezione	$d = 850 \text{ mm}$		
Diametro degli spilli	$d_w = 14 \text{ mm}$		
Numero di braccia	$n_w = 5.0$		$\left n^\circ \text{ spilli / m (direzione long.)} \right.$
Area totale spilli	$A_{sw} = 769.30 \text{ mm}^2$		
Passo degli spilli	$s = 400 \text{ mm}$		$\left \text{passo in direzione trasv.} \right.$
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$		$\left 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \right.$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$		$\left \cot(\theta) = 2.5015776 \right. \left. \left 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \right. \right.$
Larghezza minima della sezione	$b_w = 1000 \text{ mm}$		
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 1439.4 \text{ kN}$		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} = 2605.3 \text{ kN}$		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 1439.4 \text{ kN}$		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
<i>Esito della verifica</i>	soddisfatta		

Figura 8-82: Verifica a taglio (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

<i>Taglio ag</i>		$V_{Ed} = 1076.660 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h = 1000 \text{ mm}$		
Copriferro della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$		
Altezza utile della sezione	$d = 950 \text{ mm}$		
Diametro degli spilli	$d_w = 20 \text{ mm}$		
Numero di braccia	$n_w = 2.0$		$\left \begin{array}{l} n^\circ \text{ spilli /m (direzione long.)} \end{array} \right.$
Area totale spilli	$A_{sw} = 628.00 \text{ mm}^2$		
Passo degli spilli	$s = 200 \text{ mm}$		$\left \begin{array}{l} \text{passo in direzione long.} \end{array} \right.$
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$		$\left \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right.$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$		
Larghezza muretta	$b_w = 1000 \text{ mm}$		
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 2626.5 \text{ kN}$		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} = 2911.9 \text{ kN}$		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 2626.5 \text{ kN}$		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-83: Verifica a taglio (murette)

Verifiche SLE

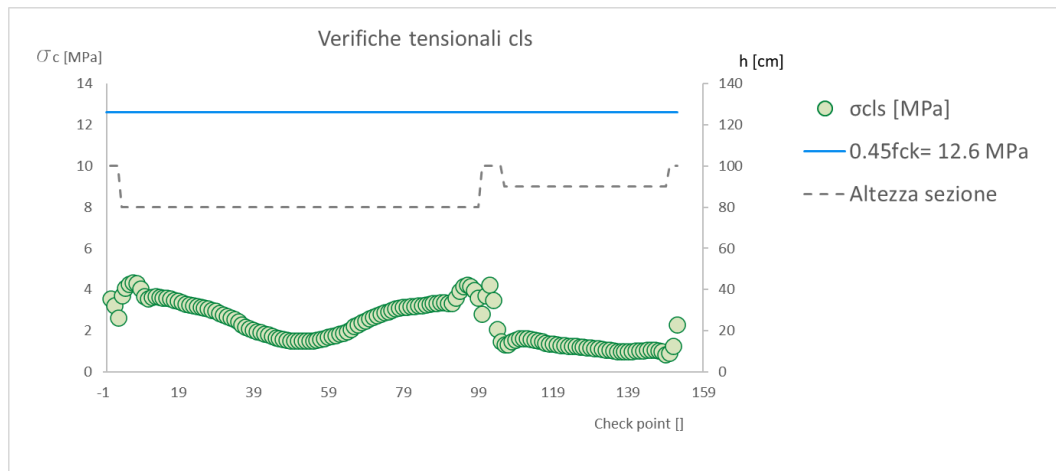


Figura 8-84: Verifiche tensionali cls

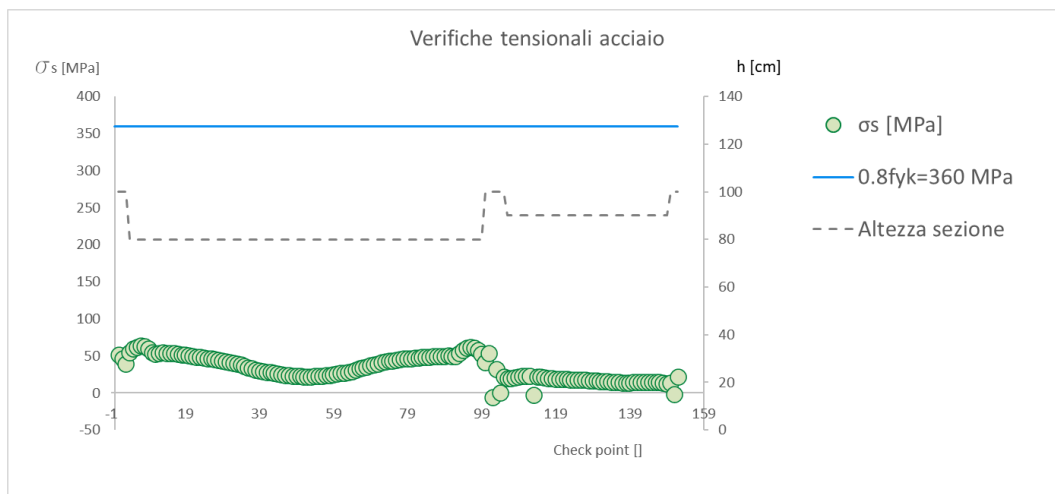


Figura 8-85: Verifiche tensionali acciaio

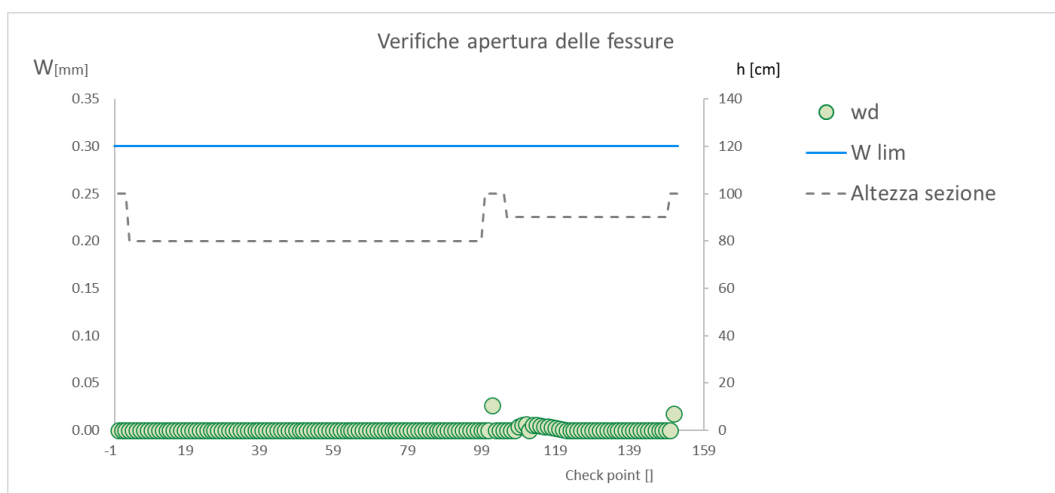


Figura 8-86: Verifiche apertura delle fessure

8.8.3 SEZIONE TIPO B1V – (PALI PLASTICI)

Gli step di calcolo adottati per la simulazione degli scavi e realizzazione delle opere provvisorie sono riportate nella seguente tabella:

FASE	DESCRIZIONE	λ
0	Fase litostatica + installazione pali plastici	-
1	Preconvergenza massima	0.3
2	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.4
3	Installazione del priverivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz	0.4
4	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz	0.8

PROGETTAZIONE ATI:

5	Installazione del rivestimento definitivo	1.0
6	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.0
1 bis	Preconvergenza massima GNsx	0.3
2 bis	Sfondo (terreno non sostenuto) GNsx	0.4
3 bis	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz GNsx	0.4
4 bis	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz GNsx	0.8
5 bis	Installazione del rivestimento definitivo GNsx	1.0
6 bis	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase GNsx	1.0

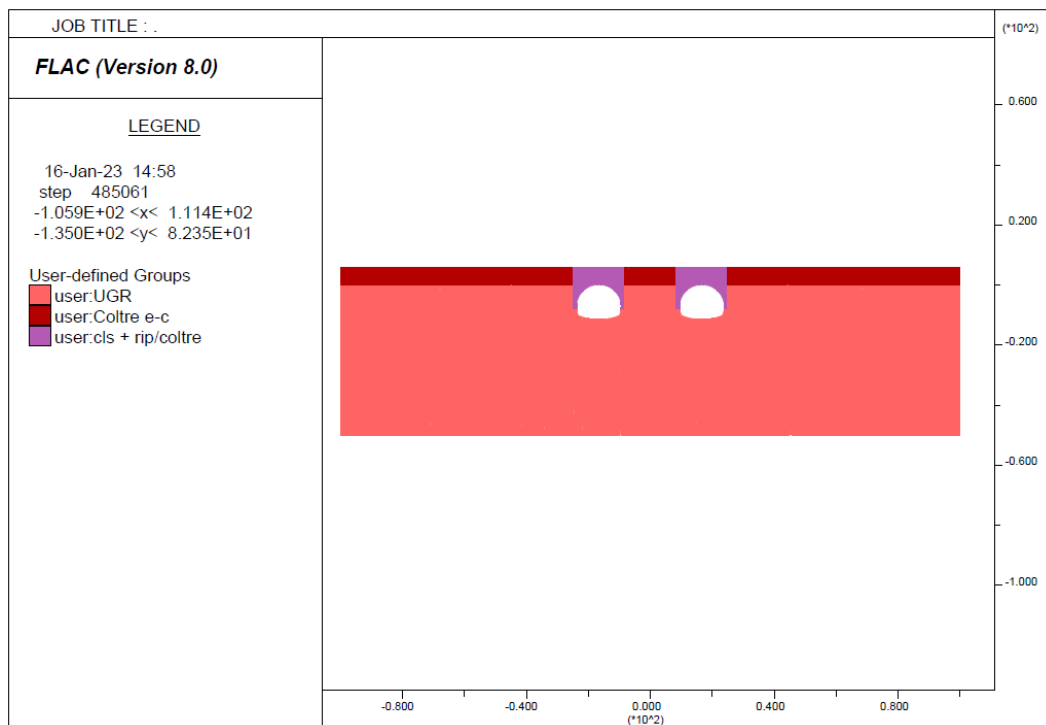


Figura 8-87: Gruppi

PROGETTAZIONE ATI:

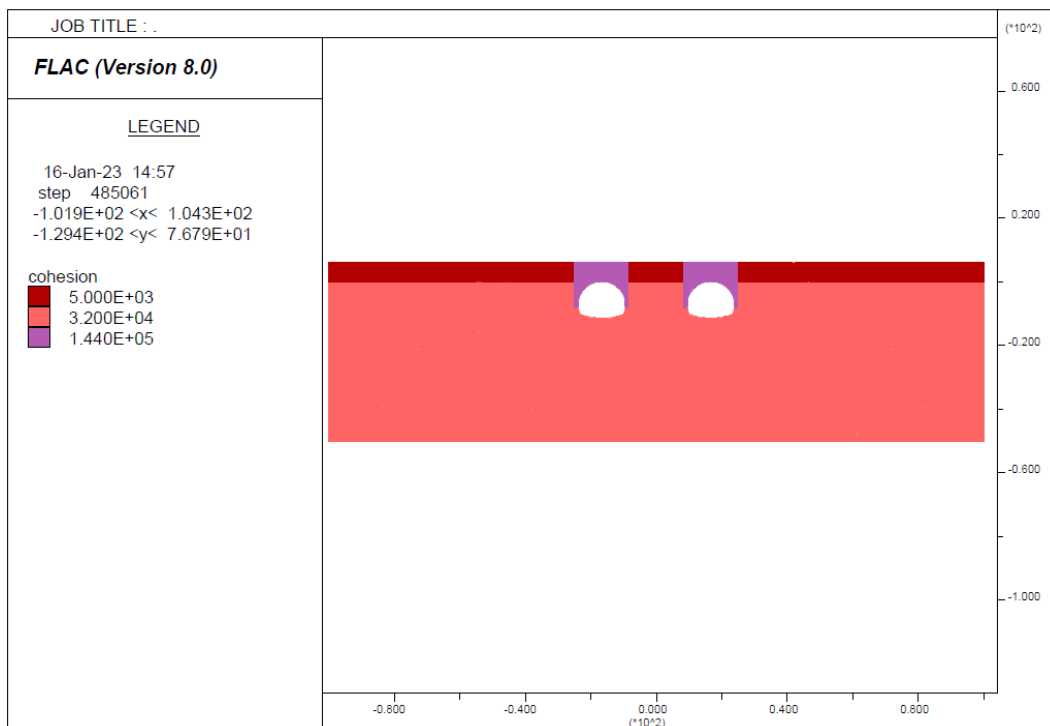


Figura 8-88: Coesione

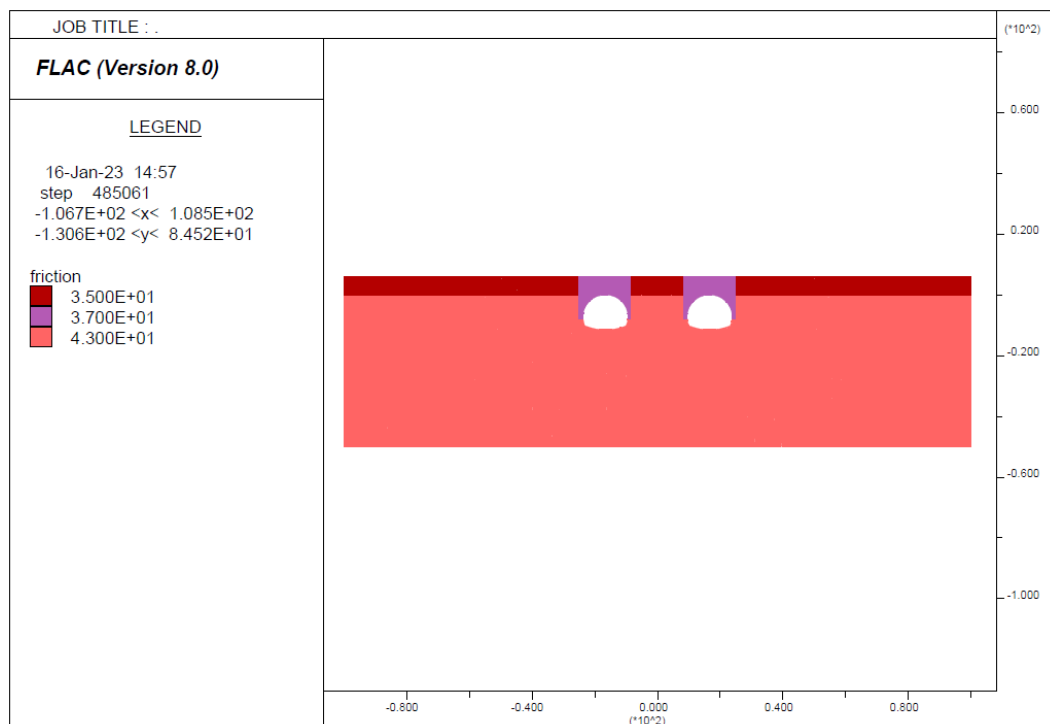


Figura 8-89: Angolo di resistenza al taglio

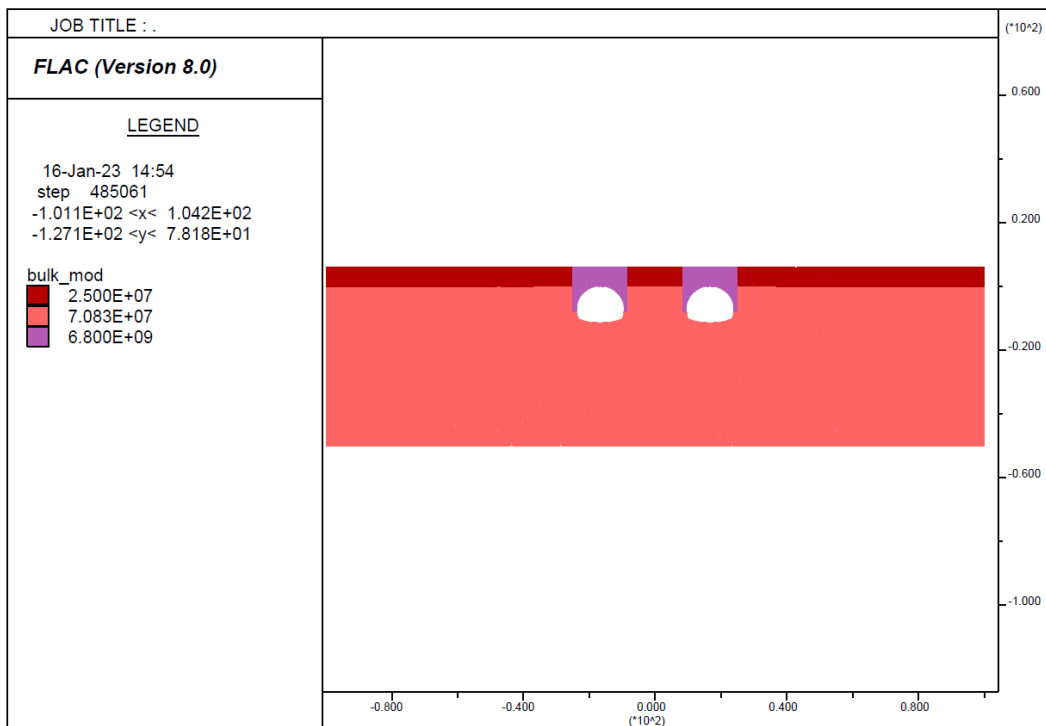


Figura 8-90: Modulo di compressibilità volumetrica

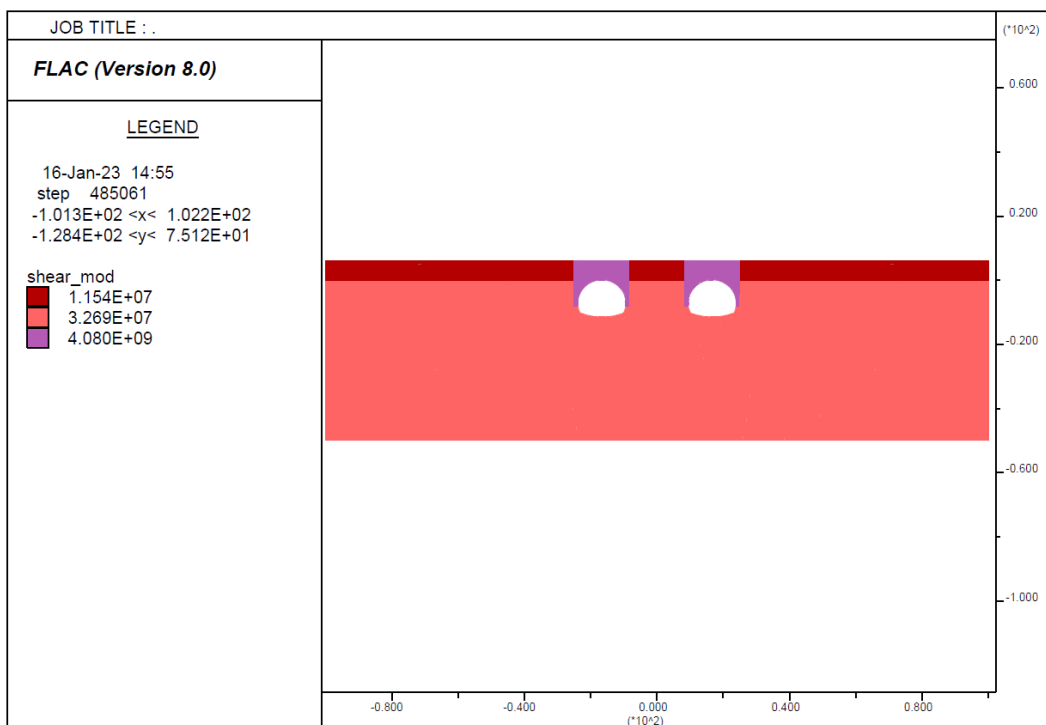


Figura 8-91: Modulo di rigidezza a taglio

PROGETTAZIONE ATI:

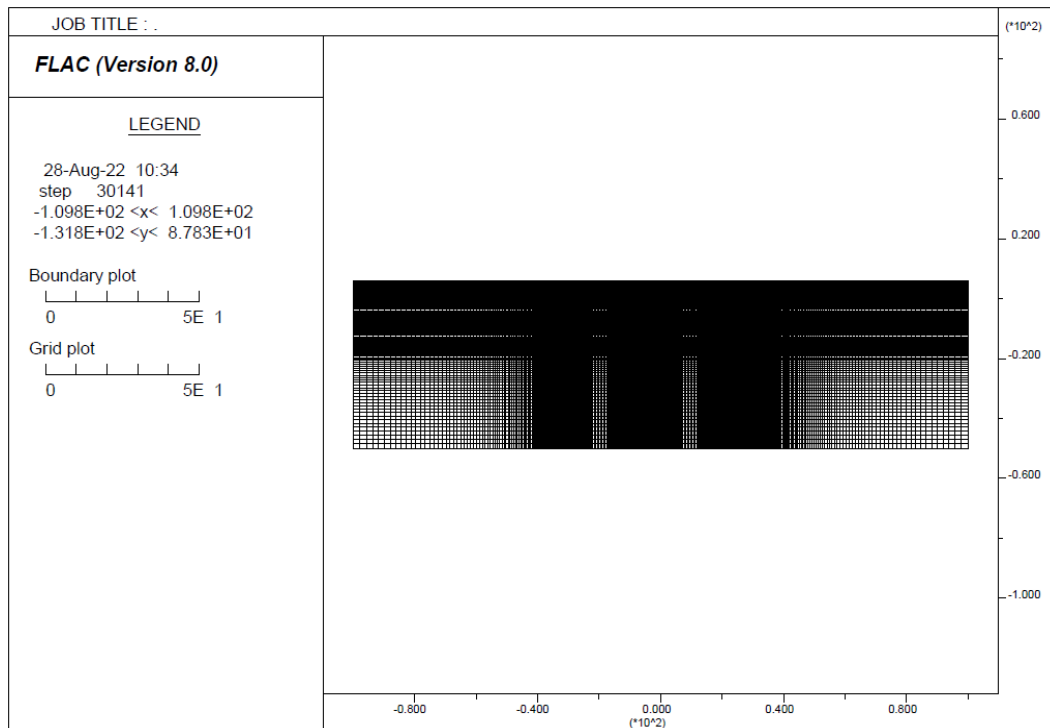


Figura 8-92: Griglia di discretizzazione

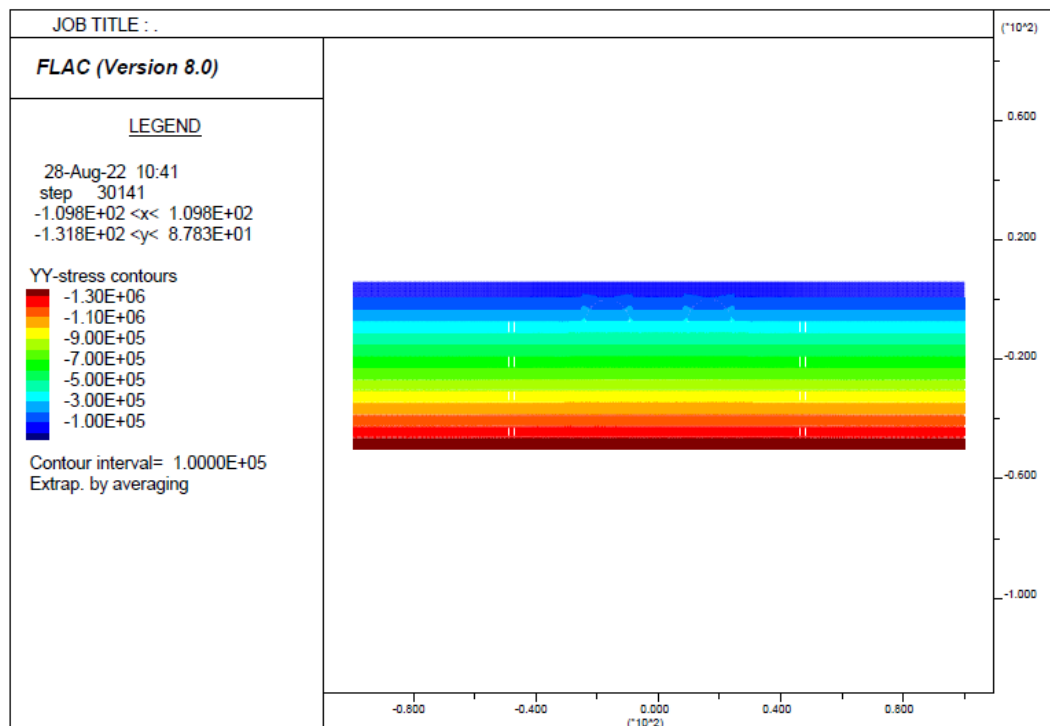


Figura 8-93: Diagramma delle tensioni verticali – fase 0

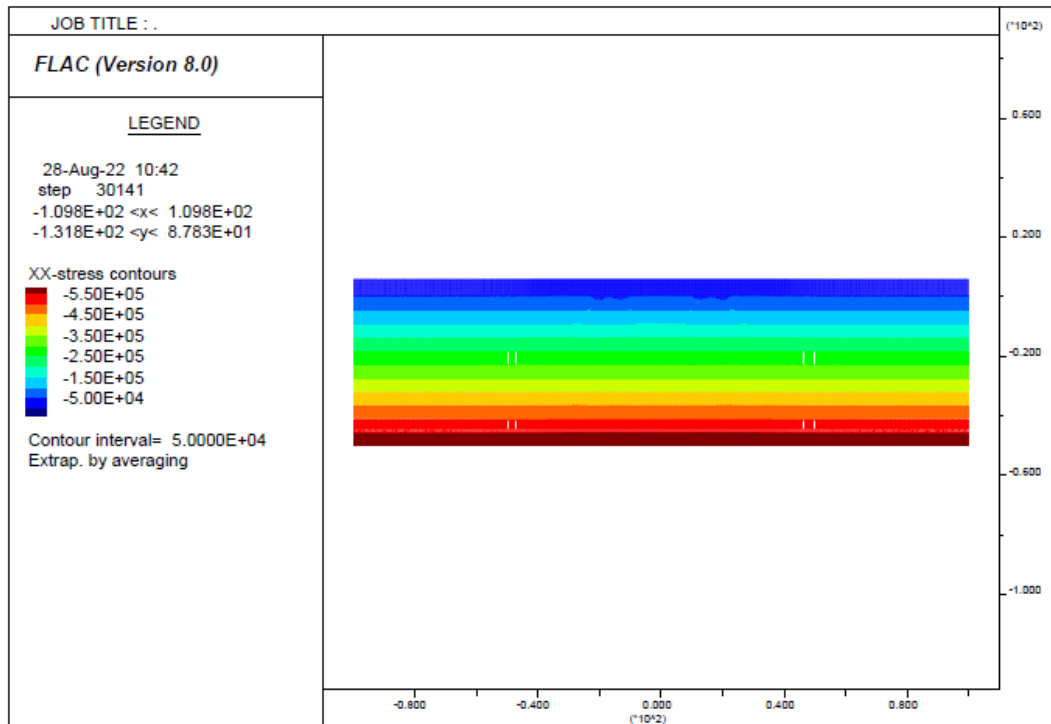


Figura 8-94: Diagramma delle tensioni orizzontali – fase 0

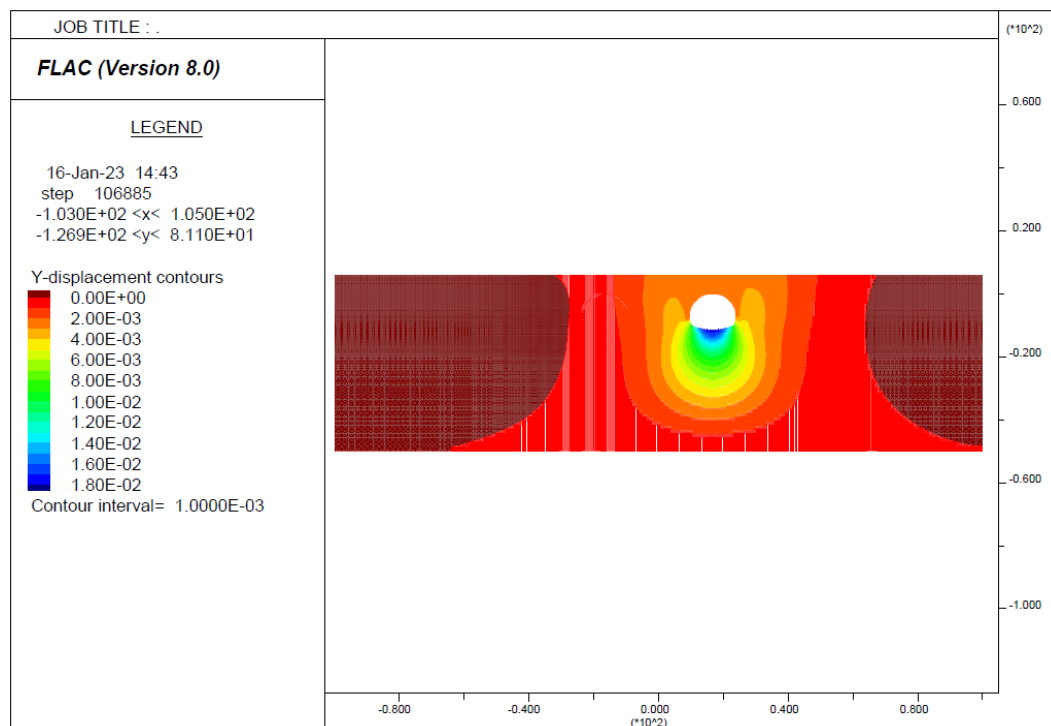


Figura 8-95: Contour degli spostamenti verticali – fase 2

PROGETTAZIONE ATI:

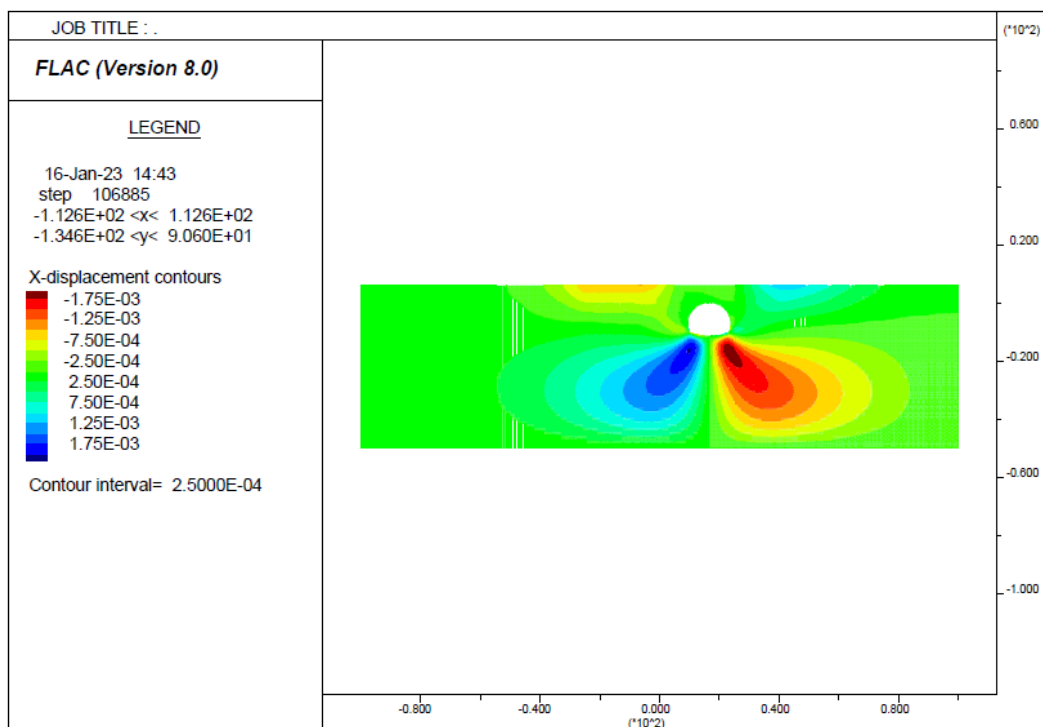


Figura 8-96: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 2

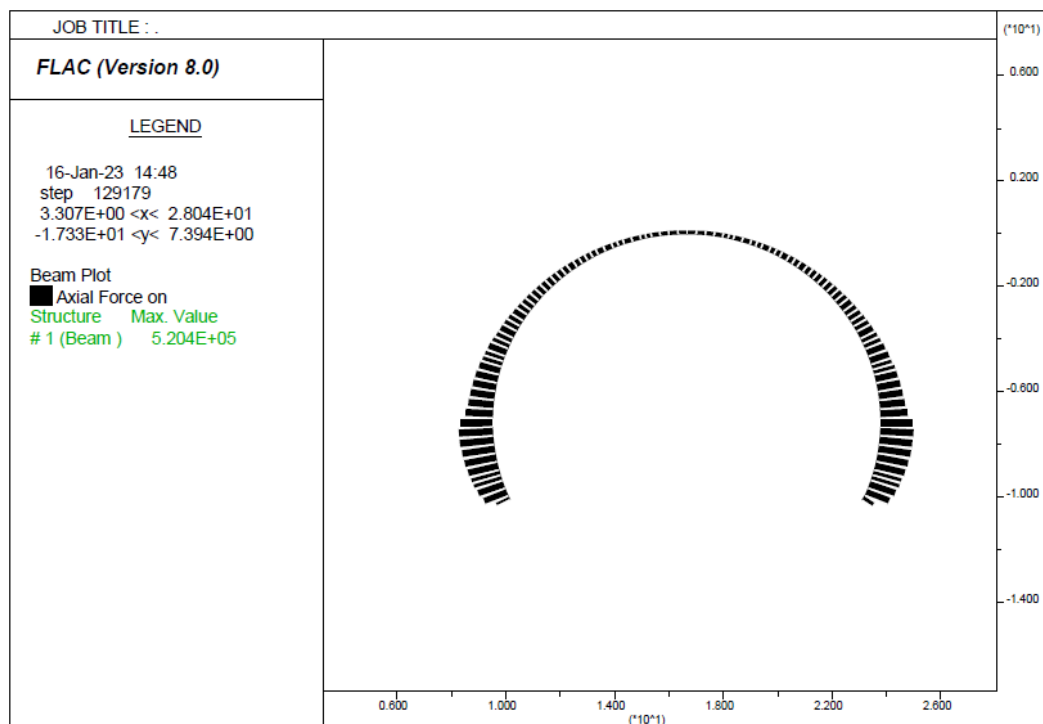


Figura 8-97: Diagramma dello sforzo normale – fase 4

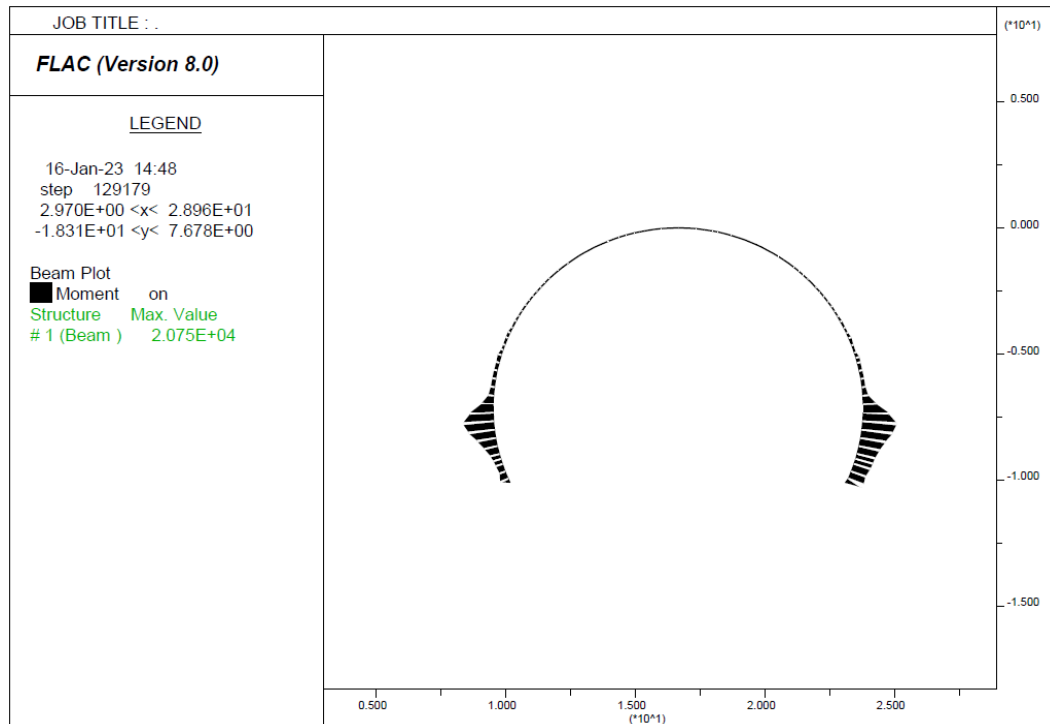


Figura 8-98: Diagramma del momento flettente– fase 4

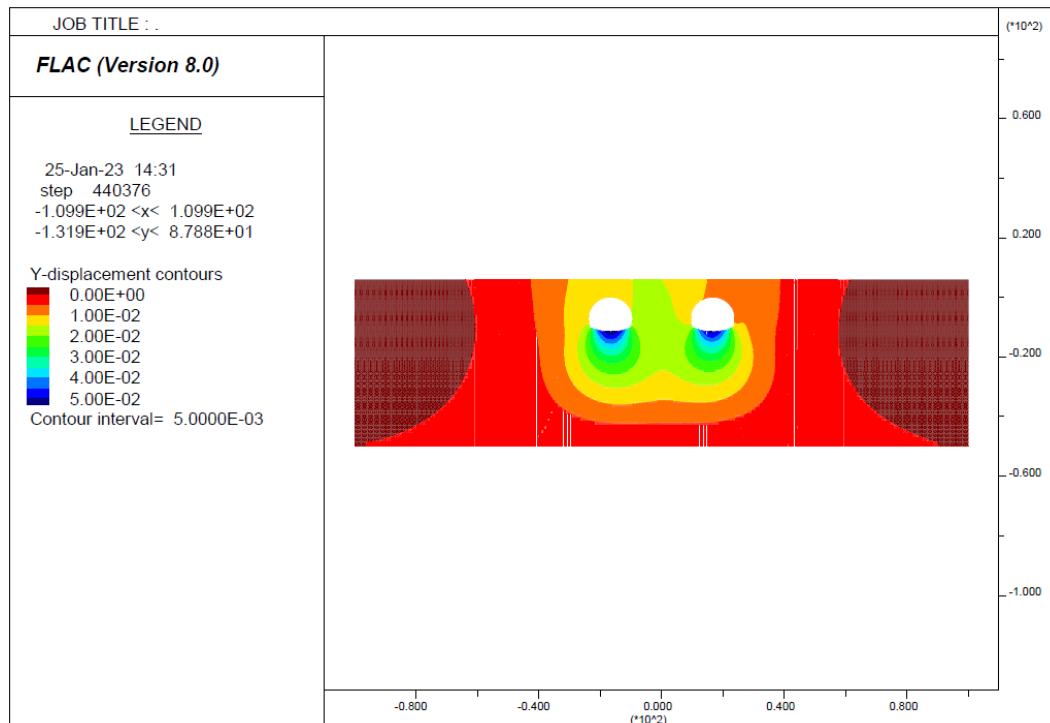


Figura 8-99: Contour degli spostamenti verticali – fase 6bis

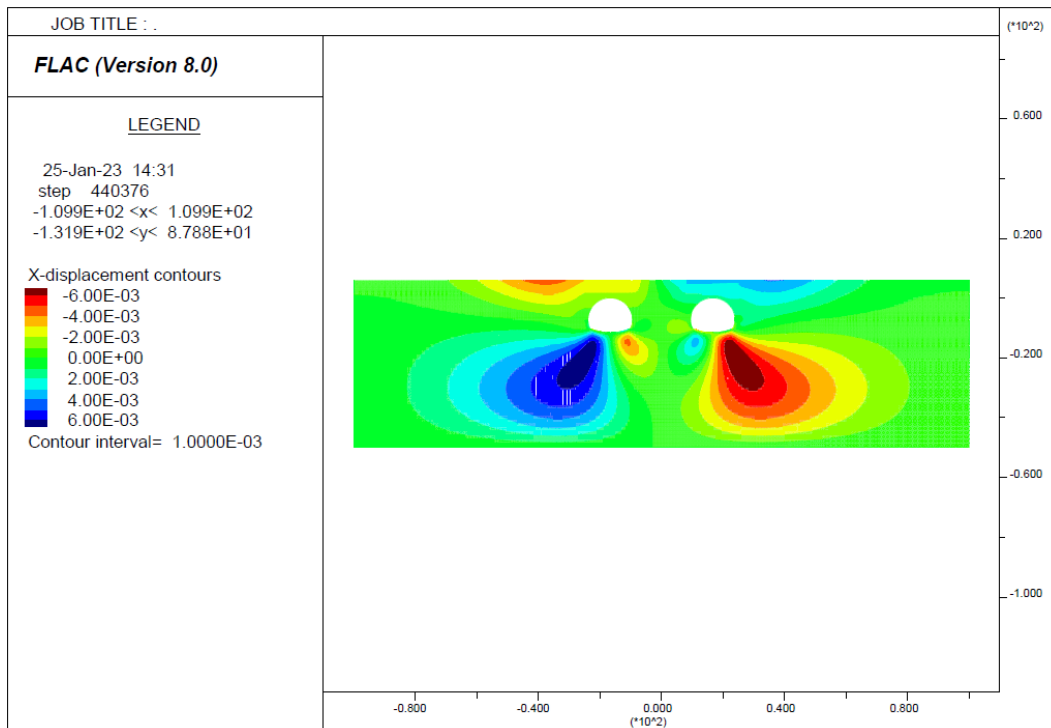


Figura 8-100: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 6bis

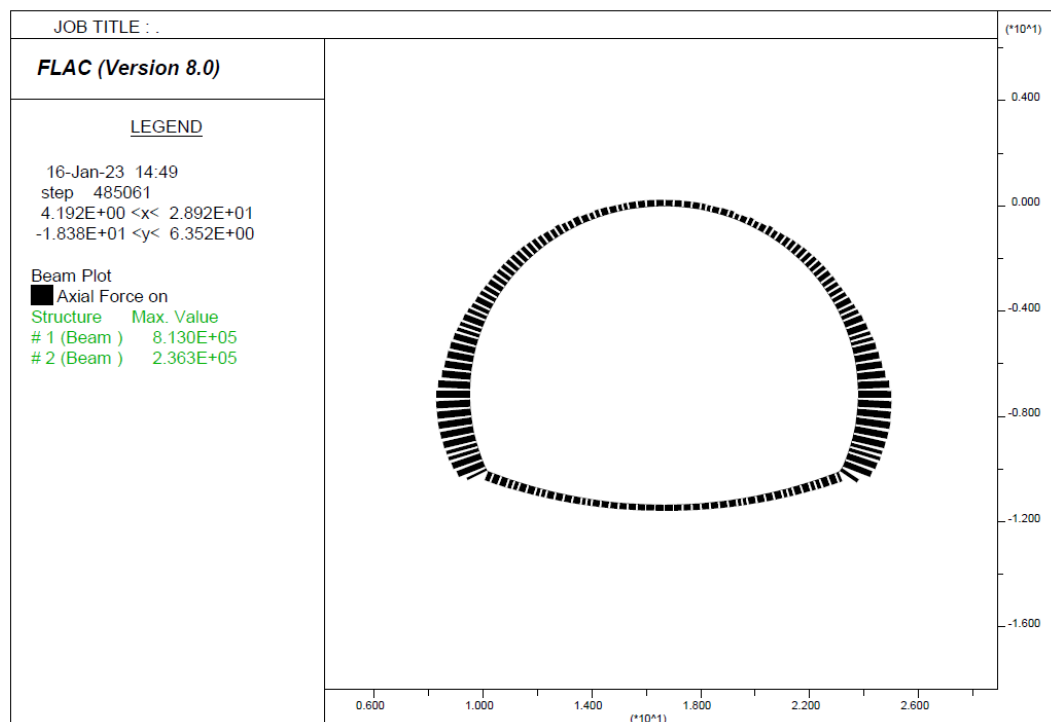


Figura 8-101: Diagramma dello sforzo normale – fase 6bis

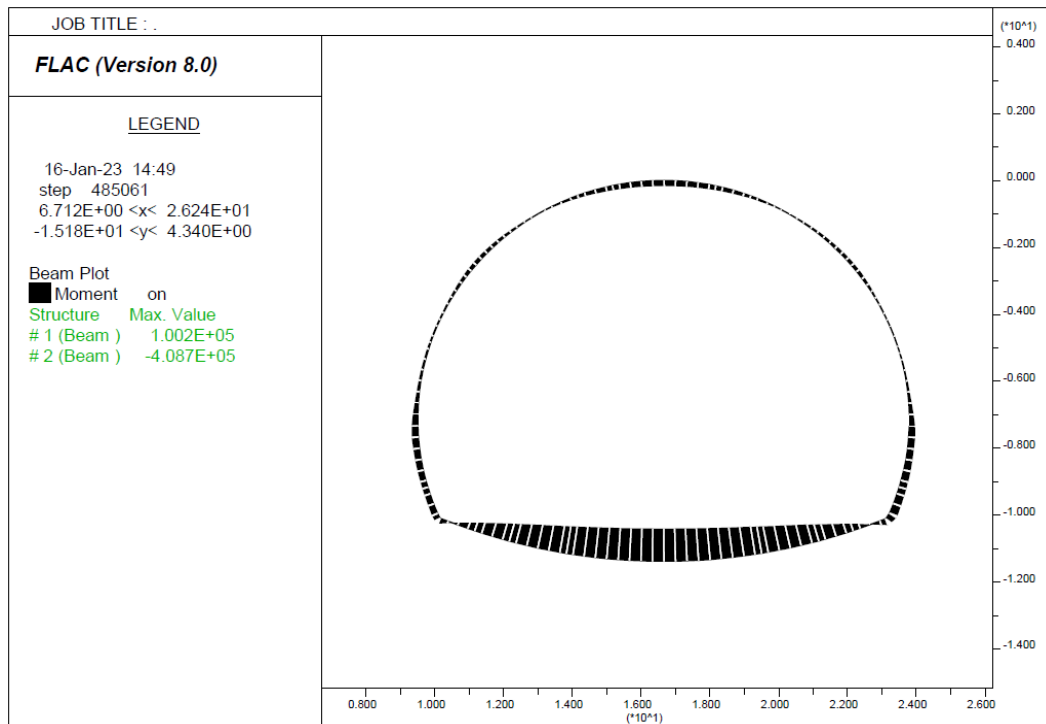


Figura 8-102: Diagramma del momento flettente – fase 6bis

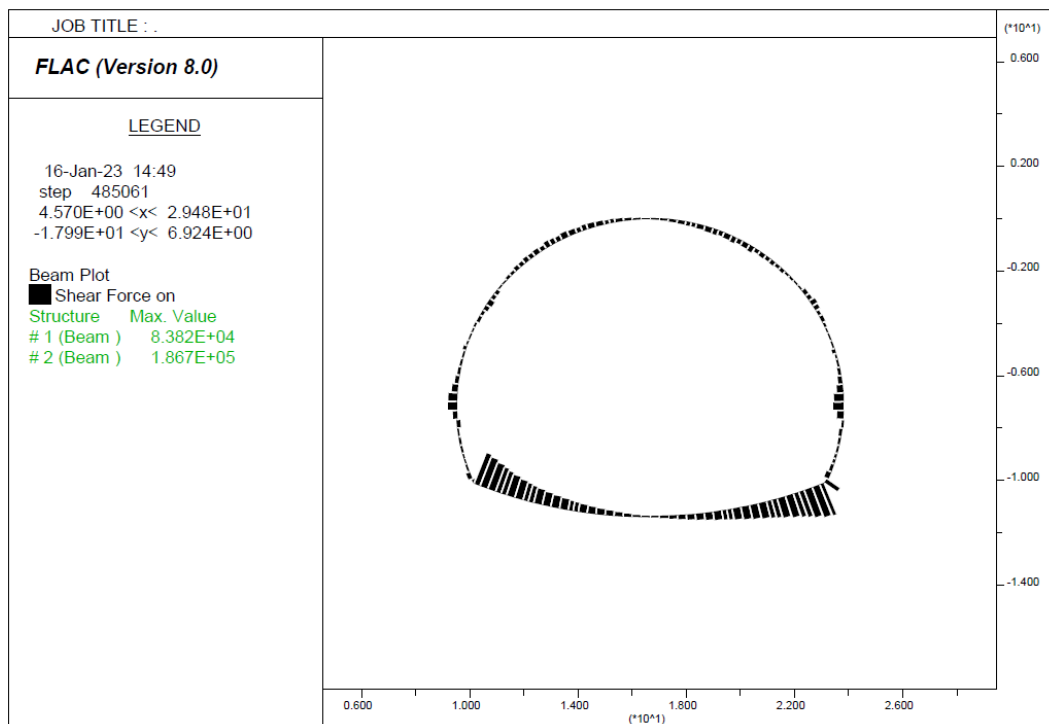


Figura 8-103: Diagramma del taglio– fase 6bis

Verifica del rivestimento provvisorio – sezione B1v

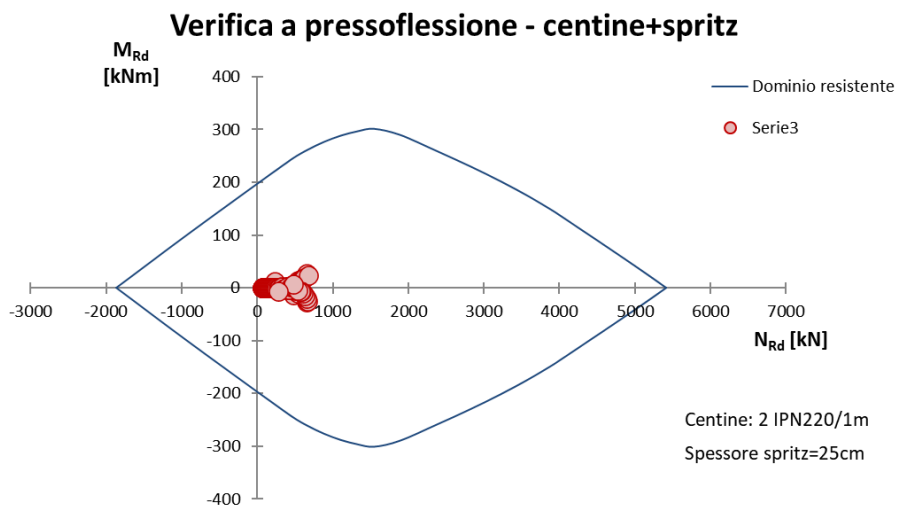


Figura 8-104: Dominio M-N (centina+spritz)

Verifica del rivestimento definitivo (calotta) – sezione B1v

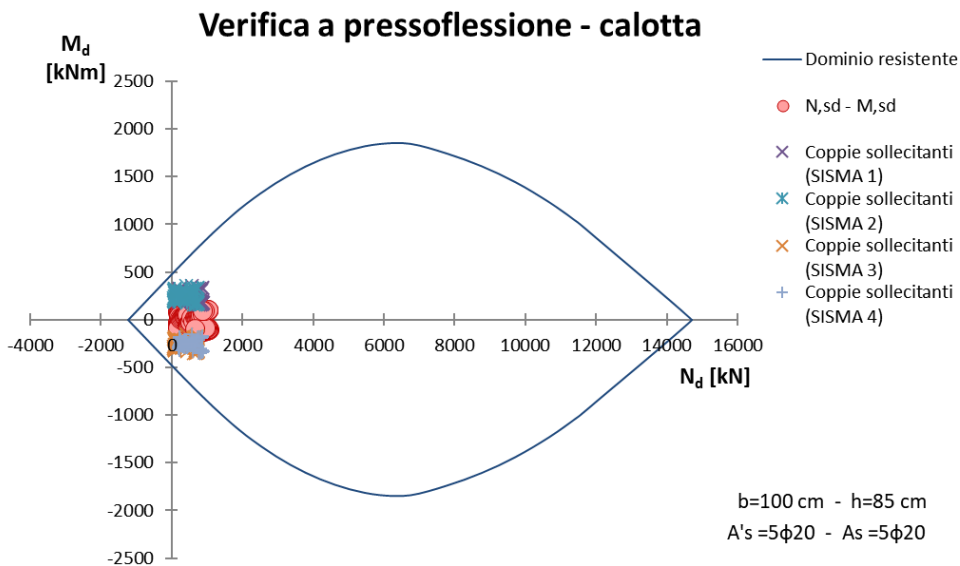


Figura 8-105: Dominio M-N (calotta)

PROGETTAZIONE ATI:

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio			
	Taglio agente	$V_{Ed} = 68.393$	kN
Altezza della sezione	h =	850	mm
Copri ferro della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	d =	800	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	12	mm
Numero di braccia	$n_w =$	5.0	n° spilli /m (direzione long.)
Area totale spilli	$A_{sw} =$	565.20	mm ²
Passo degli spilli	s =	400	mm passo in direzione trasv.
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	deg
Larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000	mm
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	995.3	kN
		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
Resistenza di calcolo a "taglio-compresione"	$V_{Rcd} =$	2452.1	kN
		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	995.3	kN
		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
Esito della verifica		soddisfatta	

Figura 8-106: Verifica a taglio (calotta)

Verifica del rivestimento definitivo (arco rovescio e murette) – sezione B1v

Verifica a pressoflessione - arco rovescio

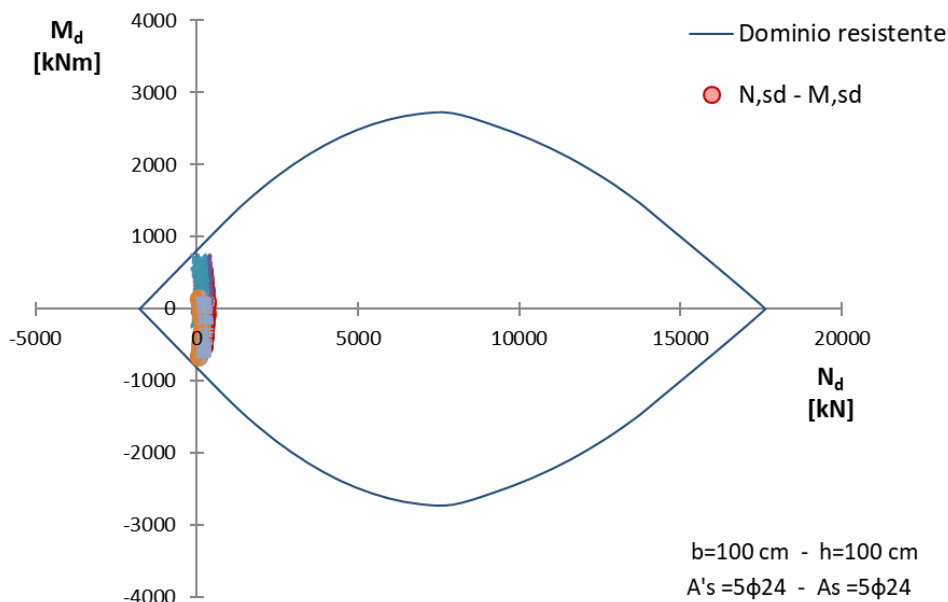


Figura 8-107: Dominio M-N (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio			
	Taglio agente	$V_{Ed} = 193.05$	kN
Altezza della sezione	$h =$	1000	mm
Copriferro della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	950	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	14	mm
Numero di braccia	$n_w =$	5.0	n° spilli/m (direzione long.)
Area totale spilli	$A_{sw} =$	769.30	mm ²
Passo degli spilli	$s =$	200	mm passo in direzione trasv.
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	deg $\cot(\theta) = 2.5015776$ $1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5$ $21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$
Larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000	mm
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	3217.5	kN $V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compresione"	$V_{Rcd} =$	2911.9	kN $V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	2911.9	kN $V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-108: Verifica a taglio (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio			
	Taglio ag	$V_{Ed} = 242.190$	kN
Altezza della sezione	$h =$	1000	mm
Copriferro della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	950	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	20	mm
Numero di braccia	$n_w =$	2.0	n° spilli/m (direzione long.)
Area totale spilli	$A_{sw} =$	628.00	mm ²
Passo degli spilli	$s =$	200	mm passo in direzione long.
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	deg $\cot(\theta) = 2.5$ $1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5$ $21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$
Larghezza muretta	$b_w =$	1000	mm
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	2626.5	kN $V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compresione"	$V_{Rcd} =$	2911.9	kN $V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	2626.5	kN $V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-109: verifica a taglio (murette)

Verifiche SLE

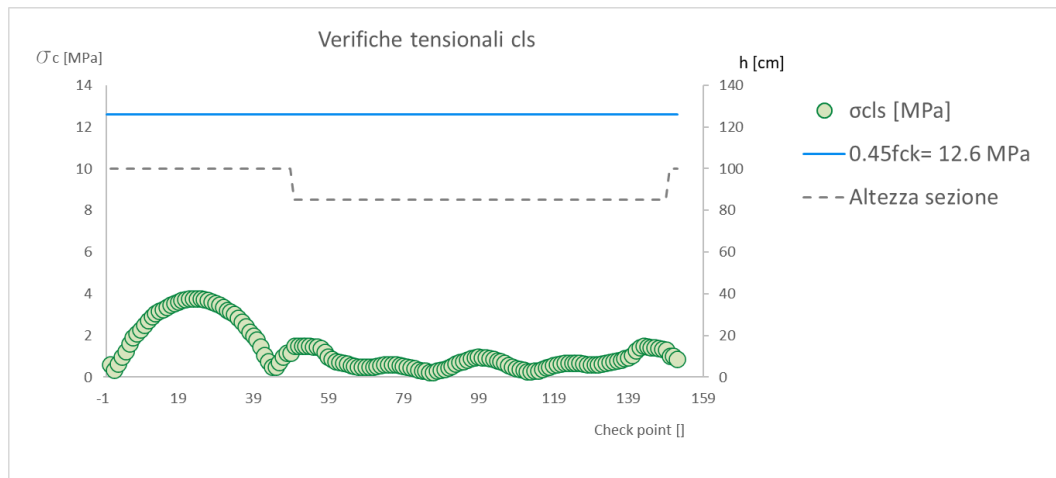


Figura 8-110: Verifiche tensionali cls

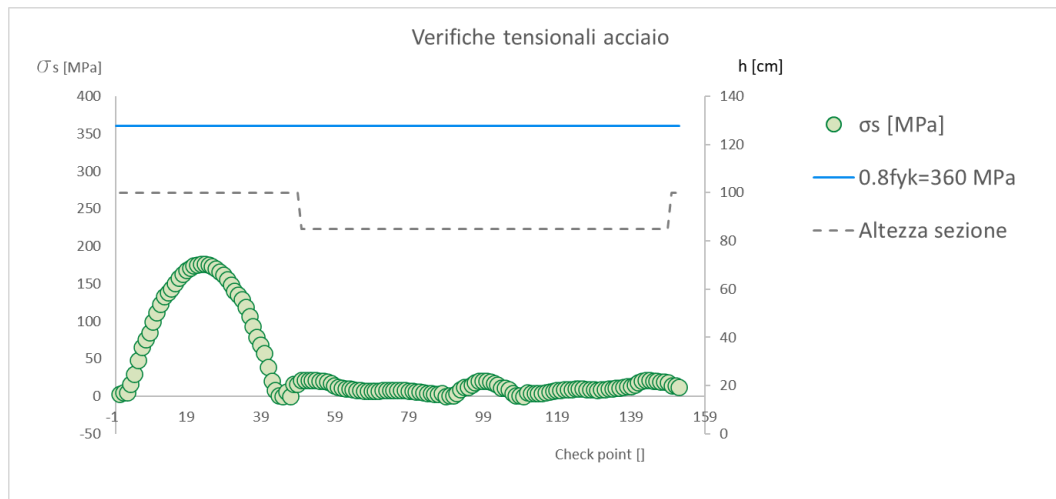


Figura 8-111: Verifiche tensionali acciaio

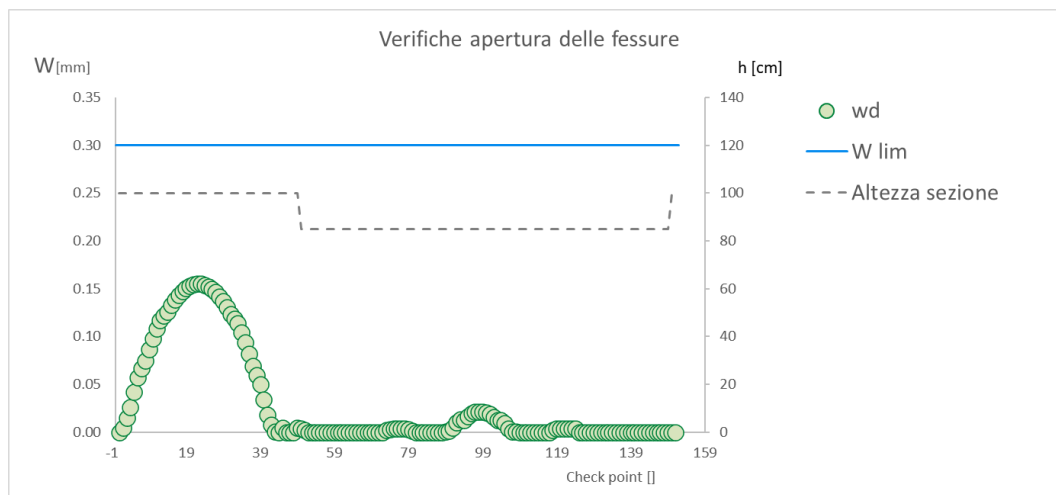


Figura 8-112: Verifiche apertura delle fessure

PROGETTAZIONE ATI:

8.8.4 SEZIONE TIPO B0 – (PROTESI)

FASE	DESCRIZIONE	λ
0	Fase litostatica	-
1	Sbancamento - scavo fino al raggiungimento del piano per l'esecuzione dei pali	-
2	Realizzazione dei pali di fondazione della protesi	-
3	Realizzazione della protesi	-
4	Ritombamento mediante materiale di scavo	-
5	Apertura del fronte di scavo	0.0
6	Preconvergenza massima	0.3
7	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.6
8	Installazione del pririvestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz	0.6
9	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz	0.9
10	Installazione del rivestimento definitivo	1.0
11	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.0
12	Decadimento prestazionale delle opere provvisorie	1.0

PROGETTAZIONE ATI:

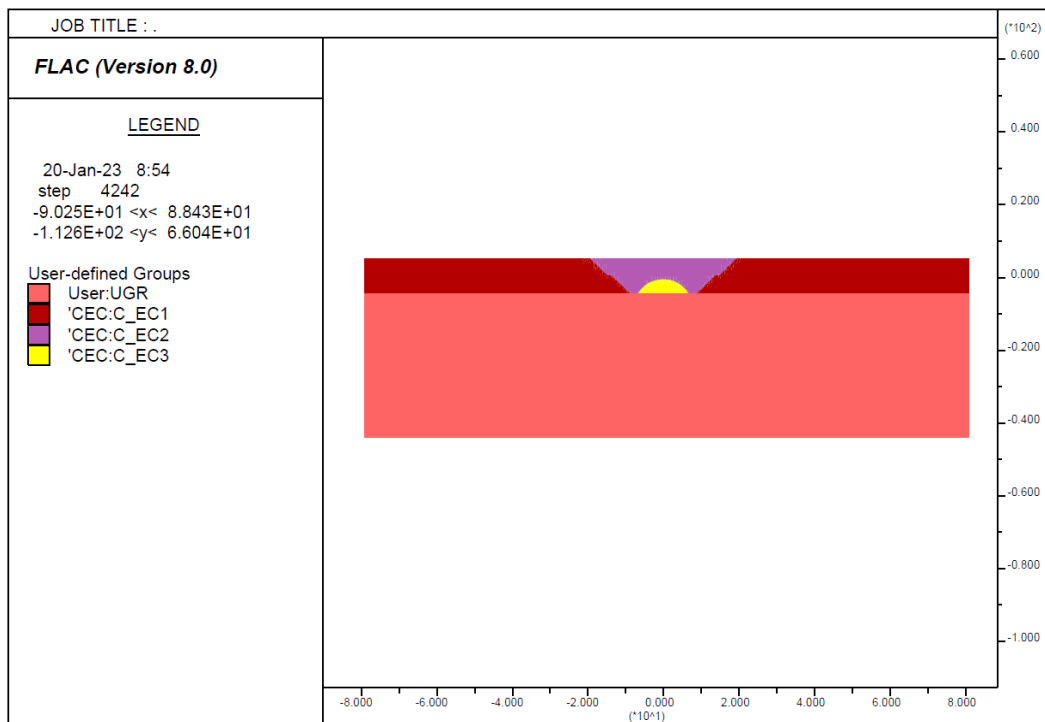


Figura 8-113: Gruppi

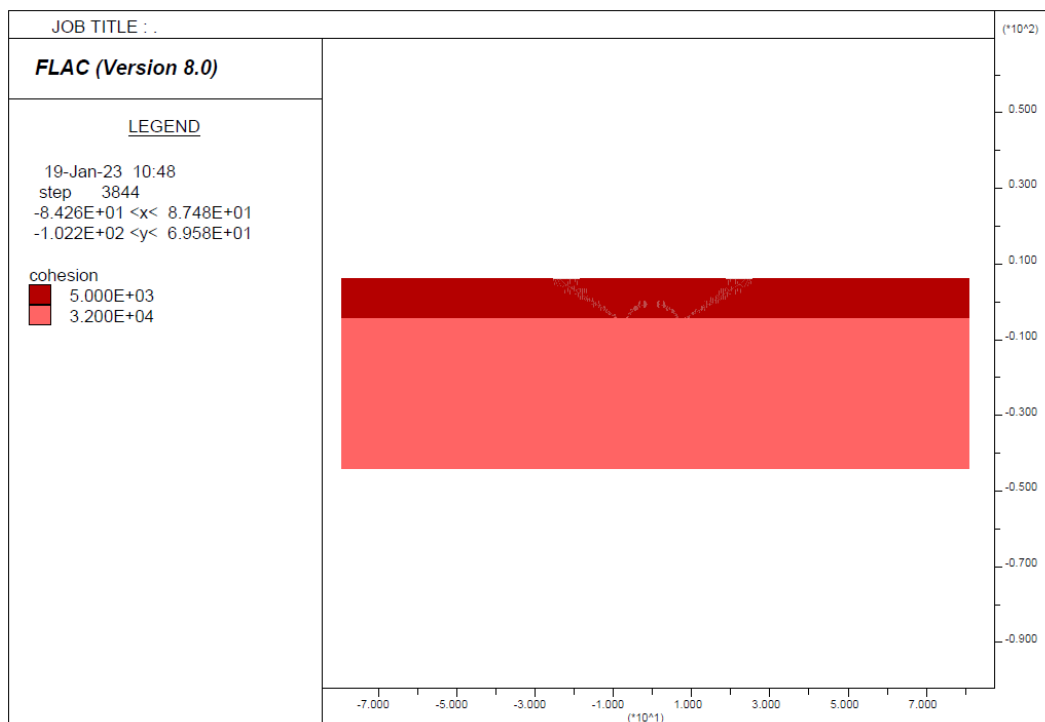


Figura 8-114: Coesione

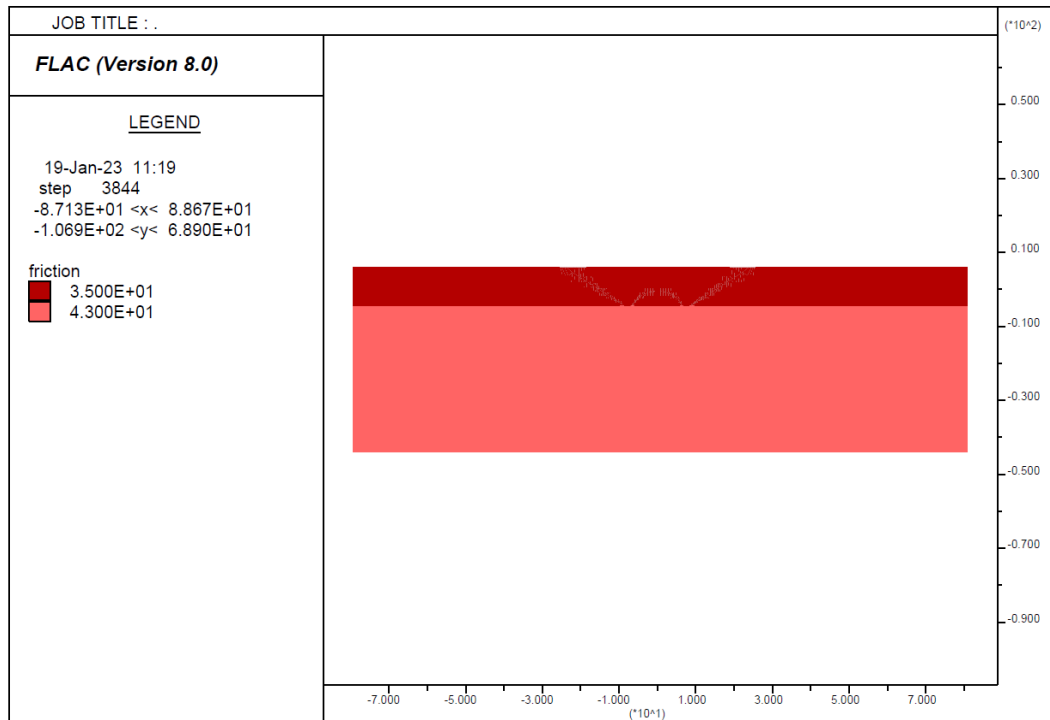


Figura 8-115: Angolo di resistenza al taglio

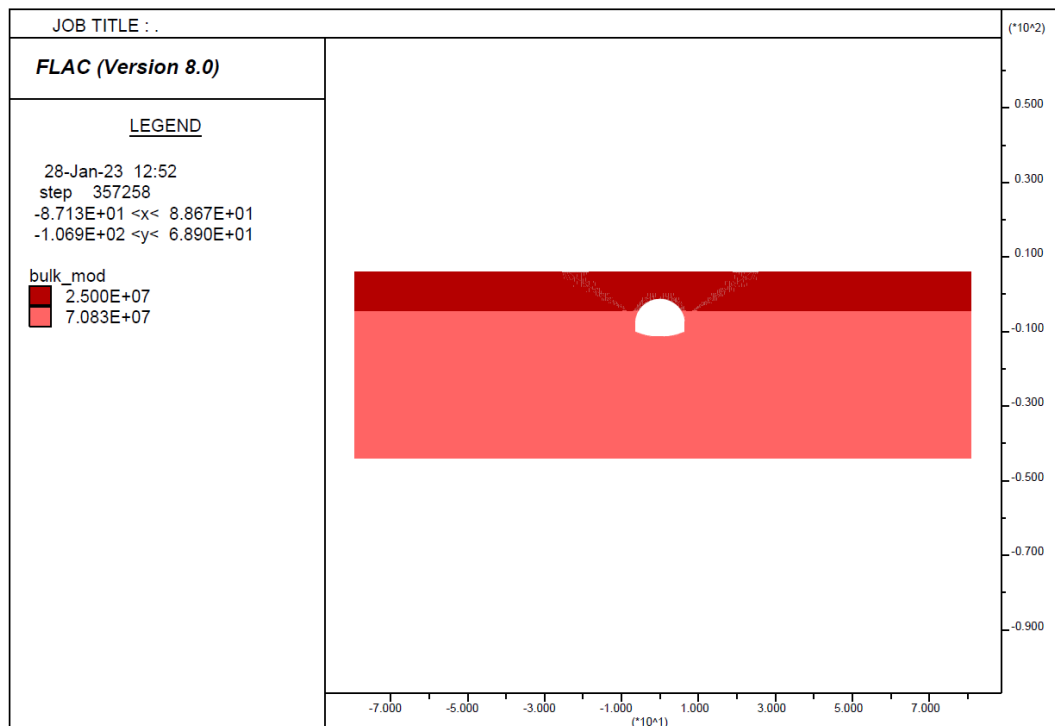


Figura 8-116: Modulo di compressibilità volumetrica

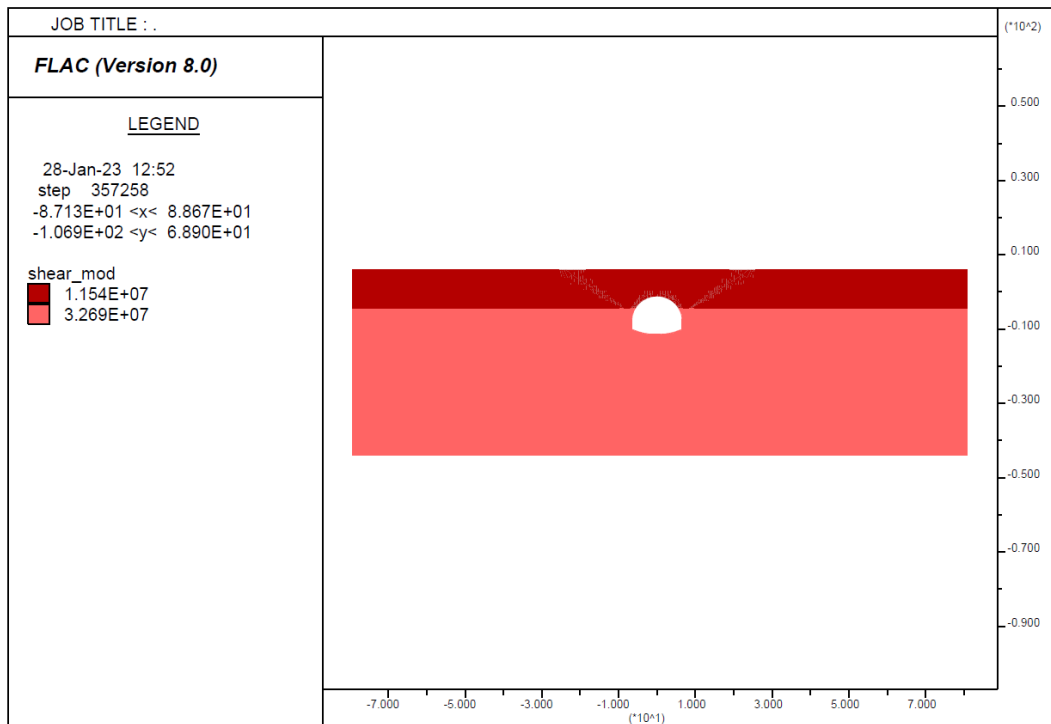


Figura 8-117: Modulo di rigidezza a taglio

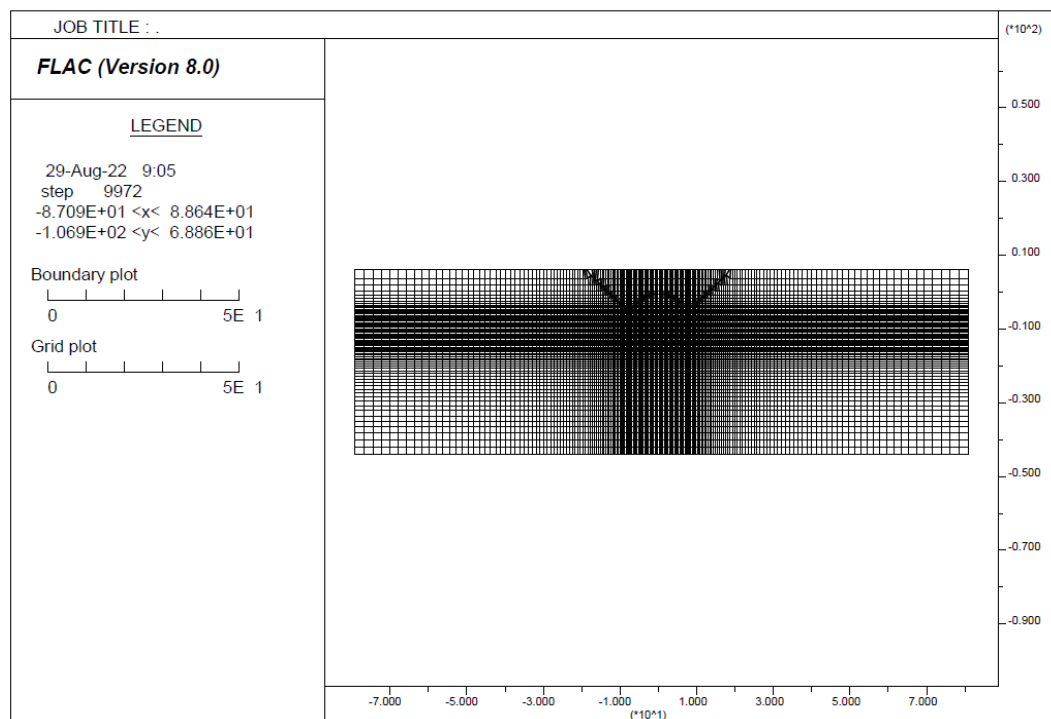


Figura 8-118: Griglia di discretizzazione

PROGETTAZIONE ATI:

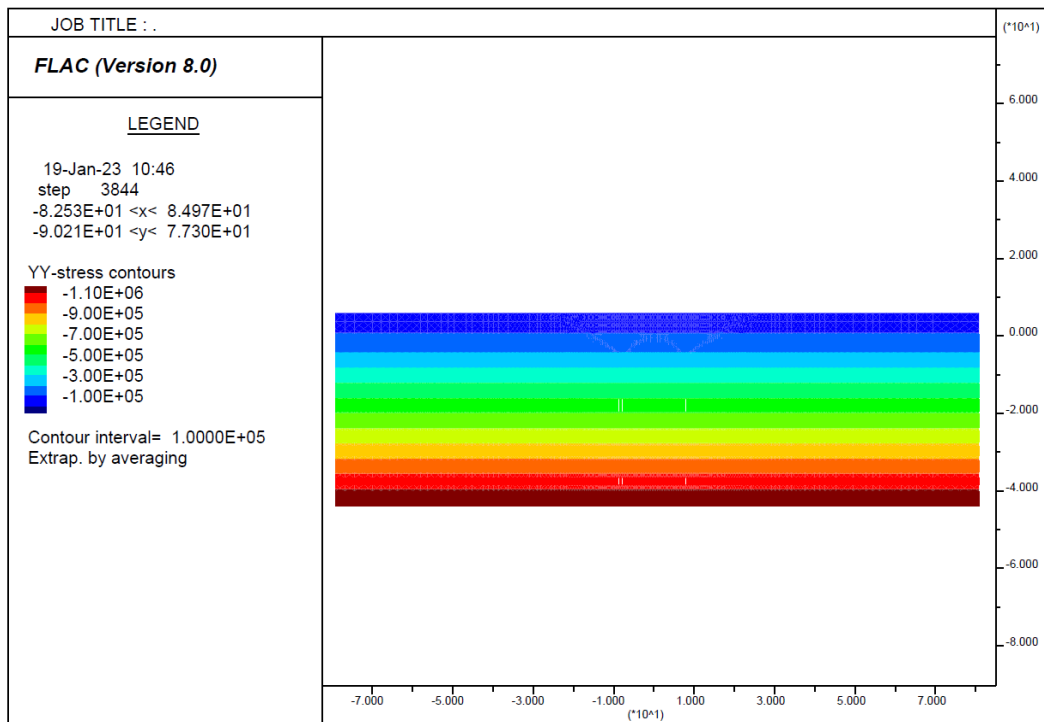


Figura 8-119: Diagramma delle tensioni verticali – fase 0

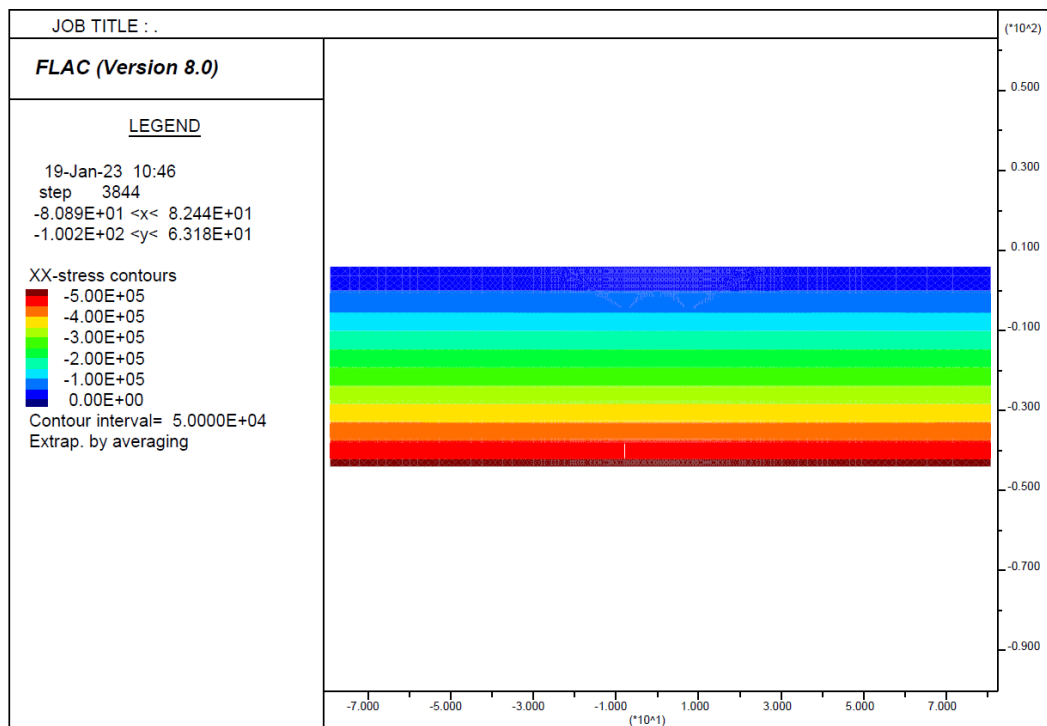


Figura 8-120: Diagramma delle tensioni orizzontali – fase 0

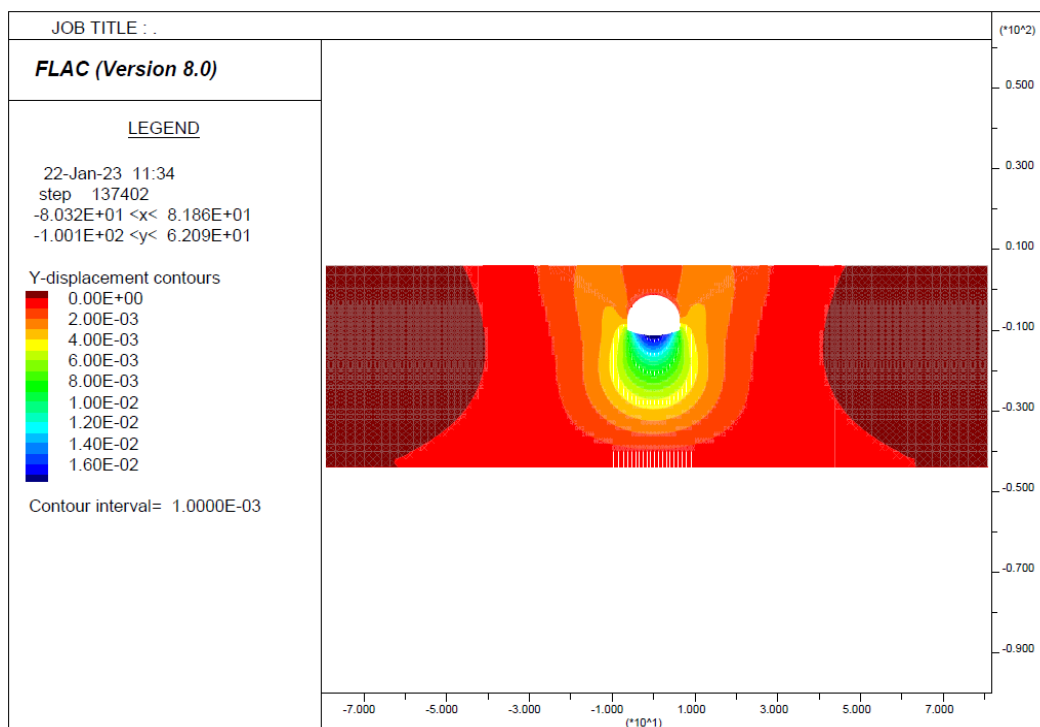


Figura 8-121: Contour degli spostamenti verticali – fase 6

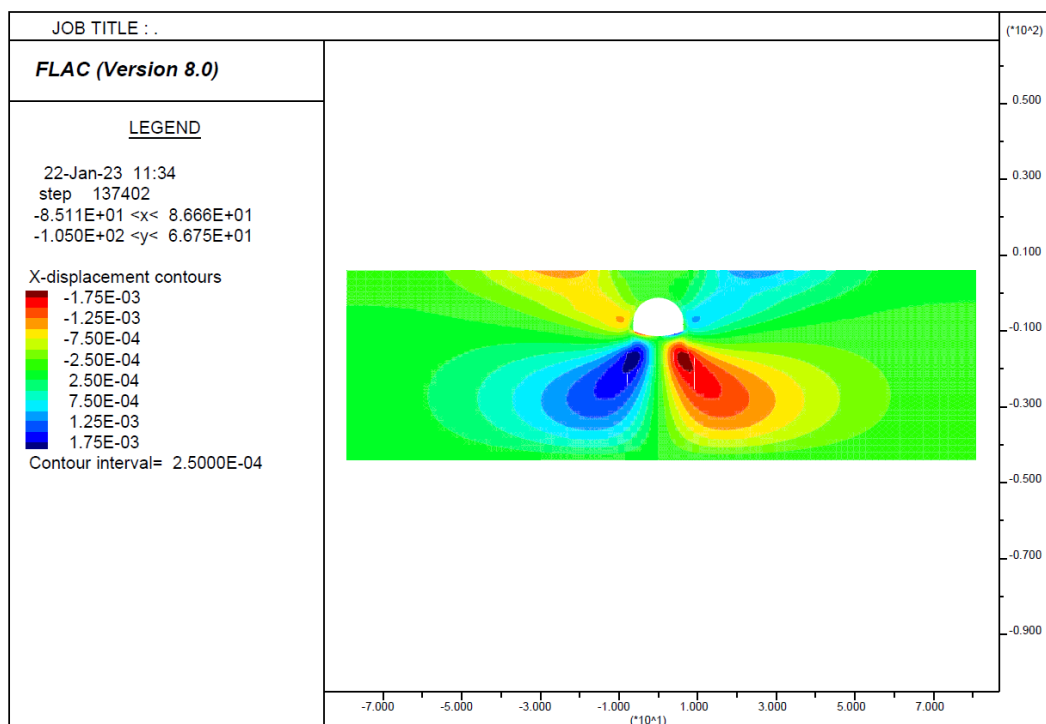


Figura 8-122: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 6

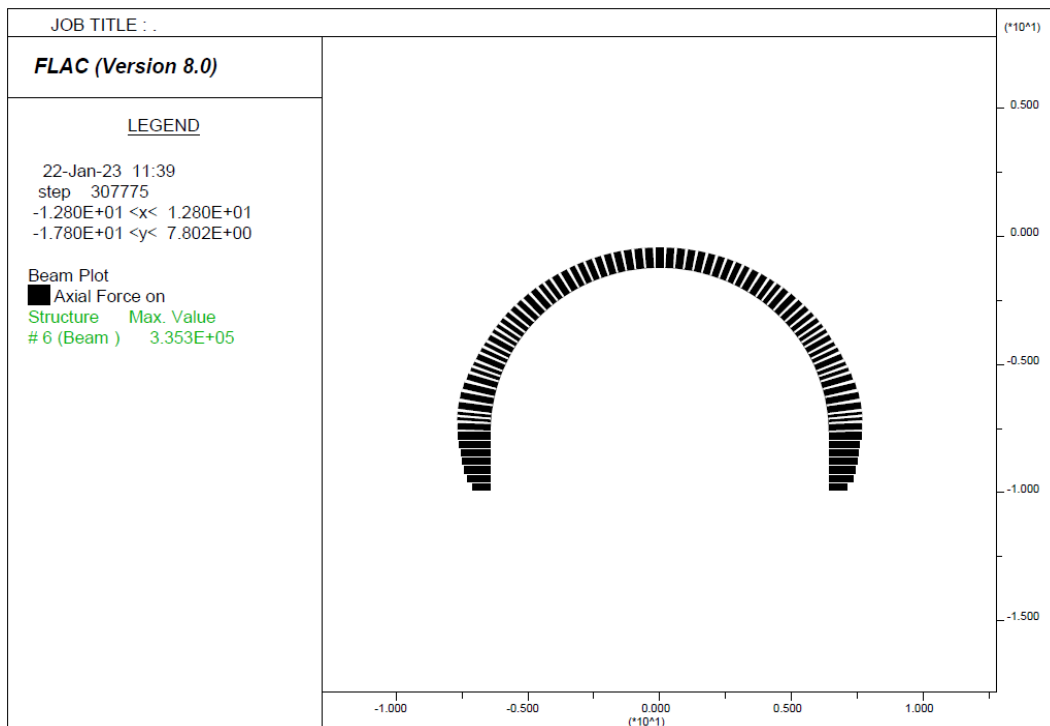


Figura 8-123: Diagramma dello sforzo normale – fase 9

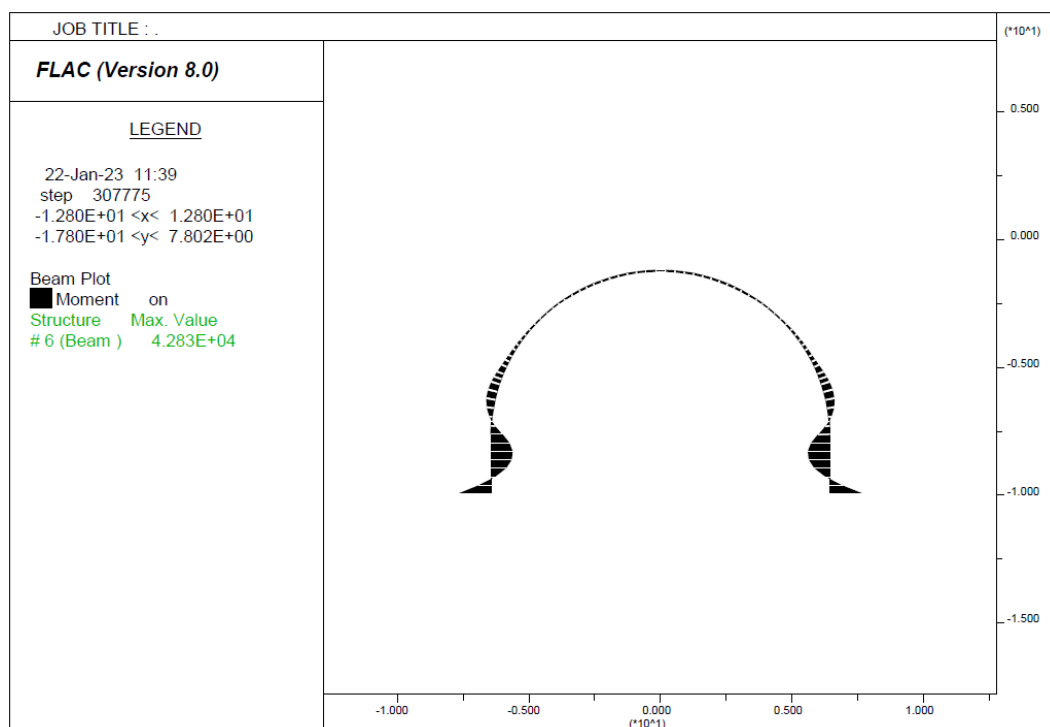


Figura 8-124: Diagramma del momento flettente – fase 9

PROGETTAZIONE ATI:

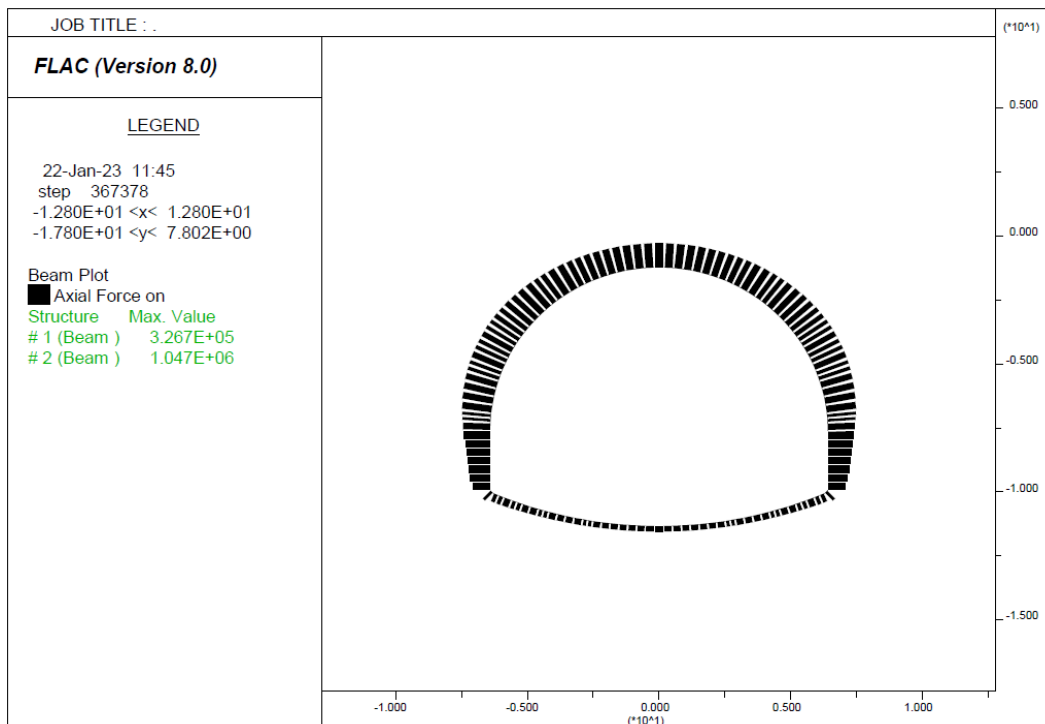


Figura 8-125: Diagramma dello sforzo normale – fase 12

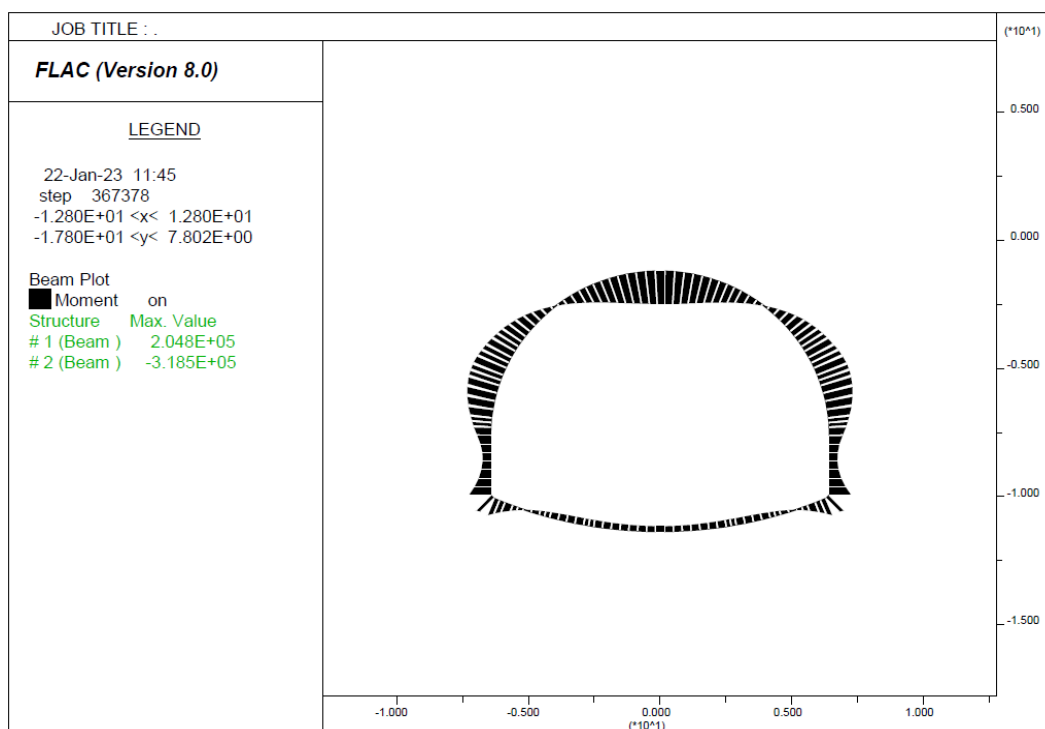


Figura 8-126: Diagramma del momento flettente – fase 12

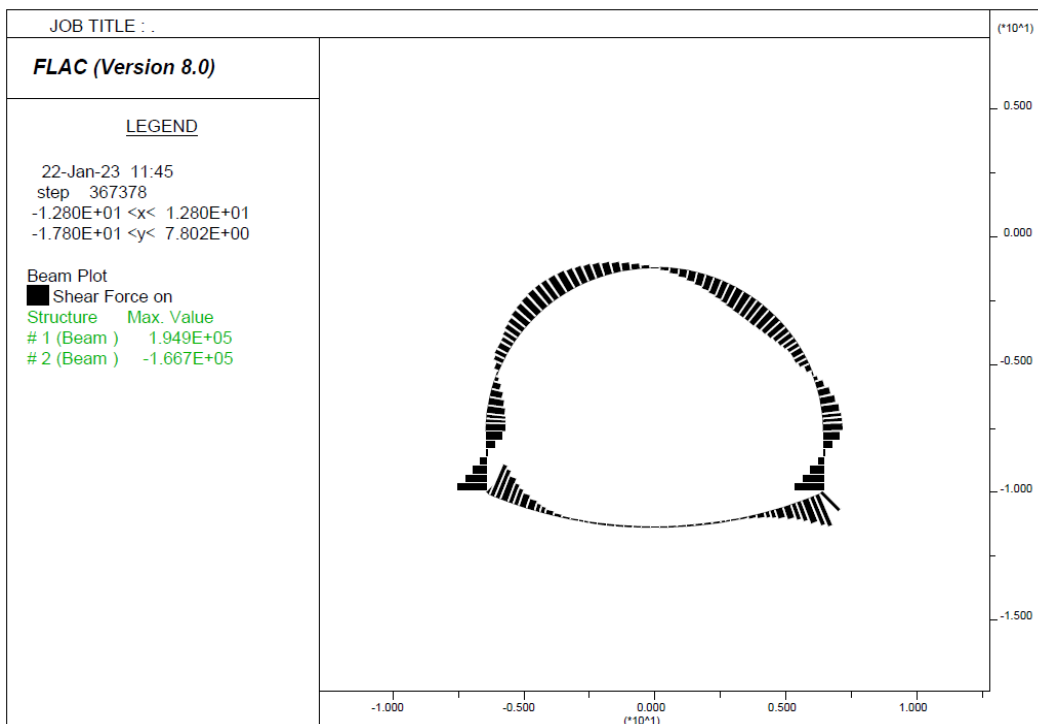
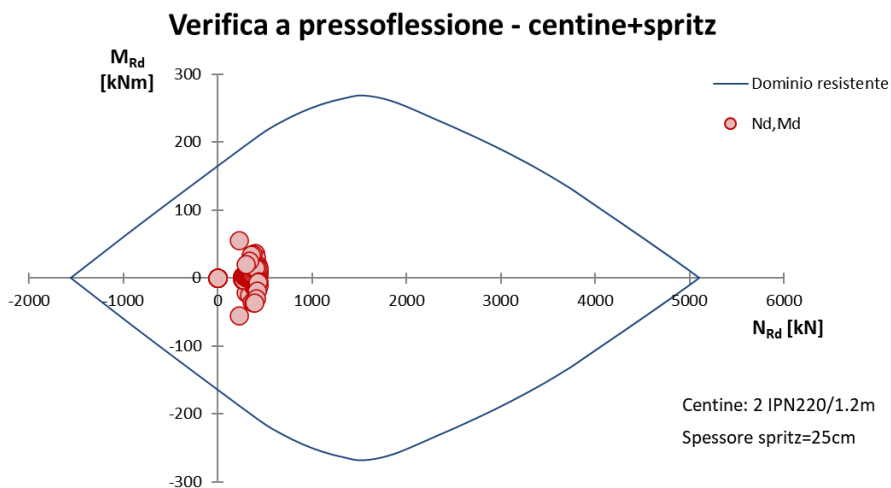


Figura 8-127: Diagramma del taglio – fase 12

Verifica del rivestimento provvisorio – sezione B0



PROGETTAZIONE ATI:

Verifica del rivestimento definitivo (calotta) – sezione B0

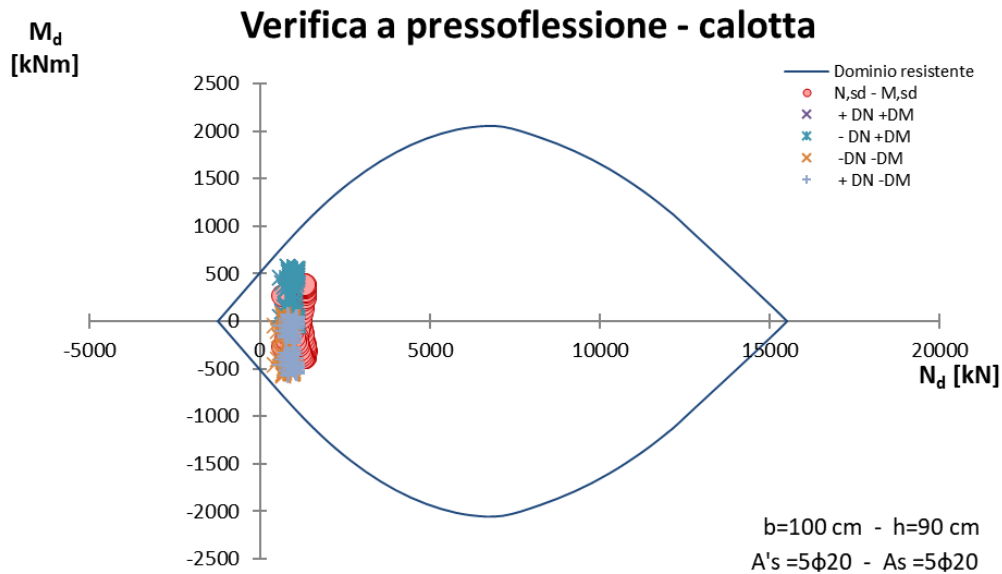


Figura 8-128: dominio M-N (calotta)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio ag	$V_{Ed} = 163.54 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h =$	900	mm
Copriferro della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	850	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	12	mm
Numero di braccia	$n_w =$	5.0	n° spilli / m (direzione long.)
Area totale spilli	$A_{sw} =$	565.20	
Passo degli spilli	$s =$	200	passo in direzione trasv.
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	$\cot(\theta) = 2.5$ $1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5$ $21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$
Larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000	
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	2115.0	kN $V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot\alpha + \cot\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} =$	2605.3	kN $V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot\alpha + \cot\theta) / (1 + \cot^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	2115.0	kN $V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-129: verifica a taglio (calotta)

Verifica del rivestimento definitivo (arco rovescio e murette) – sezione B0

Verifica a pressoflessione - arco rovescio

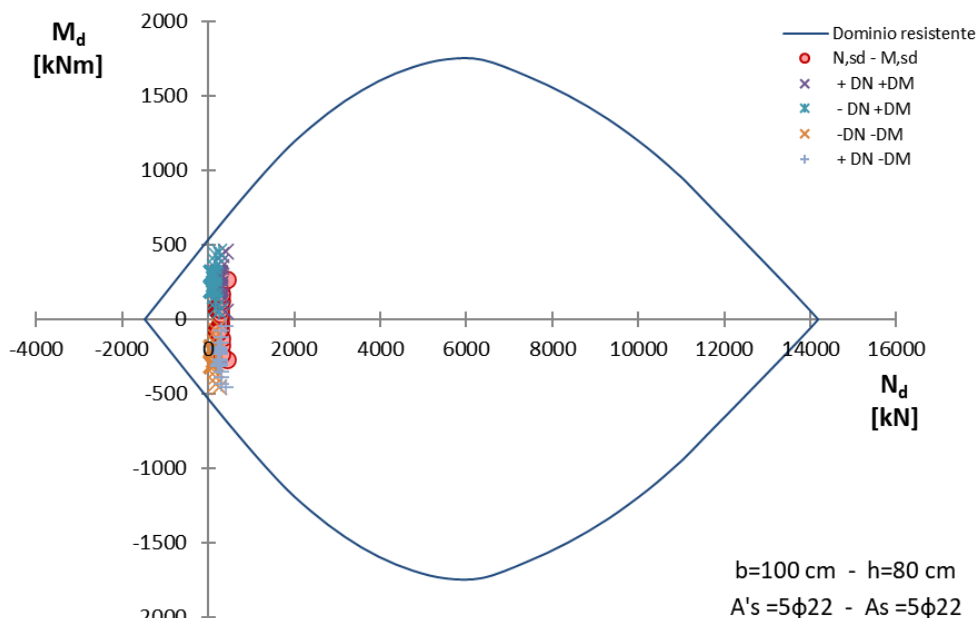


Figura 8-130: Dominio M-N (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	<i>Taglio ag</i>	$V_{Ed} = 185.25 \text{ kN}$		
Altezza della sezione	$h =$	800	mm	
Copriferro della sezione	$\delta =$	50	mm	
Altezza utile della sezione	$d =$	750	mm	
Diametro degli spilli	$d_w =$	14	mm	
Numero di braccia	$n_w =$	5.0	n° spilli / m (direzione long.)	
Area totale spilli	$A_{sw} =$	769.30		mm ²
Passo degli spilli	$s =$	200	mm	passo in direzione trasv.
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg	
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	deg	$\cot(\theta) = 2.501578$ $1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5$ $21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$
Larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000	mm	
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2		

Resistenza di calcolo a "taglio-trazione" $V_{Rsd} = 2540.1 \text{ kN}$ $V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot\alpha + \cot\theta) \cdot \sin\alpha$

Resistenza di calcolo a "taglio-compressione" $V_{Rcd} = 2298.8 \text{ kN}$ $V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot\alpha + \cot\theta) / (1 + \cot^2\theta)$

Resistenza a taglio della sezione $V_{Rd} = 2298.8 \text{ kN}$ $V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$

Esito della verifica **soddisfatta**

Figura 8-131: Verifica a taglio (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

<i>Taglio ag</i>		$V_{Ed} = 253.37 \text{ kN}$
Altezza della sezione	$h = 1000 \text{ mm}$	
Copriferro della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$	
Altezza utile della sezione	$d = 950 \text{ mm}$	
Diametro degli spilli	$d_w = 14 \text{ mm}$	
Numero di braccia	$n_w = 2.0$	$\left \begin{array}{l} \text{n}^\circ \text{ spilli /m (direzione long.)} \end{array} \right.$
Area totale spilli	$A_{sw} = 307.72 \text{ mm}^2$	
Passo degli spilli	$s = 200 \text{ mm}$	$\left \begin{array}{l} \text{passo in direzione long.} \end{array} \right.$
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$	$\left \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right.$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$	
Larghezza muretta	$b_w = 1000 \text{ mm}$	
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 1287.0 \text{ kN}$	$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} = 2911.9 \text{ kN}$	$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 1287.0 \text{ kN}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
<i>Esito della verifica</i>		soddisfatta

Figura 8-132: Verifica a taglio (murette)

Verifiche SLE

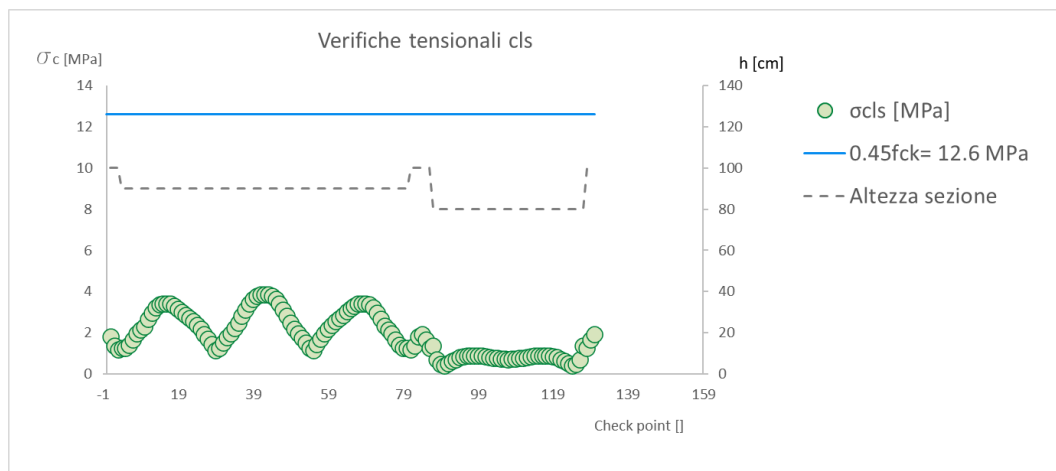


Figura 8-133: Verifiche tensionali cls

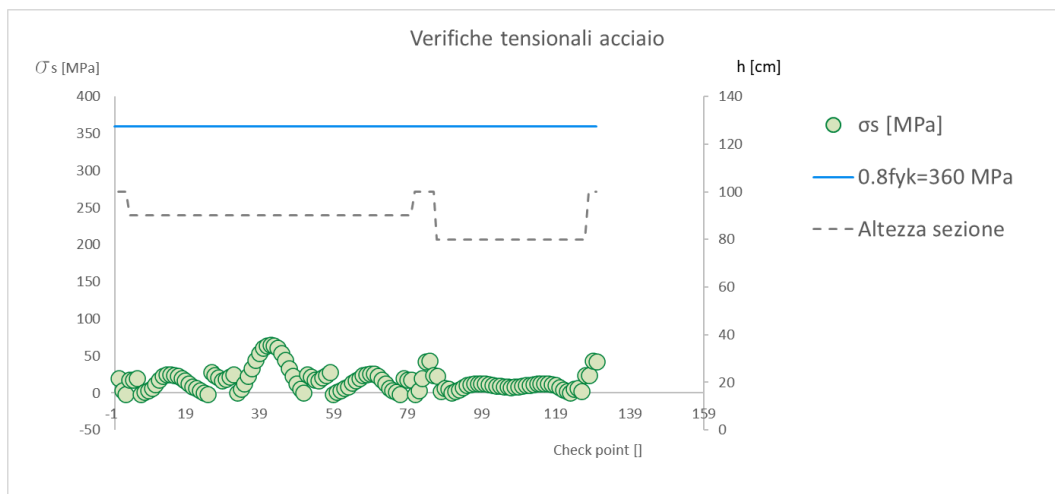


Figura 8-134: Verifiche tensionali acciaio

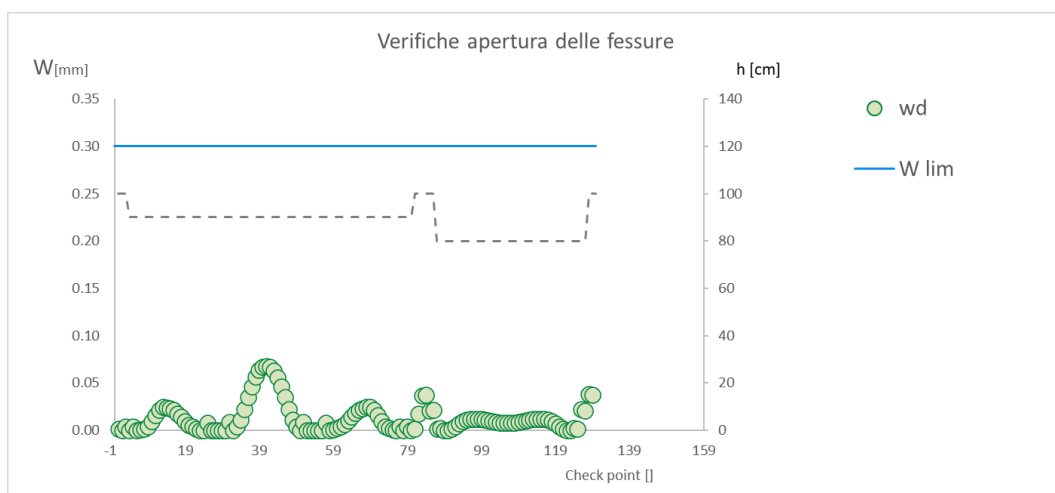


Figura 8-135: Verifiche apertura delle fessure

8.8.5 SEZIONE BPZ

Gli step di calcolo adottati per la simulazione degli scavi e realizzazione delle opere provvisorie sono riportate nella seguente tabella:

FASE	DESCRIZIONE	λ
0	Fase litostatica e apertura del fronte di scavo	-
1	Preconvergenza massima	0.3
2	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.42
3	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz	0.42

PROGETTAZIONE ATI:

4	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz	0.96
5	Installazione del rivestimento definitivo	1.0
6	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.0
1 bis	Preconvergenza massima GNsx	0.3
2 bis	Sfondo (terreno non sostenuto) GNsx	0.42
3 bis	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz GNsx	0.42
4 bis	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz GNsx	0.96
5 bis	Installazione del rivestimento definitivo GNsx	1.0
6 bis	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase GNsx	1.0
7 bis	Applicazione del carico idraulico	1.0

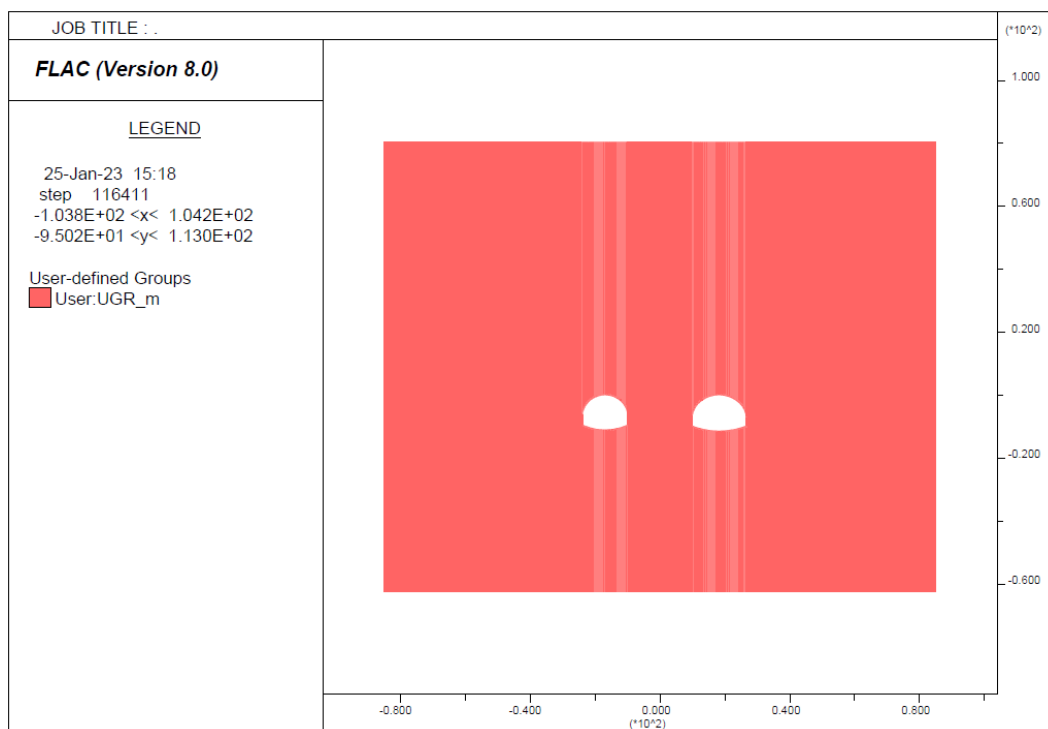


Figura 8-136: Gruppi

PROGETTAZIONE ATI:

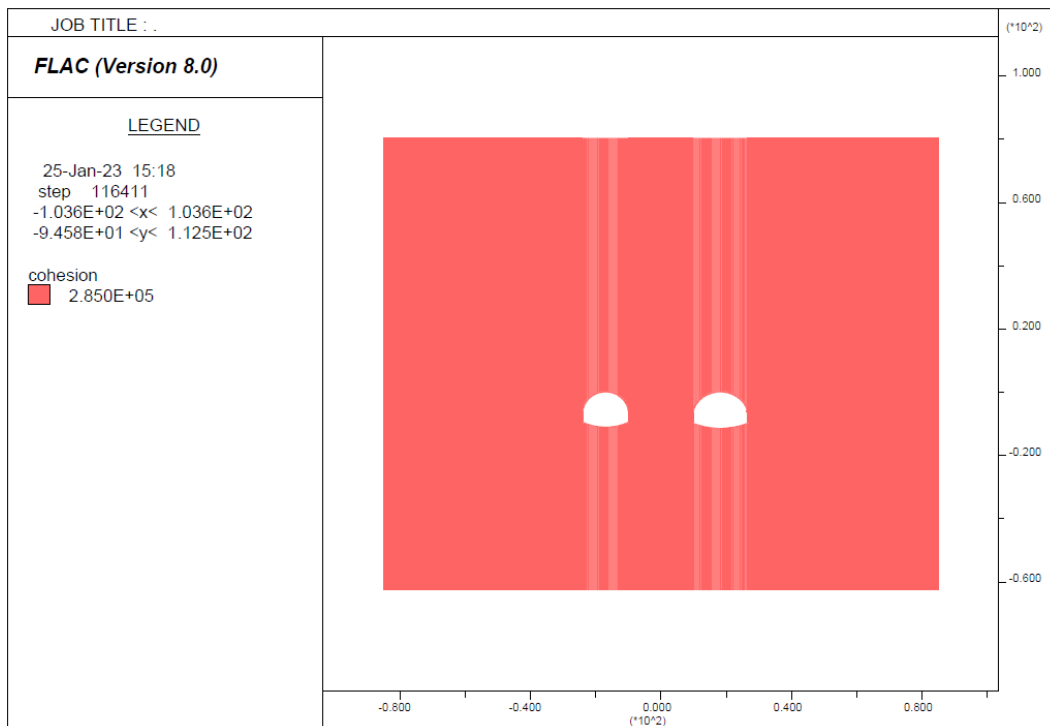


Figura 8-137: Coesione

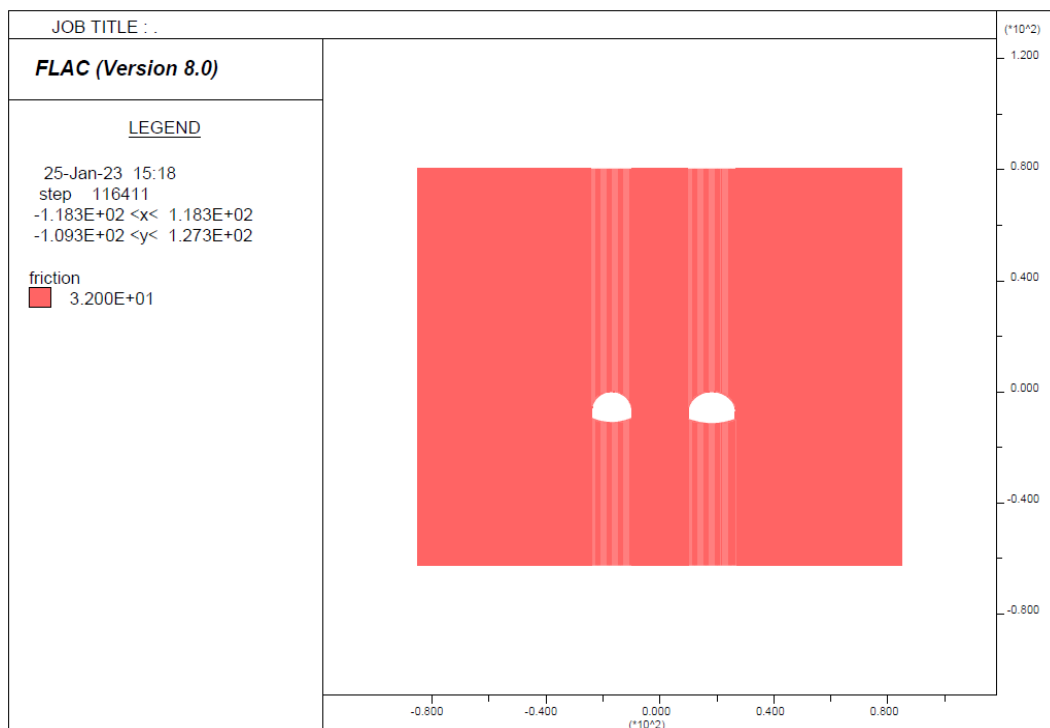


Figura 8-138: Angolo di resistenza al taglio

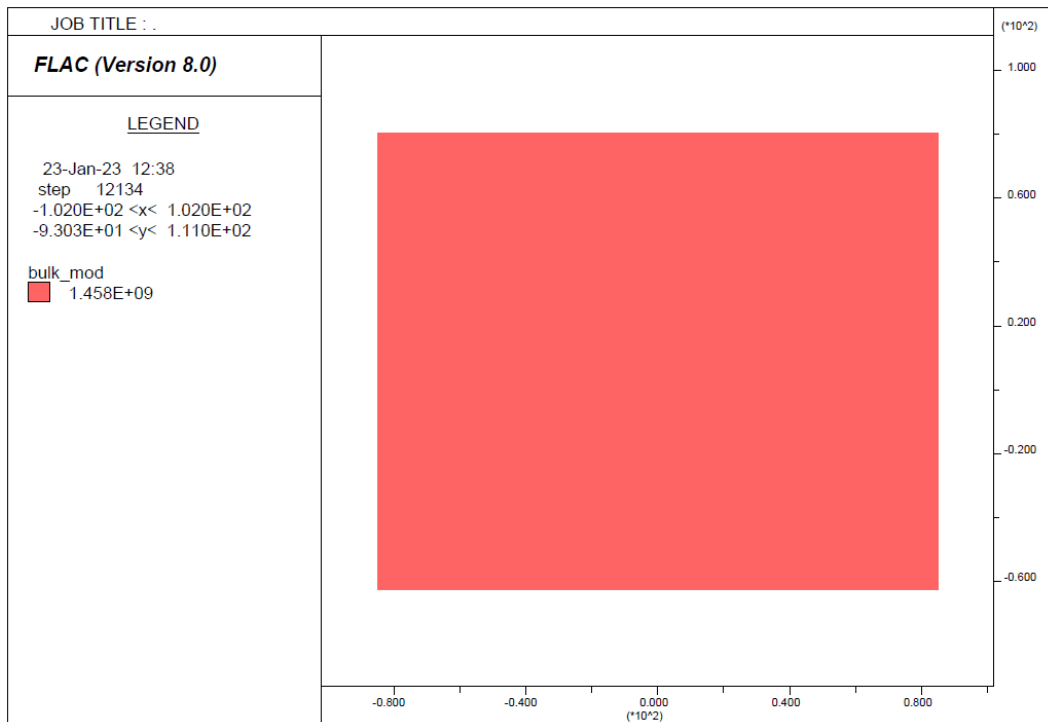


Figura 8-139: Modulo di compressibilità volumetrica

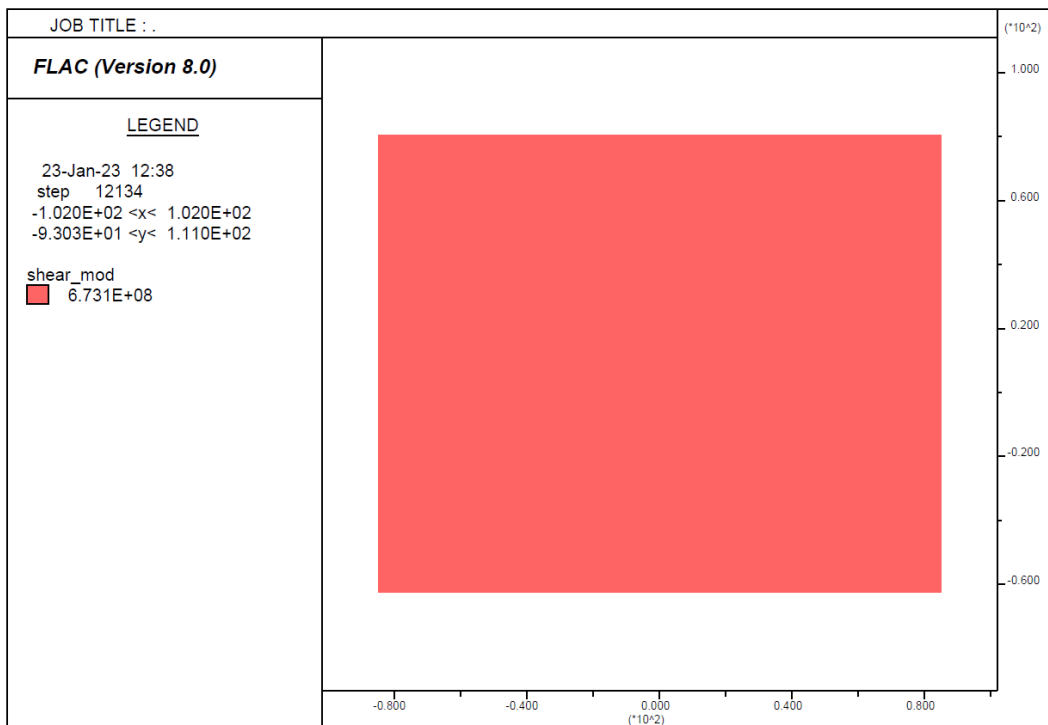


Figura 8-140: Modulo di rigidezza a taglio

PROGETTAZIONE ATI:

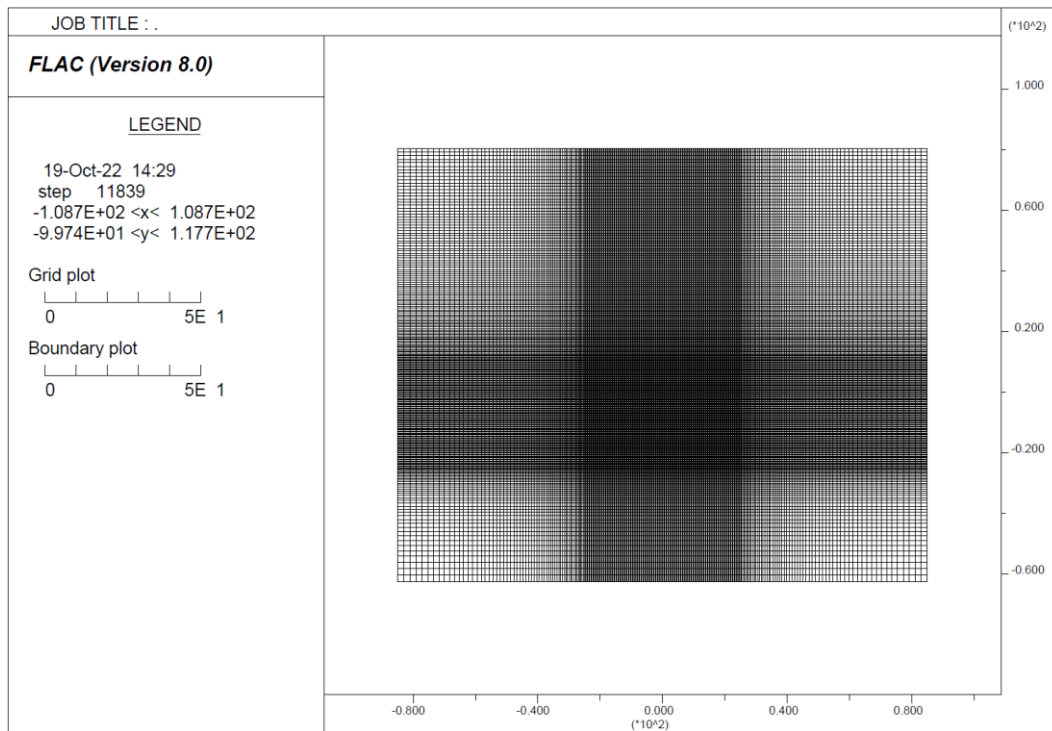


Figura 8-141: Griglia di discretizzazione

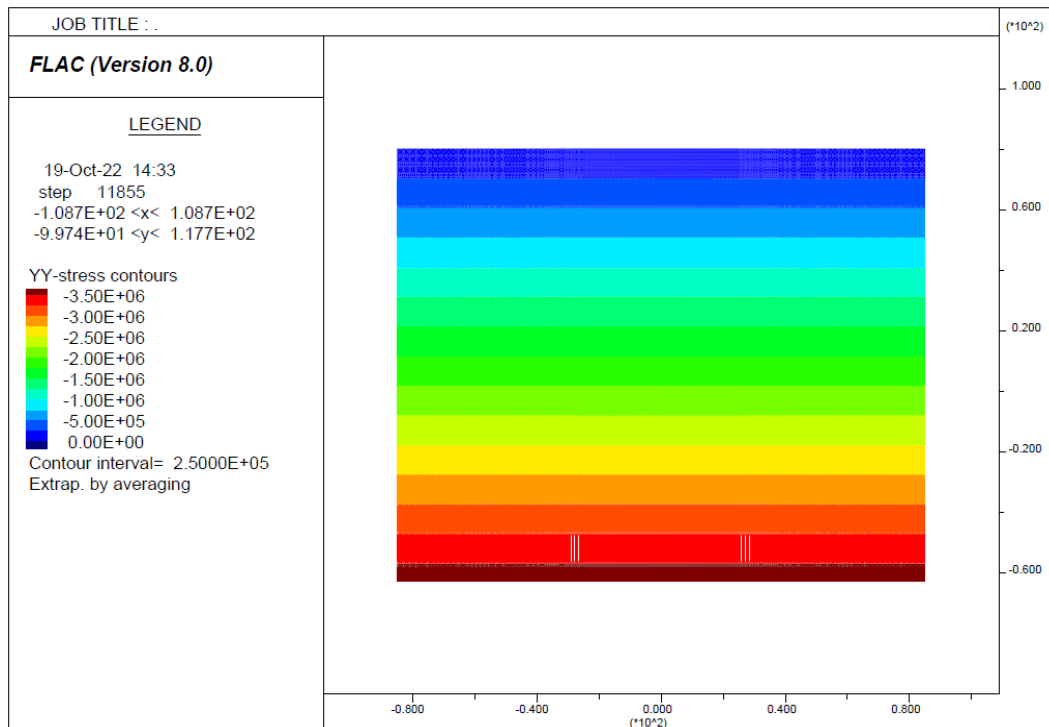


Figura 8-142: Diagramma delle tensioni verticali – fase 0

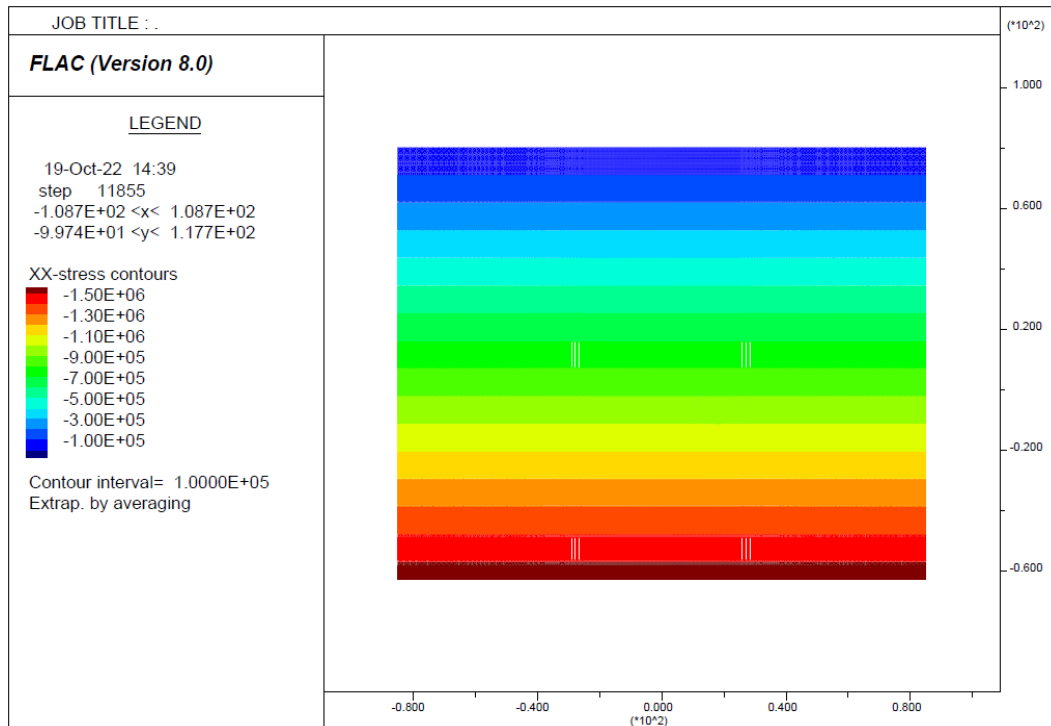


Figura 8-143: Diagramma delle tensioni orizzontali – fase 0

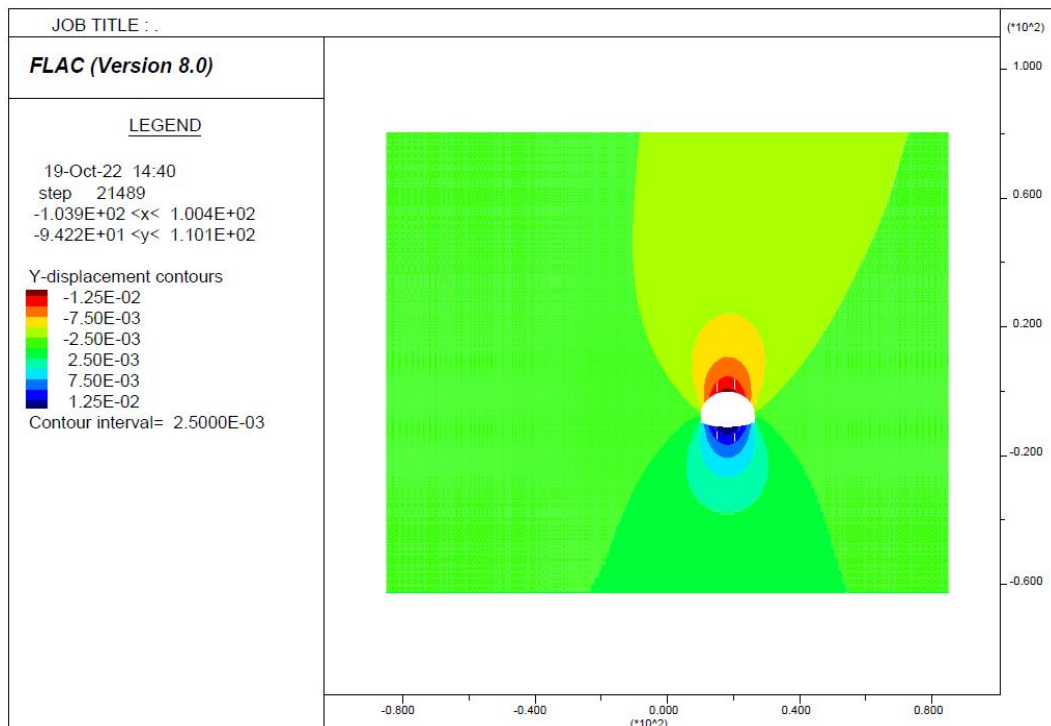


Figura 8-144: Contour degli spostamenti verticali – fase 2

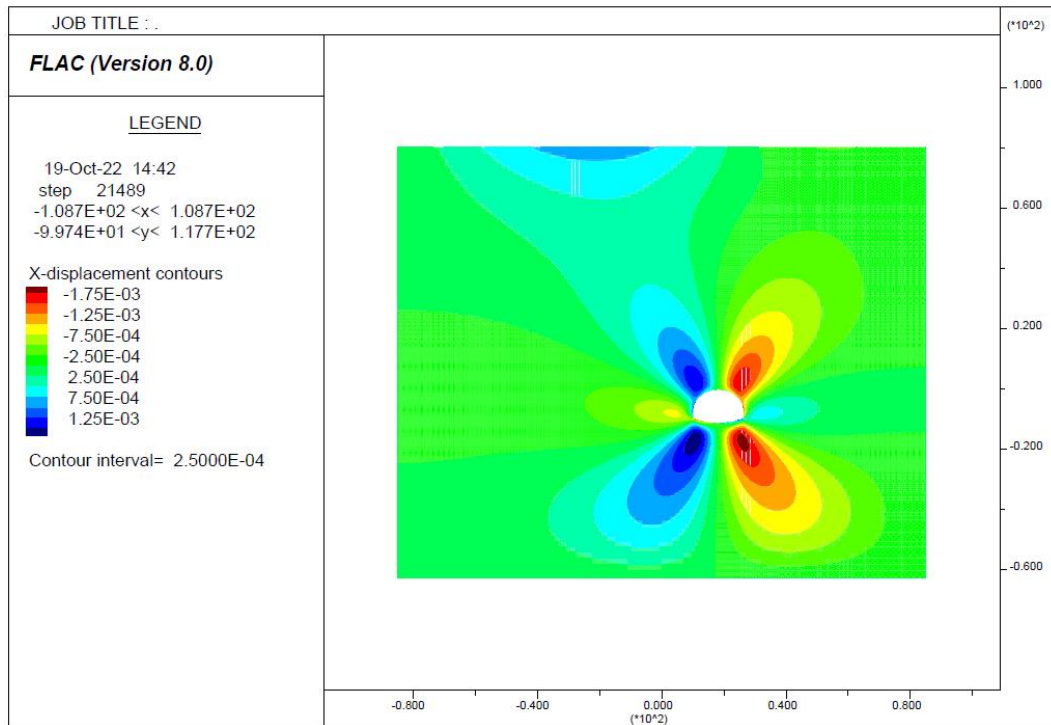


Figura 8-145: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 2

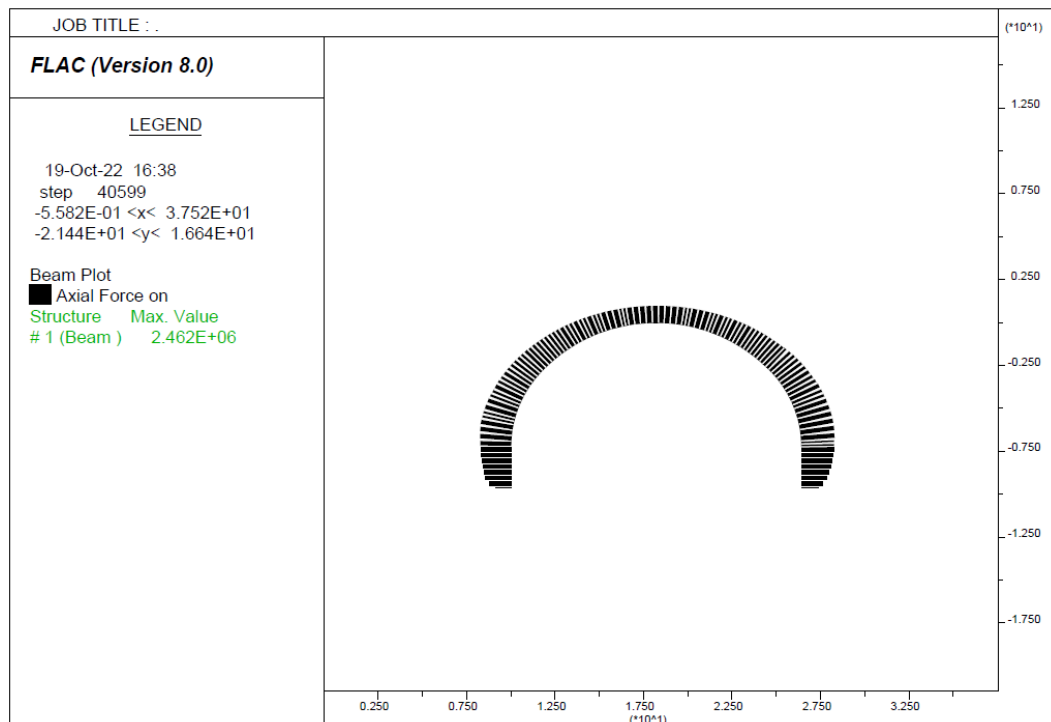


Figura 8-146: Diagramma dello sforzo normale – fase 4

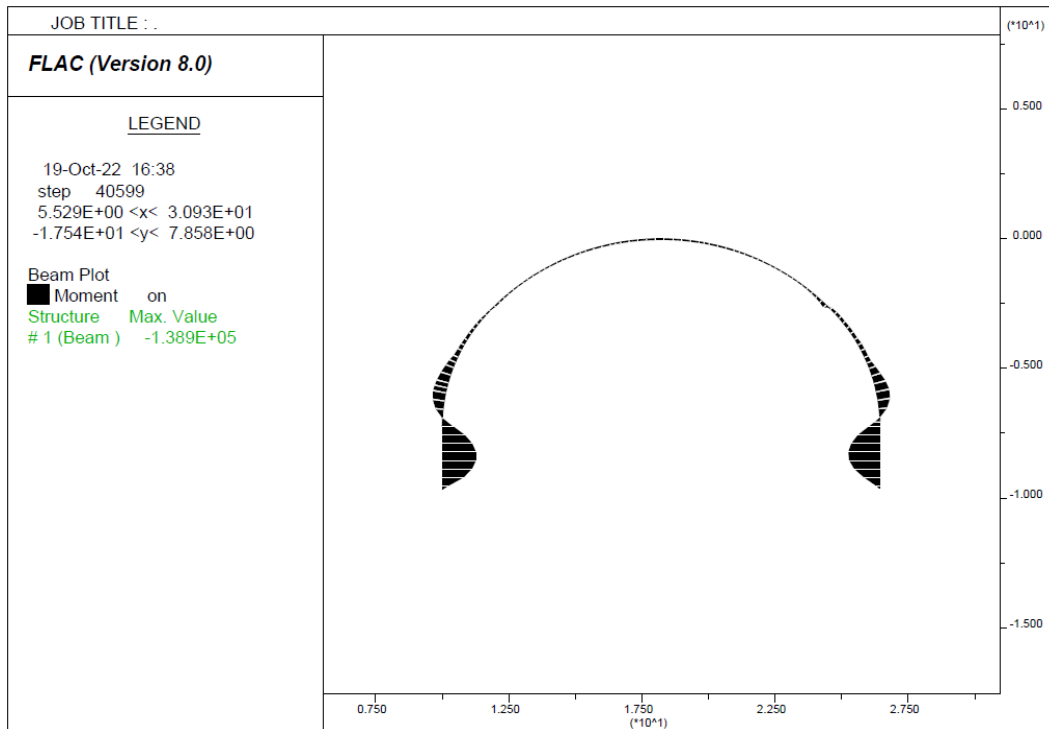


Figura 8-147: Diagramma del momento flettente– fase 4

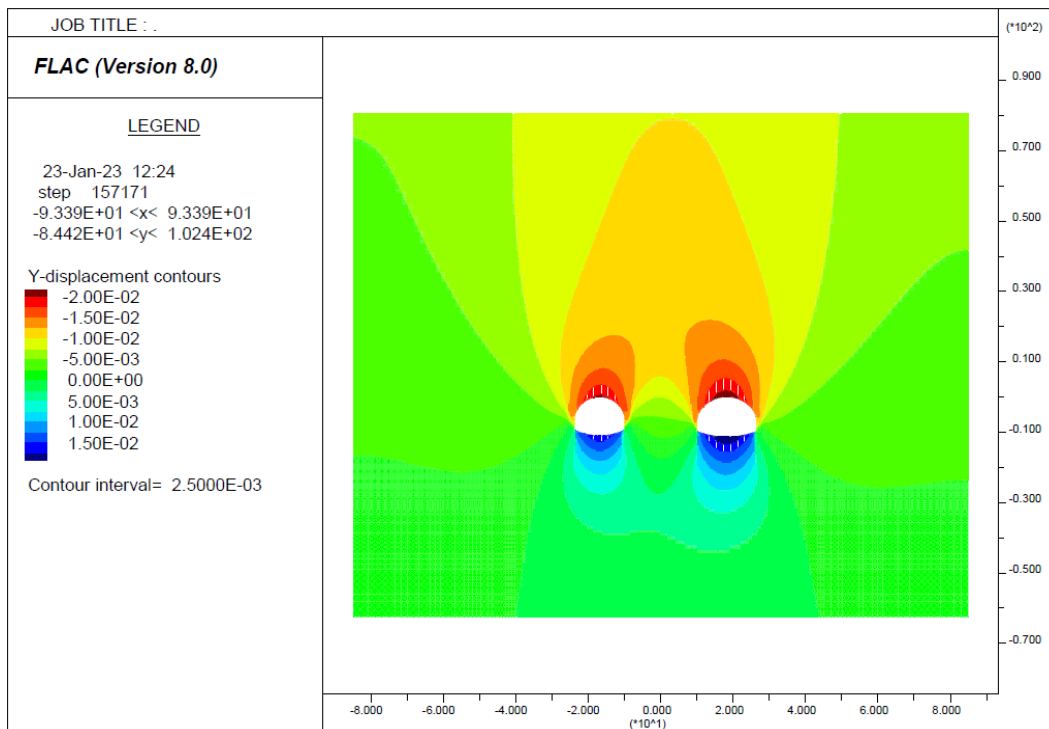


Figura 8-148: Contour degli spostamenti verticali – fase 7bis

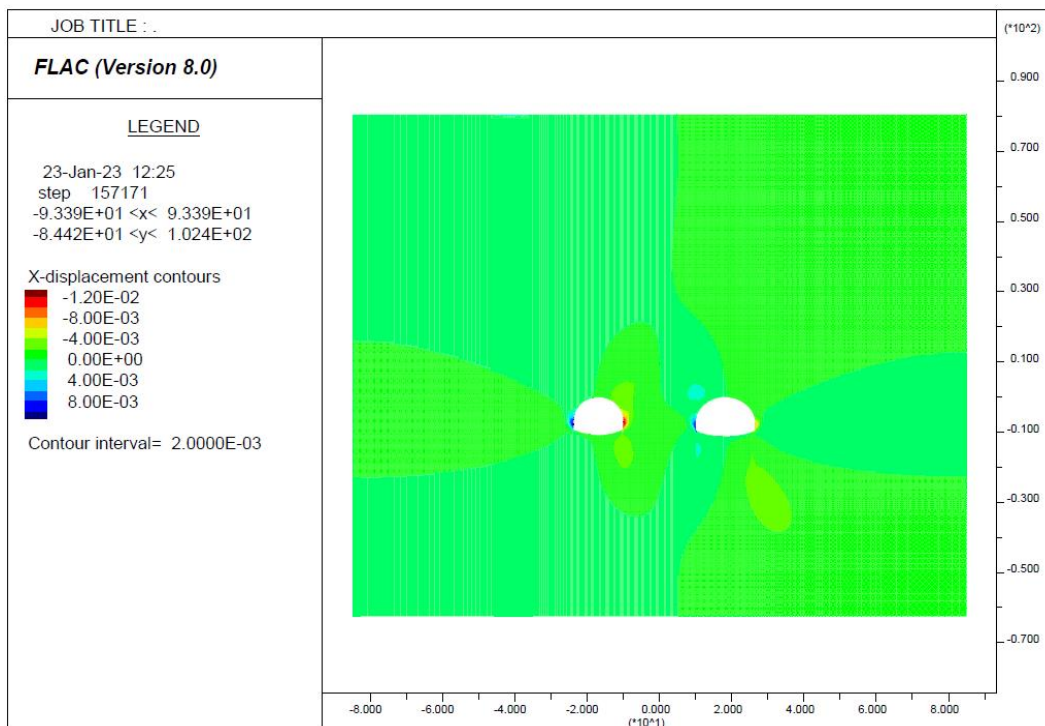


Figura 8-149: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 7bis

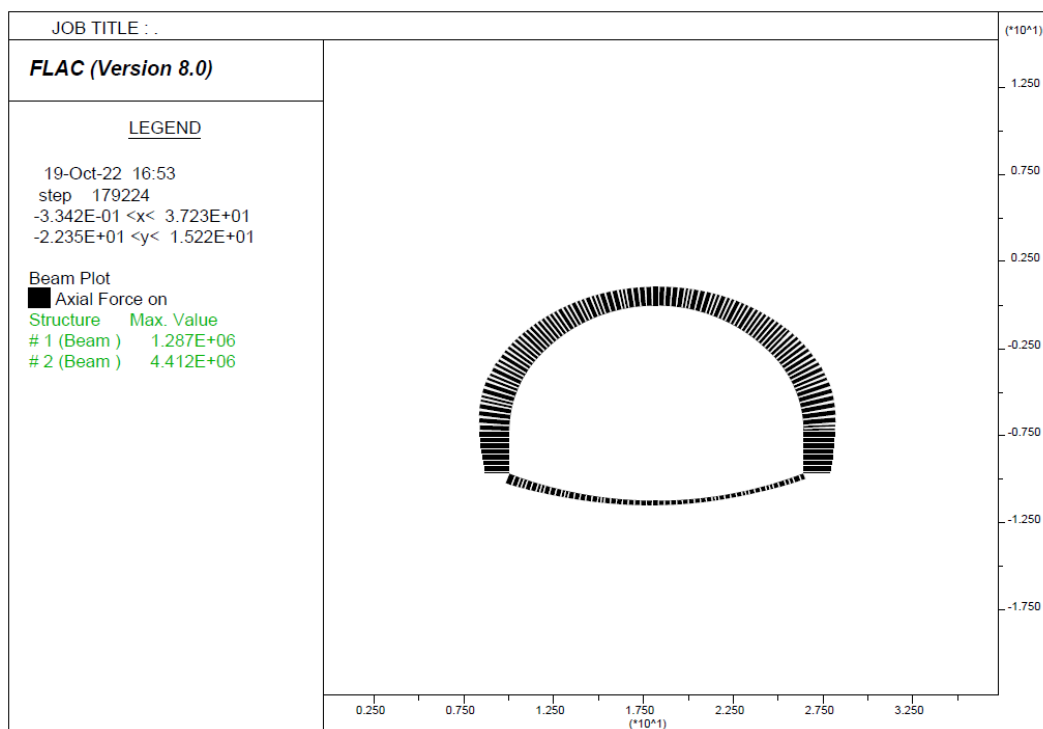


Figura 8-150: Diagramma dello sforzo normale – fase 7bis

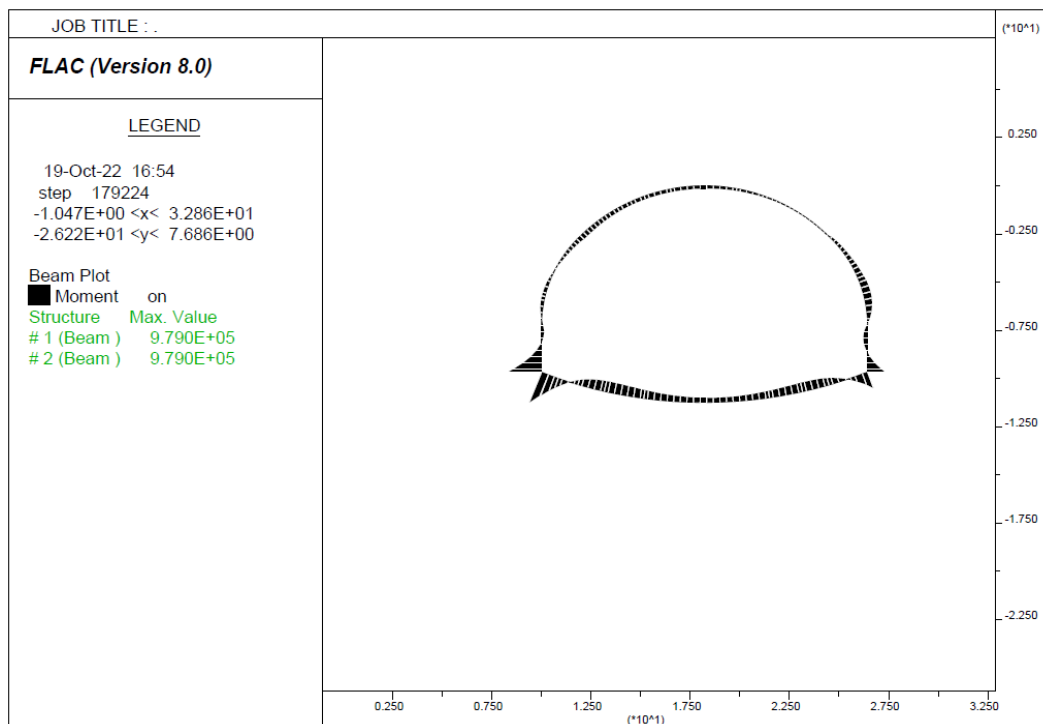


Figura 8-151: Diagramma del momento flettente – fase 7bis

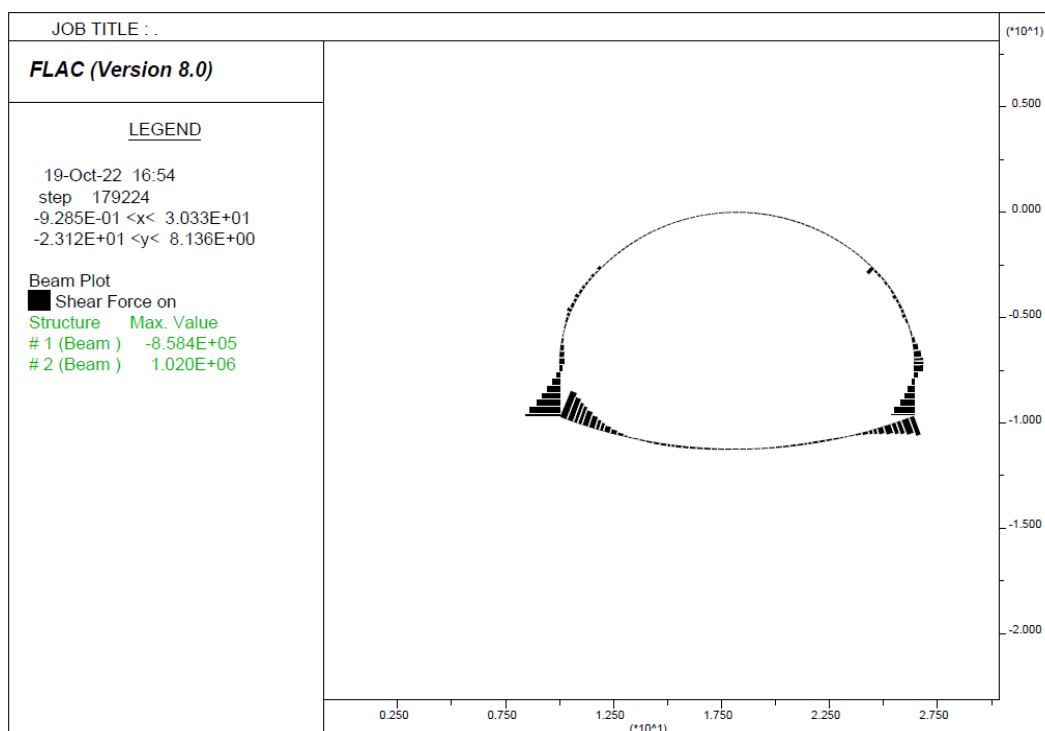
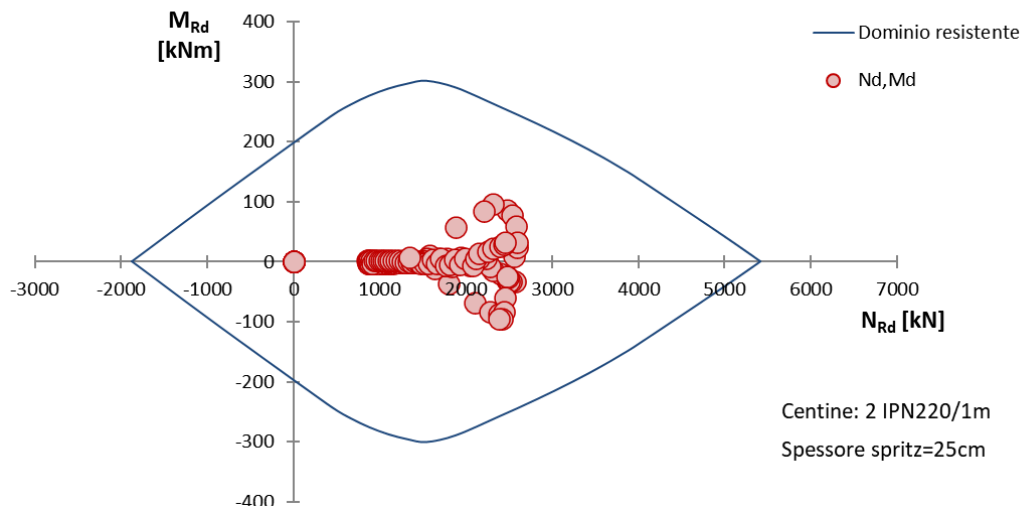


Figura 8-152: Diagramma del taglio– fase 7bis

Verifica del rivestimento provvisorio – sezione BPZ

Verifica a pressoflessione - centine+spritz



Verifica del rivestimento definitivo (calotta) – sezione BPZ

Verifica a pressoflessione - calotta

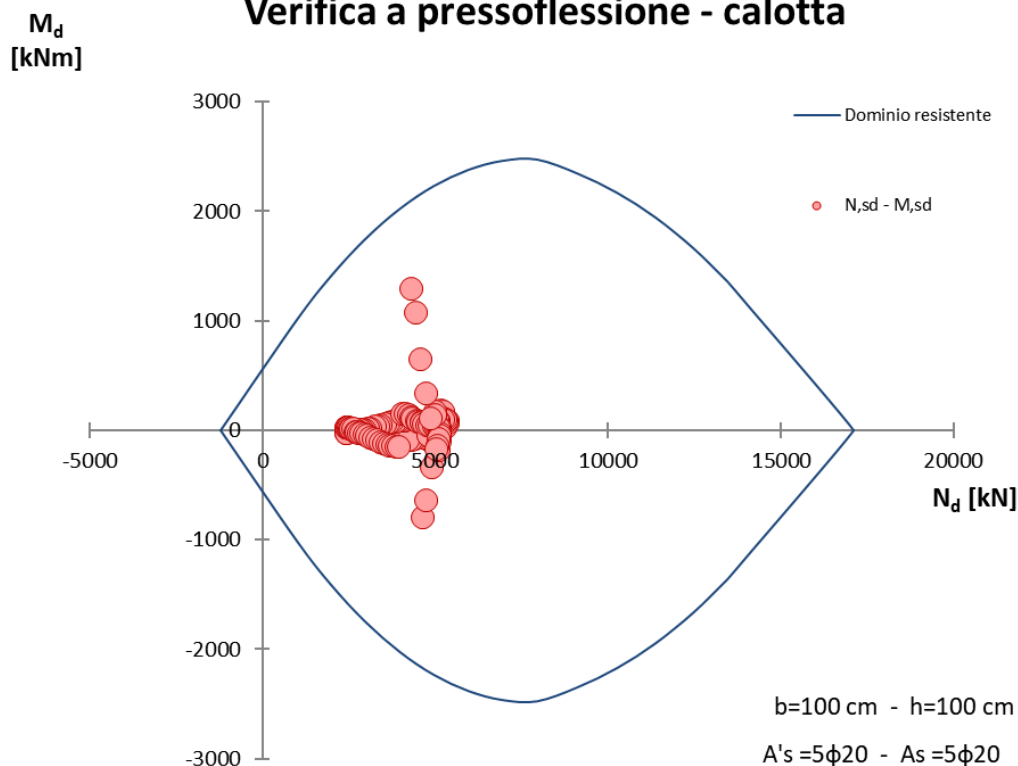


Figura 8-153: dominio M-N (calotta)

PROGETTAZIONE ATI:

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio			
	Taglio agente	$V_{Ed} = 692.38$	kN
Altezza della sezione	$h =$	1000	mm
Coprifero della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	950	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	12	mm
Numero di braccia	$n_w =$	2.5	n° spilli/m (direzione long.)
Area totale spilli	$A_{sw} =$	282.60	mm ²
Passo degli spilli	$s =$	200	mm passo in direzione trasv.
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	deg $\cot(\theta) = 2.5$ $1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5$ $21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$
Larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000	mm
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	1181.9	kN
		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} =$	2911.9	kN
		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta)$	
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	1181.9	kN
		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
Esito della verifica		soddisfatta	

Figura 8-154: verifica a taglio (calotta)

Verifica del rivestimento definitivo (arco rovescio e murette) – sezione BPZ

Verifica a pressoflessione - arco rovescio

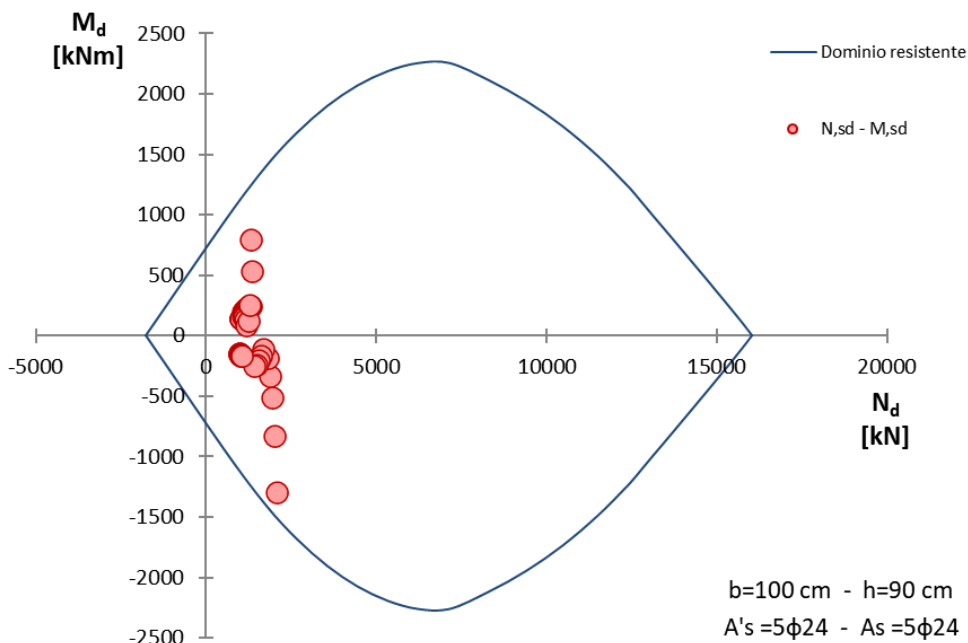


Figura 8-155: dominio M-N (arco rovescio)

PROGETTAZIONE ATI:

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio agente	$V_{Ed} = 700.18$	kN
Altezza della sezione	$h =$	900	mm
Coprifero della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	850	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	14	mm
Numero di braccia	$n_w =$	5.0	$\left n^\circ \text{ spilli / m (direzione long.)} \right.$
Area totale spilli	$A_{sw} =$	769.30	mm^2
Passo degli spilli	$s =$	400	mm $\left \text{passo in direzione trasv.} \right.$
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg $\left \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ \cot(\theta) = 2.5015776 \end{array} \right.$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	deg $\left \begin{array}{l} 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right.$
Larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000	mm
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	1439.4	kN $\left[V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha \right]$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} =$	2605.3	kN $\left[V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta) \right]$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	1439.4	kN $\left[V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \right]$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-156: verifica a taglio (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio agente	$V_{Ed} = 1540.5$	kN
Altezza della sezione	$h =$	1000	mm
Coprifero della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	950	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	20	mm
Numero di braccia	$n_w =$	2.0	$\left n^\circ \text{ spilli / m (direzione long.)} \right.$
Area totale spilli	$A_{sw} =$	628.00	mm^2
Passo degli spilli	$s =$	200	mm $\left \text{passo in direzione long.} \right.$
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg $\left \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ \cot(\theta) = 2.5 \end{array} \right.$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	21.8	deg $\left \begin{array}{l} 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right.$
Larghezza muretta	$b_w =$	1000	mm
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	2626.5	kN $\left[V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha \right]$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} =$	2911.9	kN $\left[V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta) \right]$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	2626.5	kN $\left[V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \right]$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-157: verifica a taglio (murette)

Verifiche SLE

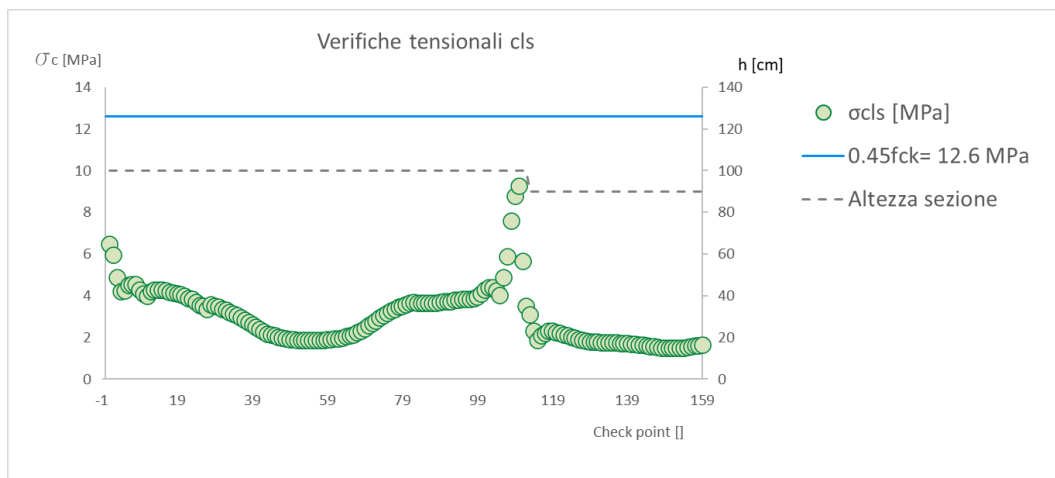


Figura 8-158: Verifiche tensionali cls

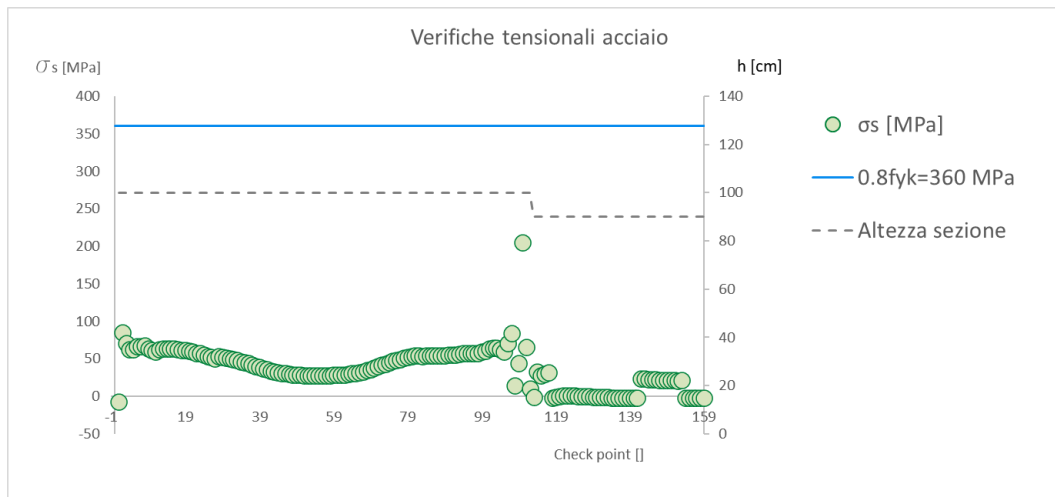


Figura 8-159: Verifiche tensionali acciaio

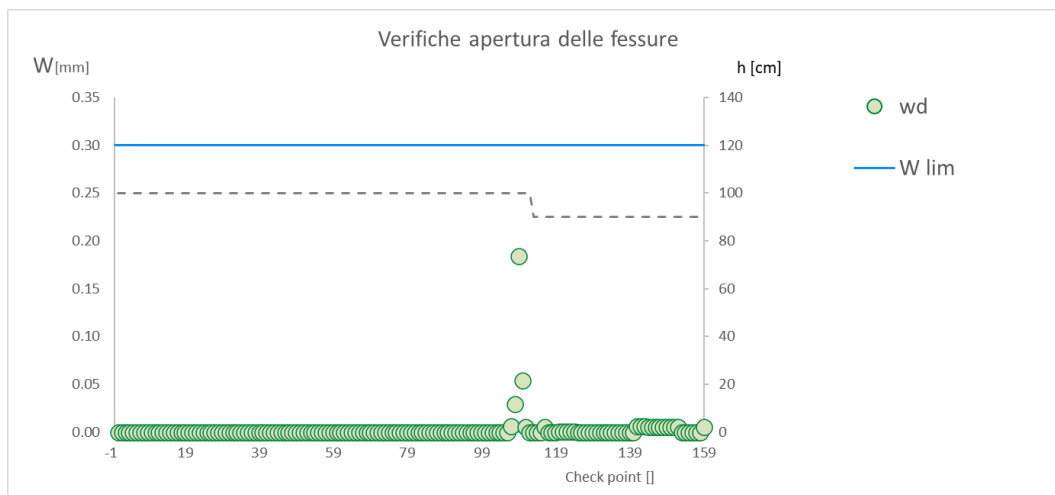


Figura 8-160: Verifiche apertura delle fessure

PROGETTAZIONE ATI:

8.8.6 SEZIONE CPZ

Gli step di calcolo adottati per la simulazione degli scavi e realizzazione delle opere provvisorie sono riportate nella seguente tabella:

FASE	DESCRIZIONE	λ
0	Fase litostatica e apertura del fronte di scavo	-
1	Preconvergenza massima	0.3
2	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.4
3	Installazione del pririvestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz	0.4
4	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz	0.8
5	Installazione del rivestimento definitivo	1.0
6	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.0
1 bis	Preconvergenza massima GNsx	0.3
2 bis	Sfondo (terreno non sostenuto) GNsx	0.4
3 bis	Installazione del pririvestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz GNsx	0.4
4 bis	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz GNsx	0.8
5 bis	Installazione del rivestimento definitivo GNsx	1.0
6 bis	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase GNsx	1.0

PROGETTAZIONE ATI:

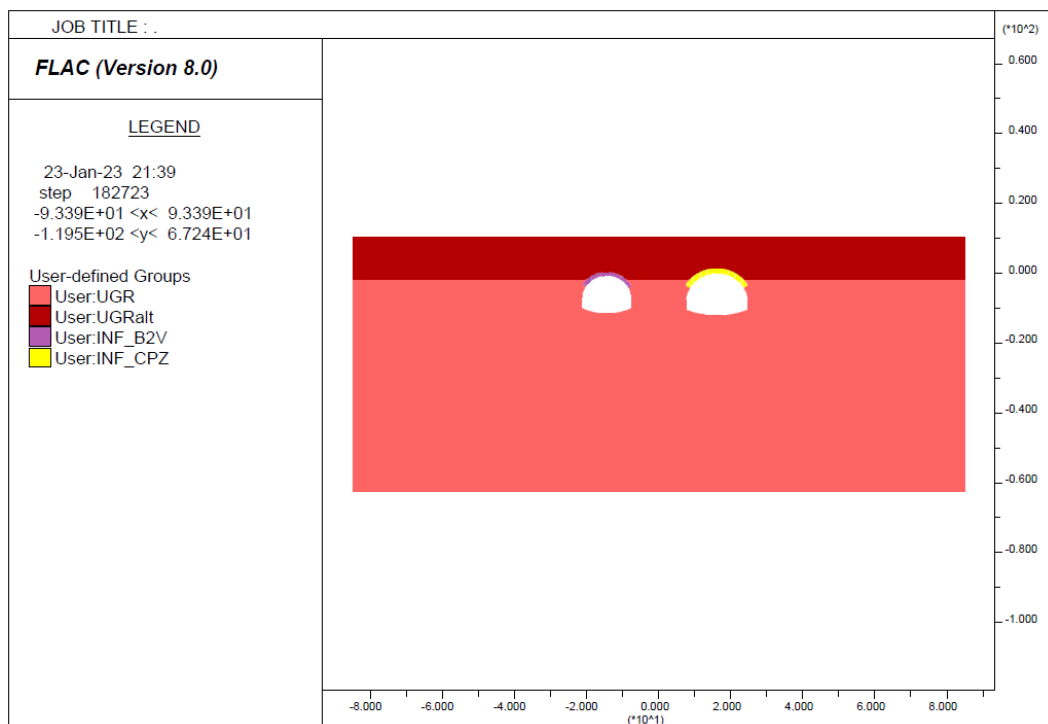


Figura 8-161: Gruppi

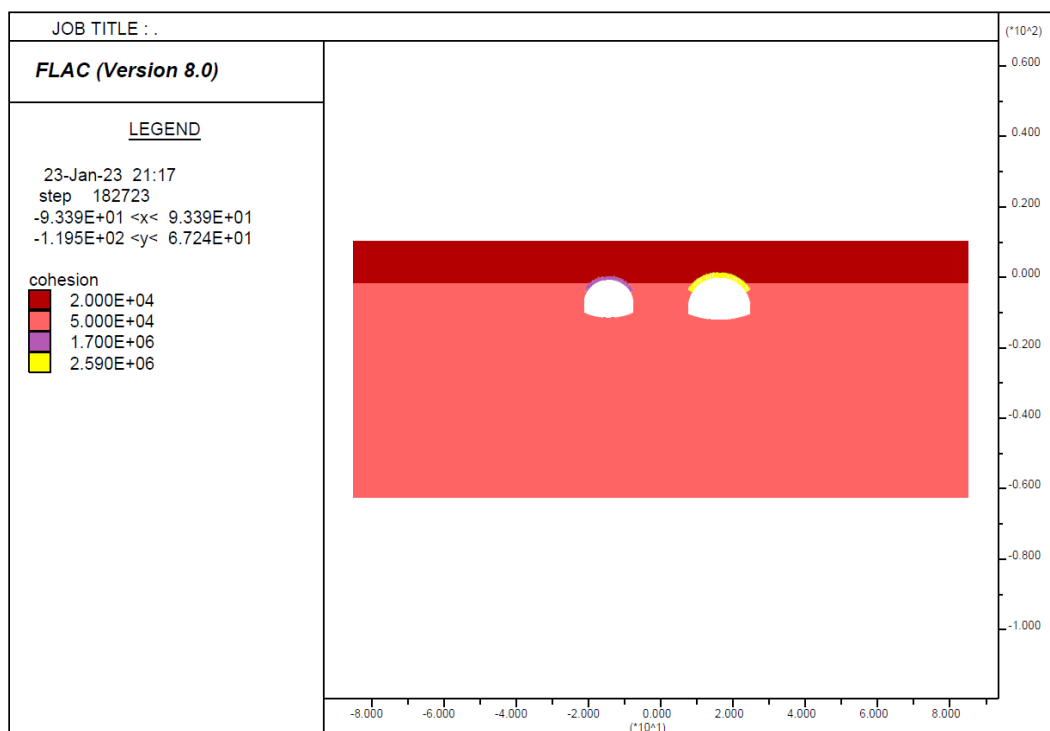


Figura 8-162: Coesione

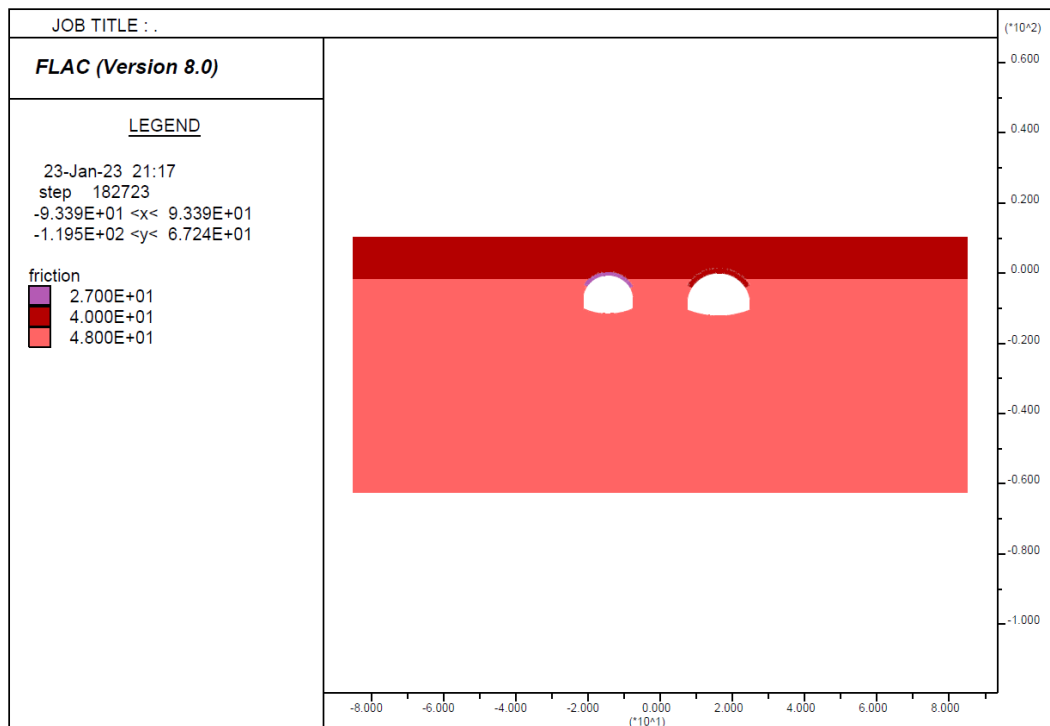


Figura 8-163: Angolo di resistenza al taglio

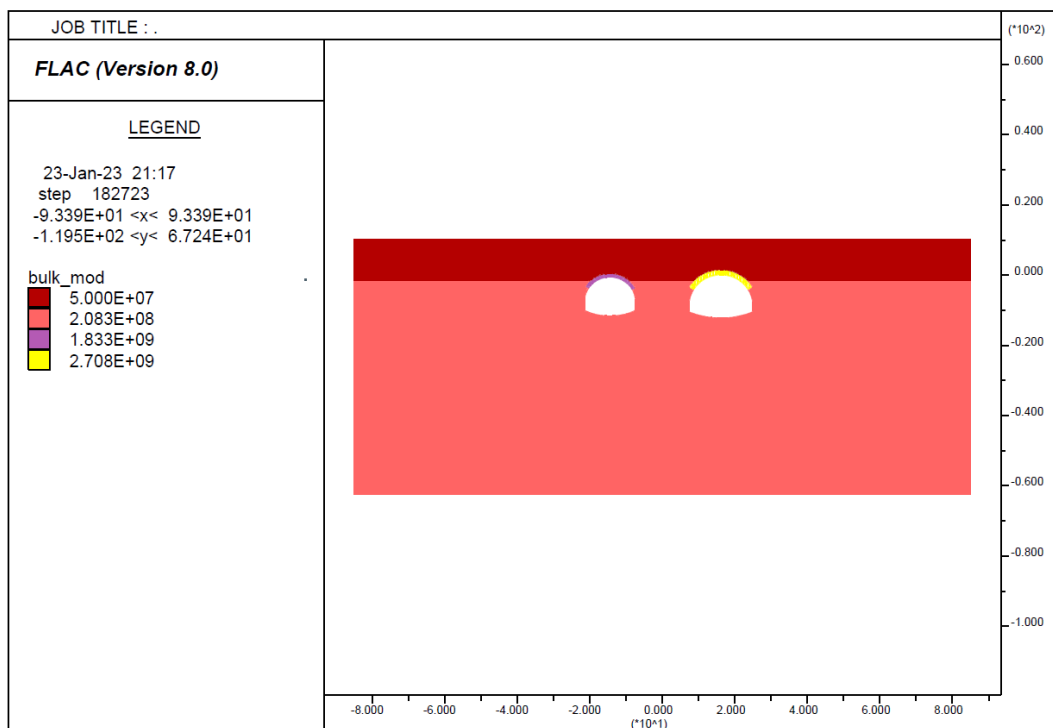


Figura 8-164: Modulo di compressibilità volumetrica

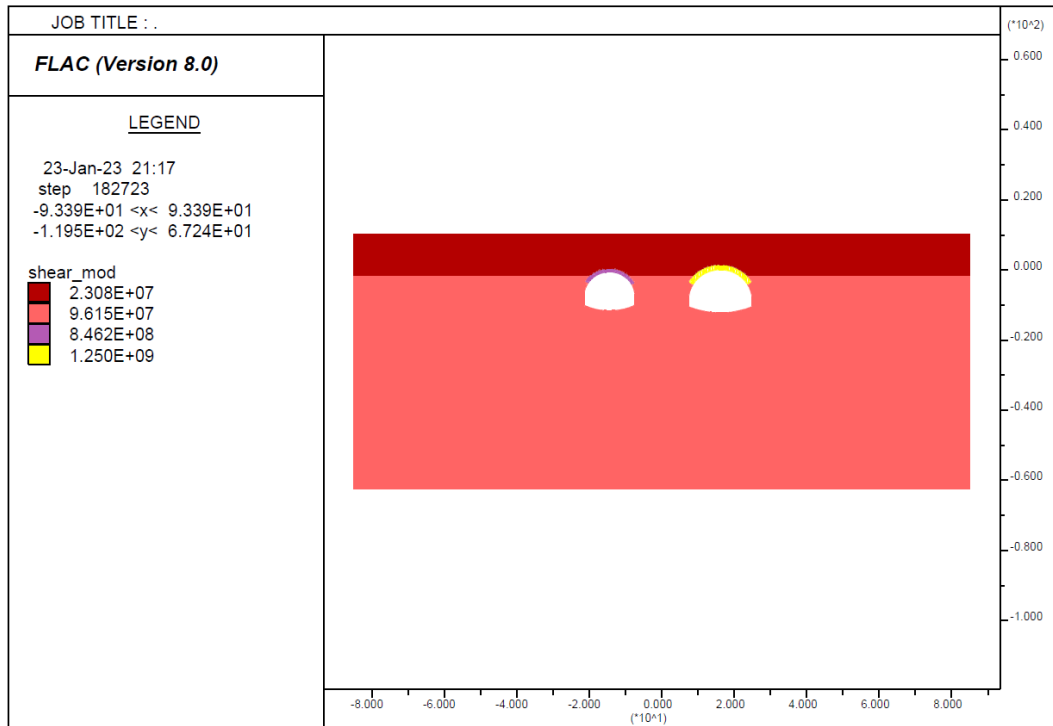


Figura 8-165: Modulo di rigidezza a taglio

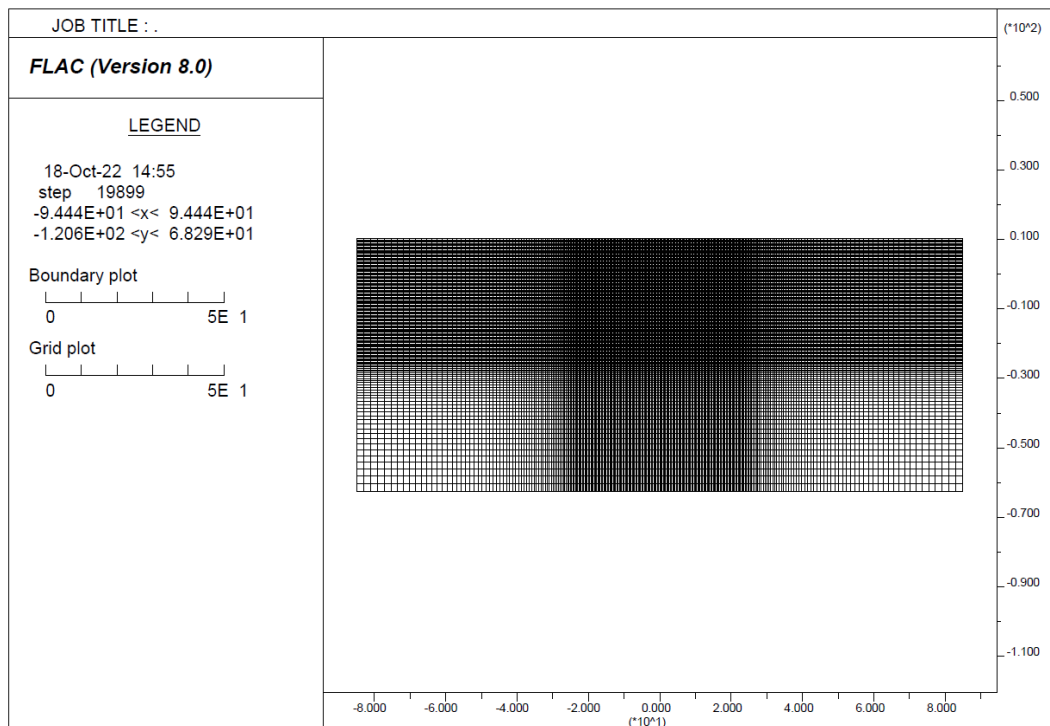


Figura 8-166: Griglia di discretizzazione

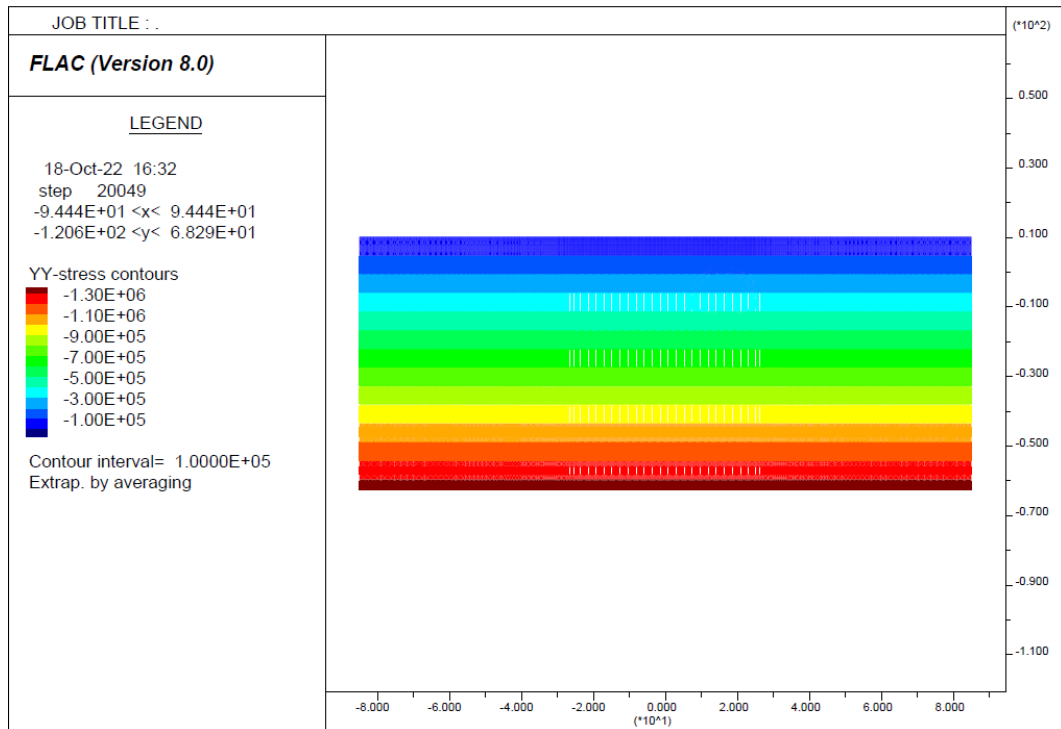


Figura 8-167: Diagramma delle tensioni verticali – fase 0

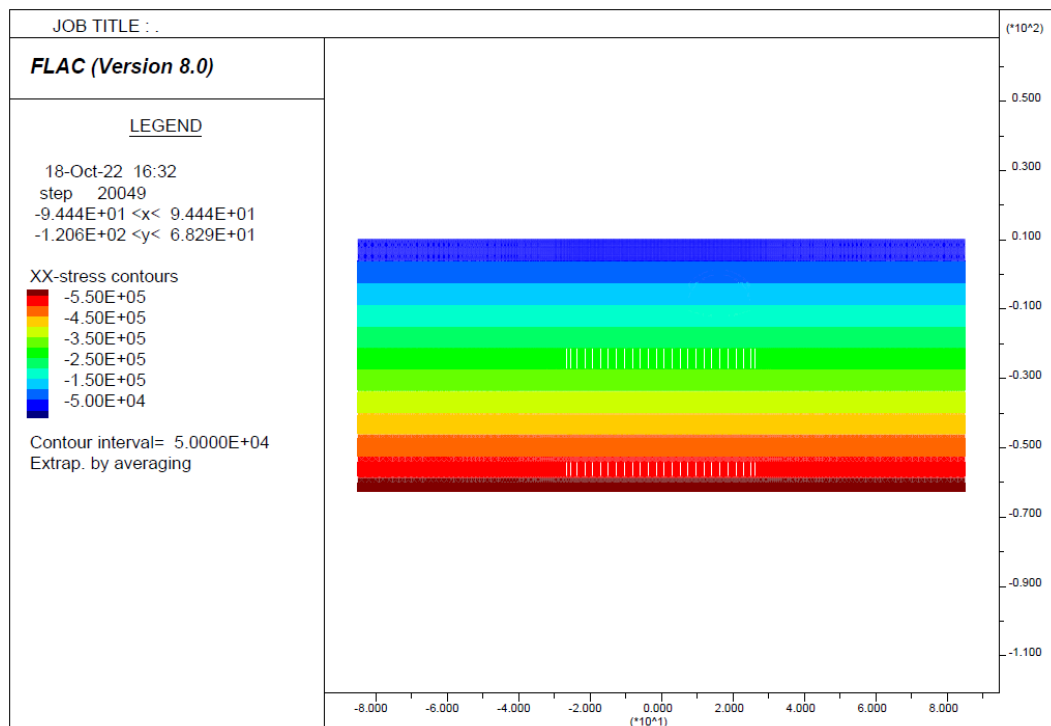


Figura 8-168: Diagramma delle tensioni orizzontali – fase 0

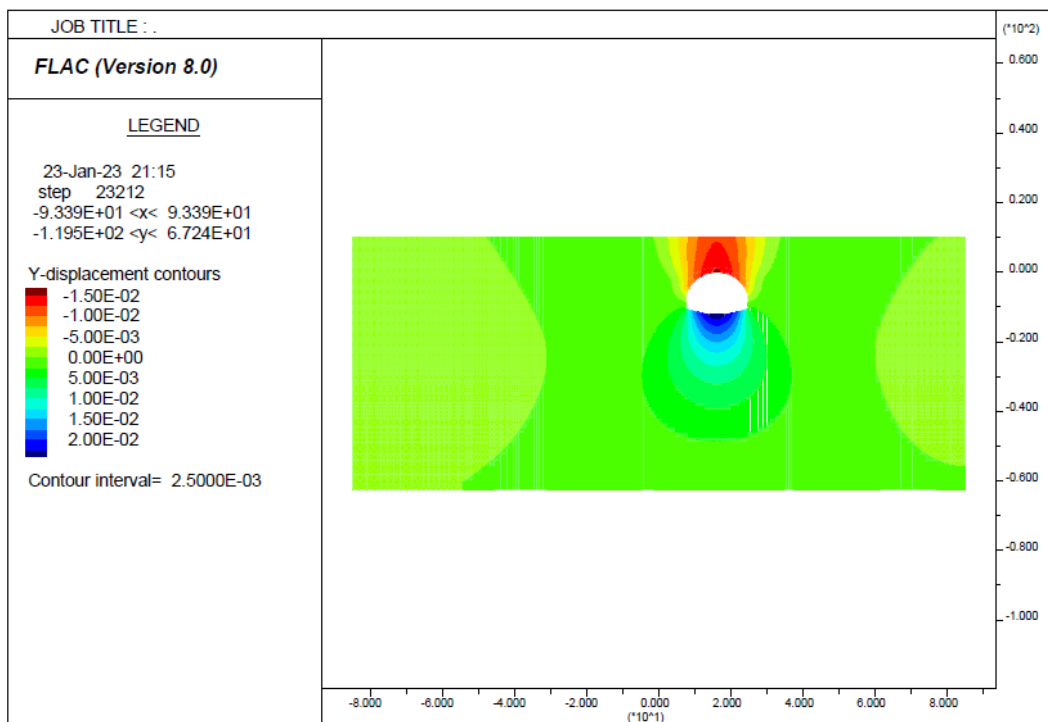


Figura 8-169: Contour degli spostamenti verticali – fase 2

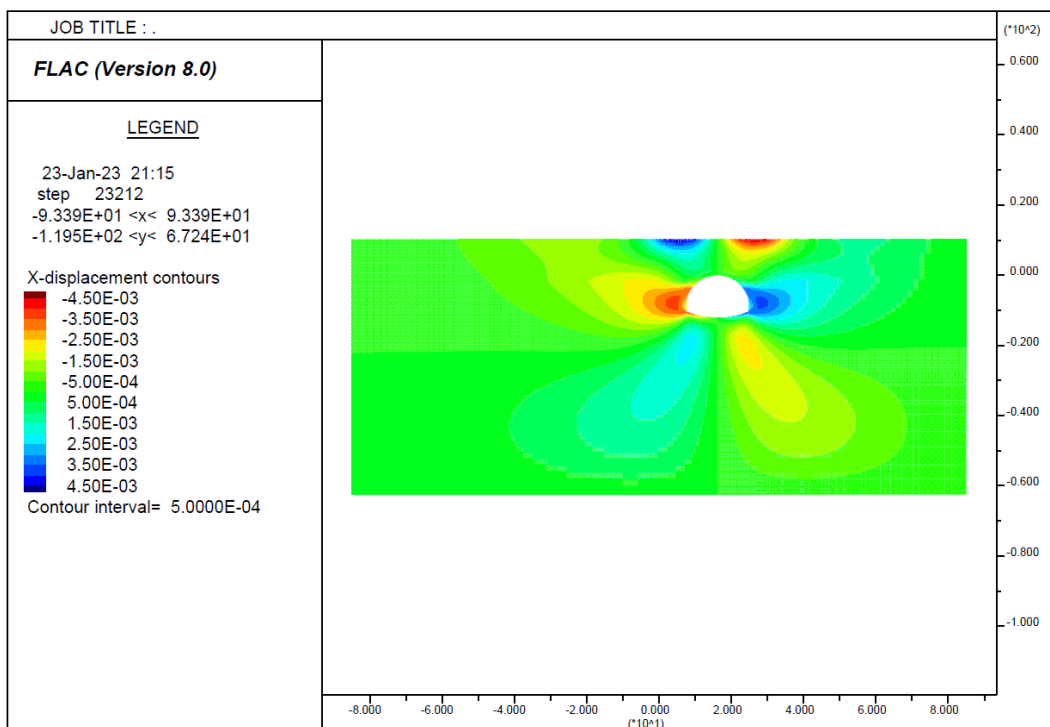


Figura 8-170: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 2

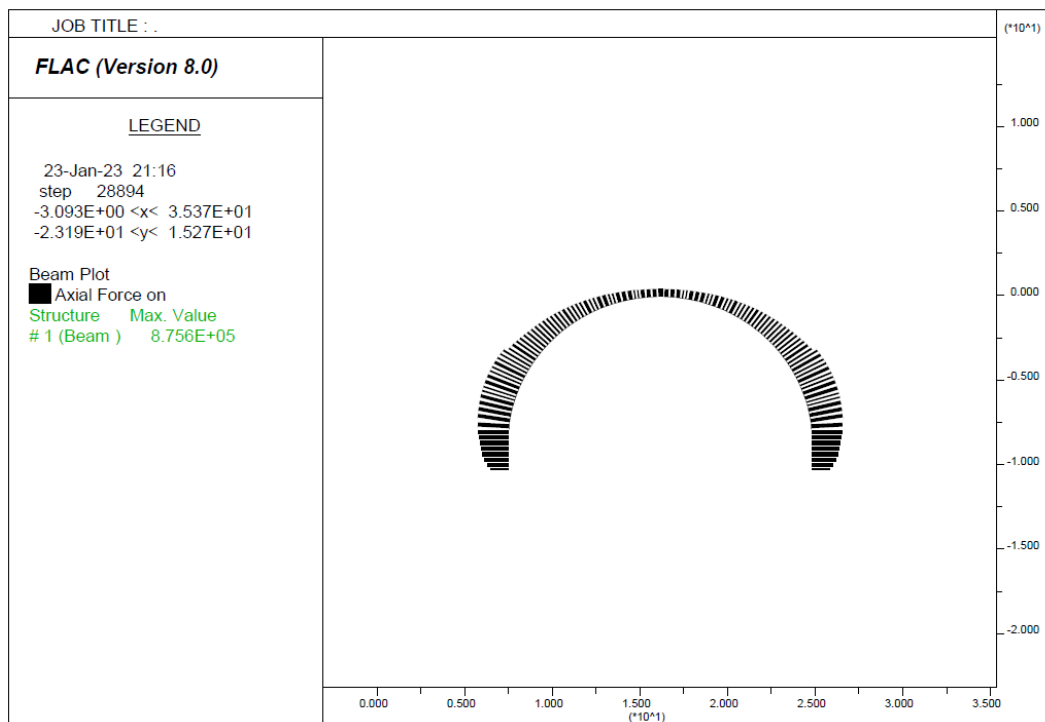


Figura 8-171: Diagramma dello sforzo normale – fase 4

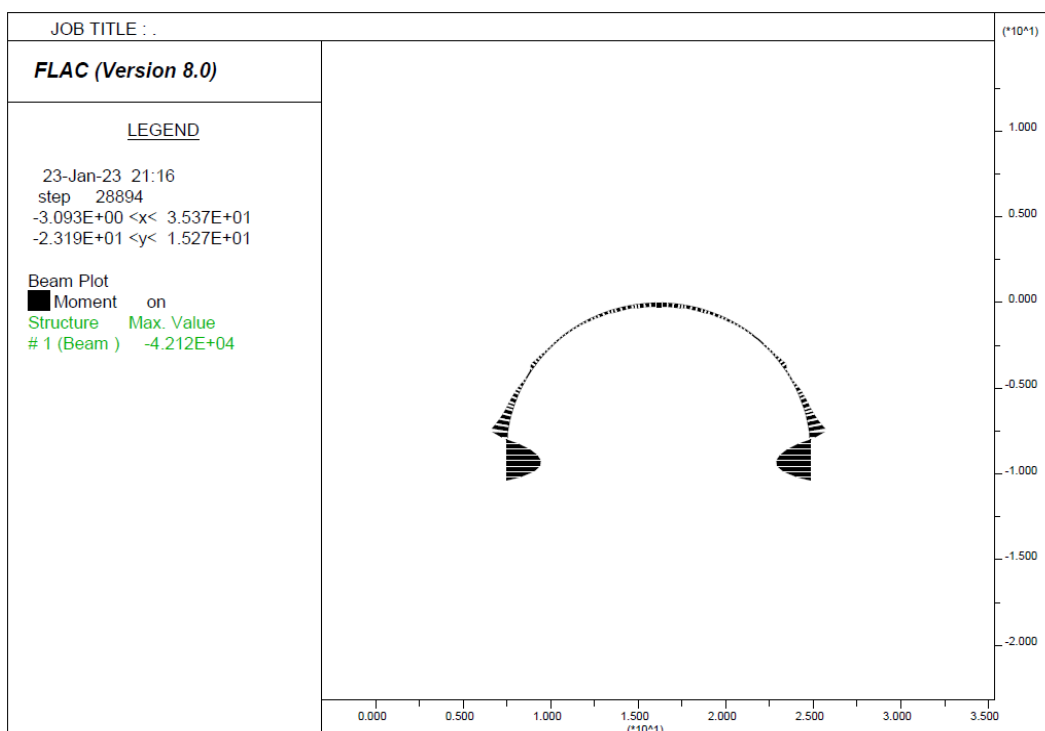


Figura 8-172: Diagramma del momento flettente – fase 4

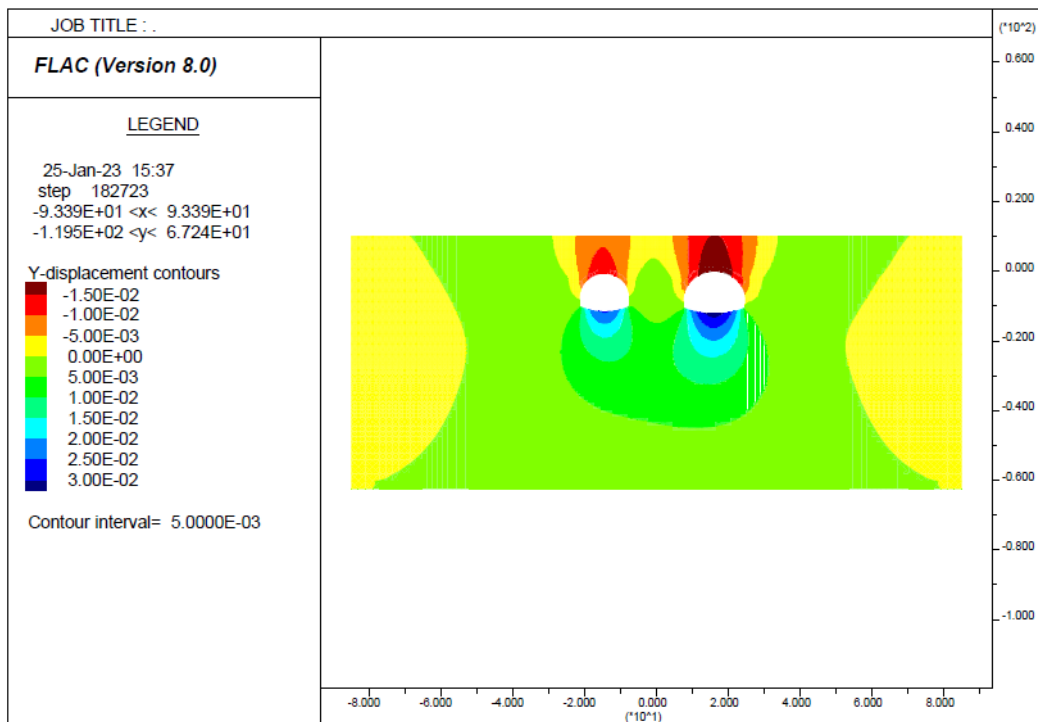


Figura 8-173: Contour degli spostamenti verticali – fase 6bis

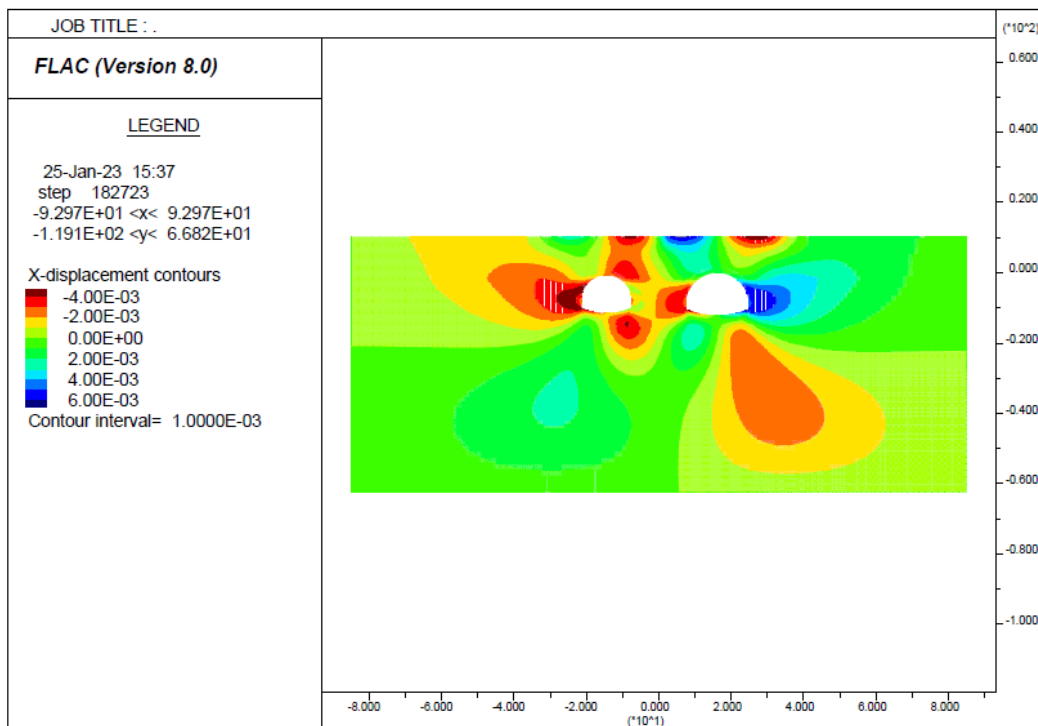


Figura 8-174: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 6bis

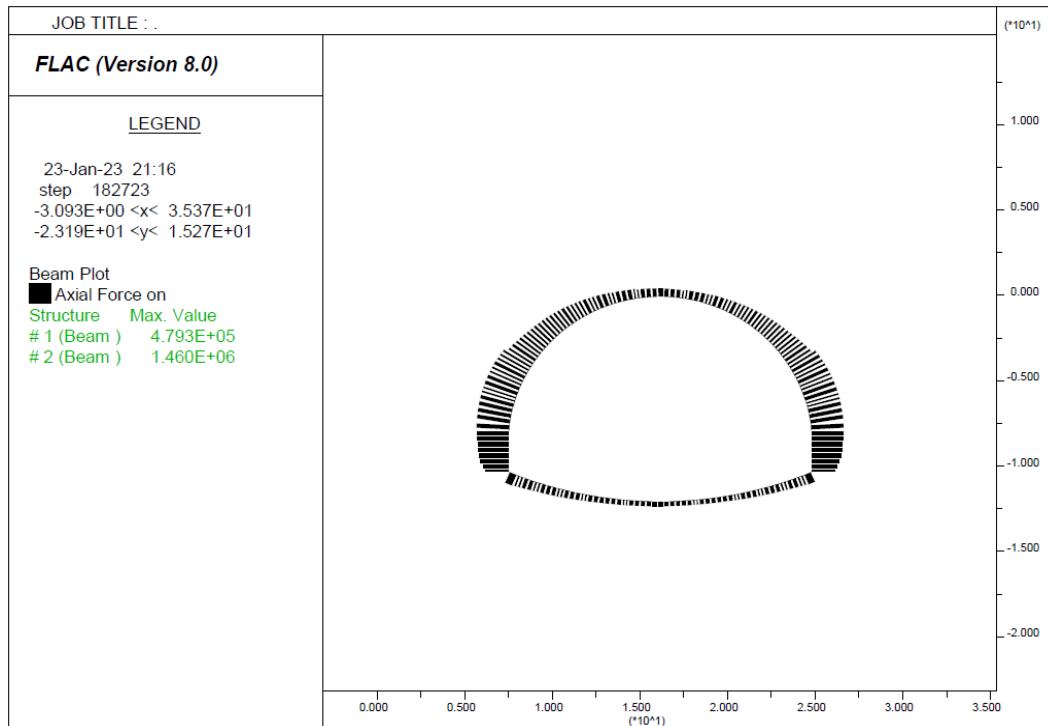


Figura 8-175: Diagramma dello sforzo normale – fase 6bis

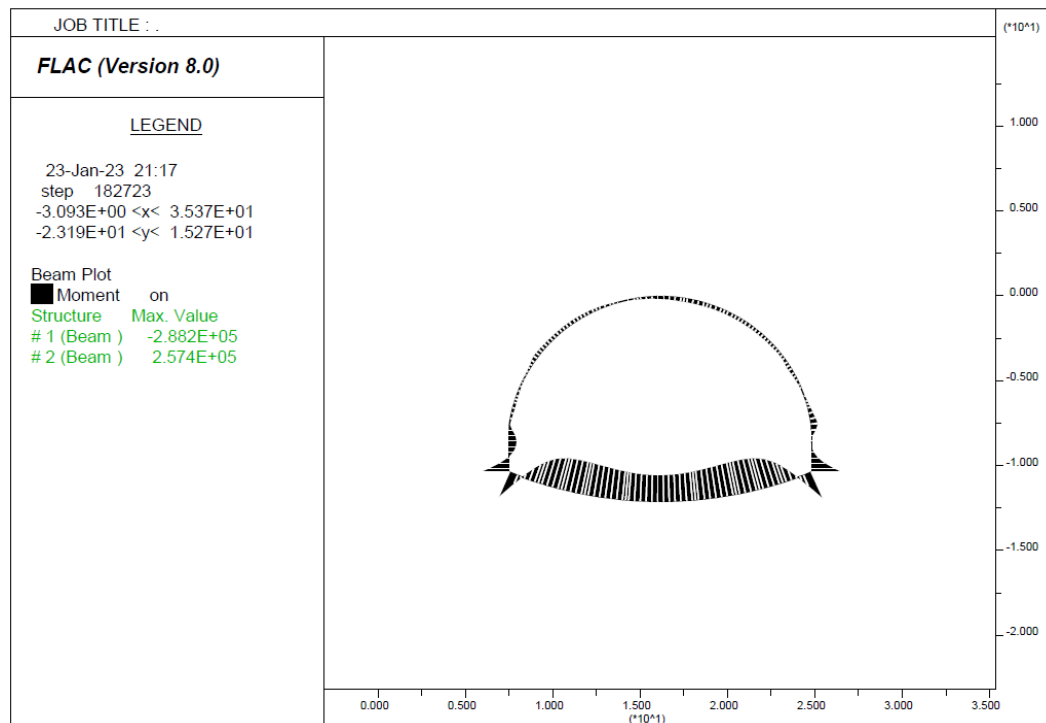


Figura 8-176: Diagramma del momento flettente – fase 6bis

PROGETTAZIONE ATI:

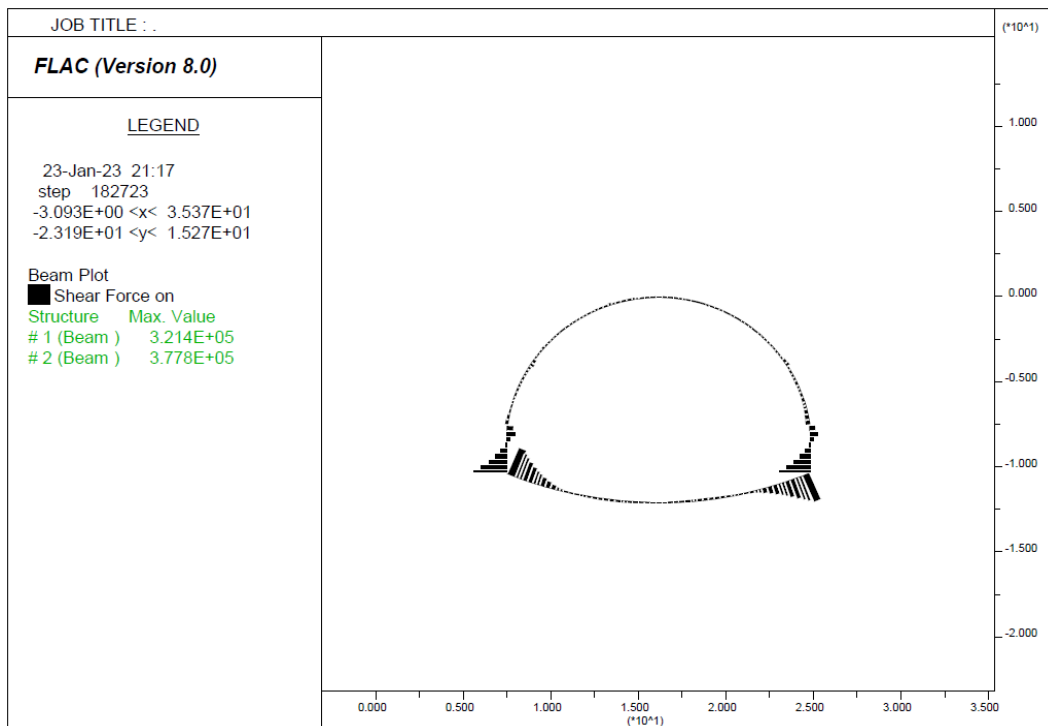
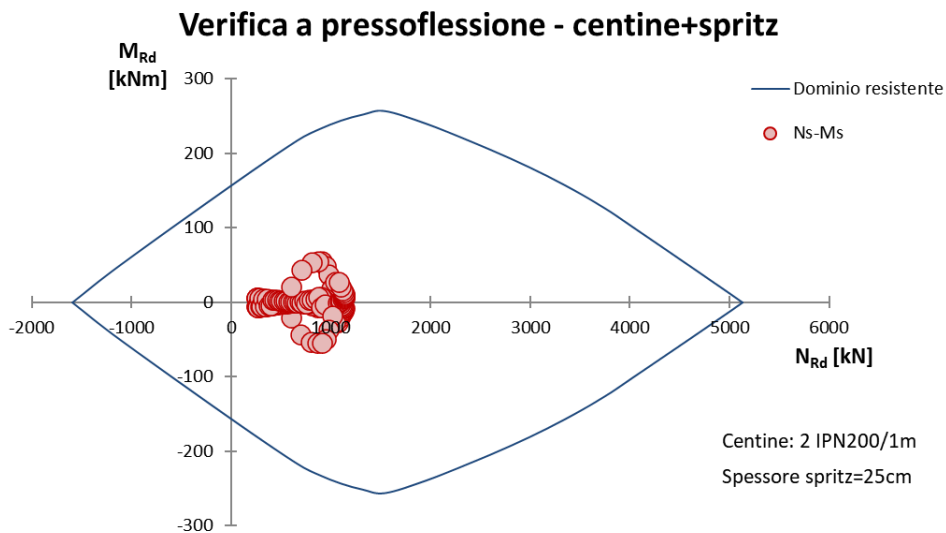


Figura 8-177: Diagramma del taglio– fase 6bis

Verifica del rivestimento provvisorio – sezione CPZ



PROGETTAZIONE ATI:

Verifica del rivestimento definitivo (calotta) – sezione CPZ

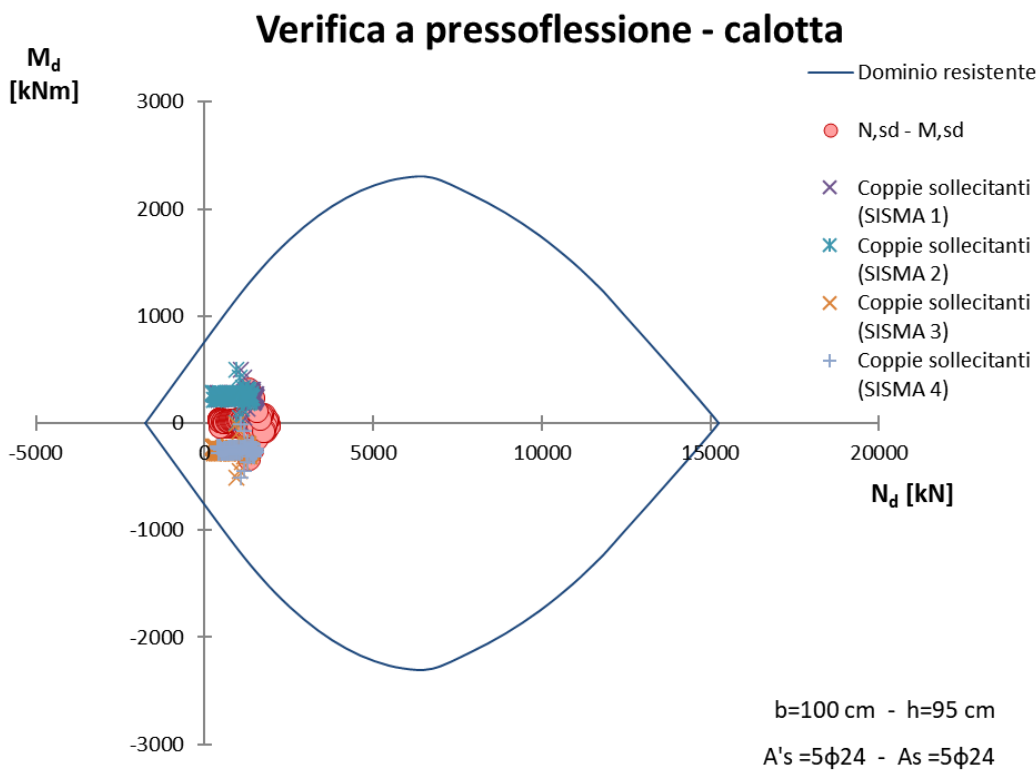


Figura 8-178: Dominio M-N (calotta)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio agente	$V_{Ed} = 174.85 \text{ kN}$	
Altezza della sezione		$h = 950 \text{ mm}$	
Copriferro della sezione		$\delta = 50 \text{ mm}$	
Altezza utile della sezione		$d = 900 \text{ mm}$	
Diametro degli spilli		$d_w = 12 \text{ mm}$	
Numero di braccia		$n_w = 5.0$	n° spilli / m (direzione long.)
Area totale spilli		$A_{sw} = 565.20 \text{ mm}^2$	
Passo degli spilli		$s = 200 \text{ mm}$	passo in direzione trasv.
Inclinazione delle staffe		$\alpha = 90 \text{ deg}$	
Inclinazione delle bielle compresse		$\theta = 21.8 \text{ deg}$	$\cot(\theta) = 2.5$ $1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5$ $21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$
Larghezza minima della sezione		$b_w = 1000 \text{ mm}$	
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse		$\alpha_c = 1.2$	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"		$V_{Rsd} = 2239.5 \text{ kN}$	$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"		$V_{Rcd} = 2364.5 \text{ kN}$	$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione		$V_{Rd} = 2239.5 \text{ kN}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-179: Verifica a taglio (calotta)

Verifica del rivestimento definitivo (arco rovescio e murette) – sezione CPZ

Verifica a pressoflessione - arco rovescio

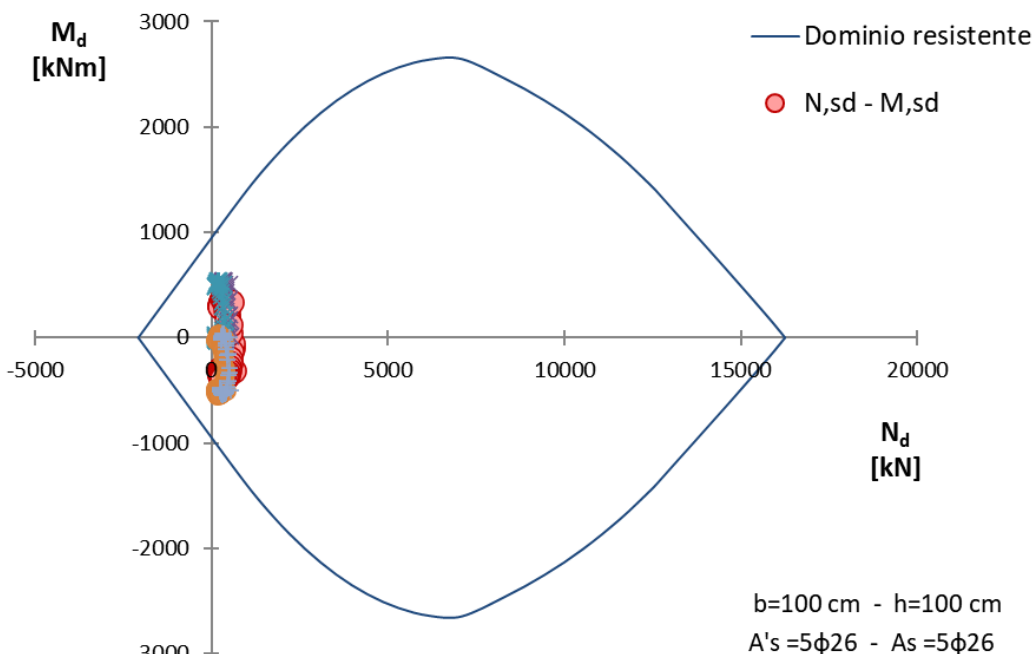


Figura 8-180: Dominio M-N (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio agente	$V_{Ed} = 287.56 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h = 1000 \text{ mm}$		
Coprifero della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$		
Altezza utile della sezione	$d = 950 \text{ mm}$		
Diametro degli spilli	$d_w = 14 \text{ mm}$		
Numero di braccia	$n_w = 5.0$		$n^\circ \text{ spilli / m (direzione long.)}$
Area totale spilli	$A_{sw} = 769.30 \text{ mm}^2$		
Passo degli spilli	$s = 200 \text{ mm}$		$\text{passo in direzione trasv.}$
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$		$\left. \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right\} \cot(\theta) = 2.5015776$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$		
Larghezza minima della sezione	$b_w = 1000 \text{ mm}$		
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 3217.5 \text{ kN}$		$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compresione"	$V_{Rcd} = 2495.9 \text{ kN}$		$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 2495.9 \text{ kN}$		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-181: Verifica a taglio (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

Taglio agente		$V_{Ed} = 491.140 \text{ kN}$
Altezza della sezione	$h = 1000 \text{ mm}$	
Coprifero della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$	
Altezza utile della sezione	$d = 950 \text{ mm}$	
Diametro degli spilli	$d_w = 20 \text{ mm}$	
Numero di braccia	$n_w = 2.0$	$n^\circ \text{ spilli / m (direzione long.)}$
Area totale spilli	$A_{sw} = 628.00 \text{ mm}^2$	
Passo degli spilli	$s = 200 \text{ mm}$	$\text{passo in direzione long.}$
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$	$\cot(\theta) = 2.5$ $\left. \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right\}$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$	
Larghezza muretta	$b_w = 1000 \text{ mm}$	
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 2626.5 \text{ kN}$	$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} = 2495.9 \text{ kN}$	$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 2495.9 \text{ kN}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta	

Figura 8-182: Verifica a taglio (murette)

Verifiche SLE

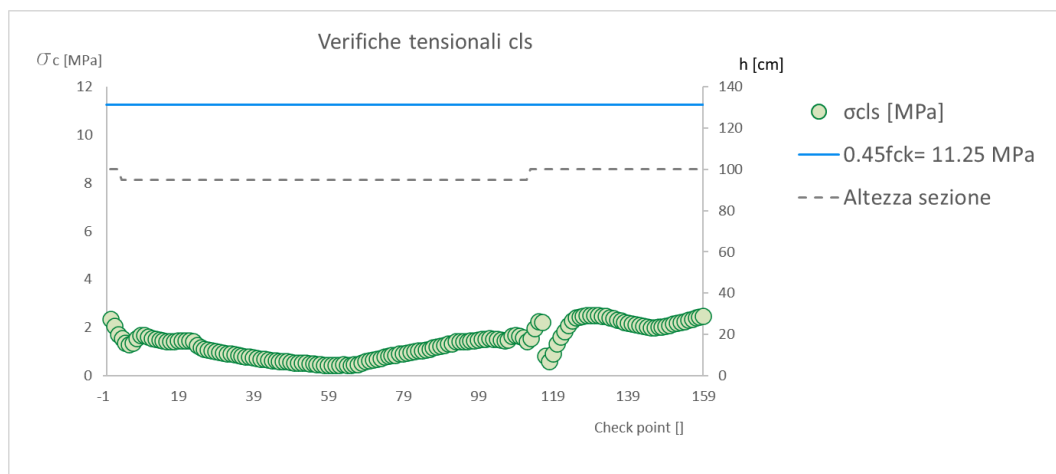


Figura 8-183: Verifiche tensionali cls

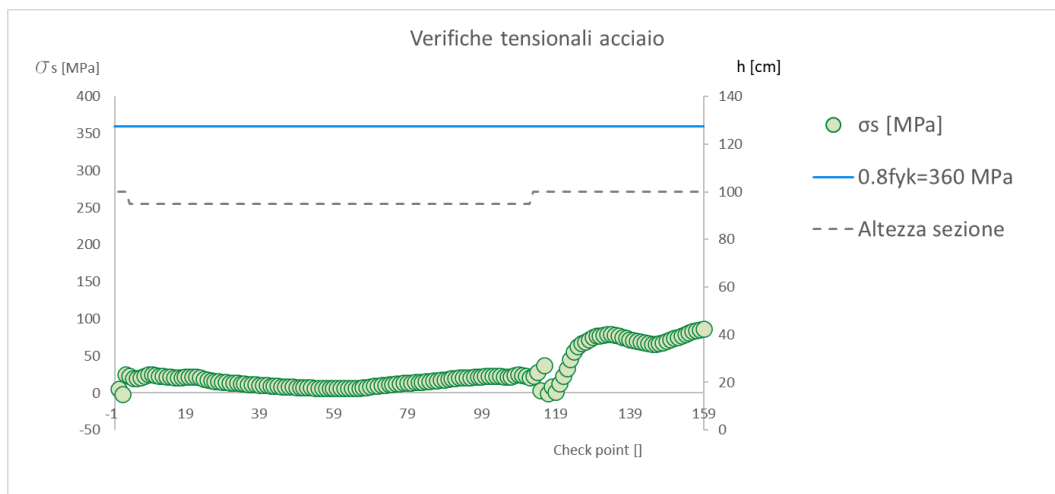


Figura 8-184: Verifiche tensionali acciaio

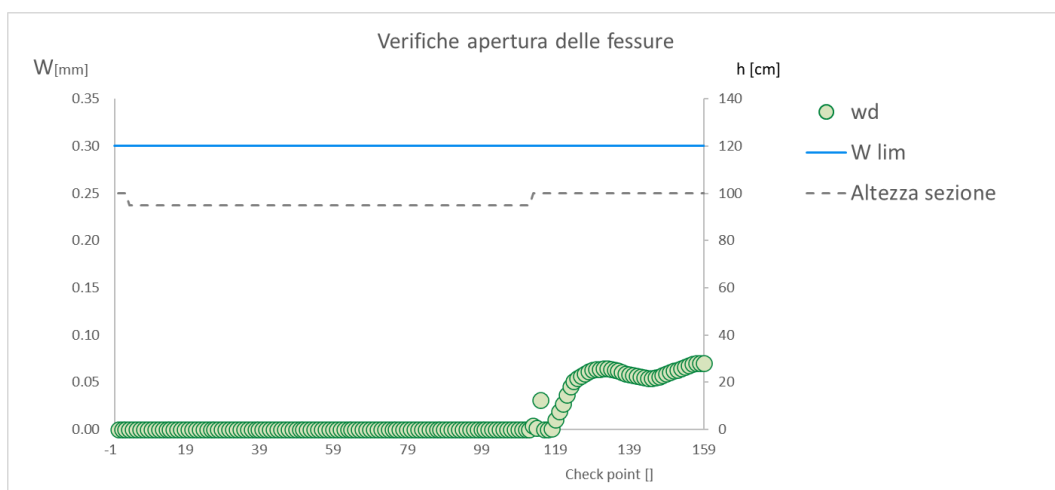


Figura 8-185: Verifiche apertura delle fessure

8.8.7 SEZIONE BYPASS

Gli step di calcolo adottati per la simulazione degli scavi e realizzazione delle opere provvisorie sono riportate nella seguente tabella:

FASE	DESCRIZIONE	λ
0	Fase litostatica e apertura del fronte di scavo	-
1	Preconvergenza massima	0.27
2	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.62
3	Installazione del priverstimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz	0.62

PROGETTAZIONE ATI:

4	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz	0.94
5	Installazione del rivestimento definitivo	0.98
6	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.00
7	Applicazione del carico idraulico	1.00

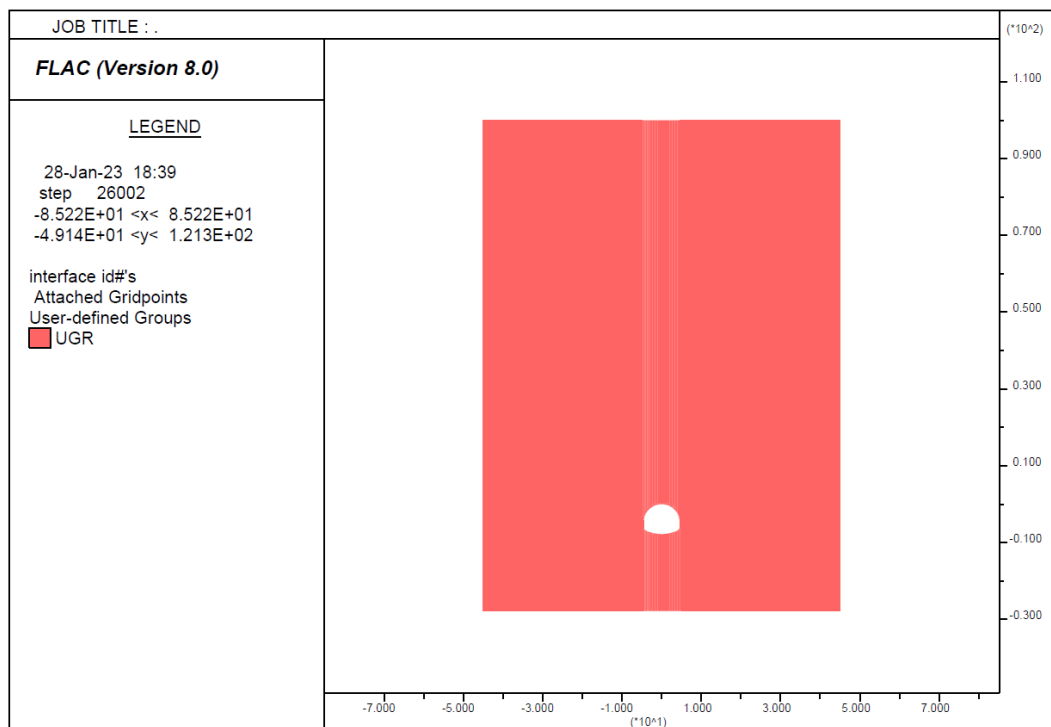


Figura 8-186: Gruppi

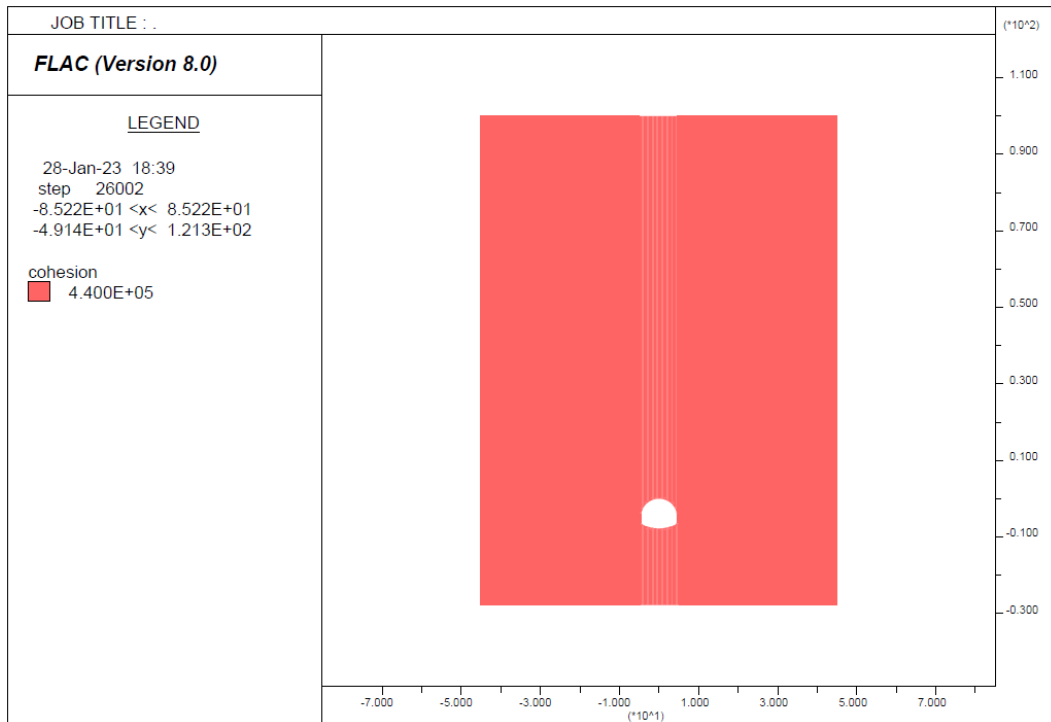


Figura 8-187: Coesione

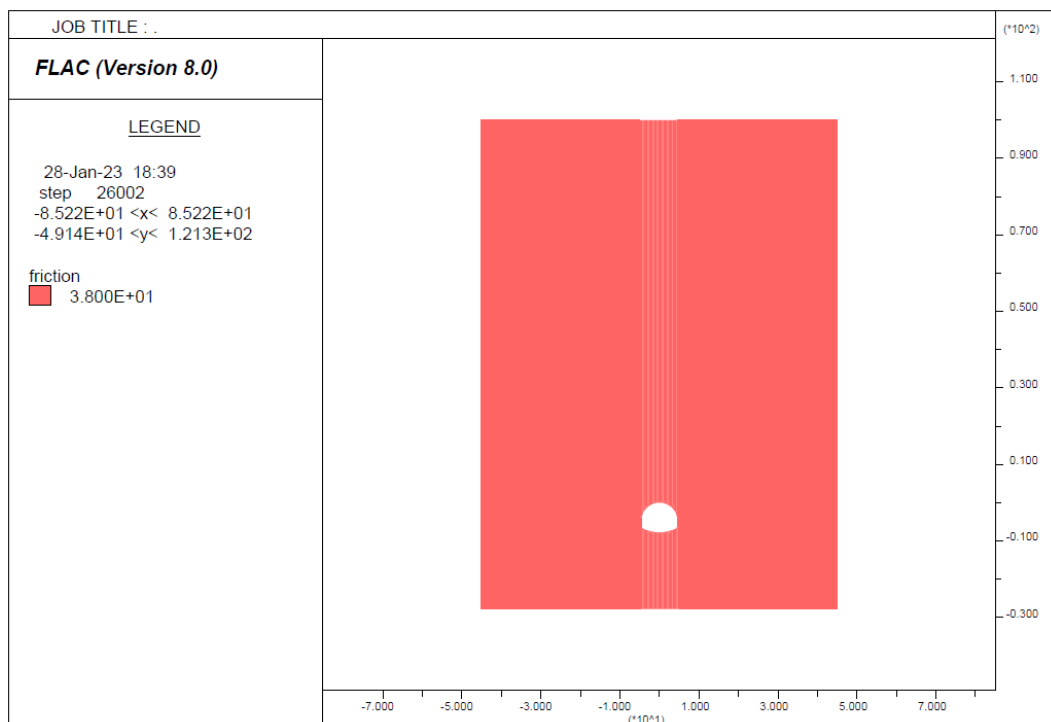


Figura 8-188: Angolo di resistenza al taglio

PROGETTAZIONE ATI:

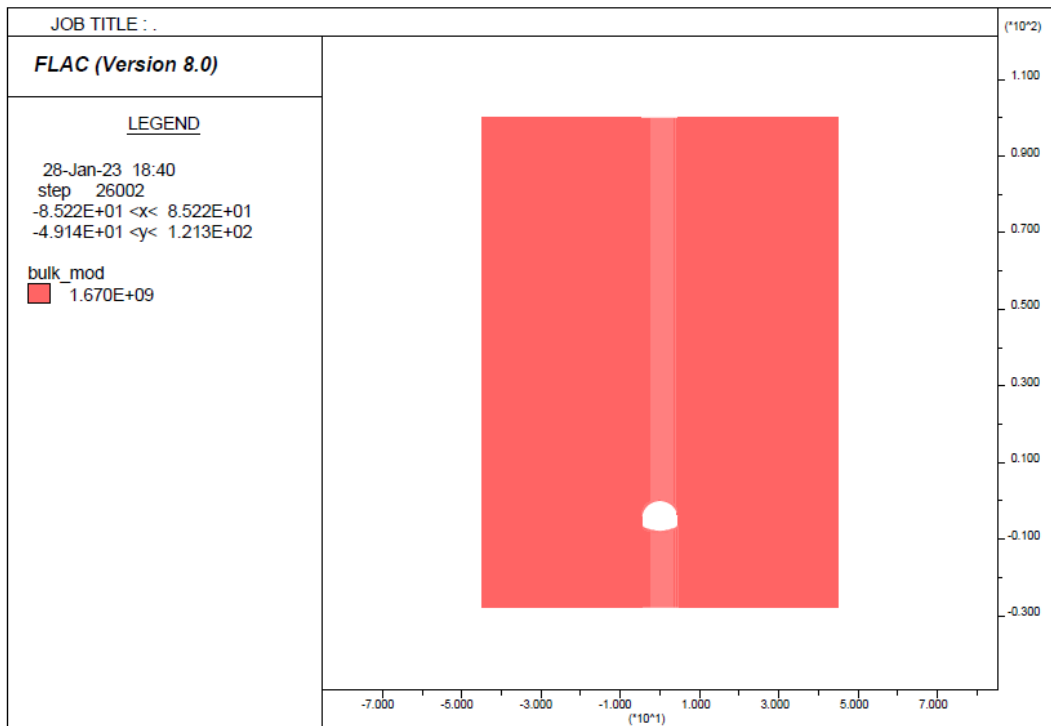


Figura 8-189: Modulo di compressibilità volumetrica

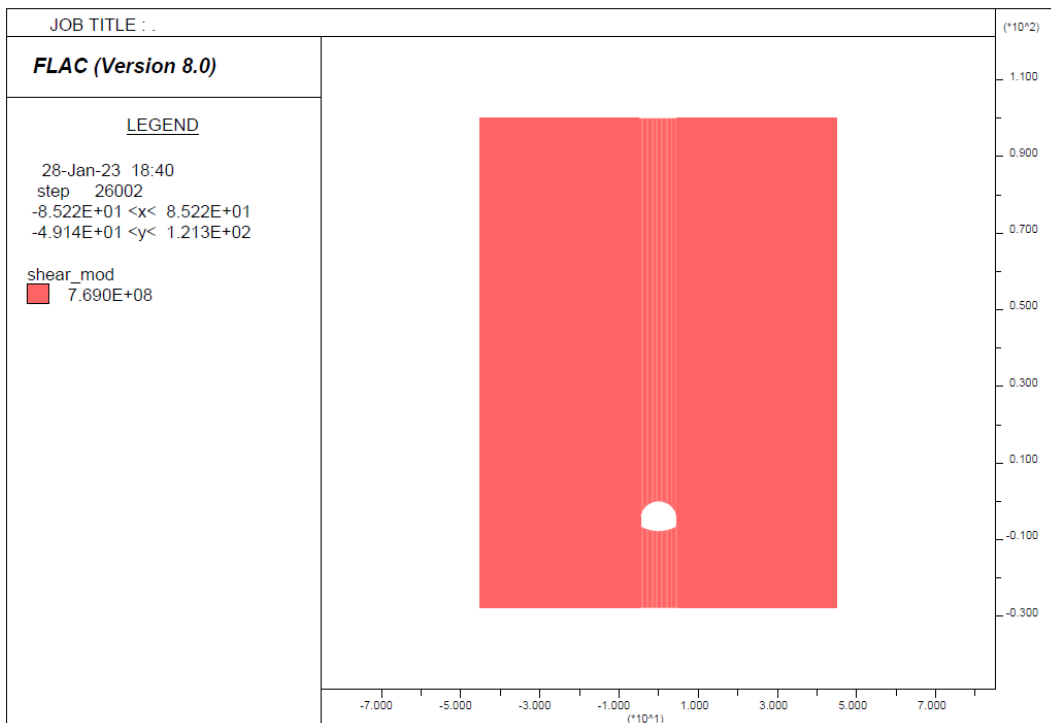


Figura 8-190: Modulo di rigidezza a taglio

PROGETTAZIONE ATI:

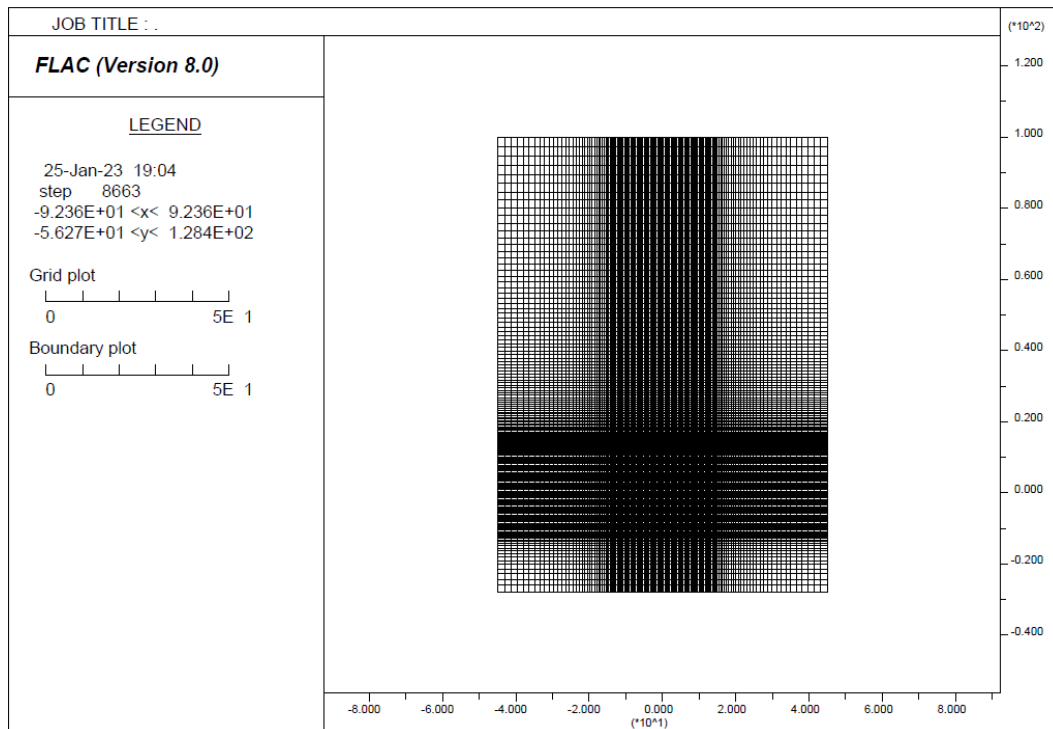


Figura 8-191: Griglia di discretizzazione

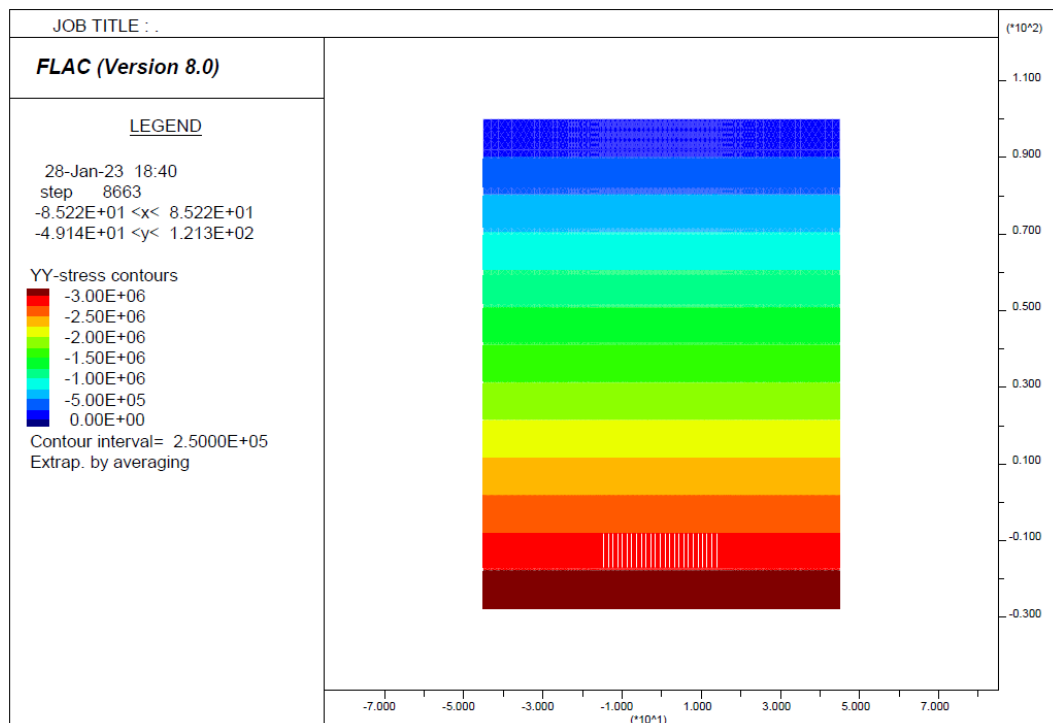


Figura 8-192: Diagramma delle tensioni verticali – fase 0

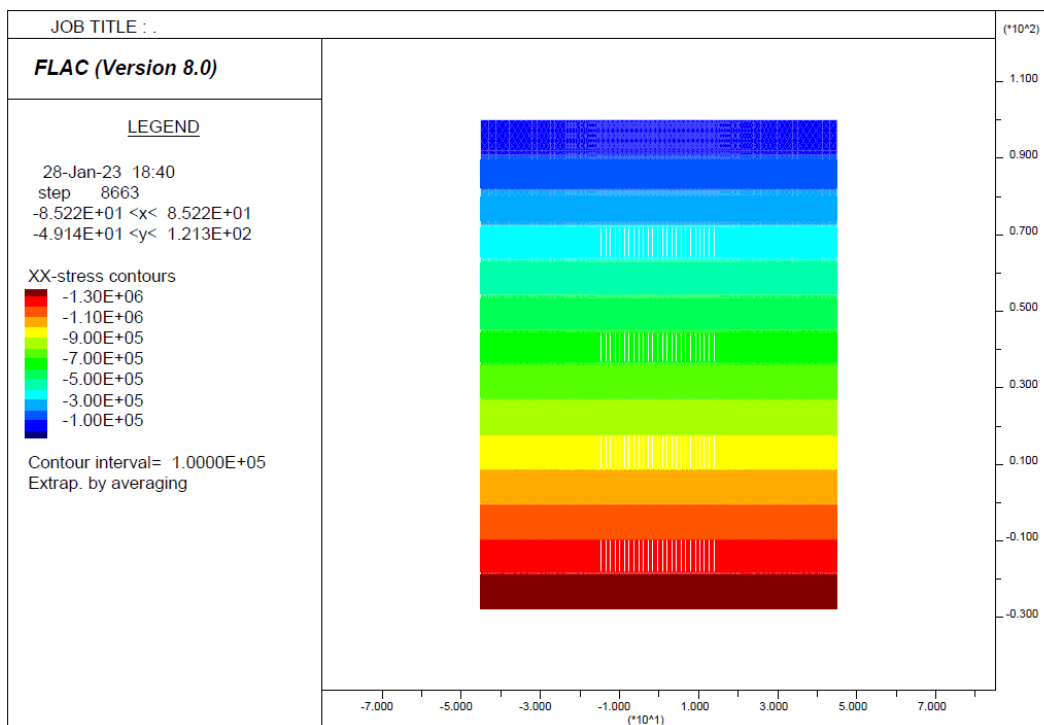


Figura 8-193: Diagramma delle tensioni orizzontali – fase 0

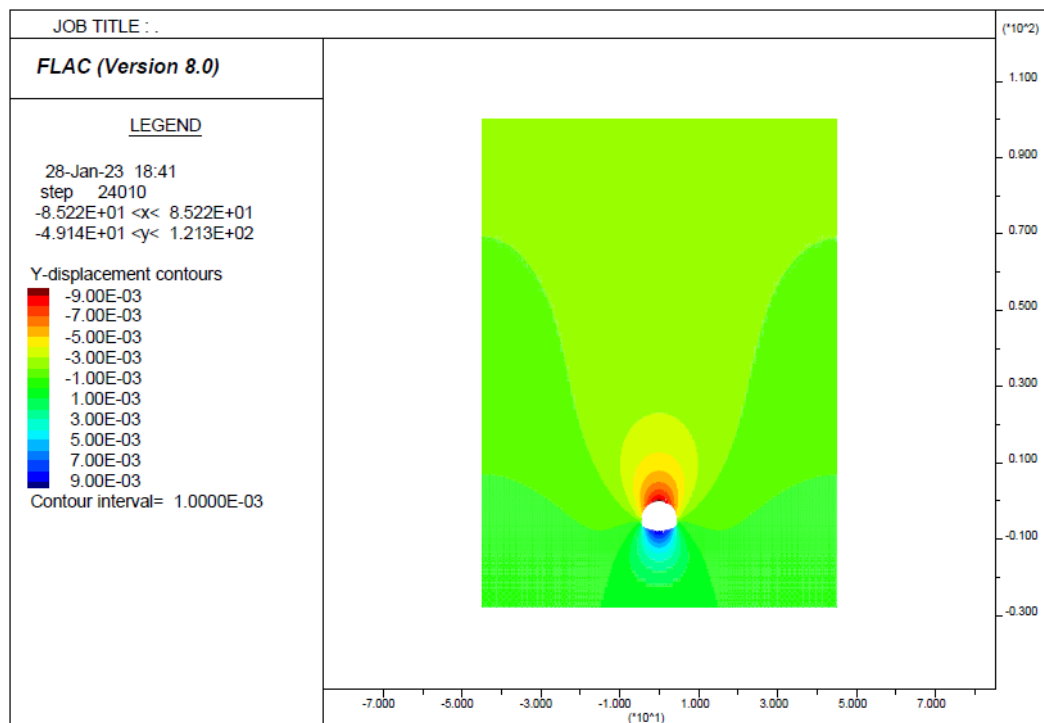


Figura 8-194: Contour degli spostamenti verticali – fase 2

PROGETTAZIONE ATI:

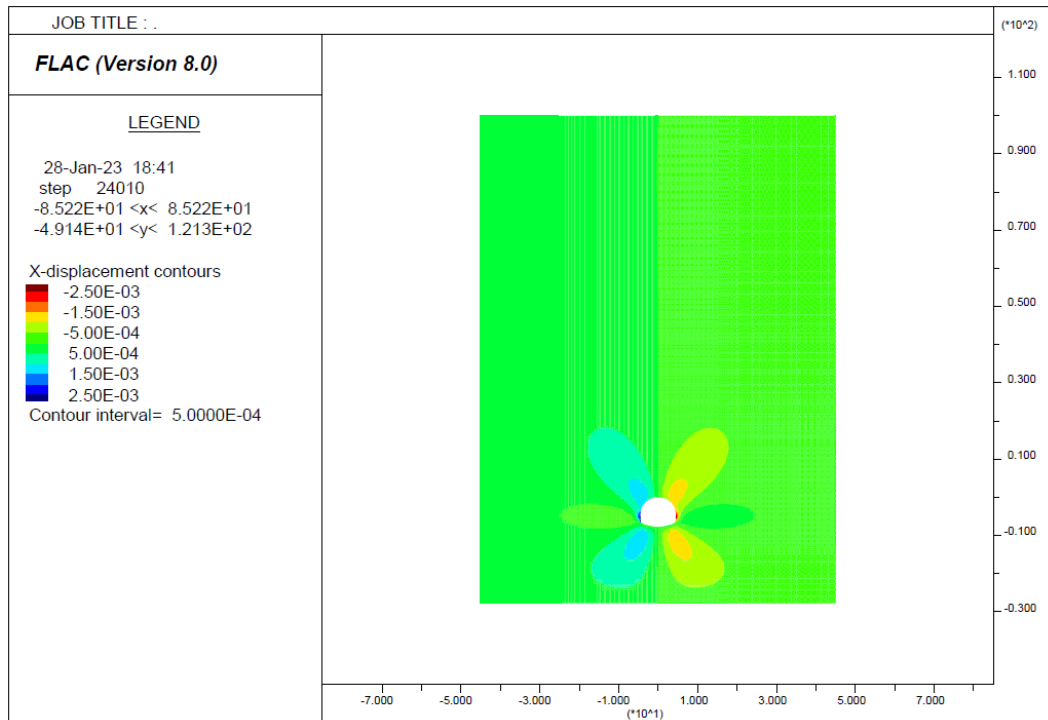


Figura 8-195: Contour degli spostamenti orizzontali – fase 2

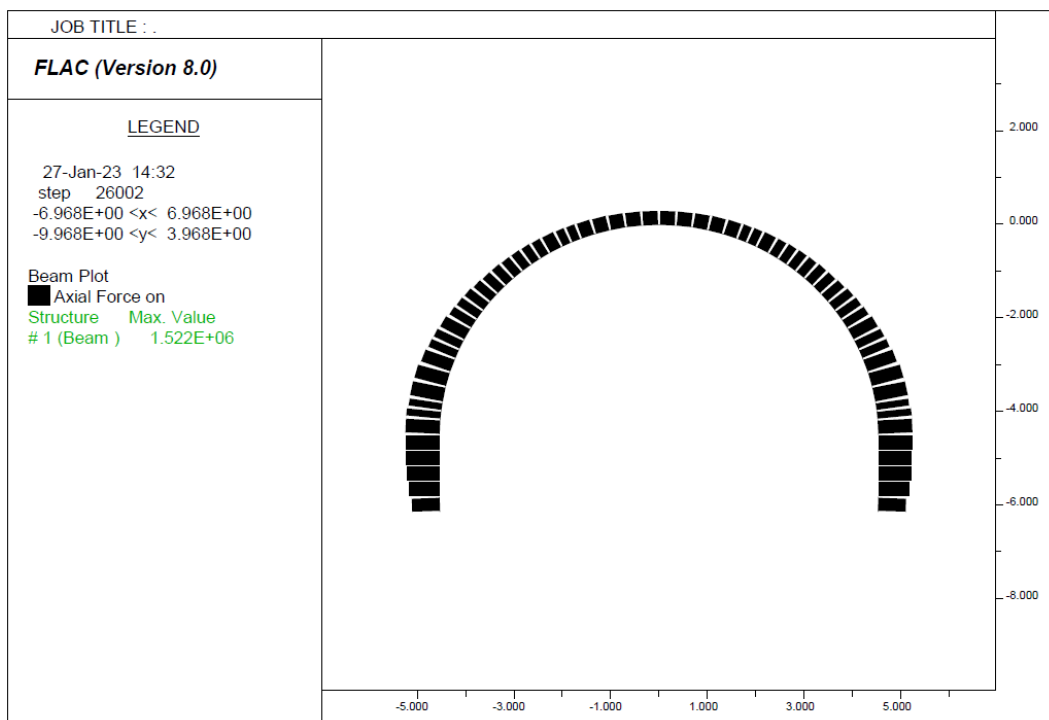


Figura 8-196: Diagramma dello sforzo normale – fase 4

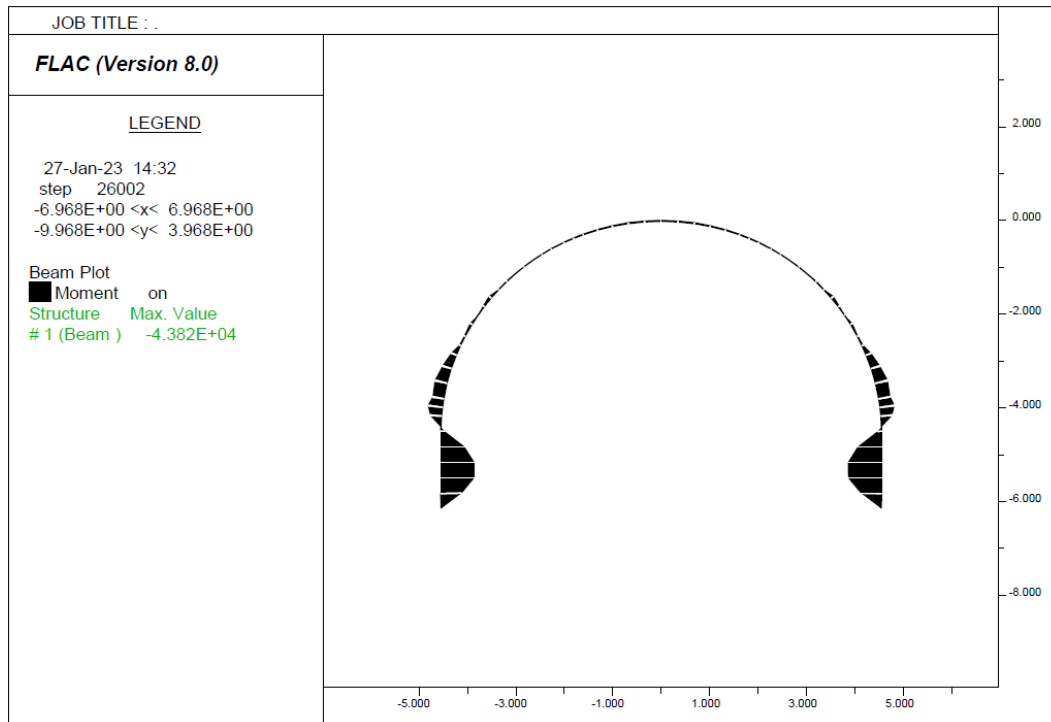


Figura 8-197: Diagramma del momento flettente – fase 4

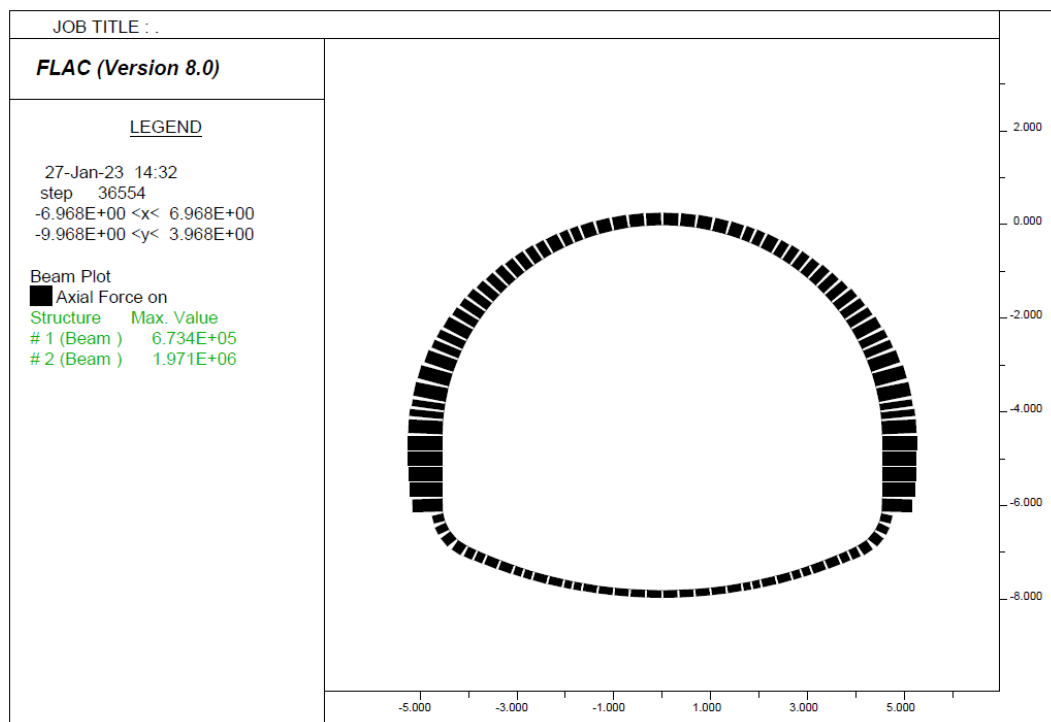


Figura 8-198: Diagramma sforzo normale – fase 7

PROGETTAZIONE ATI:

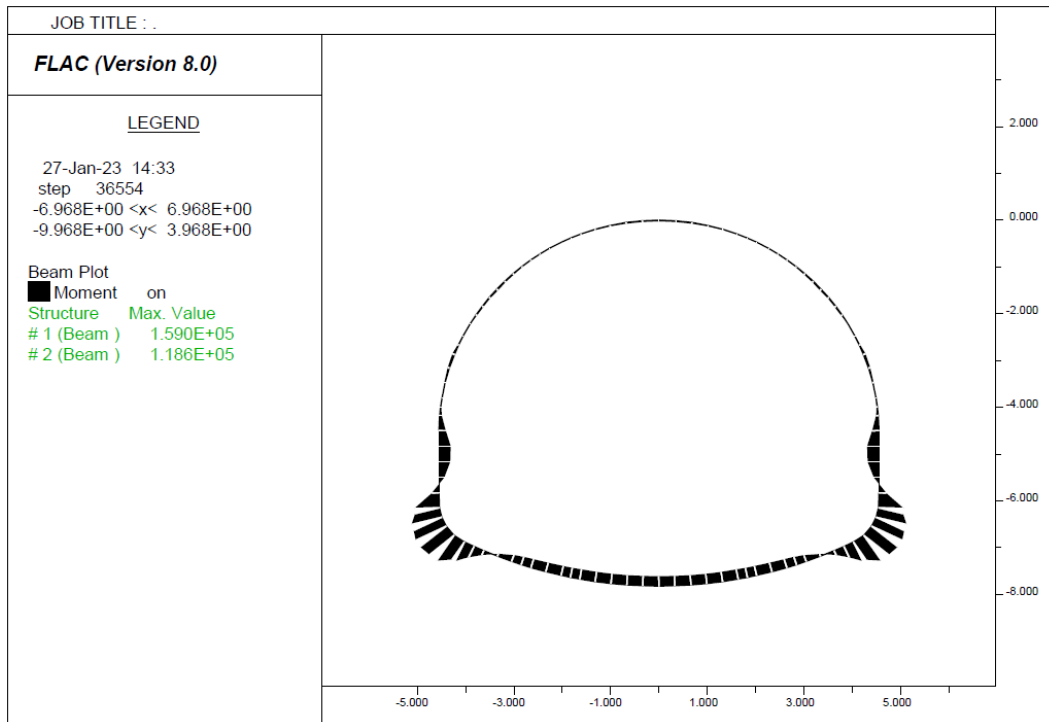


Figura 8-199: Diagramma momento flettente – fase 7

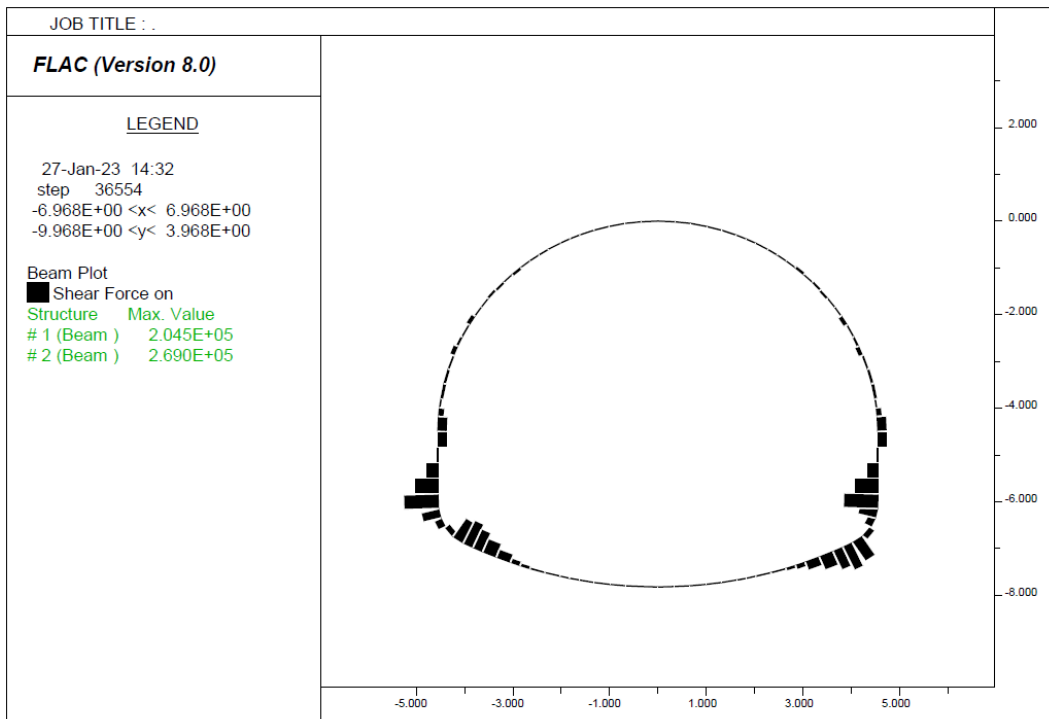


Figura 8-200: Diagramma del taglio – fase 7

Verifica del rivestimento provvisorio – sezione bypass

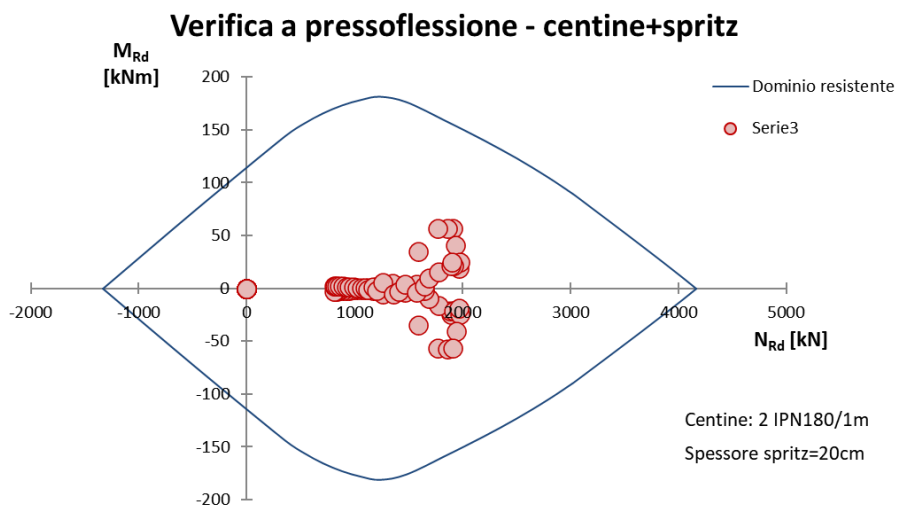


Figura 8-201: Dominio M-N (centina+spritz)

Verifica del rivestimento definitivo (calotta) – sezione bypass

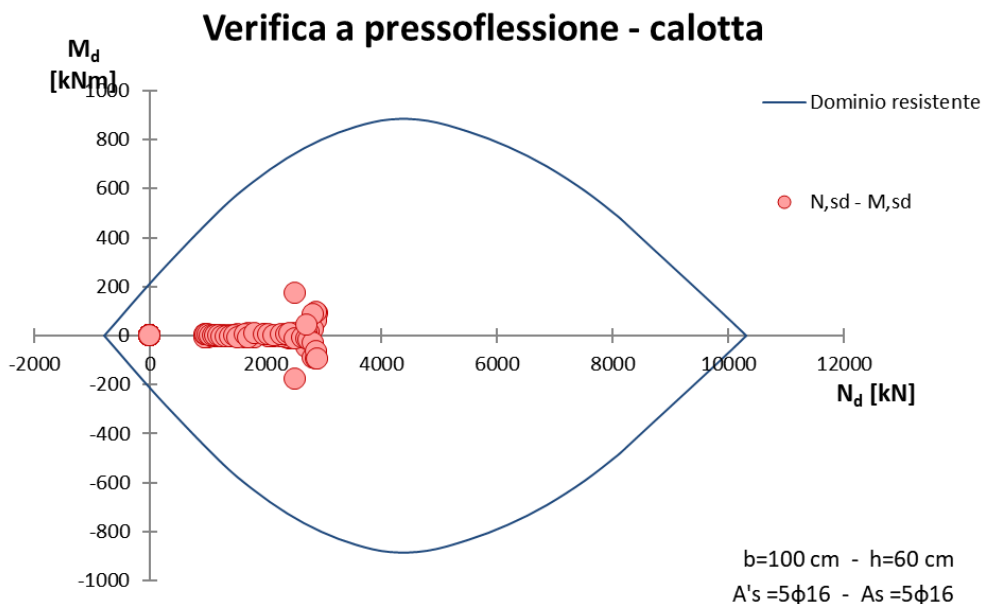


Figura 8-202: Dominio M-N (calotta)

PROGETTAZIONE ATI:

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio agente	$V_{Ed} = 91.949 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h = 600 \text{ mm}$		
Copriferro della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$		
Altezza utile della sezione	$d = 550 \text{ mm}$		
Diametro degli spilli	$d_w = 12 \text{ mm}$		
Numero di braccia	$n_w = 5.0$		$n^\circ \text{ spilli/m (direzione long.)}$
Area totale spilli	$A_{sw} = 565.20 \text{ mm}^2$		
Passo degli spilli	$s = 400 \text{ mm}$		$\text{passo in direzione trasv.}$
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$		$\left \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right.$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$		
Larghezza minima della sezione	$b_w = 1000 \text{ mm}$		
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 684.3 \text{ kN}$		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} = 1685.8 \text{ kN}$		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg\alpha + \ctg\theta) / (1 + \ctg^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 684.3 \text{ kN}$		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-203: Verifica a taglio (calotta)

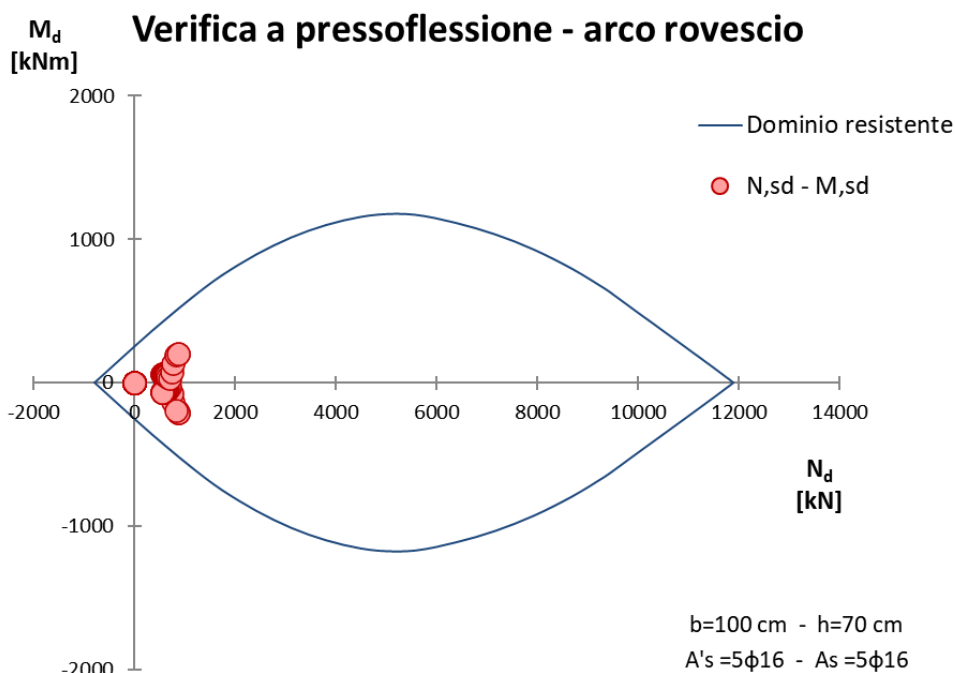


Figura 8-204: Dominio M-N (arco rovescio)

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio agente	$V_{Ed} = 265.85 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h = 700 \text{ mm}$		
Copriferro della sezione	$\delta = 50 \text{ mm}$		
Altezza utile della sezione	$d = 650 \text{ mm}$		
Diametro degli spilli	$d_w = 12 \text{ mm}$		
Numero di braccia	$n_w = 2.5$		$\left n^\circ \text{ spilli/m (direzione long.)} \right.$
Area totale spilli	$A_{sw} = 282.60 \text{ mm}^2$		
Passo degli spilli	$s = 200 \text{ mm}$		$\left \text{passo in direzione trasv.} \right.$
Inclinazione delle staffe	$\alpha = 90 \text{ deg}$		$\left \begin{array}{l} 1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5 \\ 21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \end{array} \right.$
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta = 21.8 \text{ deg}$		
Larghezza minima della sezione	$b_w = 1000 \text{ mm}$		
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c = 1.2$		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} = 808.7 \text{ kN}$	$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
Resistenza di calcolo a "taglio-compresione"	$V_{Rcd} = 1992.3 \text{ kN}$	$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} = 808.7 \text{ kN}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-205: Verifica a taglio (arco rovescio)

Verifiche SLE

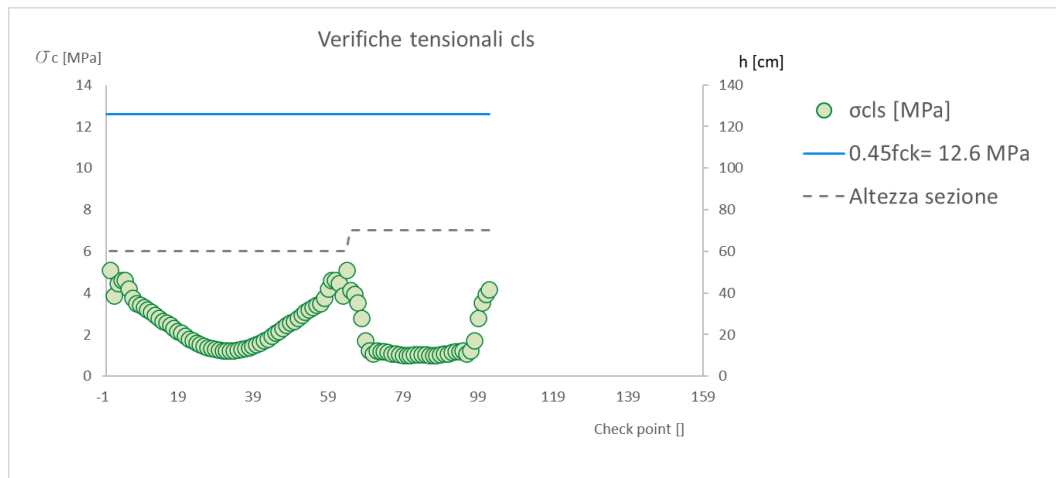


Figura 8-206: Verifiche tensionali cls

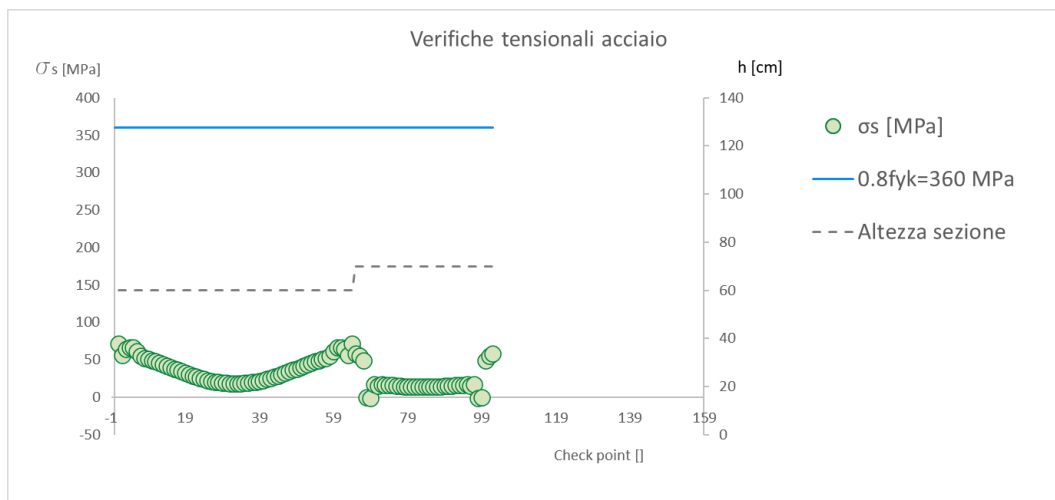


Figura 8-207: Verifiche tensionali acciaio

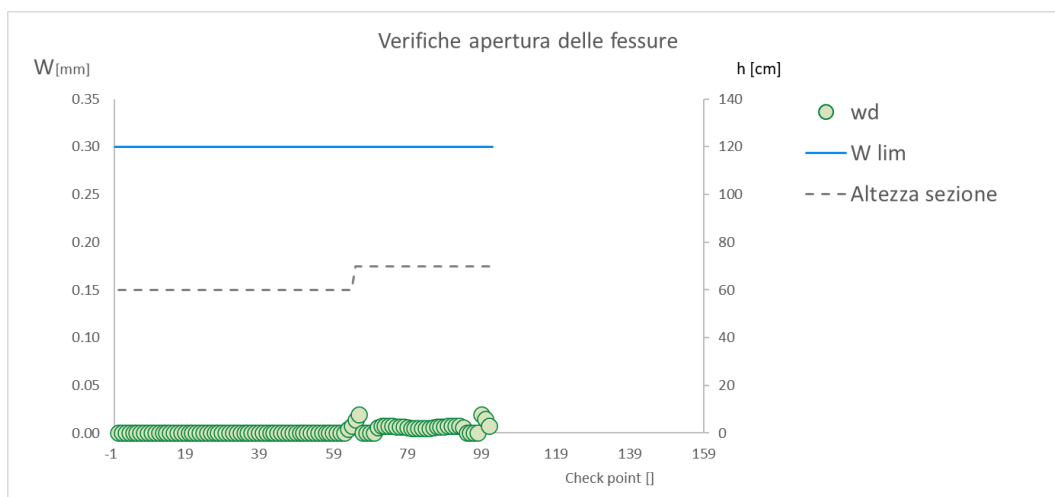


Figura 8-208: Verifiche apertura delle fessure

8.8.8 PROTESI E PALI

Le analisi sono state svolte tenendo in considerazione le fasi di scavo della galleria naturale al di sotto della protesi che influiscono sul comportamento meccanico della protesi stessa (pali e soletta di presidio). Lo scavo della galleria è stato rappresentato simulando il detensionamento dovuto allo scavo mediante l'utilizzo dei rilasci tensionali λ (aliquote dello stato tensionale di partenza). In particolare, rispetto ai criteri utilizzati per il dimensionamento dei rivestimenti della galleria, nel caso in oggetto i fattori di rilascio λ sono stati scelti al fine di stimare cautelativamente le sollecitazioni sulla protesi ed i relativi pali di fondazione.

Sono state analizzate le sezioni con copertura massima sia per la sezione corrente sia per la sezione in piazzola.

8.8.8.1 Sezione corrente

La sezione di analisi è stata valutata in corrispondenza della pk 6+078 (asse sinistro) che presenta la massima copertura in termini di ritombamento.

Gli step di calcolo adottati per la simulazione degli scavi e realizzazione delle opere provvisorie sono riportate nella seguente tabella:

FASE	DESCRIZIONE	λ
0	Fase litostatica	-
1	Sbancamento - scavo fino al raggiungimento del piano per l'esecuzione dei pali	-
2	Realizzazione dei pali di fondazione della protesi	-
3	Realizzazione della protesi	-
4	Ritombamento mediante materiale di scavo	-
5	Apertura del fronte di scavo	0.0
6	Preconvergenza massima	0.3
7	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.6
8	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz	0.6
9	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz	0.9
10	Installazione del rivestimento definitivo	1.0
11	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.0
12	Decadimento prestazionale delle opere provvisorie	1.0

PROGETTAZIONE ATI:

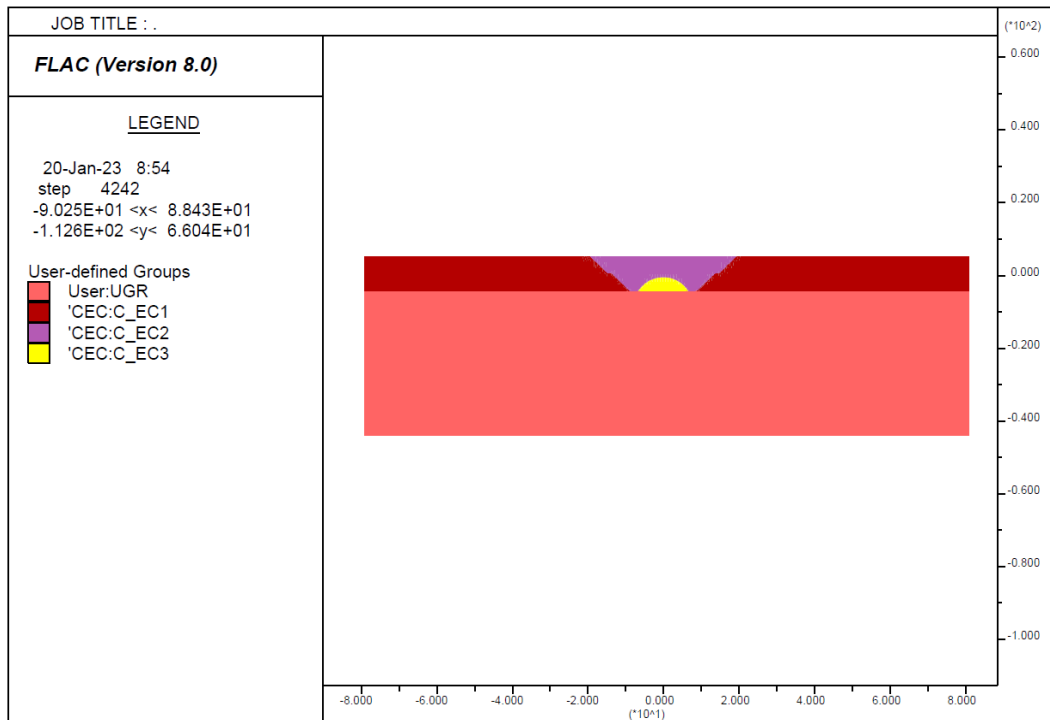


Figura 8-209: Gruppi

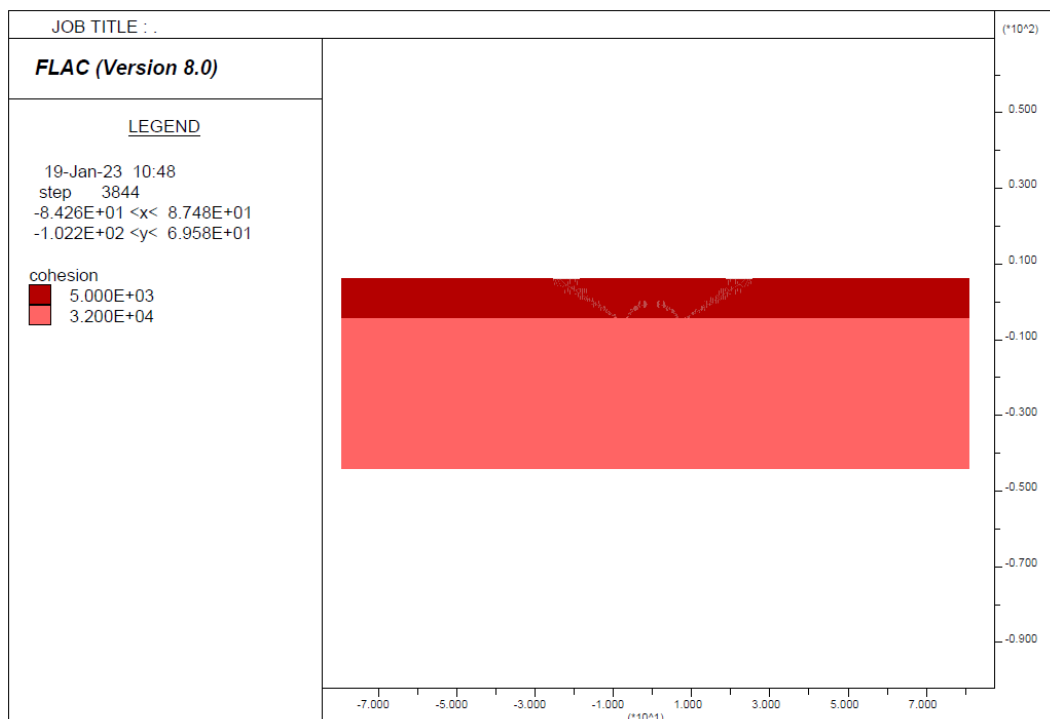


Figura 8-210: Coesione

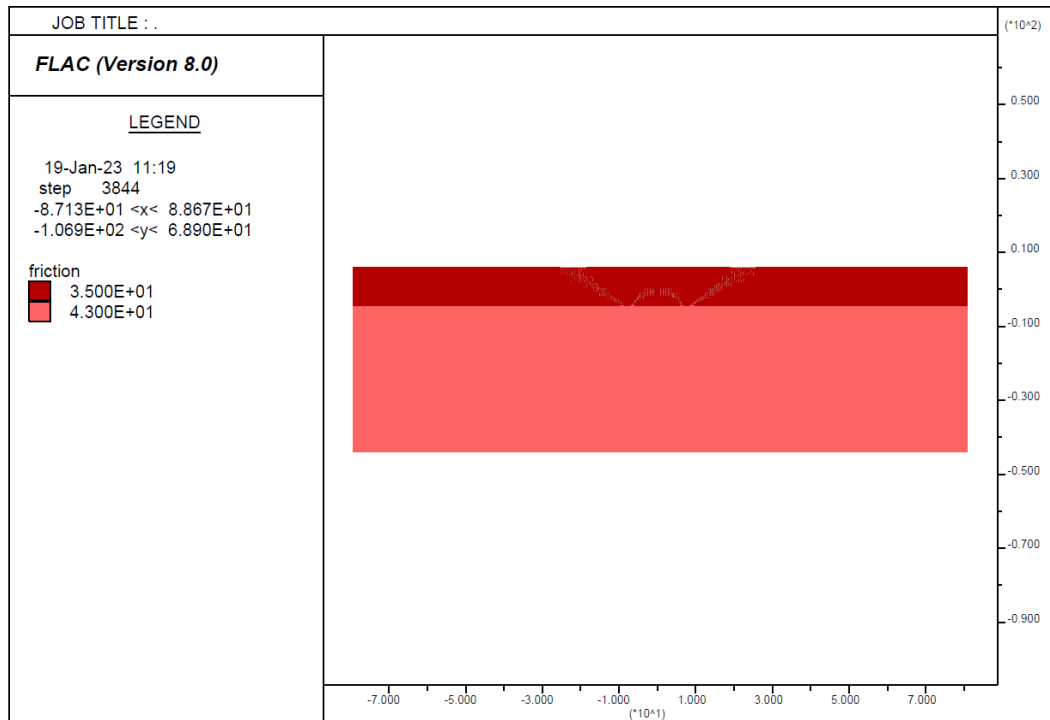


Figura 8-211: Angolo di resistenza al taglio

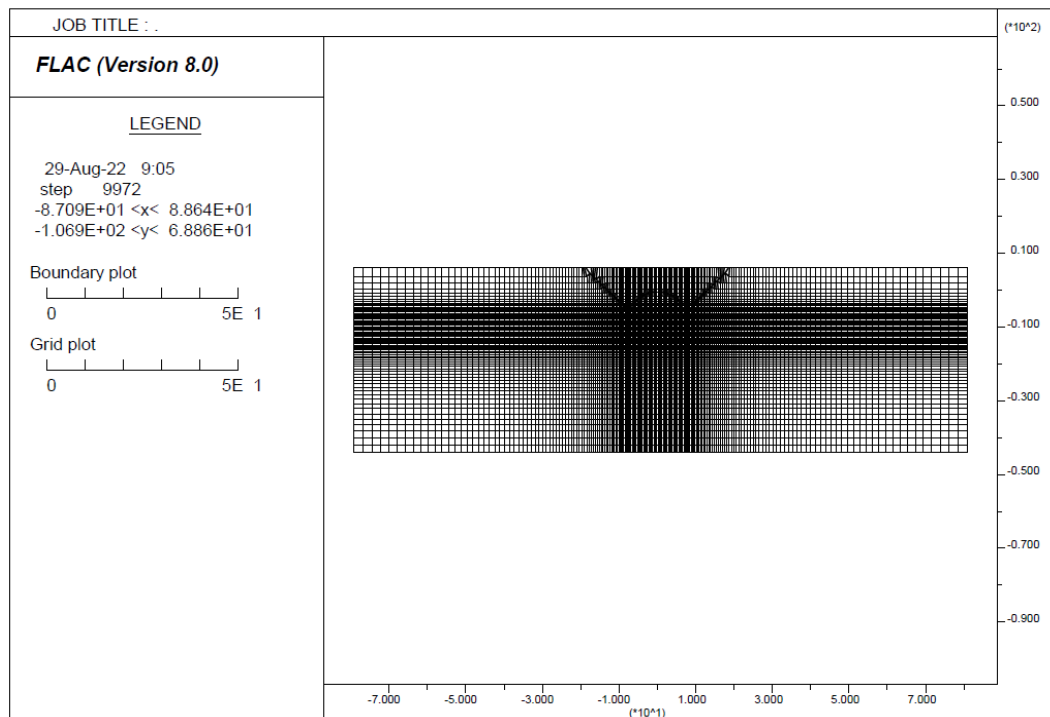


Figura 8-212: Griglia di discretizzazione

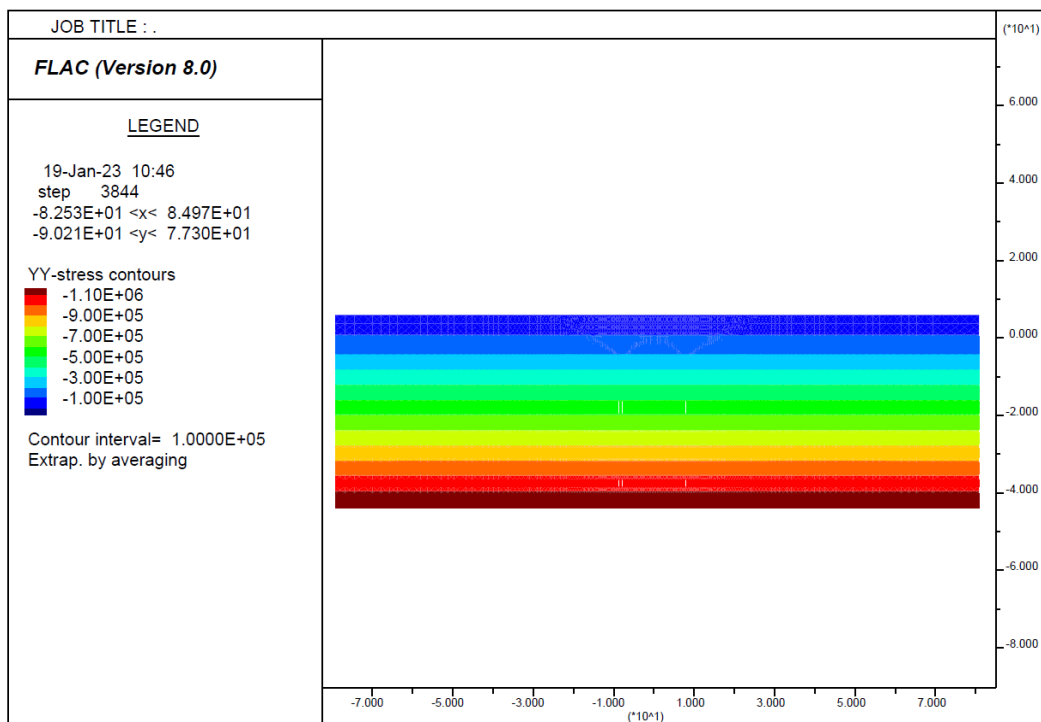


Figura 8-213: Diagramma delle tensioni verticali – fase 0

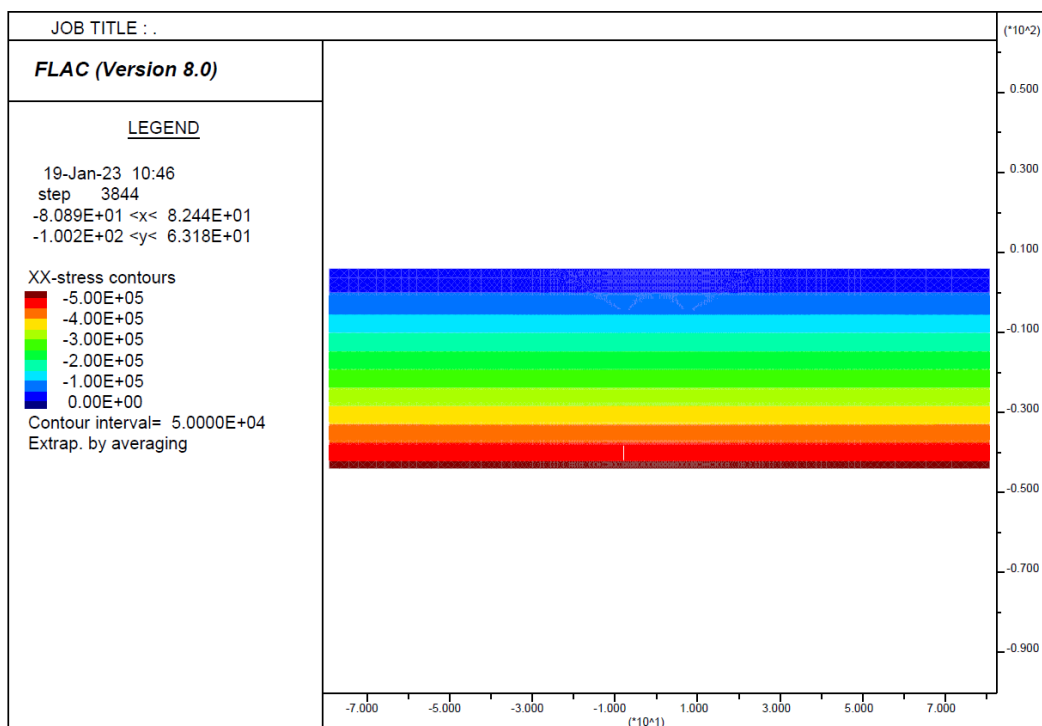


Figura 8-214: Diagramma delle tensioni orizzontali – fase 0

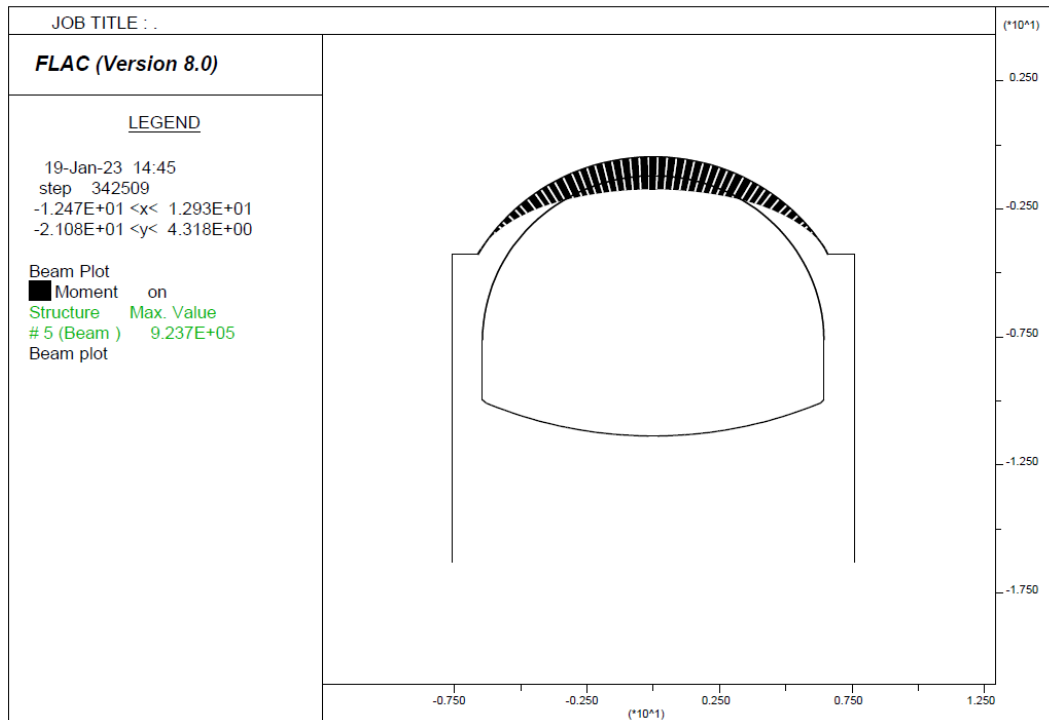


Figura 8-215: Diagramma del momento flettente – fase 11

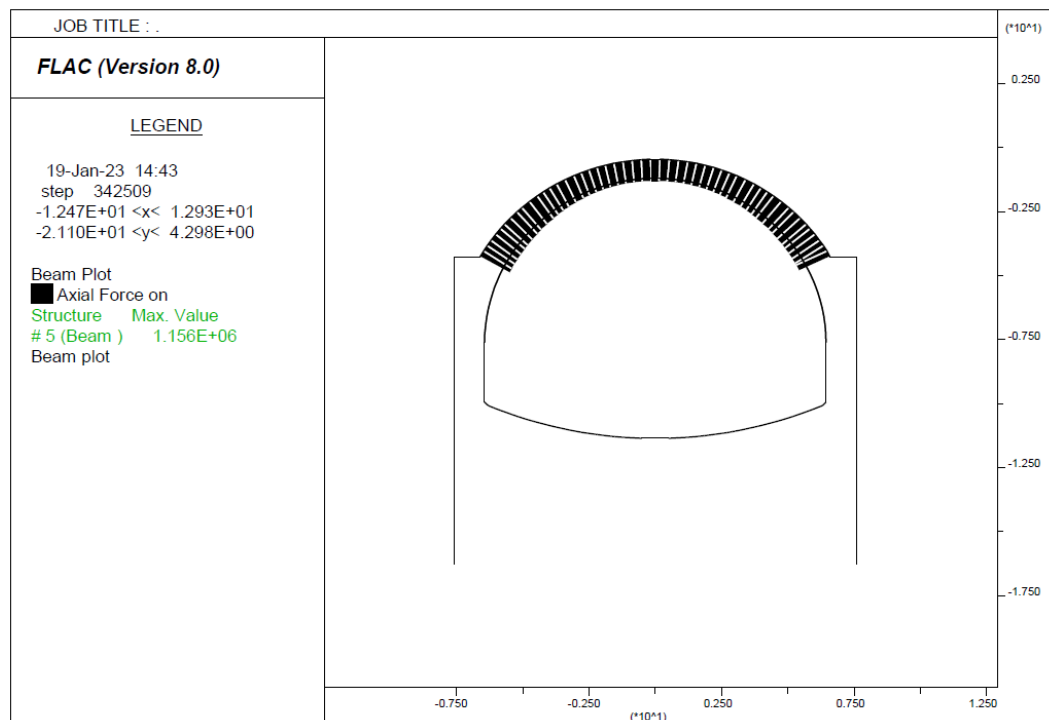


Figura 8-216: Diagramma dello sforzo normale – fase 11

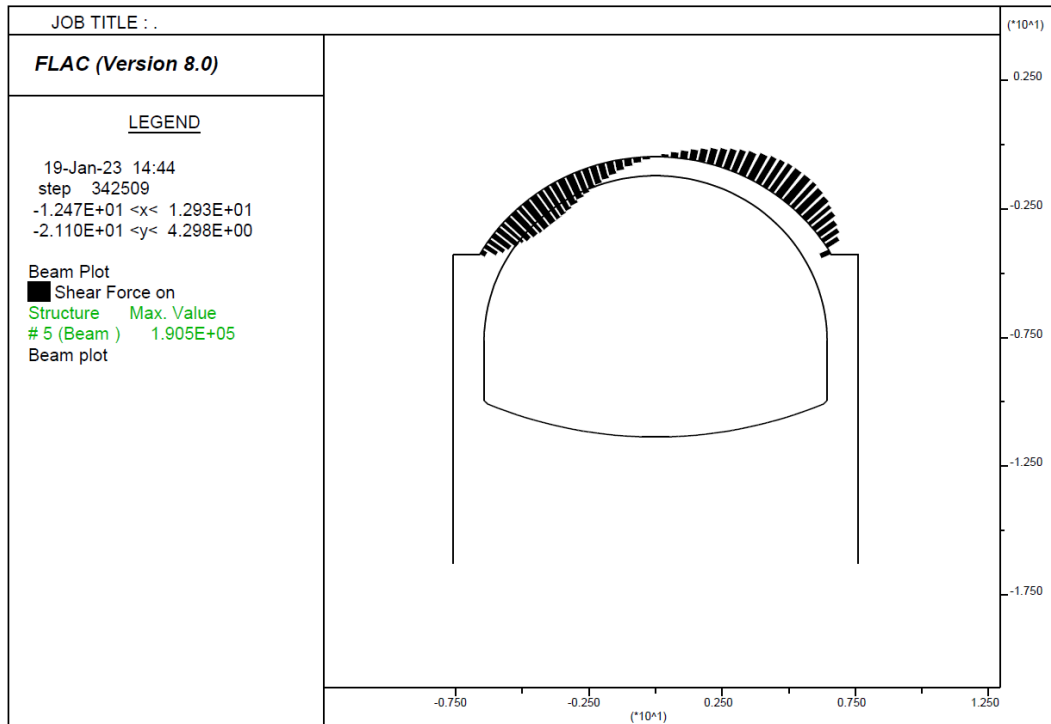


Figura 8-217: Diagramma del taglio– fase 11

Verifica del rivestimento – protesi

Verifica a pressoflessione - protesi

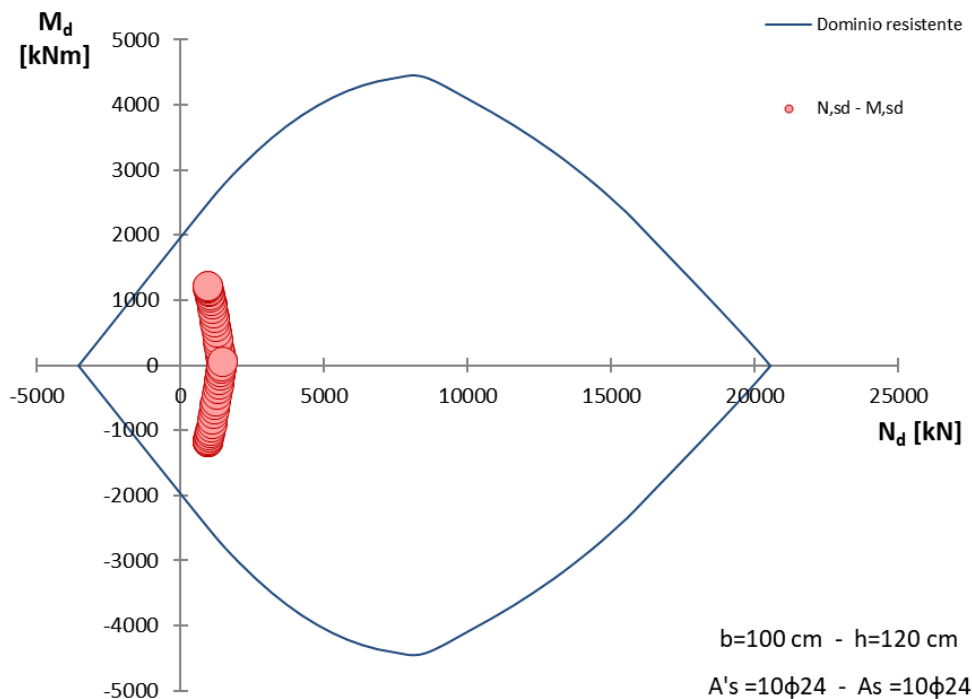


Figura 8-218: Dominio M-N (protesi)

PROGETTAZIONE ATI:

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio ag	$V_{Ed} = 247.65 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h =$	1200	mm
Coprifero della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	1150	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	12	mm
Numero di braccia	$n_w =$	5.0	n° spilli /m (direzione long.)
Area totale spilli	$A_{sw} =$	565.20	mm ²
Passo degli spilli	$s =$	200	mm passo in direzione trasv.
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	45	deg
Larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000	mm
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	1144.5	kN
		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} =$	4381.2	kN
		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	1144.5	kN
		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
Esito della verifica		soddisfatta	

Figura 8-219: Verifica a taglio (protesi)

Verifiche SLE

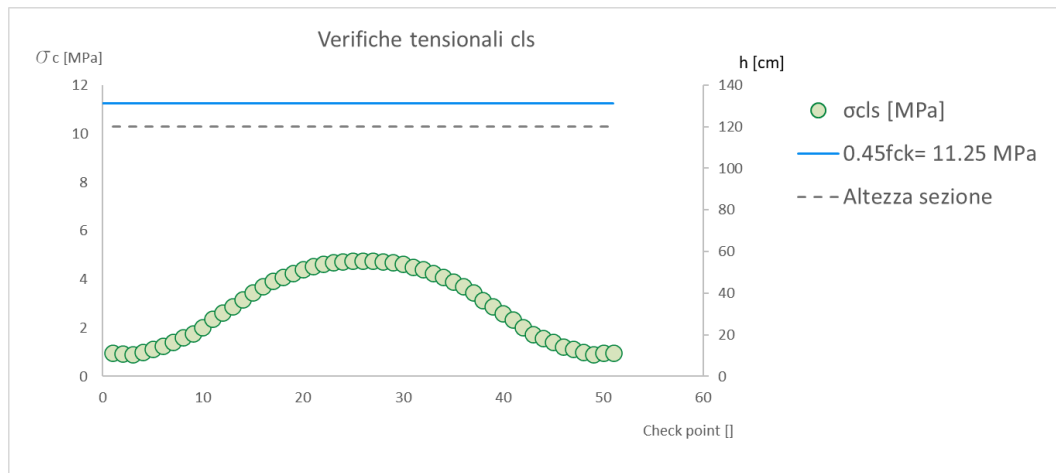


Figura 8-220: Verifiche tensionali cls

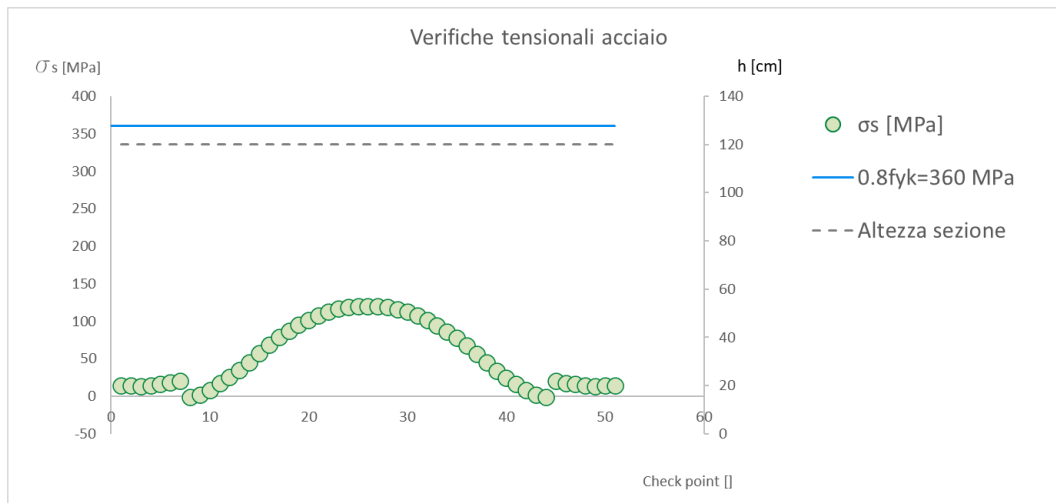


Figura 8-221: Verifiche tensionali acciaio

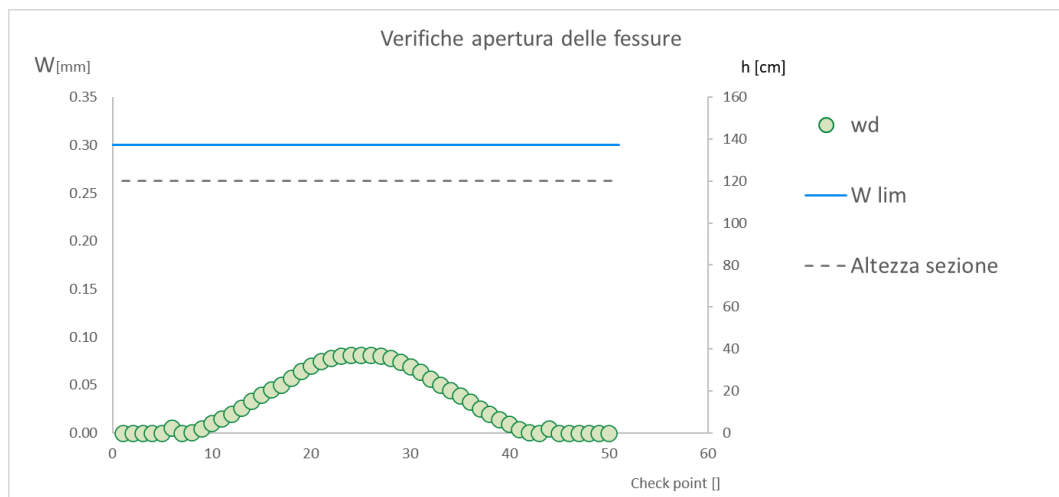


Figura 8-222: Verifiche apertura delle fessure

PROGETTAZIONE ATI:

Verifica dei pali

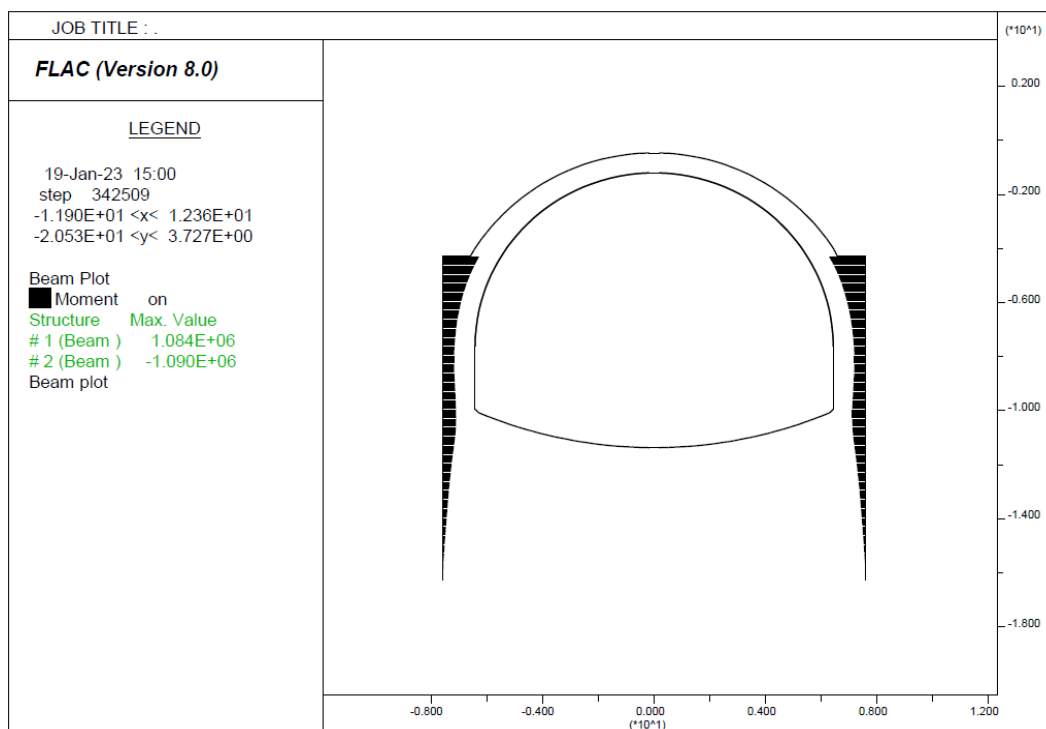


Figura 8-223: Diagramma del momento flettente – fase 11

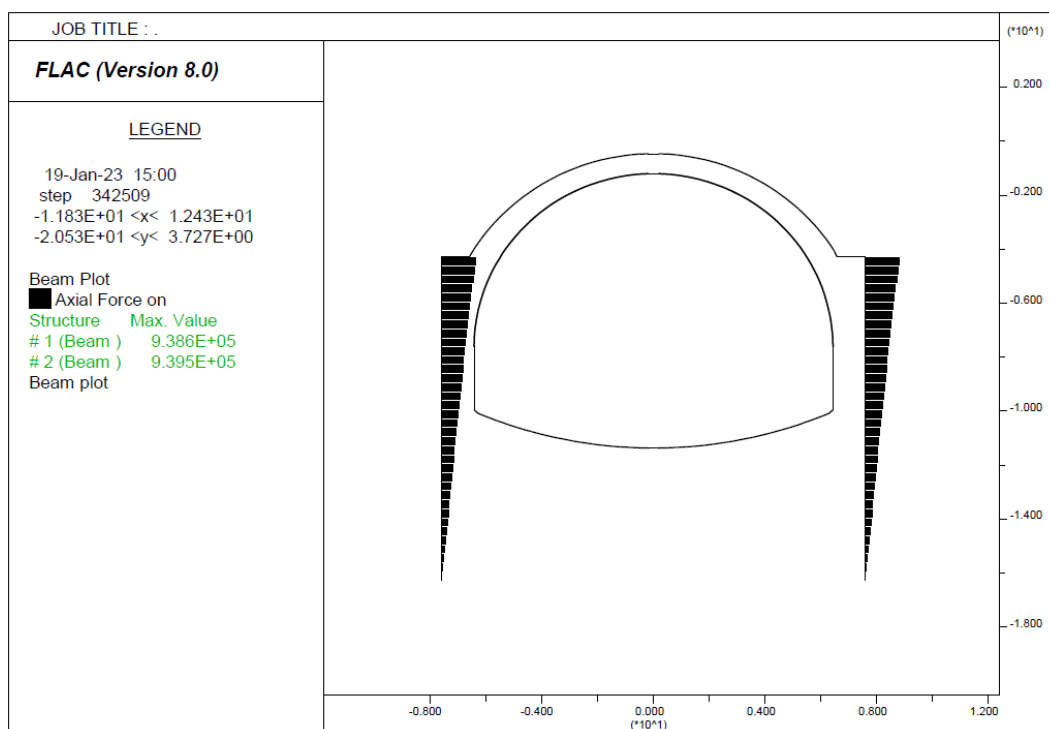


Figura 8-224: Diagramma dello sforzo normale – fase 11

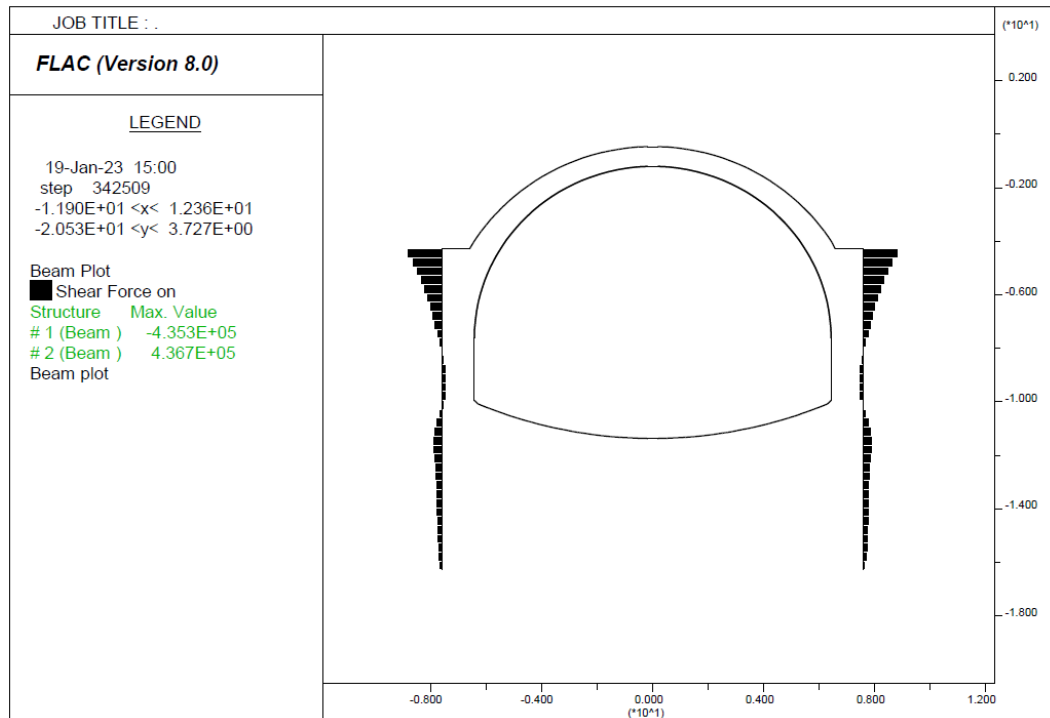


Figura 8-225: Diagramma del taglio– fase 11

Verifica a pressoflessione

Il momento massimo agente risulta pari a $M=1700$ KNm

Verifica C.A. S.L.U. - File: MM

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO :

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 500 [1]
 Raggio interno: 0 [1]
 N° barre uguali: 32
 Diametro barre: 26 [1]
 Copriferro (baric.): 70 [1]

N° barre: 0 Zoom

Tipologia Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 0 kN
 M_{Ed}: 1700 0 kNm
 M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[1] xN: 0 yN: 0

Tipologia rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione

Retta Deviate

Vertici: 52 N° rett.: 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀: 0 1 Col. modello

Materiali

B450C C25/30

ε_{su}: 67,5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391,3 N/mm² ε_{cu}: 3,5 ‰
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 14,17 ‰
 ε_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0,8
 ε_{syd}: 1,957 ‰ σ_{c,adm}: 9,75
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,6
 τ_{c1}: 1,829

M_{xRd}: 2.282 kN m
 σ_c: -14,17 N/mm²
 σ_s: 391,3 N/mm²
 ε_c: 3,5 ‰
 ε_s: 7,305 ‰
 d: 93
 x: 30,12 x/d: 0,3239
 δ: 0,8449

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta adottando un'armatura a flessione pari a 32 ϕ 26

Verifica a taglio

Il taglio massimo agente risulta pari a $T=681$ KN

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio			
Taglio agente	$V_{Ed} =$	681	kN
Larghezza minima della sezione	b_w	1000	mm
Altezza della sezione	h	800	mm
Copriferro della sezione	δ	70	mm
Altezza utile della sezione	d	730	mm
Diametro delle staffe	d_w	12	mm
Numero di braccia	n_w	2	
Area totale staffe	A_{sw}	226.08	mm ²
Passo delle staffe	s	200	mm
Inclinazione delle staffe	α	90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	θ	21.8	deg
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	α_c	1	
			cot(θ) 2.5
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	726.5	kN
		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} =$	1598.3	kN
		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	726.5	kN
		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
Esito della verifica	soddisfatta		

La verifica a taglio risulta soddisfatta adottando una spirale ϕ 12 passo 20.

8.8.8.2 Sezione in piazzola

La sezione in piazzola ricade sull'asse sinistro tra le progressive 5+991 e 6+036. L'analisi è stata valutata in corrispondenza della pk 5+991 (asse sinistro) che presenta il massimo ricoprimento. Di seguito vengono riportati i risultati delle analisi e le relative verifiche strutturali.

Gli step di calcolo adottati per la simulazione degli scavi e realizzazione delle opere provvisorie sono riportate nella seguente tabella:

FASE	DESCRIZIONE	λ
0	Fase litostatica	-
1	Raggiungimento del piano per l'esecuzione dei pali	-
2	Realizzazione dei pali di fondazione della protesi	-
3	Realizzazione della protesi	-
4	Ritombamento mediante materiale di scavo	-
5	Apertura del fronte di scavo	0.0
6	Preconvergenza massima	0.3
7	Sfondo (terreno non sostenuto)	0.6
8	Installazione del prerivestimento (centina + spritz) - parziale maturazione dello spritz	0.6
9	Installazione arco rovescio e completa maturazione dello spritz	0.9
10	Installazione del rivestimento definitivo	1.0
11	Decadimento prestazionale del rivestimento di I fase	1.0
12	Decadimento prestazionale delle opere provvisorie	1.0

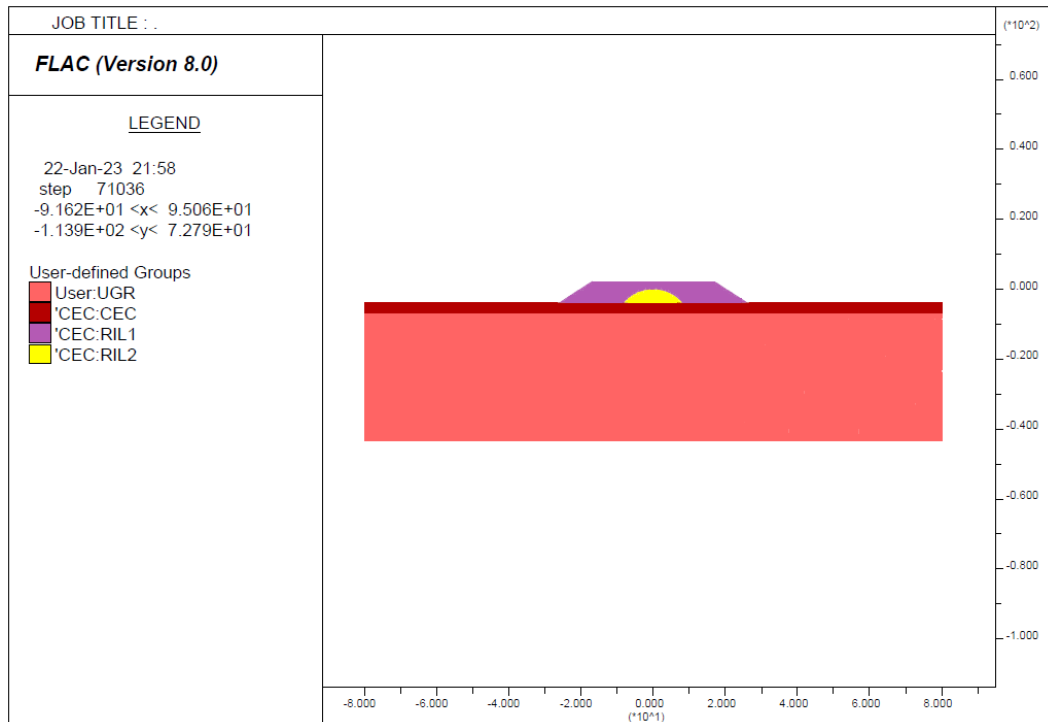


Figura 8-226: Gruppi

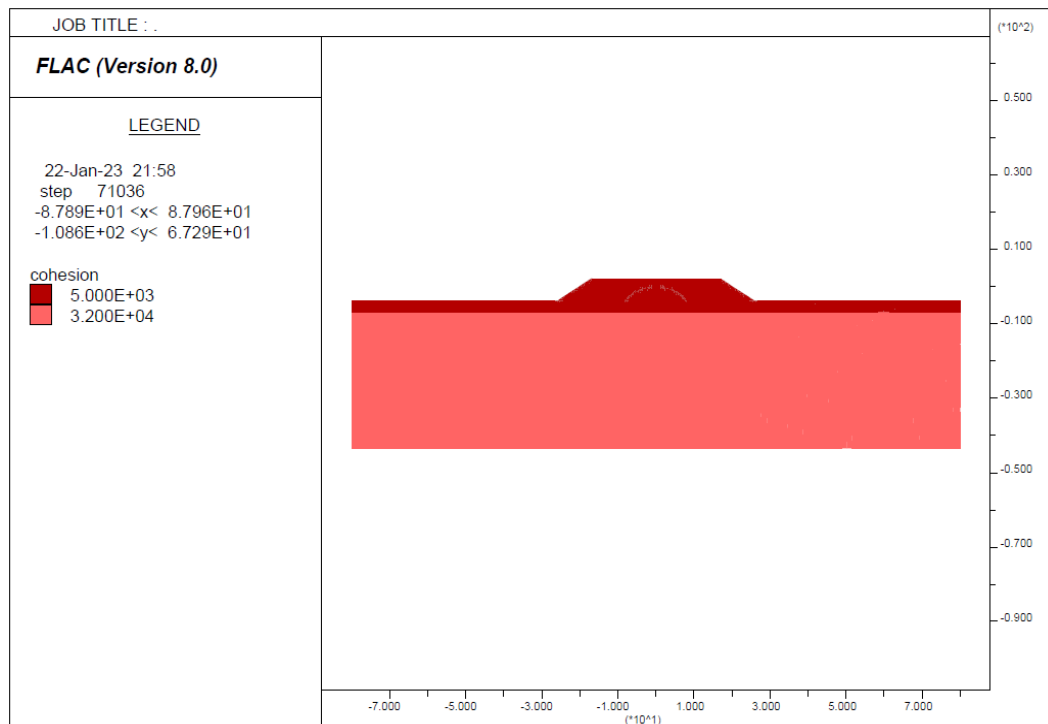


Figura 8-227: Coesione

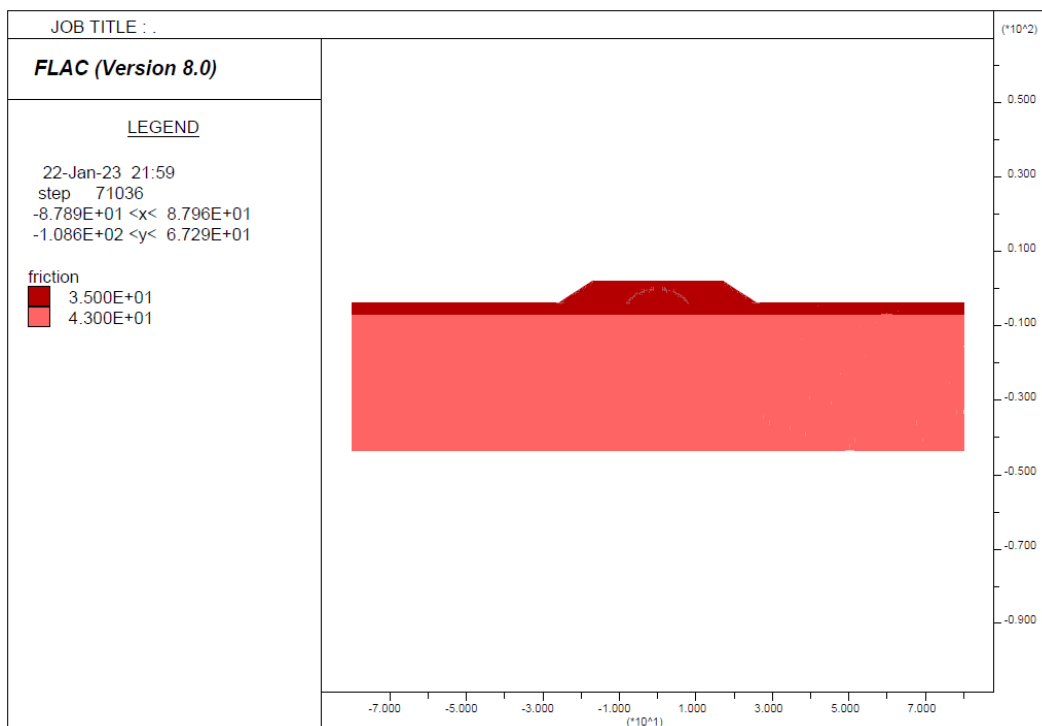


Figura 8-228: Angolo di resistenza al taglio

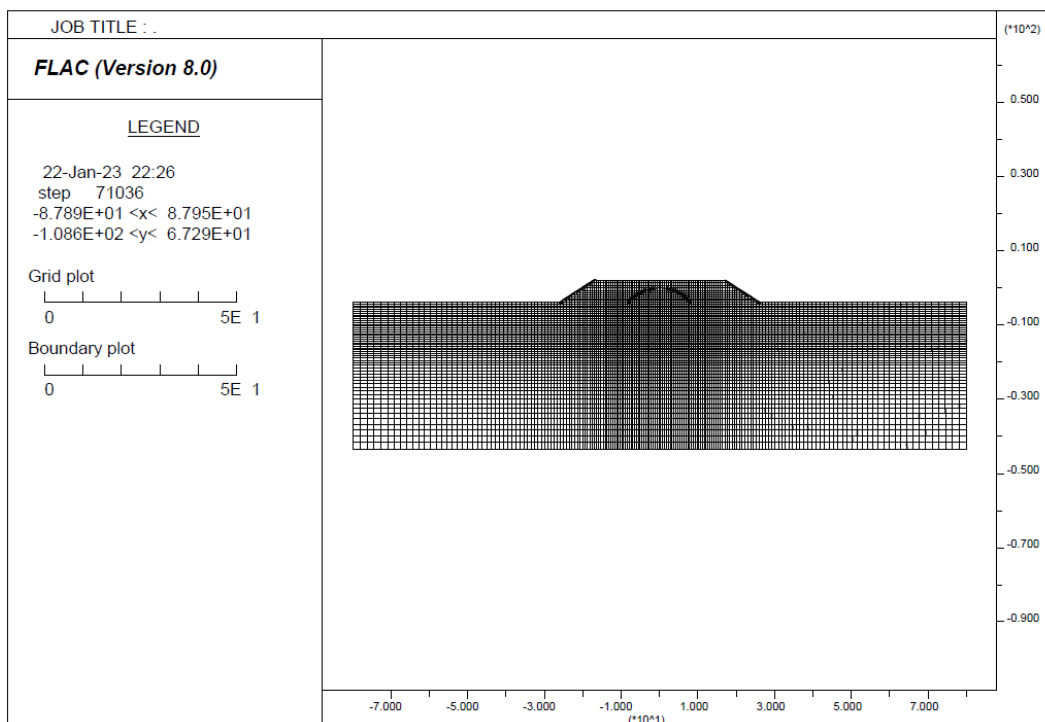


Figura 8-229: Griglia di discretizzazione

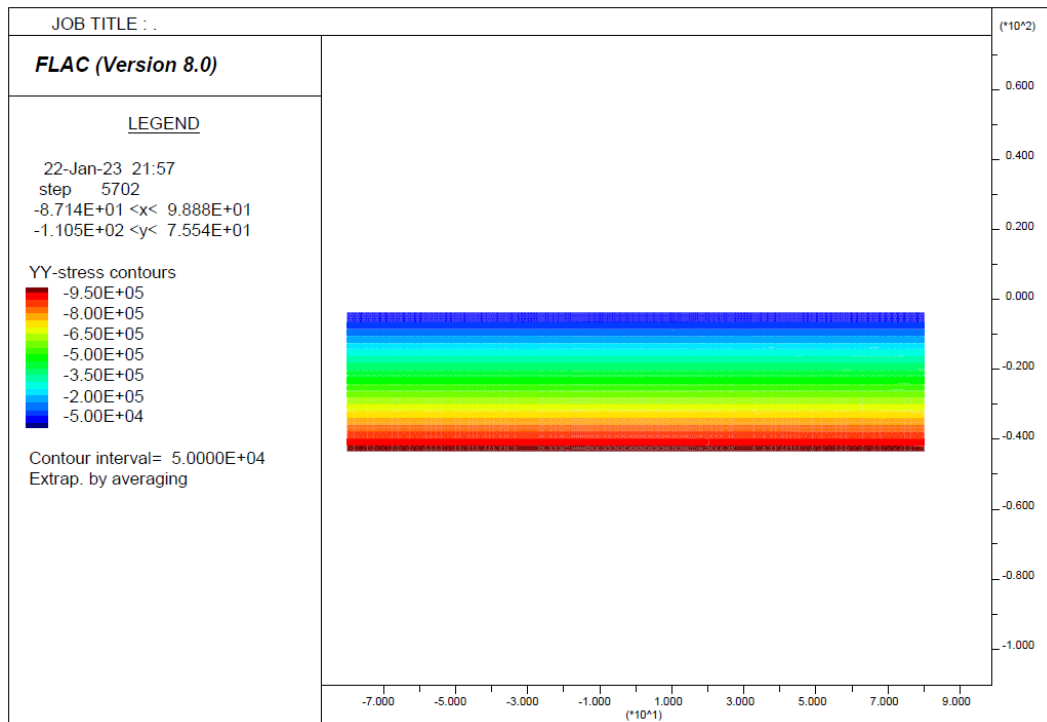


Figura 8-230: Diagramma delle tensioni verticali – fase 0

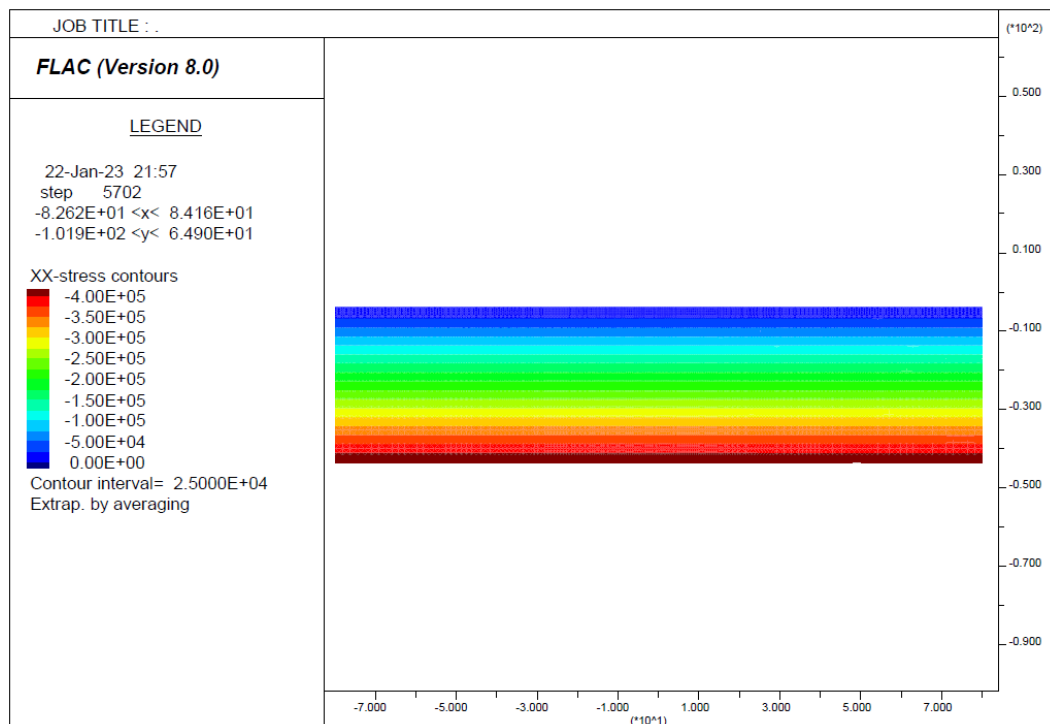


Figura 8-231: Diagramma delle tensioni orizzontali – fase 0

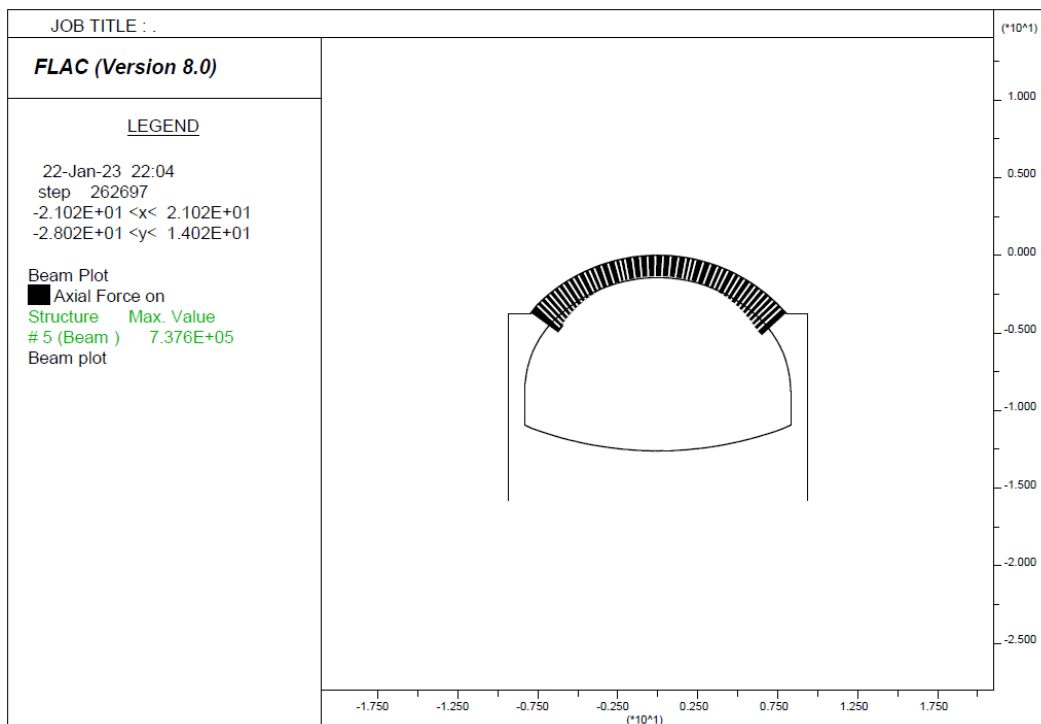


Figura 8-232: Diagramma dello sforzo normale – fase 11

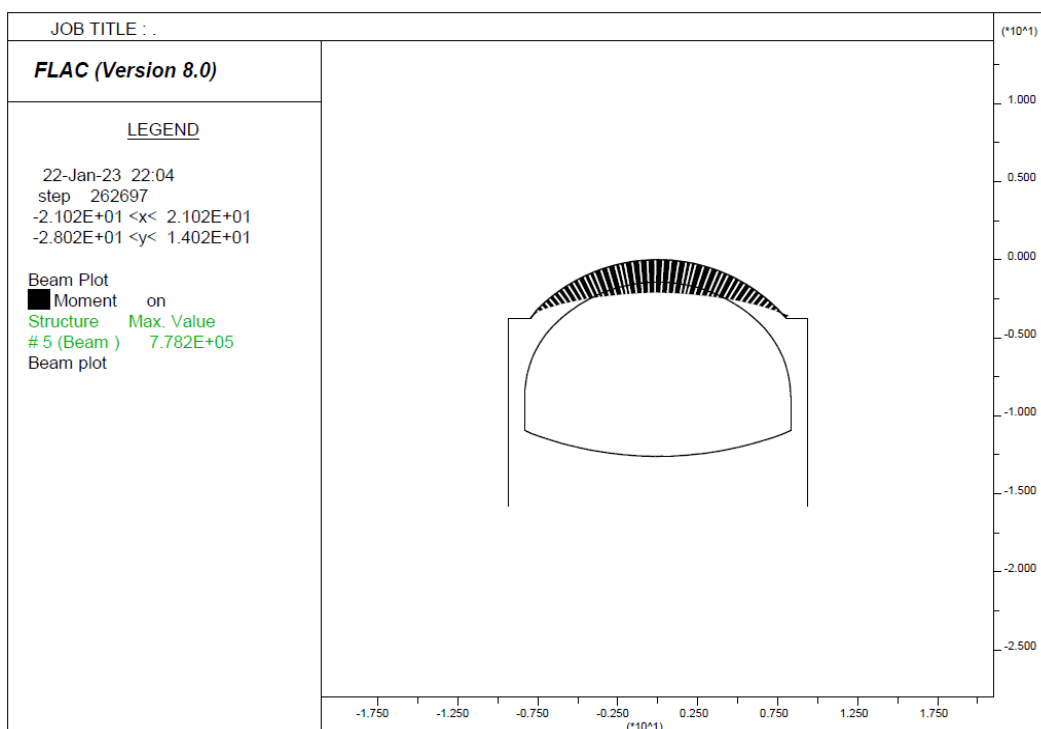


Figura 8-233: Diagramma del momento flettente – fase 11

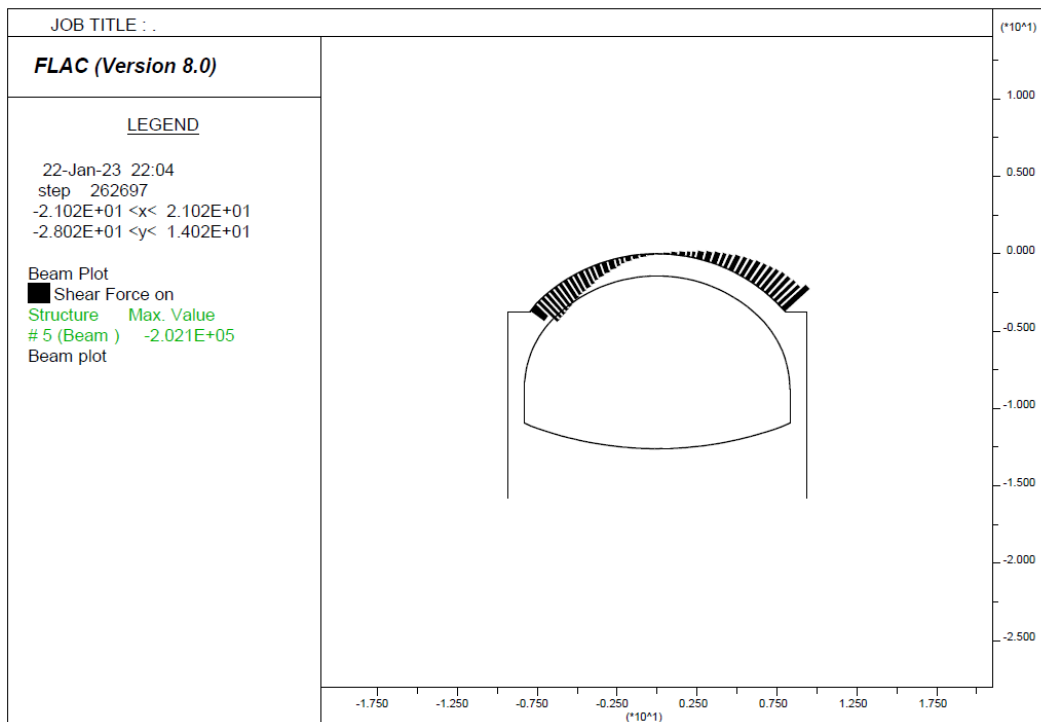


Figura 8-234: Diagramma del taglio– fase 11

Verifica del rivestimento – protesi

Verifica a pressoflessione - protesi

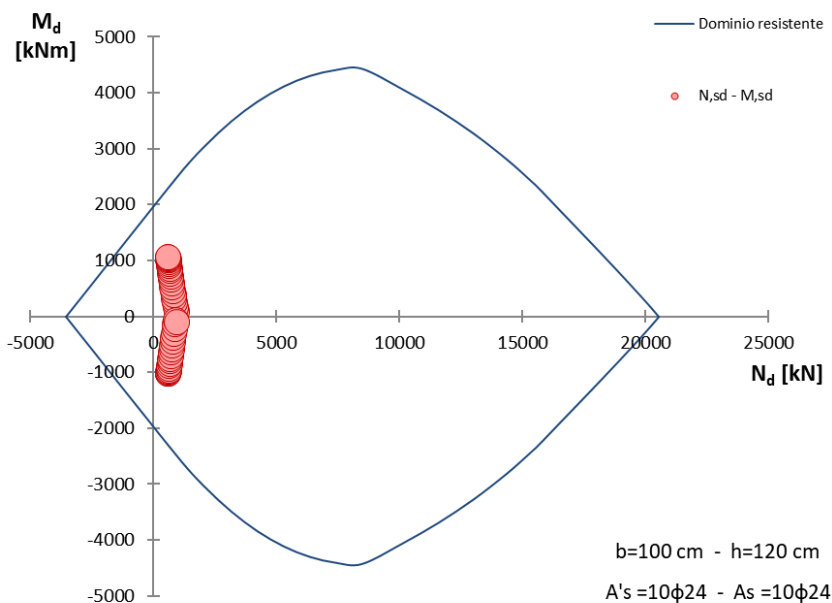


Figura 8-235: Dominio M-N (protesi)

PROGETTAZIONE ATI:

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio

	Taglio ag	$V_{Ed} = 268.97 \text{ kN}$	
Altezza della sezione	$h =$	1200	mm
Copriferro della sezione	$\delta =$	50	mm
Altezza utile della sezione	$d =$	1150	mm
Diametro degli spilli	$d_w =$	12	mm
Numero di braccia	$n_w =$	5.0	n° spilli /m (direzione long.)
Area totale spilli	$A_{sw} =$	565.20	mm ²
Passo degli spilli	$s =$	200	mm
Inclinazione delle staffe	$\alpha =$	90	deg
Inclinazione delle bielle compresse	$\theta =$	45	deg
Larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000	mm
Coeff. maggiorativo per sezioni compresse	$\alpha_c =$	1.2	
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	1144.5	kN
		$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
Resistenza di calcolo a "taglio-compresione"	$V_{Rcd} =$	4381.2	kN
		$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	1144.5	kN
		$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
Esito della verifica	soddisfatta		

Figura 8-236: Verifica a taglio (protesi)

Verifiche SLE

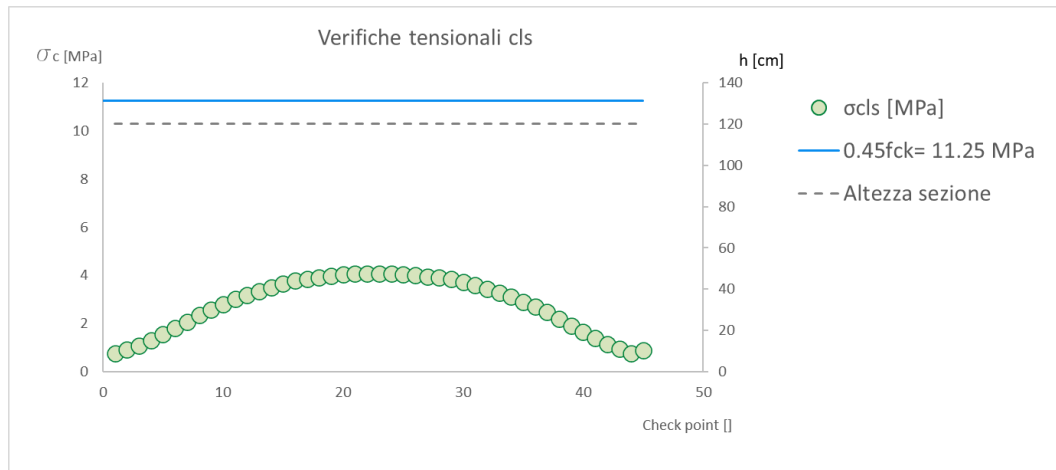


Figura 8-237: Verifiche tensionali cls

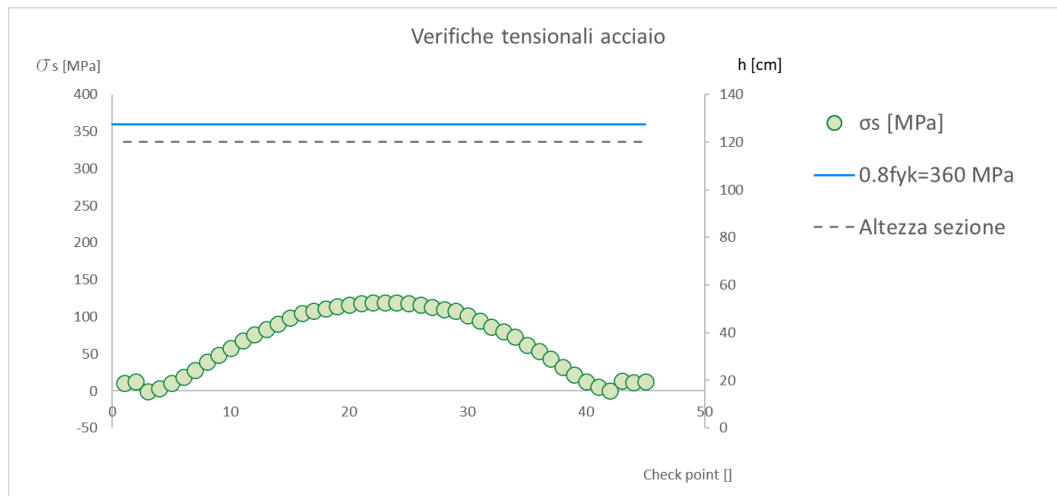


Figura 8-238: Verifiche tensionali acciaio

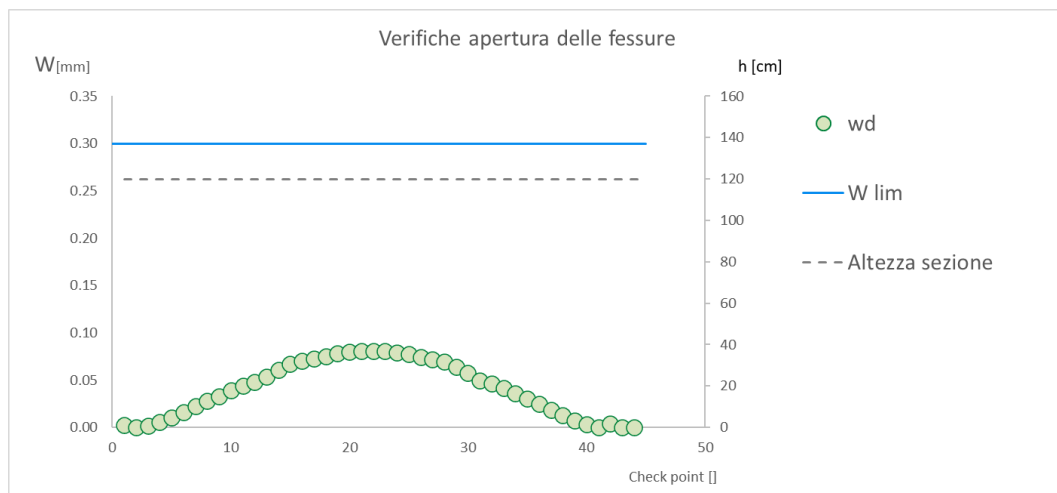


Figura 8-239: Verifiche apertura delle fessure

PROGETTAZIONE ATI:

Verifica dei pali

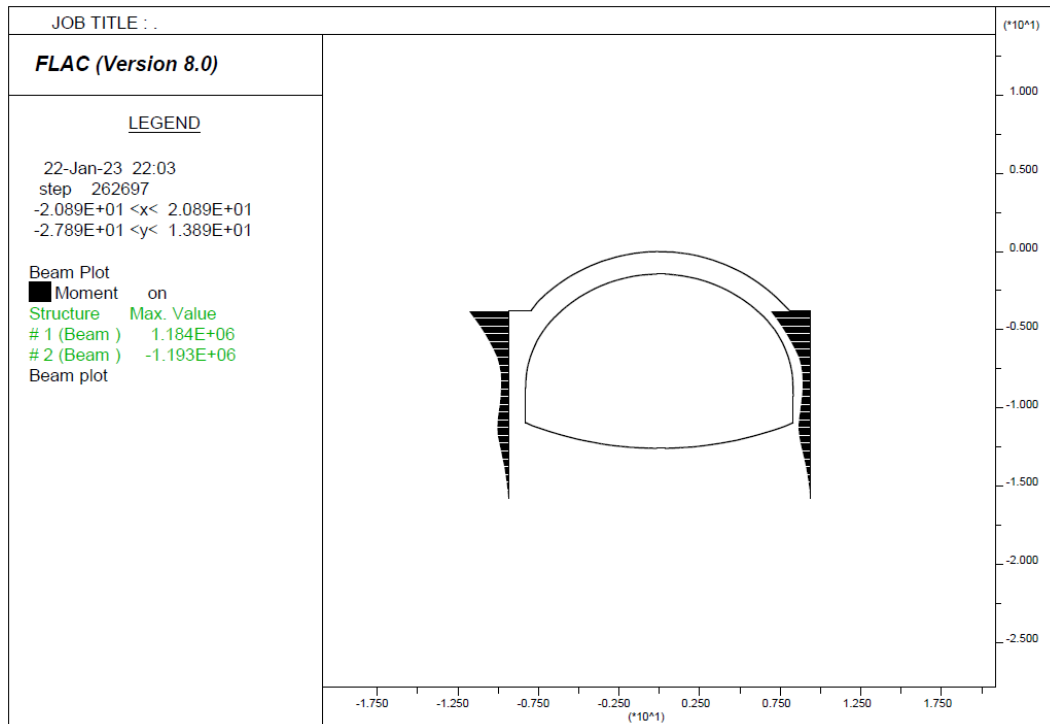


Figura 8-240: Diagramma del momento flettente – fase 11

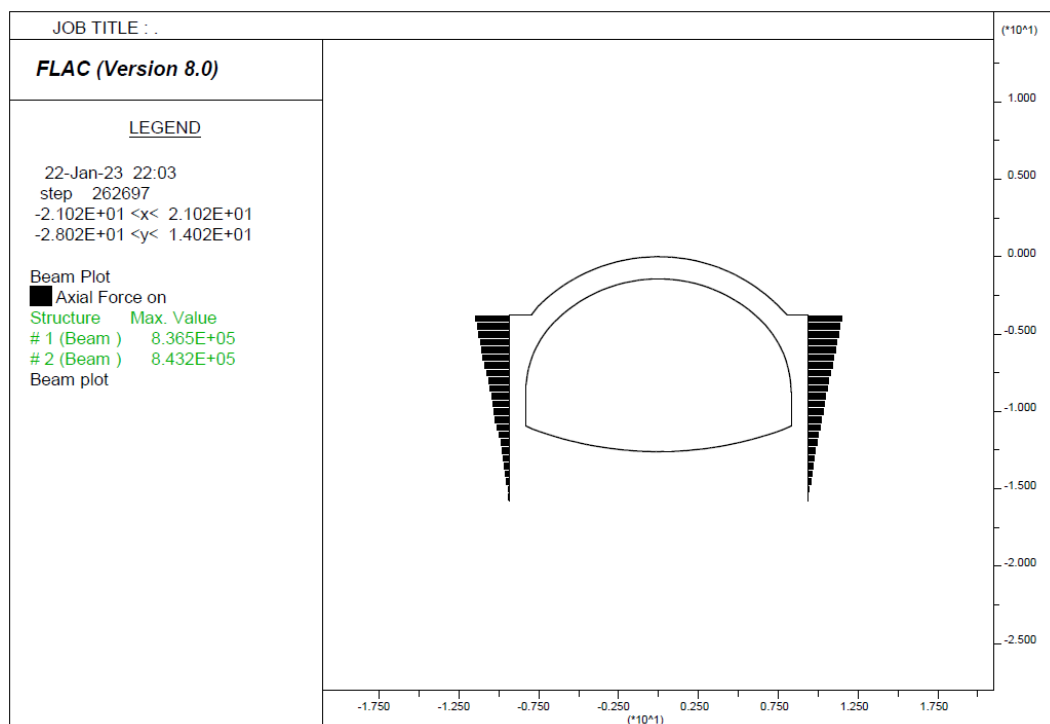


Figura 8-241: Diagramma dello sforzo normale – fase 11

PROGETTAZIONE ATI:

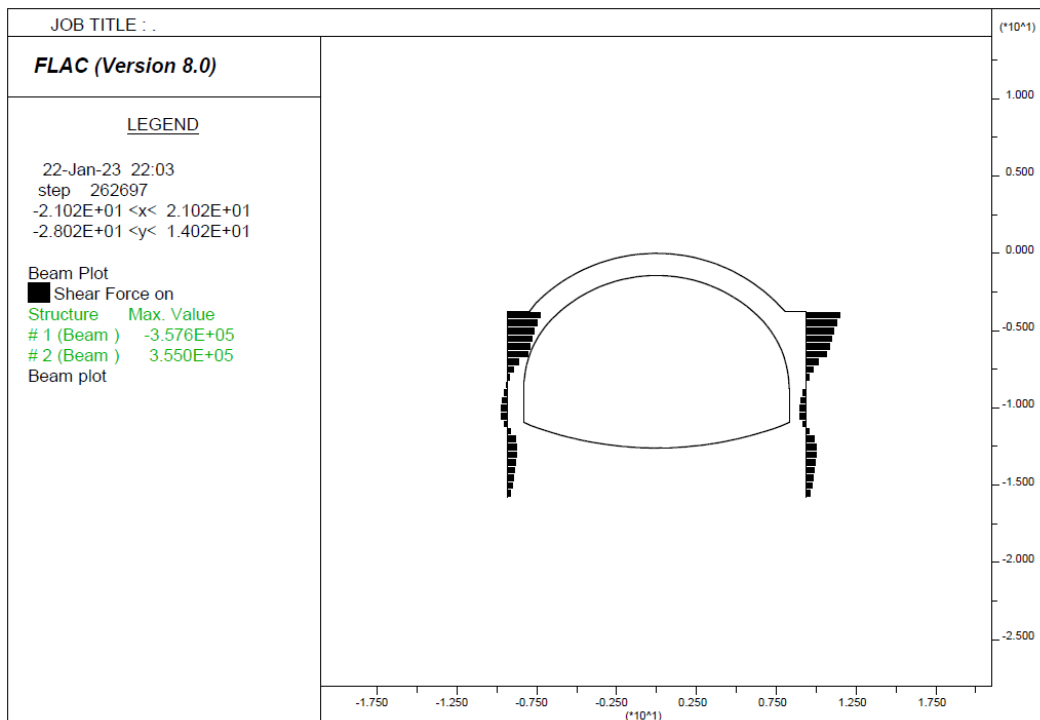


Figura 8-242: Diagramma del taglio– fase 11

Verifica a pressoflessione

Il momento massimo agente risulta pari a $M=1847$ KNm

La verifica risulta soddisfatta adottando un'armatura a flessione pari a 32 ϕ 26

Verifica a taglio

Il taglio massimo agente risulta pari a T=558 KN

Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio				
Taglio agente		$V_{Ed} =$	558	kN
Larghezza minima della sezione	b_w	1000	mm	
Altezza della sezione	h	800	mm	
Copriferro della sezione	δ	70	mm	
Altezza utile della sezione	d	730	mm	
Diametro delle staffe	d_w	12	mm	
Numero di braccia	n_w	2		
Area totale staffe	A_{sw}	226.08	mm ²	
Passo delle staffe	s	200	mm	
Inclinazione delle staffe	α	90	deg	
Inclinazione delle bielle compresse	θ	21.8	deg	cot(θ) 2.5
Coef. maggiorativo per sezioni compresse	α_c	1		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	726.5	kN	$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-compressione"	$V_{Rcd} =$	1598.3	kN	$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	726.5	kN	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta			

La verifica a taglio risulta soddisfatta adottando una spirale $\phi 12$ passo 20.

8.8.8.3 Descrizione dell'intervento di protesi e dei pali

Di seguito si riassumono le caratteristiche della protesi e dei pali analizzati

PROTESI	
CLASSE CLS	C25/30
SPESSORE	120 cm
ARMATURA A FLESSIONE	$\phi 24/10$
ARMATURA A TAGLIO	$\phi 14/20/20$
INCIDENZA ARMATURA	135 Kg/m ³

PALI PROTESI	
CLASSE CLS	C25/30
DIAMETRO	100 cm
INTERASSE	1.2
LUNGHEZZA PALI	12 m
ARMATURA A FLESSIONE	32 $\phi 26$
ARMATURA A TAGLIO	$\phi 12/20$
INCIDENZA ARMATURA	135 Kg/m

PROGETTAZIONE ATI:

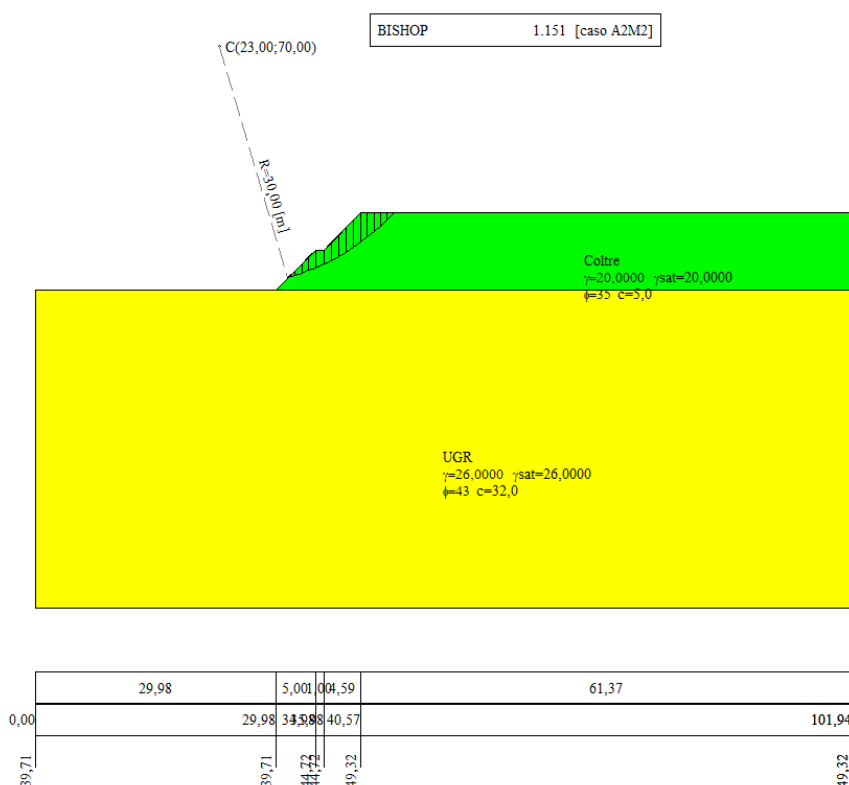
8.9 RISULTATI E VERIFICHE GEOTECNICHE

8.9.1 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DEGLI SCAVI

La verifica di stabilità globale degli scavi è stata valutata analizzando i possibili cinematismi di collasso globale mediante l'utilizzo del software Aztec Informatica utilizzando il metodo di Bishop.

È stata verificata la stabilità globale dell'opera nella condizione più sfavorevole, ovvero una volta raggiunto il fondo scavo per la realizzazione dei pali della protesi. L'analisi è stata eseguita per la sezione avente altezza massima di scavo (Pk 6+078 - asse sx) secondo l'approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+R2). L'analisi ha restituito un fattore di sicurezza globale pari a 1.15; la verifica risulta pertanto soddisfatta.

La seguente figura riporta la superficie di rottura individuata dalle analisi.



9. MONITORAGGIO SULLA GALLERIA NATURALE

Di seguito si riporta il programma di monitoraggio per la realizzazione della galleria naturale per seguire le diverse fasi costruttive della galleria consentendo la valutazione degli effetti prodotti dalle operazioni di scavo nei terreni e nelle strutture presenti nell'area di influenza.

L'acquisizione di dati significativi (variazione dello stato tenso-deformativo nel terreno, variazione delle pressioni neutre, evoluzione degli spostamenti e delle sollecitazioni nelle strutture di sostegno, ecc.) conseguenti alle operazioni di scavo, consente infatti di avere un controllo continuo e completo dell'evoluzione verso le nuove condizioni di equilibrio del terreno e delle strutture di sostegno. Dal confronto sistematico tra i dati acquisiti e le previsioni progettuali, sarà possibile avere conferma delle ipotesi e degli schemi assunti nei calcoli, verificando in maniera continua l'efficacia delle strutture di

PROGETTAZIONE ATI:

sostegno delle gallerie e, se necessario, adeguare i metodi costruttivi e l'entità dei sostegni alla reale risposta tenso – deformativa del cavo, in modo da assicurare la stabilità dell'opera nel breve e lungo termine, la sicurezza del cantiere e delle lavorazioni al fronte.

Il programma si articola, in particolare, in una serie di rilievi e nell'installazione di strumenti atti alla valutazione delle caratteristiche dell'ammasso e del comportamento tenso-deformativo del cavo durante l'esecuzione della galleria.

Per la galleria naturale si hanno:

- stazioni di misura sistematiche delle convergenze;
- stazioni di misura con celle di carico o coppie di barrette estensimetriche sul rivestimento di prima fase e definitivo;
- rilievo geologico-geostrutturale del fronte di scavo;
- misure topografiche di estrusione del fronte;
- misure estensimetriche di estrusione del fronte;
- stazioni misura estenso-inclinometriche;
- rilievo sistematico delle fasi esecutive e delle cadenze di avanzamento.

Nei paragrafi che seguono vengono indicate le caratteristiche e le modalità esecutive del programma di monitoraggio predisposto.

L'insieme di questi dati concorrerà alla determinazione delle grandezze necessarie per l'applicazione delle linee guida, relativamente alla definizione dell'intensità degli interventi, delle cadenze lavorative e della sezione tipo da applicare tra quelle previste nella tratta.

I parametri da monitorare per la valutazione del comportamento dell'ammasso e dei sistemi di consolidamento e sostegno in ciascuna sezione tipo di scavo adottata, sono i seguenti:

- deformazioni del sistema ammasso/struttura, valutate attraverso misure di convergenza dei punti al contorno del cavo con l'utilizzo di prismi installati sulle centine del rivestimento di prima fase;
- deformazioni del nucleo di scavo, valutate attraverso l'installazione di estrusometri;
- tassi di lavoro delle strutture (rivestimenti di prima fase e definitivi) misurati indirettamente mediante barrette estensimetriche e livello di carico delle centine del rivestimento provvisorio misurato mediante celle di carico.

Il sistema di monitoraggio è integrato mediante l'esecuzione di:

- rilievi geostrutturali dei fronti di scavo e misure di resistenza uniassiale su provini carotati da blocchi di roccia, al fine di valutare con continuità le caratteristiche geologico-geostrutturali dell'ammasso scavato.

L'installazione di tutta la strumentazione di monitoraggio prevista, deve avvenire sotto la supervisione di personale tecnico qualificato (ingegneri e geologi); l'impresa dovrà garantire la piena disponibilità della strumentazione stessa al fine di eseguire misure in contraddittorio.

La raccolta, l'analisi e l'interpretazione di tutti i dati di monitoraggio derivati dalle misure in corso d'opera devono essere riportati in un apposito archivio digitale consultabile online dall'impresa esecutrice e dalla DDLL. In particolare, allo scopo di fornire informazioni utili alla prosecuzione in sicurezza degli scavi, la restituzione delle misure elaborate dovrà essere tempestiva e deve avvenire

PROGETTAZIONE ATI:

entro le 3 ore dal completamento delle attività di rilievo in sito (a meno dei rilievi geologico-geostrutturali).

9.1 MISURE DI CONVERGENZA

9.1.1 DEFINIZIONE

Tali misure consistono nel rilevamento e restituzione grafica e numerica degli spostamenti nel piano trasversale alla galleria, in direzione verticale e orizzontale, di 5 punti per ogni stazione di misura, posizionati come indicato nella Figura 9-1 e attrezzati con mire ottiche rilevabili mediante strumento topografico di precisione.

La convergenza del cavo si intende riferita al valore medio delle tre misure diametrali condotte.

CONVERGENZE DIAMETRALI MEDIE

$$\bar{C} = \frac{A + B + C}{3}$$

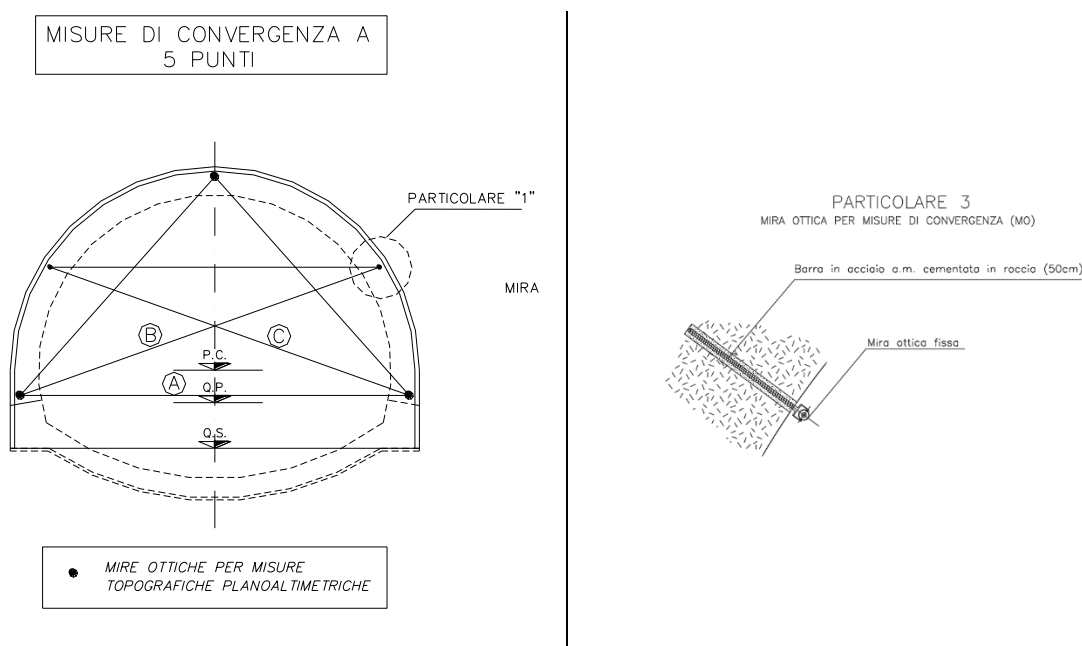


Figura 9-1: Misure di convergenza

9.1.2 INSTALLAZIONE

Le basi di misura sono costituite da 5 chiodi di convergenza $L = 50$ cm posizionati sullo spritz-beton del rivestimento di 1a fase (Figura 9-1) su cui vengono montati altrettanti marcatori costituiti da prismi cardanici riflettenti o catadiottri, posizionati a ridosso del fronte di scavo alla progressiva della stazione di misura. Nel caso in cui si manifestassero comportamenti differenziati in termini deformativi tra spritz-beton e centine, a tali chiodi andranno affiancati dei supporti vincolati alle centine, su cui potranno essere montati i già citati marcatori.

PROGETTAZIONE ATI:

9.1.3 FREQUENZA DELLE STAZIONI E DEI RILEVAMENTI

Fermo restando che l'effettiva distribuzione delle stazioni potrà essere modulata in funzione del reale comportamento dell'ammasso, le stazioni stesse andranno indicativamente installate secondo le seguenti frequenze:

- n. 1 stazione ogni 24 m, per le sezioni di scavo tipo B0, B1v, B1 e BPZ;
- n. 1 stazione ogni 10 m, per le sezioni di scavo tipo C3v, B2v e CPZ;

Il numero minimo di rilevamenti da eseguire per ogni stazione, esclusa la misurazione di riferimento, dipende ovviamente dall'effettiva distanza del rivestimento definitivo dal fronte. In linea di massima si prevedono 10 rilevamenti per ogni stazione di convergenza.

La frequenza dei rilevamenti, da precisare in corso d'opera, è la seguente:

- n. 1 misura al giorno fino ad una distanza dal fronte di circa 2 diametri;
- n. 2 misure a settimana ad una distanza dal fronte compresa tra circa 2 e circa 4 diametri;
- n. 1 misura al mese ad una distanza dal fronte maggiore di circa 4 diametri.

Ciascuna stazione di misura viene posizionata in prossimità del fronte di scavo, in particolare presso le prime due centine del campo di avanzamento.

Le letture a distanza maggiore di circa 4 diametri dovranno essere effettuate fino al completo esaurimento degli eventuali movimenti.

9.1.4 SISTEMA DI ACQUISIZIONE

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da teodolite e distanziometro elettronico che misurano le posizioni assolute della base di misura rispetto ad un sistema di riferimento tridimensionale costituito da capisaldi siti in galleria. La misura permette di risalire alle coordinate spaziali delle basi con tolleranza $\pm 2 \text{ mm} \pm 2 \text{ ppm}$.

9.1.5 RESTITUZIONE DATI

Il sistema di elaborazione dati deve offrire i seguenti diagrammi e tabulati numerici in funzione del tempo e della distanza dal fronte:

- spostamenti trasversali;
- spostamenti verticali;
- spostamenti nel piano (deformata);
- velocità di convergenza (mm/giorno).

I dati elaborati per ciascuna misura di ciascuna stazione vanno forniti entro la giornata in cui è stato eseguito il rilievo.

9.2 MISURE DI TENSIONE CON CELLE DI CARICO E BARRETTE ESTENSIMETRICHE

9.2.1 DEFINIZIONE

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica dello stato tensionale entro i rivestimenti di prima fase e definitivo. In particolare, le tensioni sul rivestimento di prima fase verranno misurate con 2 celle di carico, posizionate sotto i piedi della centina, o con 5 coppie di barrette estensimetriche per metallo a corda vibrante posizionate sull'anima della centina in chiave, reni e piedritti (Figura 9-2).

Le tensioni nel calcestruzzo del rivestimento definitivo verranno misurate con 6 coppie di barrette estensimetriche a corda vibrante, posizionate all'estradosso e all'intradosso della sezione da monitorare (Figura 9-2).

PROGETTAZIONE ATI:

9.2.2 INSTALLAZIONE

Si prevede l'installazione di stazioni per il monitoraggio in corso d'opera del rivestimento di 1a fase e del rivestimento definitivo.

Per il rivestimento di prima fase si prevede, in linea di massima:

- n. 1 stazione ogni 300 m, per la sezione di scavo tipo B0;
- n. 1 stazione ogni 200 m, per le sezioni di scavo tipo B1v, B1, BPZ;
- n. 1 stazione ogni 100 m, per la sezione di scavo tipo C3v, B2v, CPZ.

Per il rivestimento definitivo si prevede, in linea di massima:

- n. 1 stazione ogni 500m, per la sezione di scavo tipo B0, B1v, B1, BPZ;
- n. 1 stazione ogni 350m, per le sezioni di scavo tipo C3v, B2v, CPZ.

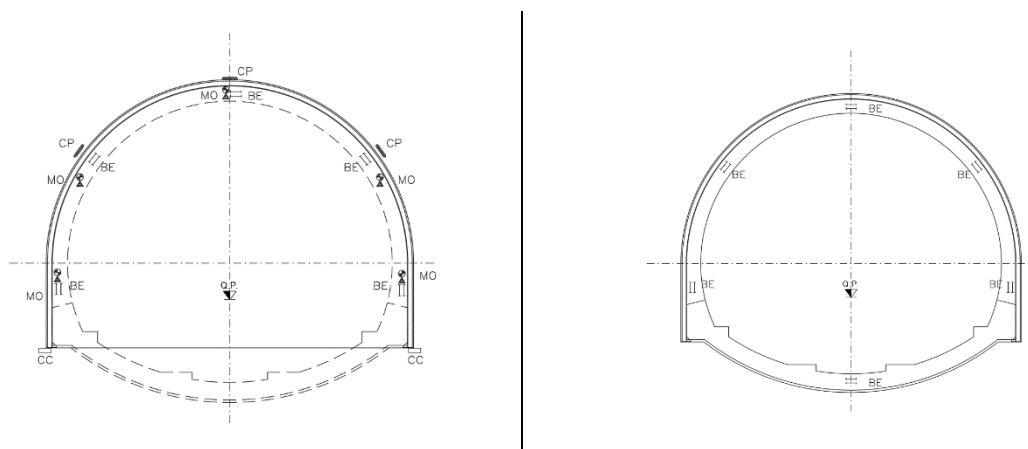


Figura 9-2: a sinistra stazione di monitoraggio speciale sul rivestimento di I fase, a destra stazione di monitoraggio sul rivestimento definitivo

Per i rilievi nel calcestruzzo sarà indispensabile tarare le letture tenendo in considerazione la variazione del modulo elastico nel tempo, gli effetti di ritiro e gli effetti della temperatura sugli strumenti.

9.2.3 MODALITÀ DI RILEVAMENTO

Il sistema di rilevamento dei dati avviene mediante celle di carico o barrette estensimetriche, in funzione dello stato tensionale che si vuole rilevare, poste in opera nel numero e nei punti indicati in progetto, con gli accorgimenti necessari per una perfetta installazione e funzionamento.

a) celle di carico

Le celle di carico sono previste tra le piastre di giunzione e sotto i piedi delle centine. Esse sono sostanzialmente costituite da un corpo in acciaio inossidabile sensibilizzato da una serie di griglie estensimetriche (strain-gauges) applicate alla superficie interna del corpo stesso ed isolate.

Una piastra di acciaio permette l'omogenea ripartizione del carico sull'intero corpo della cella.

La deformazione indotta dal carico alla cella viene rilevata dagli strain-gauges e trasformata in un segnale elettrico proporzionale al carico agente.

b) barrette estensimetriche (a corda vibrante)

Le barrette estensimetriche a corda vibrante sono costituite da un cavo in acciaio armonico teso tra due blocchi, fissati a loro volta all'anima della centina, mediante bullonamento o resinatura.

La frequenza di vibrazione del cavo di acciaio, è funzione delle deformazioni della centina nella sezione considerata.

Mediante l'applicazione della legge di Hooke ($\sigma = \varepsilon E$) è possibile risalire allo stato tensionale presente.

Il campo di misura e la precisione richiesta sono i seguenti:

a) celle di carico

- | | |
|--------------------|---------------------------------|
| - campo di misura | funzione del profilato adottato |
| - sovrapp. massima | 50% F.S. |
| - sensibilità | 0.1% F.S. |
| - precisione | 1% F.S. |

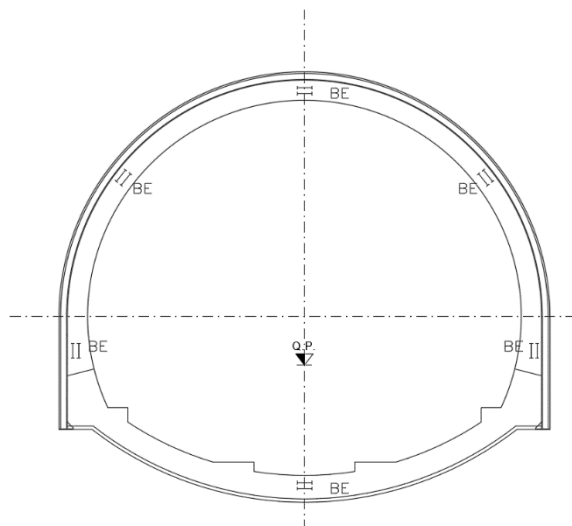


Figura 9-3: Stazione di misura dello stato tensionale nel rivestimento definitivo

b) barrette estensimetriche

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| - campo di misura | 3000 $\mu\varepsilon$ |
| - sovrapp. massima | 20 % F.S. |
| - precisione | $\leq 1\%$ F.S. |
| - segnale di uscita | Hz |

9.2.4 FREQUENZA DEI RILEVAMENTI

Il numero minimo di rilevamenti da eseguire dopo la misura iniziale di riferimento e dopo una prima lettura da eseguirsi prima della maturazione dello spritz-beton, per ogni cella di carico / barretta estensimetrica è il seguente:

a) per le centine:

- 1 lettura ogni sfondo fino a stabilizzazione
- 1 lettura/15gg per il mese successivo
- 1 lettura/mese fino al getto del rivestimento definitivo

PROGETTAZIONE ATI:

- b) per il rivestimento definitivo:
- 1 lettura dopo il getto del rivestimento definitivo
 - 1 lettura/1g fino a stabilizzazione
 - 1 lettura/15gg per il mese successivo
 - 1 lettura/2mesi fino a termine della galleria

9.2.5 RESTITUZIONE DATI

Il sistema di elaborazione dati richiede i seguenti diagrammi e tabulati numerici:

- carichi o tensioni in funzione del tempo;
- carichi o tensioni in funzione della distanza dal fronte di scavo;
- deformazione in funzione del tempo e relativi delta rispetto allo "0".

9.3 MISURE DI ESTRUSIONE DEL FRONTE

9.3.1 MISURE TOPOGRAFICHE

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica degli spostamenti superficiali del fronte di scavo nelle tre direzioni, valutati su nove punti per ogni stazione di misura e attrezzati con mire ottiche del medesimo tipo di quelle impiegate per il rilievo delle convergenze, che consentano la lettura mediante strumento topografico di precisione.

Le basi di misura sono costituite da 9 tavolette in legno (11 per le sezioni in piazzola) delle dimensioni adeguate, fissate alla superficie del fronte, costituita da spritz-beton, mediante chiodi a pressione. Su tali tavolette devono essere fissati i prismi ottici riflettenti.

In alternativa si possono utilizzare chiodi analoghi a quelli installati per la misura delle convergenze con lunghezza anche inferiore ($l \approx 30$ cm). È essenziale, per l'attendibilità delle misure, che i chiodi vengano infissi per tutta la loro lunghezza all'interno dello spritz-beton e del terreno, in maniera da risentire il meno possibile degli effetti dovuti alle lavorazioni di consolidamento ed in modo tale da non essere urtati dal posizionatore. Tali basi vanno posizionate sul fronte, prima di iniziare le operazioni di consolidamento relative ai singoli campi di avanzamento.

La frequenza di esecuzione di tali misure è, di massima:

- 1 stazione ogni 8.5 m per le sezioni tipo C3v,B2v;

Inoltre, andrà eseguito un rilevamento ad ogni fermo prolungato del fronte (superiore a 24 h). Tali misure possono essere tralasciate nelle tratte che prevedono la presenza di un estrusometro.

Il numero minimo di letture da eseguire è il seguente:

- 1 lettura di riferimento prima del consolidamento del fronte;
- 1 lettura immediatamente prima di riprendere gli scavi.

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da teodolite o distanziometro elettronico che rilevano le posizioni assolute delle basi di misura rispetto ad un sistema di riferimento tridimensionale fisso costituito da capisaldi siti in galleria.

Le misure permettono di risalire alle coordinate spaziali delle nove basi e quindi allo spostamento in direzione longitudinale delle stesse.

La tolleranza massima consentita è di ± 2 mm ± 2 ppm.

Il sistema di elaborazione dati avviene su apposito software e si richiede la restituzione grafica e numerica di:

- spostamenti lungo l'asse della galleria per ogni punto;

PROGETTAZIONE ATI:

- spostamenti integrati nelle due direzioni x e y.

9.3.2 RILIEVO GEOLOGICO – GEOSTRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

Il rilievo geologico - strutturale ha la funzione principale di conferma e verifica delle assunzioni progettuali, nonché di documentazione delle situazioni realmente incontrate in corso d'opera. I rilievi consistono nel rilevamento e nella restituzione fotografica e numerica delle caratteristiche geologiche-geostrutturali e geomeccaniche dei fronti di scavo durante l'avanzamento secondo le modalità di seguito descritte; si prevedono rilievi con frequenza:

- ogni 24 m, per le sezioni di scavo tipo B0;
- ogni 17 m, per le sezioni di scavo tipo B1, B1v, BPZ;
- ogni 8.5 m, per le sezioni di scavo tipo C3v, B2v, CPZ.

In dettaglio si devono rilevare le seguenti caratteristiche dell'ammasso:

- la natura del litotipo;
- le litologie, i rapporti stratigrafici tra le litologie e le caratteristiche petrografiche macroscopiche;
- il grado e il tipo di fratturazione e/o alterazione;
- la granulometria;
- l'assetto generale dell'ammasso individuabile alla scala del fronte comprendente la stratificazione, la scistosità, l'inclinazione, la direzione e gli spessori;
- la condizione delle discontinuità: la localizzazione e la giacitura delle stesse, la geometria e il tipo di riempimento;
- la presenza di faglie e fratture;
- l'ubicazione e le geometrie dei volumi di roccia potenzialmente soggetti a distacchi gravitativi;
- le eventuali venute d'acqua e la loro localizzazione.

Ogni informazione dedotta circa le caratteristiche dell'ammasso, deve essere quantificata e utilizzata per classificare la qualità dell'ammasso nella tratta considerata.

I dati desunti dai rilievi geostretturali devono essere riportati in apposite schede contenenti la restituzione grafica e numerica delle caratteristiche geologiche-geostrutturali e geomeccaniche del fronte di scavo, durante l'avanzamento.

Di fatto, il complesso delle informazioni rilevate dovrà consentire di determinare il valore dell'indice GSI dell'ammasso in corrispondenza della sezione rilevata, in quanto il valore numerico di questo parametro è uno degli elementi importanti su cui è basata la scelta della sezione tipo da impiegare per lo scavo del campo successivo o semplicemente per gli affinamenti da utilizzare sui consolidamenti al fronte e/o sul passo delle centine nell'ambito della stessa sezione tipo. A questo scopo, il laboratorio di cantiere dovrà essere attrezzato per misure rapide di resistenza a compressione mediante prove di compressione uniassiale e/o di trazione indiretta del tipo brasiliana. Il numero di rilievi richiesti è da intendersi come numero minimo; qualora l'ammasso presentasse modifiche rilevanti della sua qualità, già evidenti in fase di avanzamento, la DDLL potrà ordinare l'infittimento della frequenza dei rilievi.

10. ALLEGATI OUTPUT DI CALCOLO

10.1 SEZIONE TIPO C3V

OUTPUT FLAC: VERIFICA CENTINE+SPRITZ										
Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
97	1	97	98	1001	beam	-2.62E+04	5.08E+05	-8.61E+03	-6.35E-01	-7.45E-05
96	1	96	97	1001	beam	-2.62E+04	5.19E+05	-1.72E+04	8.61E+03	-7.61E-05
95	1	95	96	1001	beam	-1.79E+04	5.31E+05	-2.31E+04	1.72E+04	-7.78E-05
94	1	94	95	1001	beam	-8.68E+03	5.39E+05	-2.60E+04	2.31E+04	-7.89E-05
93	1	93	94	1001	beam	2.08E+03	5.45E+05	-2.53E+04	2.60E+04	-7.97E-05
92	1	92	93	1001	beam	1.52E+04	5.49E+05	-2.03E+04	2.53E+04	-8.03E-05
91	1	91	92	1001	beam	3.11E+04	5.53E+05	-1.00E+04	2.03E+04	-8.09E-05
90	1	90	91	1001	beam	3.33E+04	5.58E+05	1.07E+03	1.00E+04	-8.16E-05
89	1	89	90	1001	beam	2.67E+04	5.63E+05	9.92E+03	-1.06E+03	-8.23E-05
88	1	88	89	1001	beam	2.08E+04	5.66E+05	1.68E+04	-9.92E+03	-8.27E-05
87	1	87	88	1001	beam	1.55E+04	5.67E+05	2.18E+04	-1.68E+04	-8.29E-05
86	1	86	87	1001	beam	1.05E+04	5.67E+05	2.51E+04	-2.18E+04	-8.29E-05
85	1	85	86	1001	beam	5.81E+03	5.65E+05	2.69E+04	-2.51E+04	-8.26E-05
84	1	84	85	1001	beam	2.20E+03	5.62E+05	2.74E+04	-2.69E+04	-8.22E-05
83	1	83	84	1001	beam	-1.12E+03	5.59E+05	2.71E+04	-2.74E+04	-8.16E-05
82	1	82	83	1001	beam	-7.92E+03	5.55E+05	2.60E+04	-2.71E+04	-8.11E-05
81	1	81	82	1001	beam	-6.90E+03	5.48E+05	2.28E+04	-2.60E+04	-8.01E-05
80	1	80	81	1001	beam	-3.20E+04	5.01E+05	1.53E+04	-2.28E+04	-7.31E-05
79	1	79	80	1001	beam	-1.81E+04	5.04E+05	1.11E+04	-1.53E+04	-7.35E-05
78	1	78	79	1001	beam	-9.83E+03	4.93E+05	8.31E+03	-1.11E+04	-7.19E-05
77	1	77	78	1001	beam	-1.11E+04	4.88E+05	5.81E+03	-8.31E+03	-7.11E-05
76	1	76	77	1001	beam	-3.16E+03	4.75E+05	5.10E+03	-5.82E+03	-6.92E-05
75	1	75	76	1001	beam	-1.97E+03	4.61E+05	4.65E+03	-5.11E+03	-6.71E-05
74	1	74	75	1001	beam	-7.65E+03	4.46E+05	2.88E+03	-4.66E+03	-6.49E-05
73	1	73	74	1001	beam	-1.27E+03	4.31E+05	2.59E+03	-2.89E+03	-6.27E-05
72	1	72	73	1001	beam	-5.41E+03	4.17E+05	1.32E+03	-2.59E+03	-6.07E-05
71	1	71	72	1001	beam	-2.67E+03	4.00E+05	6.90E+02	-1.33E+03	-5.83E-05
70	1	70	71	1001	beam	-4.38E+03	3.85E+05	-3.36E+02	-7.02E+02	-5.60E-05
69	1	69	70	1001	beam	-3.93E+03	3.68E+05	-1.26E+03	3.28E+02	-5.36E-05
68	1	68	69	1001	beam	-3.26E+03	3.53E+05	-2.03E+03	1.26E+03	-5.14E-05
67	1	67	68	1001	beam	-5.67E+03	3.38E+05	-3.35E+03	2.02E+03	-4.91E-05
66	1	66	67	1001	beam	-2.29E+03	3.20E+05	-3.89E+03	3.35E+03	-4.65E-05
65	1	65	66	1001	beam	-2.76E+03	3.05E+05	-4.52E+03	3.88E+03	-4.44E-05
64	1	64	65	1001	beam	-5.21E+03	2.92E+05	-5.71E+03	4.52E+03	-4.24E-05
63	1	63	64	1001	beam	-2.35E+01	2.78E+05	-5.72E+03	5.71E+03	-4.04E-05
62	1	62	63	1001	beam	-8.56E+03	2.66E+05	-7.64E+03	5.72E+03	-3.86E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

61	1	61	62	1001	beam	-7.04E+02	2.46E+05	-7.80E+03	7.64E+03	-3.58E-05
60	1	60	61	1001	beam	1.40E+03	2.40E+05	-7.37E+03	7.80E+03	-3.48E-05
59	1	59	60	1001	beam	-1.39E+04	2.32E+05	-1.04E+04	7.37E+03	-3.36E-05
58	1	58	59	1001	beam	-2.40E+03	2.08E+05	-1.09E+04	1.04E+04	-3.01E-05
57	1	57	58	1001	beam	1.93E+03	2.03E+05	-1.03E+04	1.09E+04	-2.94E-05
56	1	56	57	1001	beam	1.87E+03	1.94E+05	-9.66E+03	1.03E+04	-2.80E-05
55	1	55	56	1001	beam	-3.11E+03	1.87E+05	-1.03E+04	9.66E+03	-2.70E-05
54	1	54	55	1001	beam	-1.52E+04	1.88E+05	-1.33E+04	1.03E+04	-2.71E-05
53	1	53	54	1001	beam	8.47E+02	1.73E+05	-1.30E+04	1.33E+04	-2.49E-05
52	1	52	53	1001	beam	1.29E+03	1.71E+05	-1.26E+04	1.30E+04	-2.45E-05
51	1	51	52	1001	beam	1.43E+03	1.71E+05	-1.21E+04	1.26E+04	-2.46E-05
50	1	50	51	1001	beam	1.38E+03	1.74E+05	-1.17E+04	1.21E+04	-2.51E-05
49	1	49	50	1001	beam	1.41E+03	1.80E+05	-1.12E+04	1.17E+04	-2.58E-05
48	1	48	49	1001	beam	1.64E+03	1.87E+05	-1.07E+04	1.12E+04	-2.69E-05
47	1	47	48	1001	beam	1.80E+03	1.96E+05	-1.01E+04	1.07E+04	-2.82E-05
46	1	46	47	1001	beam	8.52E+02	2.08E+05	-9.81E+03	1.01E+04	-2.99E-05
45	1	45	46	1001	beam	2.80E+03	2.15E+05	-9.26E+03	9.81E+03	-3.08E-05
44	1	44	45	1001	beam	1.55E+04	2.37E+05	-6.20E+03	9.26E+03	-3.41E-05
43	1	43	44	1001	beam	1.10E+03	2.45E+05	-5.85E+03	6.21E+03	-3.54E-05
42	1	42	43	1001	beam	9.76E+02	2.59E+05	-5.54E+03	5.85E+03	-3.73E-05
41	1	41	42	1001	beam	2.49E+03	2.73E+05	-5.00E+03	5.54E+03	-3.94E-05
40	1	40	41	1001	beam	7.37E+03	2.92E+05	-3.42E+03	5.00E+03	-4.21E-05
39	1	39	40	1001	beam	2.53E+03	3.05E+05	-2.64E+03	3.41E+03	-4.41E-05
38	1	38	39	1001	beam	2.90E+03	3.19E+05	-1.98E+03	2.64E+03	-4.61E-05
37	1	37	38	1001	beam	4.66E+03	3.35E+05	-9.30E+02	1.98E+03	-4.85E-05
36	1	36	37	1001	beam	3.76E+03	3.51E+05	1.65E+02	9.28E+02	-5.09E-05
35	1	35	36	1001	beam	4.35E+03	3.66E+05	1.17E+03	-1.69E+02	-5.30E-05
34	1	34	35	1001	beam	1.78E+03	3.83E+05	1.58E+03	-1.17E+03	-5.55E-05
33	1	33	34	1001	beam	6.10E+03	3.99E+05	3.22E+03	-1.59E+03	-5.79E-05
32	1	32	33	1001	beam	1.52E+03	4.15E+05	3.57E+03	-3.22E+03	-6.03E-05
31	1	31	32	1001	beam	6.45E+03	4.30E+05	5.06E+03	-3.57E+03	-6.24E-05
30	1	30	31	1001	beam	7.31E+02	4.44E+05	5.23E+03	-5.06E+03	-6.45E-05
29	1	29	30	1001	beam	6.60E+03	4.58E+05	6.76E+03	-5.23E+03	-6.66E-05
28	1	28	29	1001	beam	-3.11E+02	4.71E+05	6.68E+03	-6.76E+03	-6.85E-05
27	1	27	28	1001	beam	7.07E+03	4.84E+05	8.32E+03	-6.68E+03	-7.04E-05
26	1	26	27	1001	beam	-2.25E+03	4.96E+05	7.75E+03	-8.32E+03	-7.22E-05
25	1	25	26	1001	beam	7.86E+03	5.08E+05	9.60E+03	-7.75E+03	-7.38E-05
24	1	24	25	1001	beam	-4.68E+03	5.14E+05	8.50E+03	-9.60E+03	-7.48E-05
23	1	23	24	1001	beam	1.19E+04	5.22E+05	1.12E+04	-8.50E+03	-7.59E-05
22	1	22	23	1001	beam	-9.81E+01	5.31E+05	1.12E+04	-1.12E+04	-7.73E-05
21	1	21	22	1001	beam	3.97E+03	5.35E+05	1.23E+04	-1.12E+04	-7.79E-05
20	1	20	21	1001	beam	2.54E+04	5.35E+05	1.80E+04	-1.23E+04	-7.79E-05
19	1	19	20	1001	beam	1.76E+04	5.57E+05	2.20E+04	-1.80E+04	-8.12E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

18	1	18	19	1001	beam	2.34E+04	5.34E+05	2.91E+04	-2.20E+04	-7.79E-05
17	1	17	18	1001	beam	6.22E+04	4.89E+05	4.24E+04	-2.91E+04	-7.13E-05
16	1	16	17	1001	beam	-6.99E+03	5.39E+05	4.09E+04	-4.24E+04	-7.88E-05
15	1	15	16	1001	beam	-1.06E+04	5.40E+05	3.76E+04	-4.09E+04	-7.90E-05
14	1	14	15	1001	beam	-1.49E+04	5.40E+05	3.28E+04	-3.76E+04	-7.90E-05
13	1	13	14	1001	beam	-1.83E+04	5.39E+05	2.92E+04	-3.28E+04	-7.88E-05
12	1	12	13	1001	beam	-2.05E+04	5.37E+05	2.52E+04	-2.92E+04	-7.86E-05
11	1	11	12	1001	beam	-2.37E+04	5.33E+05	1.76E+04	-2.52E+04	-7.81E-05
10	1	10	11	1001	beam	-2.78E+04	5.27E+05	8.60E+03	-1.76E+04	-7.72E-05
9	1	9	10	1001	beam	-3.19E+04	5.19E+05	-1.82E+03	-8.60E+03	-7.61E-05
8	1	8	9	1001	beam	-3.62E+04	5.10E+05	-1.37E+04	1.82E+03	-7.47E-05
7	1	7	8	1001	beam	-3.20E+04	5.01E+05	-2.42E+04	1.37E+04	-7.34E-05
6	1	6	7	1001	beam	-1.53E+04	4.93E+05	-2.93E+04	2.42E+04	-7.23E-05
5	1	5	6	1001	beam	-1.07E+03	4.84E+05	-2.96E+04	2.93E+04	-7.11E-05
4	1	4	5	1001	beam	1.06E+04	4.75E+05	-2.61E+04	2.96E+04	-6.98E-05
3	1	3	4	1001	beam	2.04E+04	4.64E+05	-1.94E+04	2.61E+04	-6.83E-05
2	1	2	3	1001	beam	2.90E+04	4.50E+05	-9.85E+03	1.94E+04	-6.63E-05
1	1	1	2	1001	beam	3.00E+04	4.37E+05	1.23E+00	9.85E+03	-6.43E-05

OUTPUT FLAC: VERIFICA RIV DEFINITIVO

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
245	2	97	98	1003	beam	-9.93E+04	9.39E+05	9.60E+04	-1.29E+05	-3.42E-05
244	2	96	97	1003	beam	-8.31E+04	9.48E+05	6.87E+04	-9.60E+04	-3.45E-05
243	2	95	96	1003	beam	-5.91E+04	9.57E+05	4.93E+04	-6.87E+04	-3.48E-05
242	2	94	95	1003	beam	-3.48E+04	9.61E+05	3.78E+04	-4.93E+04	-3.50E-05
241	2	93	94	1003	beam	-9.26E+03	9.64E+05	3.48E+04	-3.78E+04	-3.51E-05
240	2	92	93	1003	beam	1.83E+04	9.65E+05	4.08E+04	-3.48E+04	-3.51E-05
239	2	91	92	1003	beam	4.82E+04	9.66E+05	5.67E+04	-4.08E+04	-3.52E-05
238	2	90	91	1003	beam	5.22E+04	9.68E+05	7.41E+04	-5.67E+04	-3.53E-05
237	2	89	90	1003	beam	3.97E+04	9.70E+05	8.72E+04	-7.41E+04	-3.54E-05
236	2	88	89	1003	beam	2.77E+04	9.70E+05	9.63E+04	-8.72E+04	-3.53E-05
235	2	87	88	1003	beam	1.64E+04	9.67E+05	1.02E+05	-9.63E+04	-3.52E-05
234	2	86	87	1003	beam	5.76E+03	9.61E+05	1.03E+05	-1.02E+05	-3.50E-05
233	2	85	86	1003	beam	-4.19E+03	9.53E+05	1.02E+05	-1.03E+05	-3.47E-05
232	2	84	85	1003	beam	-1.20E+04	9.45E+05	9.95E+04	-1.02E+05	-3.44E-05
231	2	83	84	1003	beam	-1.86E+04	9.35E+05	9.55E+04	-9.95E+04	-3.41E-05
230	2	82	83	1003	beam	-3.08E+04	9.27E+05	9.10E+04	-9.55E+04	-3.38E-05
229	2	81	82	1003	beam	-3.03E+04	9.13E+05	7.71E+04	-9.10E+04	-3.32E-05
228	2	80	81	1003	beam	-5.83E+04	8.24E+05	6.34E+04	-7.71E+04	-3.00E-05
227	2	79	80	1003	beam	-3.83E+04	8.17E+05	5.45E+04	-6.34E+04	-2.98E-05
226	2	78	79	1003	beam	-2.95E+04	7.94E+05	4.61E+04	-5.45E+04	-2.89E-05
225	2	77	78	1003	beam	-3.58E+04	7.80E+05	3.80E+04	-4.61E+04	-2.84E-05
224	2	76	77	1003	beam	-2.54E+04	7.56E+05	3.23E+04	-3.80E+04	-2.75E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

223	2	75	76	1003	beam	-2.51E+04	7.30E+05	2.64E+04	-3.23E+04	-2.66E-05
222	2	74	75	1003	beam	-3.43E+04	7.04E+05	1.85E+04	-2.64E+04	-2.56E-05
221	2	73	74	1003	beam	-2.54E+04	6.77E+05	1.25E+04	-1.85E+04	-2.47E-05
220	2	72	73	1003	beam	-3.12E+04	6.53E+05	5.16E+03	-1.25E+04	-2.38E-05
219	2	71	72	1003	beam	-2.77E+04	6.25E+05	-1.40E+03	-5.16E+03	-2.28E-05
218	2	70	71	1003	beam	-2.94E+04	5.98E+05	-8.37E+03	1.40E+03	-2.18E-05
217	2	69	70	1003	beam	-2.94E+04	5.70E+05	-1.53E+04	8.37E+03	-2.08E-05
216	2	68	69	1003	beam	-2.70E+04	5.45E+05	-2.17E+04	1.53E+04	-1.99E-05
215	2	67	68	1003	beam	-3.14E+04	5.19E+05	-2.90E+04	2.17E+04	-1.89E-05
214	2	66	67	1003	beam	-2.42E+04	4.89E+05	-3.47E+04	2.90E+04	-1.78E-05
213	2	65	66	1003	beam	-2.45E+04	4.65E+05	-4.03E+04	3.47E+04	-1.69E-05
212	2	64	65	1003	beam	-2.80E+04	4.42E+05	-4.67E+04	4.03E+04	-1.61E-05
211	2	63	64	1003	beam	-1.88E+04	4.20E+05	-5.21E+04	4.67E+04	-1.53E-05
210	2	62	63	1003	beam	-3.41E+04	3.99E+05	-5.98E+04	5.21E+04	-1.45E-05
209	2	61	62	1003	beam	-1.93E+04	3.63E+05	-6.41E+04	5.98E+04	-1.32E-05
208	2	60	61	1003	beam	-1.72E+04	3.56E+05	-6.93E+04	6.41E+04	-1.30E-05
207	2	59	60	1003	beam	-3.91E+04	3.43E+05	-7.78E+04	6.93E+04	-1.25E-05
206	2	58	59	1003	beam	-1.70E+04	2.97E+05	-8.14E+04	7.78E+04	-1.08E-05
205	2	57	58	1003	beam	-1.07E+04	2.92E+05	-8.48E+04	8.14E+04	-1.06E-05
204	2	56	57	1003	beam	-1.10E+04	2.81E+05	-8.84E+04	8.48E+04	-1.02E-05
203	2	55	56	1003	beam	-1.41E+04	2.74E+05	-9.12E+04	8.84E+04	-9.97E-06
202	2	54	55	1003	beam	-2.19E+04	2.76E+05	-9.55E+04	9.12E+04	-1.00E-05
201	2	53	54	1003	beam	-9.71E+02	2.49E+05	-9.58E+04	9.55E+04	-9.05E-06
200	2	52	53	1003	beam	8.73E+02	2.46E+05	-9.55E+04	9.58E+04	-8.95E-06
199	2	51	52	1003	beam	2.88E+03	2.47E+05	-9.46E+04	9.55E+04	-8.99E-06
198	2	50	51	1003	beam	5.10E+03	2.51E+05	-9.29E+04	9.46E+04	-9.16E-06
197	2	49	50	1003	beam	7.41E+03	2.60E+05	-9.04E+04	9.29E+04	-9.48E-06
196	2	48	49	1003	beam	1.10E+04	2.73E+05	-8.68E+04	9.04E+04	-9.93E-06
195	2	47	48	1003	beam	1.44E+04	2.88E+05	-8.20E+04	8.67E+04	-1.05E-05
194	2	46	47	1003	beam	1.58E+04	3.06E+05	-7.69E+04	8.20E+04	-1.11E-05
193	2	45	46	1003	beam	2.04E+04	3.14E+05	-7.29E+04	7.69E+04	-1.15E-05
192	2	44	45	1003	beam	3.90E+04	3.56E+05	-6.51E+04	7.28E+04	-1.30E-05
191	2	43	44	1003	beam	2.29E+04	3.67E+05	-5.77E+04	6.51E+04	-1.34E-05
190	2	42	43	1003	beam	2.15E+04	3.91E+05	-5.08E+04	5.77E+04	-1.43E-05
189	2	41	42	1003	beam	2.47E+04	4.13E+05	-4.55E+04	5.08E+04	-1.51E-05
188	2	40	41	1003	beam	3.39E+04	4.47E+05	-3.82E+04	4.55E+04	-1.63E-05
187	2	39	40	1003	beam	2.56E+04	4.70E+05	-3.03E+04	3.82E+04	-1.71E-05
186	2	38	39	1003	beam	2.64E+04	4.93E+05	-2.44E+04	3.03E+04	-1.80E-05
185	2	37	38	1003	beam	3.04E+04	5.21E+05	-1.75E+04	2.44E+04	-1.90E-05
184	2	36	37	1003	beam	2.91E+04	5.48E+05	-9.03E+03	1.75E+04	-2.00E-05
183	2	35	36	1003	beam	3.05E+04	5.73E+05	-2.01E+03	9.03E+03	-2.09E-05
182	2	34	35	1003	beam	2.70E+04	6.02E+05	4.21E+03	2.01E+03	-2.19E-05
181	2	33	34	1003	beam	3.34E+04	6.30E+05	1.32E+04	-4.22E+03	-2.30E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

180	2	32	33	1003	beam	2.65E+04	6.57E+05	1.93E+04	-1.32E+04	-2.39E-05
179	2	31	32	1003	beam	3.37E+04	6.83E+05	2.70E+04	-1.93E+04	-2.49E-05
178	2	30	31	1003	beam	2.47E+04	7.07E+05	3.27E+04	-2.70E+04	-2.57E-05
177	2	29	30	1003	beam	3.32E+04	7.31E+05	4.04E+04	-3.27E+04	-2.66E-05
176	2	28	29	1003	beam	2.19E+04	7.54E+05	4.55E+04	-4.04E+04	-2.75E-05
175	2	27	28	1003	beam	3.26E+04	7.77E+05	5.30E+04	-4.55E+04	-2.83E-05
174	2	26	27	1003	beam	1.72E+04	7.98E+05	5.74E+04	-5.30E+04	-2.91E-05
173	2	25	26	1003	beam	3.21E+04	8.18E+05	6.49E+04	-5.74E+04	-2.98E-05
172	2	24	25	1003	beam	1.18E+04	8.31E+05	6.77E+04	-6.49E+04	-3.03E-05
171	2	23	24	1003	beam	3.69E+04	8.44E+05	7.62E+04	-6.77E+04	-3.07E-05
170	2	22	23	1003	beam	1.71E+04	8.61E+05	8.01E+04	-7.62E+04	-3.14E-05
169	2	21	22	1003	beam	2.12E+04	8.69E+05	8.61E+04	-8.01E+04	-3.17E-05
168	2	20	21	1003	beam	5.16E+04	8.71E+05	9.77E+04	-8.61E+04	-3.17E-05
167	2	19	20	1003	beam	3.17E+04	9.12E+05	1.05E+05	-9.77E+04	-3.32E-05
166	2	18	19	1003	beam	3.54E+04	8.75E+05	1.16E+05	-1.05E+05	-3.19E-05
165	2	17	18	1003	beam	8.27E+04	8.22E+05	1.33E+05	-1.16E+05	-3.00E-05
164	2	16	17	1003	beam	-6.83E+03	9.13E+05	1.32E+05	-1.33E+05	-3.33E-05
163	2	15	16	1003	beam	-1.49E+04	9.18E+05	1.27E+05	-1.32E+05	-3.34E-05
162	2	14	15	1003	beam	-2.45E+04	9.22E+05	1.19E+05	-1.27E+05	-3.36E-05
161	2	13	14	1003	beam	-3.24E+04	9.24E+05	1.13E+05	-1.19E+05	-3.36E-05
160	2	12	13	1003	beam	-3.81E+04	9.23E+05	1.05E+05	-1.13E+05	-3.36E-05
159	2	11	12	1003	beam	-4.58E+04	9.20E+05	9.08E+04	-1.05E+05	-3.35E-05
158	2	10	11	1003	beam	-5.53E+04	9.14E+05	7.29E+04	-9.08E+04	-3.33E-05
157	2	9	10	1003	beam	-6.47E+04	9.06E+05	5.17E+04	-7.29E+04	-3.30E-05
156	2	8	9	1003	beam	-7.36E+04	8.94E+05	2.75E+04	-5.17E+04	-3.26E-05
155	2	7	8	1003	beam	-6.66E+04	8.84E+05	5.62E+03	-2.75E+04	-3.22E-05
154	2	6	7	1003	beam	-3.55E+04	8.76E+05	-6.07E+03	-5.61E+03	-3.19E-05
153	2	5	6	1003	beam	-6.70E+03	8.69E+05	-8.27E+03	6.06E+03	-3.16E-05
152	2	4	5	1003	beam	1.97E+04	8.61E+05	-1.81E+03	8.27E+03	-3.14E-05
151	2	3	4	1003	beam	4.42E+04	8.51E+05	1.27E+04	1.81E+03	-3.10E-05
150	2	2	3	1003	beam	6.76E+04	8.38E+05	3.50E+04	-1.27E+04	-3.05E-05
149	2	1	2	1003	beam	8.39E+04	8.25E+05	6.26E+04	-3.50E+04	-3.00E-05
148	1	148	1	1002	beam	-1.50E+05	2.98E+05	1.52E+04	-6.26E+04	-9.21E-06
147	1	147	148	1002	beam	-2.11E+05	2.38E+05	-1.46E+04	-1.52E+04	-7.38E-06
146	1	146	147	1002	beam	-1.85E+05	2.27E+05	-7.12E+04	1.46E+04	-7.04E-06
145	1	145	146	1002	beam	-1.57E+05	2.16E+05	-1.05E+05	7.12E+04	-6.70E-06
144	1	144	145	1002	beam	-1.36E+05	2.07E+05	-1.35E+05	1.05E+05	-6.42E-06
143	1	143	144	1002	beam	-1.12E+05	2.00E+05	-1.69E+05	1.35E+05	-6.18E-06
142	1	142	143	1002	beam	-8.86E+04	1.90E+05	-1.97E+05	1.69E+05	-5.87E-06
141	1	141	142	1002	beam	-7.04E+04	1.81E+05	-2.12E+05	1.97E+05	-5.59E-06
140	1	140	141	1002	beam	-6.00E+04	1.77E+05	-2.25E+05	2.12E+05	-5.48E-06
139	1	139	140	1002	beam	-4.85E+04	1.70E+05	-2.40E+05	2.25E+05	-5.26E-06
138	1	138	139	1002	beam	-3.72E+04	1.62E+05	-2.52E+05	2.40E+05	-5.00E-06

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

137	1	137	138	1002	beam	-3.08E+04	1.54E+05	-2.58E+05	2.52E+05	-4.76E-06
136	1	136	137	1002	beam	-2.46E+04	1.49E+05	-2.63E+05	2.58E+05	-4.62E-06
135	1	135	136	1002	beam	-2.09E+04	1.41E+05	-2.70E+05	2.63E+05	-4.36E-06
134	1	134	135	1002	beam	-1.53E+04	1.33E+05	-2.75E+05	2.70E+05	-4.12E-06
133	1	133	134	1002	beam	-1.08E+04	1.26E+05	-2.79E+05	2.75E+05	-3.90E-06
132	1	132	133	1002	beam	-7.22E+03	1.21E+05	-2.81E+05	2.79E+05	-3.73E-06
131	1	131	132	1002	beam	-5.12E+03	1.17E+05	-2.82E+05	2.81E+05	-3.61E-06
130	1	130	131	1002	beam	-3.49E+03	1.14E+05	-2.83E+05	2.82E+05	-3.53E-06
129	1	129	130	1002	beam	-1.73E+03	1.12E+05	-2.83E+05	2.83E+05	-3.45E-06
128	1	128	129	1002	beam	-4.08E+02	1.09E+05	-2.83E+05	2.83E+05	-3.37E-06
127	1	127	128	1002	beam	3.42E+02	1.07E+05	-2.83E+05	2.83E+05	-3.31E-06
126	1	126	127	1002	beam	5.87E+02	1.06E+05	-2.83E+05	2.83E+05	-3.27E-06
125	1	125	126	1002	beam	5.36E+02	1.05E+05	-2.83E+05	2.83E+05	-3.25E-06
124	1	124	125	1002	beam	3.54E+02	1.05E+05	-2.83E+05	2.83E+05	-3.24E-06
123	1	123	124	1002	beam	9.82E+01	1.05E+05	-2.83E+05	2.83E+05	-3.24E-06
122	1	122	123	1002	beam	-8.98E+01	1.05E+05	-2.83E+05	2.83E+05	-3.25E-06
121	1	121	122	1002	beam	-1.66E+02	1.06E+05	-2.83E+05	2.83E+05	-3.28E-06
120	1	120	121	1002	beam	3.75E+01	1.08E+05	-2.83E+05	2.83E+05	-3.33E-06
119	1	119	120	1002	beam	6.56E+02	1.10E+05	-2.82E+05	2.83E+05	-3.40E-06
118	1	118	119	1002	beam	1.75E+03	1.13E+05	-2.82E+05	2.82E+05	-3.50E-06
117	1	117	118	1002	beam	3.47E+03	1.17E+05	-2.81E+05	2.82E+05	-3.62E-06
116	1	116	117	1002	beam	5.88E+03	1.22E+05	-2.79E+05	2.81E+05	-3.78E-06
115	1	115	116	1002	beam	8.39E+03	1.27E+05	-2.77E+05	2.79E+05	-3.94E-06
114	1	114	115	1002	beam	1.05E+04	1.31E+05	-2.75E+05	2.77E+05	-4.06E-06
113	1	113	114	1002	beam	1.33E+04	1.37E+05	-2.71E+05	2.75E+05	-4.23E-06
112	1	112	113	1002	beam	1.78E+04	1.45E+05	-2.65E+05	2.71E+05	-4.48E-06
111	1	111	112	1002	beam	2.32E+04	1.54E+05	-2.57E+05	2.65E+05	-4.78E-06
110	1	110	111	1002	beam	2.94E+04	1.65E+05	-2.48E+05	2.57E+05	-5.09E-06
109	1	109	110	1002	beam	3.64E+04	1.71E+05	-2.41E+05	2.48E+05	-5.30E-06
108	1	108	109	1002	beam	4.31E+04	1.77E+05	-2.32E+05	2.41E+05	-5.49E-06
107	1	107	108	1002	beam	5.30E+04	1.85E+05	-2.15E+05	2.32E+05	-5.73E-06
106	1	106	107	1002	beam	6.76E+04	1.95E+05	-1.94E+05	2.15E+05	-6.04E-06
105	1	105	106	1002	beam	8.21E+04	2.02E+05	-1.76E+05	1.93E+05	-6.26E-06
104	1	104	105	1002	beam	9.62E+04	2.10E+05	-1.56E+05	1.76E+05	-6.51E-06
103	1	103	104	1002	beam	1.15E+05	2.20E+05	-1.20E+05	1.56E+05	-6.80E-06
102	1	102	103	1002	beam	1.41E+05	2.32E+05	-7.60E+04	1.20E+05	-7.19E-06
101	1	101	102	1002	beam	1.66E+05	2.44E+05	-3.54E+04	7.60E+04	-7.54E-06
100	1	100	101	1002	beam	1.91E+05	2.55E+05	1.12E+04	3.54E+04	-7.91E-06
99	1	99	100	1002	beam	2.22E+05	2.66E+05	7.74E+04	-1.12E+04	-8.24E-06
98	1	98	99	1002	beam	1.63E+05	3.39E+05	1.29E+05	-7.74E+04	-1.05E-05

PROGETTAZIONE ATI:

10.2 SEZIONE TIPO B2V

OUTPUT FLAC: VERIFICA CENTINE+SPRITZ										
Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
97	1	97	98	1001	beam	-3.56E+04	6.50E+05	-1.17E+04	-2.26E-01	-1.17E-04
96	1	96	97	1001	beam	-2.28E+04	6.75E+05	-1.92E+04	1.17E+04	-1.22E-04
95	1	95	96	1001	beam	-8.17E+03	7.17E+05	-2.19E+04	1.92E+04	-1.29E-04
94	1	94	95	1001	beam	2.01E+03	7.53E+05	-2.12E+04	2.19E+04	-1.35E-04
93	1	93	94	1001	beam	9.61E+03	7.81E+05	-1.81E+04	2.12E+04	-1.40E-04
92	1	92	93	1001	beam	1.67E+04	8.05E+05	-1.26E+04	1.81E+04	-1.45E-04
91	1	91	92	1001	beam	2.60E+04	8.31E+05	-4.00E+03	1.26E+04	-1.50E-04
90	1	90	91	1001	beam	2.07E+04	8.60E+05	2.90E+03	4.00E+03	-1.55E-04
89	1	89	90	1001	beam	8.57E+03	8.87E+05	5.74E+03	-2.90E+03	-1.60E-04
88	1	88	89	1001	beam	2.06E+03	9.08E+05	6.41E+03	-5.74E+03	-1.64E-04
87	1	87	88	1001	beam	-9.97E+02	9.23E+05	6.09E+03	-6.41E+03	-1.66E-04
86	1	86	87	1001	beam	-2.04E+03	9.32E+05	5.44E+03	-6.09E+03	-1.68E-04
85	1	85	86	1001	beam	-1.85E+03	9.35E+05	4.87E+03	-5.44E+03	-1.68E-04
84	1	84	85	1001	beam	1.54E+03	9.32E+05	5.21E+03	-4.87E+03	-1.68E-04
83	1	83	84	1001	beam	2.77E+03	9.26E+05	5.81E+03	-5.21E+03	-1.67E-04
82	1	82	83	1001	beam	-2.35E+03	9.20E+05	5.47E+03	-5.81E+03	-1.66E-04
81	1	81	82	1001	beam	-2.48E+03	8.46E+05	4.33E+03	-5.47E+03	-1.52E-04
80	1	80	81	1001	beam	-8.26E+03	8.29E+05	2.40E+03	-4.33E+03	-1.49E-04
79	1	79	80	1001	beam	-3.81E+02	8.19E+05	2.31E+03	-2.40E+03	-1.47E-04
78	1	78	79	1001	beam	9.50E+02	8.05E+05	2.58E+03	-2.31E+03	-1.45E-04
77	1	77	78	1001	beam	-4.10E+03	7.98E+05	1.65E+03	-2.58E+03	-1.43E-04
76	1	76	77	1001	beam	4.34E+02	7.85E+05	1.74E+03	-1.65E+03	-1.41E-04
75	1	75	76	1001	beam	8.24E+02	7.70E+05	1.93E+03	-1.74E+03	-1.38E-04
74	1	74	75	1001	beam	-4.21E+03	7.59E+05	9.56E+02	-1.93E+03	-1.36E-04
73	1	73	74	1001	beam	1.63E+03	7.43E+05	1.33E+03	-9.50E+02	-1.33E-04
72	1	72	73	1001	beam	-2.78E+03	7.31E+05	6.75E+02	-1.33E+03	-1.31E-04
71	1	71	72	1001	beam	8.29E+02	7.13E+05	8.68E+02	-6.71E+02	-1.28E-04
70	1	70	71	1001	beam	-2.36E+03	6.99E+05	3.08E+02	-8.69E+02	-1.25E-04
69	1	69	70	1001	beam	1.95E+02	6.81E+05	3.48E+02	-3.02E+02	-1.22E-04
68	1	68	69	1001	beam	-1.95E+03	6.66E+05	-1.14E+02	-3.47E+02	-1.19E-04
67	1	67	68	1001	beam	-2.73E+02	6.48E+05	-1.79E+02	1.15E+02	-1.16E-04
66	1	66	67	1001	beam	-1.01E+03	6.33E+05	-4.17E+02	1.81E+02	-1.13E-04
65	1	65	66	1001	beam	-1.20E+03	6.17E+05	-6.92E+02	4.18E+02	-1.11E-04
64	1	64	65	1001	beam	-9.71E+02	6.00E+05	-9.13E+02	6.90E+02	-1.08E-04
63	1	63	64	1001	beam	-3.97E+02	5.84E+05	-1.03E+03	9.14E+02	-1.05E-04
62	1	62	63	1001	beam	-1.66E+03	5.66E+05	-1.40E+03	1.03E+03	-1.01E-04
61	1	61	62	1001	beam	-4.93E+02	5.53E+05	-1.51E+03	1.40E+03	-9.89E-05
60	1	60	61	1001	beam	7.58E+01	5.38E+05	-1.49E+03	1.51E+03	-9.63E-05
59	1	59	60	1001	beam	-2.53E+03	5.23E+05	-2.03E+03	1.49E+03	-9.35E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

58	1	58	59	1001	beam	-8.76E+02	5.11E+05	-2.22E+03	2.03E+03	-9.14E-05
57	1	57	58	1001	beam	-3.09E+02	4.97E+05	-2.32E+03	2.22E+03	-8.90E-05
56	1	56	57	1001	beam	3.44E+02	4.83E+05	-2.21E+03	2.32E+03	-8.63E-05
55	1	55	56	1001	beam	2.52E+02	4.73E+05	-2.16E+03	2.21E+03	-8.47E-05
54	1	54	55	1001	beam	-3.62E+03	4.68E+05	-2.88E+03	2.16E+03	-8.37E-05
53	1	53	54	1001	beam	3.12E+02	4.58E+05	-2.78E+03	2.88E+03	-8.19E-05
52	1	52	53	1001	beam	-1.99E+02	4.50E+05	-2.84E+03	2.77E+03	-8.04E-05
51	1	51	52	1001	beam	-2.10E+02	4.44E+05	-2.91E+03	2.84E+03	-7.94E-05
50	1	50	51	1001	beam	-9.71E+01	4.41E+05	-2.94E+03	2.91E+03	-7.88E-05
49	1	49	50	1001	beam	5.12E+01	4.40E+05	-2.92E+03	2.94E+03	-7.88E-05
48	1	48	49	1001	beam	1.80E+02	4.43E+05	-2.86E+03	2.92E+03	-7.92E-05
47	1	47	48	1001	beam	1.82E+02	4.47E+05	-2.80E+03	2.86E+03	-8.00E-05
46	1	46	47	1001	beam	-2.82E+02	4.55E+05	-2.90E+03	2.80E+03	-8.13E-05
45	1	45	46	1001	beam	6.41E+02	4.62E+05	-2.77E+03	2.90E+03	-8.26E-05
44	1	44	45	1001	beam	4.62E+03	4.72E+05	-1.86E+03	2.77E+03	-8.44E-05
43	1	43	44	1001	beam	-1.23E+03	4.80E+05	-2.26E+03	1.86E+03	-8.58E-05
42	1	42	43	1001	beam	-1.74E+02	4.91E+05	-2.32E+03	2.26E+03	-8.79E-05
41	1	41	42	1001	beam	2.37E+02	5.04E+05	-2.27E+03	2.32E+03	-9.02E-05
40	1	40	41	1001	beam	3.37E+03	5.18E+05	-1.55E+03	2.27E+03	-9.26E-05
39	1	39	40	1001	beam	-5.92E+00	5.32E+05	-1.55E+03	1.55E+03	-9.51E-05
38	1	38	39	1001	beam	1.12E+01	5.46E+05	-1.55E+03	1.56E+03	-9.77E-05
37	1	37	38	1001	beam	1.77E+03	5.61E+05	-1.16E+03	1.55E+03	-1.00E-04
36	1	36	37	1001	beam	8.48E+02	5.78E+05	-9.07E+02	1.15E+03	-1.03E-04
35	1	35	36	1001	beam	8.28E+02	5.95E+05	-7.17E+02	9.07E+02	-1.07E-04
34	1	34	35	1001	beam	8.31E+02	6.10E+05	-5.29E+02	7.21E+02	-1.09E-04
33	1	33	34	1001	beam	1.17E+03	6.28E+05	-2.18E+02	5.32E+02	-1.12E-04
32	1	32	33	1001	beam	4.79E+02	6.44E+05	-1.04E+02	2.14E+02	-1.15E-04
31	1	31	32	1001	beam	1.65E+03	6.62E+05	2.76E+02	1.04E+02	-1.18E-04
30	1	30	31	1001	beam	1.91E+02	6.76E+05	3.20E+02	-2.76E+02	-1.21E-04
29	1	29	30	1001	beam	2.01E+03	6.94E+05	7.81E+02	-3.15E+02	-1.24E-04
28	1	28	29	1001	beam	-2.16E+02	7.08E+05	7.33E+02	-7.83E+02	-1.27E-04
27	1	27	28	1001	beam	2.49E+03	7.25E+05	1.30E+03	-7.27E+02	-1.30E-04
26	1	26	27	1001	beam	-8.59E+02	7.39E+05	1.08E+03	-1.30E+03	-1.32E-04
25	1	25	26	1001	beam	2.94E+03	7.56E+05	1.77E+03	-1.08E+03	-1.35E-04
24	1	24	25	1001	beam	-1.79E+03	7.67E+05	1.34E+03	-1.77E+03	-1.37E-04
23	1	23	24	1001	beam	4.86E+03	7.81E+05	2.46E+03	-1.35E+03	-1.40E-04
22	1	22	23	1001	beam	-5.40E+02	7.93E+05	2.34E+03	-2.46E+03	-1.42E-04
21	1	21	22	1001	beam	-4.35E+01	8.05E+05	2.32E+03	-2.34E+03	-1.44E-04
20	1	20	21	1001	beam	7.85E+03	8.15E+05	4.09E+03	-2.32E+03	-1.46E-04
19	1	19	20	1001	beam	1.84E+03	8.33E+05	4.50E+03	-4.09E+03	-1.50E-04
18	1	18	19	1001	beam	-1.78E+03	8.37E+05	3.96E+03	-4.50E+03	-1.50E-04
17	1	17	18	1001	beam	1.75E+03	8.38E+05	4.34E+03	-3.96E+03	-1.50E-04
16	1	16	17	1001	beam	-2.77E+02	9.27E+05	4.27E+03	-4.33E+03	-1.67E-04

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

15	1	15	16	1001	beam	1.76E+03	9.32E+05	4.82E+03	-4.27E+03	-1.68E-04
14	1	14	15	1001	beam	2.18E+03	9.35E+05	5.51E+03	-4.82E+03	-1.68E-04
13	1	13	14	1001	beam	1.87E+03	9.33E+05	5.88E+03	-5.52E+03	-1.68E-04
12	1	12	13	1001	beam	2.09E+03	9.29E+05	6.30E+03	-5.89E+03	-1.67E-04
11	1	11	12	1001	beam	8.75E+02	9.20E+05	6.58E+03	-6.30E+03	-1.66E-04
10	1	10	11	1001	beam	-2.47E+03	9.04E+05	5.78E+03	-6.58E+03	-1.63E-04
9	1	9	10	1001	beam	-9.02E+03	8.83E+05	2.84E+03	-5.78E+03	-1.59E-04
8	1	8	9	1001	beam	-2.10E+04	8.55E+05	-4.06E+03	-2.84E+03	-1.54E-04
7	1	7	8	1001	beam	-2.59E+04	8.26E+05	-1.26E+04	4.06E+03	-1.49E-04
6	1	6	7	1001	beam	-1.66E+04	7.98E+05	-1.80E+04	1.26E+04	-1.44E-04
5	1	5	6	1001	beam	-9.67E+03	7.73E+05	-2.12E+04	1.80E+04	-1.39E-04
4	1	4	5	1001	beam	-2.08E+03	7.44E+05	-2.19E+04	2.12E+04	-1.34E-04
3	1	3	4	1001	beam	8.03E+03	7.07E+05	-1.92E+04	2.19E+04	-1.27E-04
2	1	2	3	1001	beam	2.26E+04	6.65E+05	-1.18E+04	1.92E+04	-1.20E-04
1	1	1	2	1001	beam	3.59E+04	6.38E+05	3.65E-01	1.18E+04	-1.15E-04

OUTPUT FLAC: VERIFICA RIV DEFINITIVO

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
245	2	97	98	1003	beam	-4.40E+05	1.60E+06	3.17E+05	-4.62E+05	-5.82E-05
244	2	96	97	1003	beam	-3.33E+05	1.64E+06	2.08E+05	-3.17E+05	-5.96E-05
243	2	95	96	1003	beam	-2.40E+05	1.69E+06	1.29E+05	-2.08E+05	-6.16E-05
242	2	94	95	1003	beam	-1.66E+05	1.73E+06	7.39E+04	-1.29E+05	-6.30E-05
241	2	93	94	1003	beam	-1.05E+05	1.76E+06	3.95E+04	-7.39E+04	-6.39E-05
240	2	92	93	1003	beam	-4.92E+04	1.77E+06	2.34E+04	-3.96E+04	-6.46E-05
239	2	91	92	1003	beam	3.43E+03	1.79E+06	2.46E+04	-2.35E+04	-6.51E-05
238	2	90	91	1003	beam	4.92E+03	1.80E+06	2.63E+04	-2.46E+04	-6.55E-05
237	2	89	90	1003	beam	-1.90E+04	1.81E+06	2.00E+04	-2.63E+04	-6.59E-05
236	2	88	89	1003	beam	-2.78E+04	1.82E+06	1.09E+04	-2.00E+04	-6.64E-05
235	2	87	88	1003	beam	-2.89E+04	1.83E+06	1.54E+03	-1.09E+04	-6.66E-05
234	2	86	87	1003	beam	-2.66E+04	1.83E+06	-6.90E+03	-1.54E+03	-6.66E-05
233	2	85	86	1003	beam	-2.28E+04	1.82E+06	-1.40E+04	6.90E+03	-6.64E-05
232	2	84	85	1003	beam	-1.51E+04	1.81E+06	-1.73E+04	1.40E+04	-6.59E-05
231	2	83	84	1003	beam	-1.11E+04	1.79E+06	-1.97E+04	1.73E+04	-6.53E-05
230	2	82	83	1003	beam	-2.00E+04	1.78E+06	-2.26E+04	1.97E+04	-6.47E-05
229	2	81	82	1003	beam	6.75E+03	1.62E+06	-1.95E+04	2.26E+04	-5.92E-05
228	2	80	81	1003	beam	-1.34E+04	1.58E+06	-2.26E+04	1.95E+04	-5.74E-05
227	2	79	80	1003	beam	-1.66E+03	1.55E+06	-2.30E+04	2.26E+04	-5.65E-05
226	2	78	79	1003	beam	-1.13E+03	1.52E+06	-2.34E+04	2.30E+04	-5.54E-05
225	2	77	78	1003	beam	-9.84E+03	1.50E+06	-2.56E+04	2.33E+04	-5.47E-05
224	2	76	77	1003	beam	-2.18E+03	1.48E+06	-2.61E+04	2.56E+04	-5.38E-05
223	2	75	76	1003	beam	-1.24E+03	1.45E+06	-2.64E+04	2.61E+04	-5.28E-05
222	2	74	75	1003	beam	-8.51E+03	1.43E+06	-2.83E+04	2.63E+04	-5.20E-05
221	2	73	74	1003	beam	5.40E+02	1.40E+06	-2.82E+04	2.83E+04	-5.10E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

220	2	72	73	1003	beam	-5.24E+03	1.38E+06	-2.94E+04	2.82E+04	-5.03E-05
219	2	71	72	1003	beam	1.27E+02	1.35E+06	-2.94E+04	2.95E+04	-4.92E-05
218	2	70	71	1003	beam	-3.51E+03	1.33E+06	-3.03E+04	2.95E+04	-4.84E-05
217	2	69	70	1003	beam	2.63E+02	1.30E+06	-3.03E+04	3.03E+04	-4.73E-05
216	2	68	69	1003	beam	-1.54E+03	1.28E+06	-3.06E+04	3.03E+04	-4.65E-05
215	2	67	68	1003	beam	5.70E+02	1.25E+06	-3.05E+04	3.07E+04	-4.55E-05
214	2	66	67	1003	beam	1.07E+03	1.23E+06	-3.03E+04	3.05E+04	-4.47E-05
213	2	65	66	1003	beam	9.92E+02	1.20E+06	-3.00E+04	3.03E+04	-4.38E-05
212	2	64	65	1003	beam	1.75E+03	1.18E+06	-2.96E+04	3.00E+04	-4.29E-05
211	2	63	64	1003	beam	4.13E+03	1.16E+06	-2.85E+04	2.97E+04	-4.21E-05
210	2	62	63	1003	beam	1.75E+03	1.13E+06	-2.81E+04	2.85E+04	-4.12E-05
209	2	61	62	1003	beam	4.95E+03	1.11E+06	-2.70E+04	2.81E+04	-4.05E-05
208	2	60	61	1003	beam	6.89E+03	1.09E+06	-2.49E+04	2.70E+04	-3.98E-05
207	2	59	60	1003	beam	2.33E+03	1.07E+06	-2.44E+04	2.49E+04	-3.90E-05
206	2	58	59	1003	beam	5.97E+03	1.06E+06	-2.31E+04	2.43E+04	-3.85E-05
205	2	57	58	1003	beam	7.44E+03	1.04E+06	-2.07E+04	2.31E+04	-3.78E-05
204	2	56	57	1003	beam	9.09E+03	1.02E+06	-1.77E+04	2.07E+04	-3.72E-05
203	2	55	56	1003	beam	8.58E+03	1.01E+06	-1.60E+04	1.77E+04	-3.68E-05
202	2	54	55	1003	beam	1.00E+03	1.01E+06	-1.58E+04	1.60E+04	-3.66E-05
201	2	53	54	1003	beam	7.35E+03	9.94E+05	-1.34E+04	1.57E+04	-3.62E-05
200	2	52	53	1003	beam	6.72E+03	9.86E+05	-1.11E+04	1.34E+04	-3.59E-05
199	2	51	52	1003	beam	6.72E+03	9.83E+05	-8.91E+03	1.11E+04	-3.58E-05
198	2	50	51	1003	beam	7.04E+03	9.83E+05	-6.57E+03	8.92E+03	-3.58E-05
197	2	49	50	1003	beam	6.98E+03	9.88E+05	-4.25E+03	6.57E+03	-3.60E-05
196	2	48	49	1003	beam	6.84E+03	9.96E+05	-2.01E+03	4.28E+03	-3.63E-05
195	2	47	48	1003	beam	6.46E+03	1.01E+06	9.85E+01	2.03E+03	-3.67E-05
194	2	46	47	1003	beam	5.11E+03	1.02E+06	1.74E+03	-8.18E+01	-3.73E-05
193	2	45	46	1003	beam	5.82E+03	1.04E+06	2.89E+03	-1.74E+03	-3.78E-05
192	2	44	45	1003	beam	1.08E+04	1.05E+06	5.03E+03	-2.90E+03	-3.84E-05
191	2	43	44	1003	beam	4.02E+01	1.07E+06	5.04E+03	-5.03E+03	-3.89E-05
190	2	42	43	1003	beam	6.65E+02	1.09E+06	5.26E+03	-5.05E+03	-3.97E-05
189	2	41	42	1003	beam	3.18E+02	1.11E+06	5.30E+03	-5.23E+03	-4.05E-05
188	2	40	41	1003	beam	4.53E+03	1.13E+06	6.21E+03	-5.23E+03	-4.13E-05
187	2	39	40	1003	beam	-2.37E+03	1.16E+06	5.45E+03	-6.18E+03	-4.21E-05
186	2	38	39	1003	beam	-3.67E+03	1.18E+06	4.62E+03	-5.45E+03	-4.29E-05
185	2	37	38	1003	beam	-1.79E+03	1.20E+06	4.23E+03	-4.63E+03	-4.37E-05
184	2	36	37	1003	beam	-4.68E+03	1.23E+06	2.87E+03	-4.23E+03	-4.47E-05
183	2	35	36	1003	beam	-6.28E+03	1.25E+06	1.39E+03	-2.83E+03	-4.57E-05
182	2	34	35	1003	beam	-6.97E+03	1.28E+06	-2.00E+02	-1.40E+03	-4.64E-05
181	2	33	34	1003	beam	-7.90E+03	1.30E+06	-2.29E+03	1.75E+02	-4.75E-05
180	2	32	33	1003	beam	-9.41E+03	1.33E+06	-4.46E+03	2.30E+03	-4.83E-05
179	2	31	32	1003	beam	-8.65E+03	1.35E+06	-6.46E+03	4.47E+03	-4.93E-05
178	2	30	31	1003	beam	-1.10E+04	1.37E+06	-8.96E+03	6.41E+03	-5.00E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

177	2	29	30	1003	beam	-9.06E+03	1.40E+06	-1.11E+04	8.95E+03	-5.10E-05
176	2	28	29	1003	beam	-1.27E+04	1.42E+06	-1.40E+04	1.11E+04	-5.17E-05
175	2	27	28	1003	beam	-9.14E+03	1.45E+06	-1.61E+04	1.40E+04	-5.26E-05
174	2	26	27	1003	beam	-1.42E+04	1.47E+06	-1.96E+04	1.61E+04	-5.34E-05
173	2	25	26	1003	beam	-8.62E+03	1.49E+06	-2.16E+04	1.96E+04	-5.43E-05
172	2	24	25	1003	beam	-1.56E+04	1.51E+06	-2.53E+04	2.16E+04	-5.49E-05
171	2	23	24	1003	beam	-5.27E+03	1.53E+06	-2.65E+04	2.53E+04	-5.57E-05
170	2	22	23	1003	beam	-1.39E+04	1.55E+06	-2.96E+04	2.64E+04	-5.64E-05
169	2	21	22	1003	beam	-1.38E+04	1.57E+06	-3.36E+04	2.96E+04	-5.72E-05
168	2	20	21	1003	beam	-2.84E+03	1.59E+06	-3.42E+04	3.35E+04	-5.79E-05
167	2	19	20	1003	beam	-1.53E+04	1.62E+06	-3.76E+04	3.42E+04	-5.92E-05
166	2	18	19	1003	beam	-2.15E+04	1.64E+06	-4.41E+04	3.76E+04	-5.97E-05
165	2	17	18	1003	beam	-1.64E+04	1.66E+06	-4.76E+04	4.41E+04	-6.03E-05
164	2	16	17	1003	beam	-3.14E+03	1.82E+06	-4.83E+04	4.76E+04	-6.63E-05
163	2	15	16	1003	beam	4.77E+03	1.84E+06	-4.68E+04	4.83E+04	-6.69E-05
162	2	14	15	1003	beam	1.13E+04	1.85E+06	-4.32E+04	4.68E+04	-6.73E-05
161	2	13	14	1003	beam	1.64E+04	1.85E+06	-4.00E+04	4.32E+04	-6.75E-05
160	2	12	13	1003	beam	2.13E+04	1.85E+06	-3.59E+04	4.00E+04	-6.75E-05
159	2	11	12	1003	beam	2.55E+04	1.85E+06	-2.77E+04	3.59E+04	-6.74E-05
158	2	10	11	1003	beam	2.82E+04	1.84E+06	-1.86E+04	2.77E+04	-6.70E-05
157	2	9	10	1003	beam	2.37E+04	1.82E+06	-1.09E+04	1.86E+04	-6.64E-05
156	2	8	9	1003	beam	4.24E+03	1.81E+06	-9.54E+03	1.09E+04	-6.60E-05
155	2	7	8	1003	beam	9.78E+03	1.80E+06	-6.34E+03	9.56E+03	-6.56E-05
154	2	6	7	1003	beam	6.77E+04	1.79E+06	1.59E+04	6.38E+03	-6.51E-05
153	2	5	6	1003	beam	1.29E+05	1.77E+06	5.83E+04	-1.59E+04	-6.44E-05
152	2	4	5	1003	beam	1.97E+05	1.74E+06	1.23E+05	-5.83E+04	-6.34E-05
151	2	3	4	1003	beam	2.77E+05	1.70E+06	2.14E+05	-1.23E+05	-6.20E-05
150	2	2	3	1003	beam	3.74E+05	1.65E+06	3.38E+05	-2.14E+05	-6.00E-05
149	2	1	2	1003	beam	4.84E+05	1.61E+06	4.97E+05	-3.38E+05	-5.85E-05
148	1	148	1	1002	beam	-2.86E+05	9.92E+05	4.07E+05	-4.97E+05	-3.07E-05
147	1	147	148	1002	beam	-5.38E+05	8.40E+05	3.31E+05	-4.07E+05	-2.60E-05
146	1	146	147	1002	beam	-4.86E+05	8.20E+05	1.82E+05	-3.31E+05	-2.54E-05
145	1	145	146	1002	beam	-4.31E+05	7.97E+05	8.93E+04	-1.82E+05	-2.47E-05
144	1	144	145	1002	beam	-3.88E+05	7.77E+05	5.62E+03	-8.94E+04	-2.40E-05
143	1	143	144	1002	beam	-3.40E+05	7.57E+05	-1.00E+05	-5.62E+03	-2.34E-05
142	1	142	143	1002	beam	-2.92E+05	7.31E+05	-1.92E+05	1.00E+05	-2.27E-05
141	1	141	142	1002	beam	-2.53E+05	7.10E+05	-2.45E+05	1.92E+05	-2.20E-05
140	1	140	141	1002	beam	-2.27E+05	6.97E+05	-2.93E+05	2.45E+05	-2.16E-05
139	1	139	140	1002	beam	-1.98E+05	6.79E+05	-3.56E+05	2.93E+05	-2.10E-05
138	1	138	139	1002	beam	-1.67E+05	6.57E+05	-4.09E+05	3.56E+05	-2.04E-05
137	1	137	138	1002	beam	-1.45E+05	6.40E+05	-4.39E+05	4.09E+05	-1.98E-05
136	1	136	137	1002	beam	-1.30E+05	6.27E+05	-4.65E+05	4.39E+05	-1.94E-05
135	1	135	136	1002	beam	-1.13E+05	6.12E+05	-5.01E+05	4.65E+05	-1.90E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

134	1	134	135	1002	beam	-9.54E+04	5.92E+05	-5.32E+05	5.01E+05	-1.83E-05
133	1	133	134	1002	beam	-8.01E+04	5.72E+05	-5.59E+05	5.32E+05	-1.77E-05
132	1	132	133	1002	beam	-6.62E+04	5.55E+05	-5.81E+05	5.59E+05	-1.72E-05
131	1	131	132	1002	beam	-5.72E+04	5.43E+05	-5.91E+05	5.81E+05	-1.68E-05
130	1	130	131	1002	beam	-5.00E+04	5.36E+05	-6.01E+05	5.91E+05	-1.66E-05
129	1	129	130	1002	beam	-4.19E+04	5.25E+05	-6.15E+05	6.01E+05	-1.63E-05
128	1	128	129	1002	beam	-3.22E+04	5.15E+05	-6.25E+05	6.15E+05	-1.59E-05
127	1	127	128	1002	beam	-2.38E+04	5.06E+05	-6.33E+05	6.25E+05	-1.57E-05
126	1	126	127	1002	beam	-1.71E+04	5.00E+05	-6.39E+05	6.33E+05	-1.55E-05
125	1	125	126	1002	beam	-1.12E+04	4.95E+05	-6.42E+05	6.39E+05	-1.53E-05
124	1	124	125	1002	beam	-6.34E+03	4.92E+05	-6.45E+05	6.42E+05	-1.52E-05
123	1	123	124	1002	beam	-2.37E+03	4.90E+05	-6.45E+05	6.45E+05	-1.52E-05
122	1	122	123	1002	beam	1.73E+03	4.89E+05	-6.45E+05	6.45E+05	-1.51E-05
121	1	121	122	1002	beam	6.22E+03	4.89E+05	-6.43E+05	6.45E+05	-1.51E-05
120	1	120	121	1002	beam	1.09E+04	4.90E+05	-6.39E+05	6.43E+05	-1.52E-05
119	1	119	120	1002	beam	1.64E+04	4.92E+05	-6.34E+05	6.39E+05	-1.52E-05
118	1	118	119	1002	beam	2.29E+04	4.96E+05	-6.26E+05	6.34E+05	-1.54E-05
117	1	117	118	1002	beam	3.10E+04	5.02E+05	-6.16E+05	6.26E+05	-1.56E-05
116	1	116	117	1002	beam	4.00E+04	5.11E+05	-6.03E+05	6.16E+05	-1.58E-05
115	1	115	116	1002	beam	4.81E+04	5.20E+05	-5.94E+05	6.03E+05	-1.61E-05
114	1	114	115	1002	beam	5.61E+04	5.26E+05	-5.83E+05	5.94E+05	-1.63E-05
113	1	113	114	1002	beam	6.57E+04	5.36E+05	-5.62E+05	5.83E+05	-1.66E-05
112	1	112	113	1002	beam	8.01E+04	5.51E+05	-5.35E+05	5.62E+05	-1.71E-05
111	1	111	112	1002	beam	9.59E+04	5.67E+05	-5.04E+05	5.35E+05	-1.76E-05
110	1	110	111	1002	beam	1.14E+05	5.85E+05	-4.68E+05	5.04E+05	-1.81E-05
109	1	109	110	1002	beam	1.32E+05	5.97E+05	-4.41E+05	4.68E+05	-1.85E-05
108	1	108	109	1002	beam	1.49E+05	6.09E+05	-4.11E+05	4.41E+05	-1.89E-05
107	1	107	108	1002	beam	1.71E+05	6.24E+05	-3.56E+05	4.11E+05	-1.93E-05
106	1	106	107	1002	beam	2.03E+05	6.44E+05	-2.92E+05	3.56E+05	-2.00E-05
105	1	105	106	1002	beam	2.32E+05	6.60E+05	-2.43E+05	2.92E+05	-2.04E-05
104	1	104	105	1002	beam	2.60E+05	6.75E+05	-1.88E+05	2.43E+05	-2.09E-05
103	1	103	104	1002	beam	2.97E+05	6.94E+05	-9.47E+04	1.88E+05	-2.15E-05
102	1	102	103	1002	beam	3.47E+05	7.18E+05	1.26E+04	9.47E+04	-2.22E-05
101	1	101	102	1002	beam	3.97E+05	7.39E+05	1.10E+05	-1.26E+04	-2.29E-05
100	1	100	101	1002	beam	4.46E+05	7.62E+05	2.19E+05	-1.10E+05	-2.36E-05
99	1	99	100	1002	beam	5.05E+05	7.84E+05	3.69E+05	-2.19E+05	-2.43E-05
98	1	98	99	1002	beam	2.95E+05	9.43E+05	4.62E+05	-3.69E+05	-2.92E-05

10.3 SEZIONE TIPO B1

OUTPUT FLAC: VERIFICA CENTINE+SPRITZ

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
------	----	------	------	------	------	---------	---------	-------	-------	--------

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

102	1	102	103	1001	beam	-1.94E+05	1.77E+06	-2.59E+04	8.26E-02	-2.24E-04
101	1	101	102	1001	beam	-1.58E+05	1.85E+06	-7.79E+04	2.59E+04	-2.45E-04
100	1	100	101	1001	beam	-1.07E+05	1.98E+06	-1.13E+05	7.79E+04	-2.68E-04
99	1	99	100	1001	beam	-6.02E+04	2.09E+06	-1.33E+05	1.13E+05	-2.85E-04
98	1	98	99	1001	beam	-1.77E+04	2.21E+06	-1.39E+05	1.33E+05	-3.00E-04
97	1	97	98	1001	beam	2.05E+04	2.32E+06	-1.32E+05	1.39E+05	-3.14E-04
96	1	96	97	1001	beam	6.61E+04	2.41E+06	-1.10E+05	1.32E+05	-3.24E-04
95	1	95	96	1001	beam	1.13E+05	2.40E+06	-7.31E+04	1.10E+05	-3.23E-04
94	1	94	95	1001	beam	1.52E+05	2.40E+06	-2.31E+04	7.31E+04	-3.23E-04
93	1	93	94	1001	beam	1.11E+05	2.40E+06	1.32E+04	2.31E+04	-3.24E-04
92	1	92	93	1001	beam	7.12E+04	2.42E+06	3.63E+04	-1.32E+04	-3.26E-04
91	1	91	92	1001	beam	4.00E+04	2.44E+06	4.92E+04	-3.63E+04	-3.29E-04
90	1	90	91	1001	beam	1.29E+04	2.46E+06	5.32E+04	-4.92E+04	-3.31E-04
89	1	89	90	1001	beam	-3.75E+04	2.44E+06	4.54E+04	-5.32E+04	-3.29E-04
88	1	88	89	1001	beam	-1.41E+04	2.46E+06	4.25E+04	-4.54E+04	-3.31E-04
87	1	87	88	1001	beam	-1.68E+04	2.48E+06	3.71E+04	-4.25E+04	-3.33E-04
86	1	86	87	1001	beam	-1.88E+04	2.47E+06	3.13E+04	-3.71E+04	-3.31E-04
85	1	85	86	1001	beam	-1.27E+04	2.45E+06	2.75E+04	-3.13E+04	-3.28E-04
84	1	84	85	1001	beam	-2.77E+04	2.44E+06	2.10E+04	-2.75E+04	-3.24E-04
83	1	83	84	1001	beam	-1.23E+04	2.41E+06	1.82E+04	-2.10E+04	-3.20E-04
82	1	82	83	1001	beam	-4.79E+03	2.38E+06	1.68E+04	-1.82E+04	-3.15E-04
81	1	81	82	1001	beam	-1.49E+04	2.34E+06	1.32E+04	-1.68E+04	-3.09E-04
80	1	80	81	1001	beam	-5.57E+03	2.30E+06	1.18E+04	-1.32E+04	-3.02E-04
79	1	79	80	1001	beam	-2.18E+01	2.24E+06	1.18E+04	-1.18E+04	-2.93E-04
78	1	78	79	1001	beam	-1.35E+04	2.17E+06	8.71E+03	-1.18E+04	-2.82E-04
77	1	77	78	1001	beam	-1.03E+03	2.11E+06	8.47E+03	-8.71E+03	-2.74E-04
76	1	76	77	1001	beam	-1.07E+04	2.06E+06	5.99E+03	-8.47E+03	-2.66E-04
75	1	75	76	1001	beam	-2.72E+03	2.00E+06	5.36E+03	-5.99E+03	-2.58E-04
74	1	74	75	1001	beam	-4.48E+03	1.94E+06	4.31E+03	-5.36E+03	-2.50E-04
73	1	73	74	1001	beam	-1.18E+04	1.84E+06	1.55E+03	-4.31E+03	-2.37E-04
72	1	72	73	1001	beam	6.05E+03	1.77E+06	2.96E+03	-1.55E+03	-2.28E-04
71	1	71	72	1001	beam	-3.79E+03	1.72E+06	2.07E+03	-2.96E+03	-2.22E-04
70	1	70	71	1001	beam	8.55E+02	1.68E+06	2.27E+03	-2.07E+03	-2.16E-04
69	1	69	70	1001	beam	3.15E+03	1.62E+06	3.00E+03	-2.27E+03	-2.09E-04
68	1	68	69	1001	beam	-2.27E+03	1.54E+06	2.38E+03	-3.00E+03	-1.99E-04
67	1	67	68	1001	beam	4.08E+03	1.48E+06	3.32E+03	-2.38E+03	-1.91E-04
66	1	66	67	1001	beam	-5.31E+03	1.42E+06	2.10E+03	-3.32E+03	-1.85E-04
65	1	65	66	1001	beam	-4.45E+03	1.38E+06	1.10E+03	-2.10E+03	-1.80E-04
64	1	64	65	1001	beam	-2.03E+03	1.34E+06	6.46E+02	-1.10E+03	-1.75E-04
63	1	63	64	1001	beam	-3.52E+03	1.31E+06	-4.09E+02	-6.45E+02	-1.70E-04
62	1	62	63	1001	beam	-2.99E+03	1.27E+06	-1.05E+03	4.09E+02	-1.65E-04
61	1	61	62	1001	beam	-9.99E+02	1.24E+06	-1.27E+03	1.05E+03	-1.61E-04
60	1	60	61	1001	beam	-1.32E+03	1.21E+06	-1.68E+03	1.27E+03	-1.58E-04

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

59	1	59	60	1001	beam	-8.26E+02	1.18E+06	-1.94E+03	1.68E+03	-1.53E-04
58	1	58	59	1001	beam	2.38E+02	1.15E+06	-1.86E+03	1.94E+03	-1.49E-04
57	1	57	58	1001	beam	-2.48E+03	1.13E+06	-2.35E+03	1.86E+03	-1.46E-04
56	1	56	57	1001	beam	-6.99E+01	1.11E+06	-2.36E+03	2.35E+03	-1.45E-04
55	1	55	56	1001	beam	-2.58E+02	1.10E+06	-2.45E+03	2.36E+03	-1.43E-04
54	1	54	55	1001	beam	-2.24E+02	1.08E+06	-2.52E+03	2.45E+03	-1.40E-04
53	1	53	54	1001	beam	-1.40E+02	1.07E+06	-2.57E+03	2.52E+03	-1.39E-04
52	1	52	53	1001	beam	-2.50E+01	1.06E+06	-2.58E+03	2.57E+03	-1.38E-04
51	1	51	52	1001	beam	9.73E+01	1.06E+06	-2.54E+03	2.58E+03	-1.38E-04
50	1	50	51	1001	beam	2.21E+02	1.06E+06	-2.47E+03	2.54E+03	-1.38E-04
49	1	49	50	1001	beam	3.41E+02	1.07E+06	-2.36E+03	2.47E+03	-1.39E-04
48	1	48	49	1001	beam	3.18E+02	1.08E+06	-2.26E+03	2.36E+03	-1.41E-04
47	1	47	48	1001	beam	1.18E+03	1.09E+06	-2.02E+03	2.26E+03	-1.42E-04
46	1	46	47	1001	beam	2.28E+02	1.10E+06	-1.98E+03	2.02E+03	-1.44E-04
45	1	45	46	1001	beam	6.45E+02	1.12E+06	-1.77E+03	1.98E+03	-1.46E-04
44	1	44	45	1001	beam	1.08E+03	1.14E+06	-1.43E+03	1.77E+03	-1.49E-04
43	1	43	44	1001	beam	1.20E+03	1.16E+06	-1.17E+03	1.43E+03	-1.52E-04
42	1	42	43	1001	beam	2.42E+03	1.18E+06	-6.48E+02	1.17E+03	-1.55E-04
41	1	41	42	1001	beam	3.16E+03	1.21E+06	3.14E+02	6.48E+02	-1.59E-04
40	1	40	41	1001	beam	4.43E+03	1.24E+06	1.31E+03	-3.14E+02	-1.63E-04
39	1	39	40	1001	beam	2.96E+02	1.27E+06	1.37E+03	-1.31E+03	-1.66E-04
38	1	38	39	1001	beam	5.40E+03	1.31E+06	2.93E+03	-1.37E+03	-1.72E-04
37	1	37	38	1001	beam	8.68E+01	1.36E+06	2.95E+03	-2.93E+03	-1.79E-04
36	1	36	37	1001	beam	2.74E+03	1.41E+06	3.57E+03	-2.95E+03	-1.85E-04
35	1	35	36	1001	beam	5.95E+03	1.45E+06	4.96E+03	-3.57E+03	-1.90E-04
34	1	34	35	1001	beam	-8.60E+03	1.51E+06	2.95E+03	-4.96E+03	-1.97E-04
33	1	33	34	1001	beam	5.32E+03	1.57E+06	4.21E+03	-2.95E+03	-2.05E-04
32	1	32	33	1001	beam	-6.49E+03	1.64E+06	2.67E+03	-4.21E+03	-2.13E-04
31	1	31	32	1001	beam	6.53E+03	1.70E+06	4.22E+03	-2.67E+03	-2.21E-04
30	1	30	31	1001	beam	-4.65E+03	1.76E+06	3.12E+03	-4.22E+03	-2.28E-04
29	1	29	30	1001	beam	9.71E+03	1.81E+06	5.41E+03	-3.12E+03	-2.36E-04
28	1	28	29	1001	beam	-1.20E+02	1.85E+06	5.39E+03	-5.41E+03	-2.42E-04
27	1	27	28	1001	beam	1.81E+04	1.91E+06	9.60E+03	-5.39E+03	-2.49E-04
26	1	26	27	1001	beam	4.51E+03	1.99E+06	1.07E+04	-9.60E+03	-2.63E-04
25	1	25	26	1001	beam	3.37E+03	2.03E+06	1.14E+04	-1.07E+04	-2.69E-04
24	1	24	25	1001	beam	1.44E+04	2.07E+06	1.47E+04	-1.14E+04	-2.75E-04
23	1	23	24	1001	beam	4.73E+03	2.10E+06	1.61E+04	-1.47E+04	-2.80E-04
22	1	22	23	1001	beam	2.70E+04	2.13E+06	2.21E+04	-1.61E+04	-2.86E-04
21	1	21	22	1001	beam	1.07E+04	2.19E+06	2.45E+04	-2.21E+04	-2.94E-04
20	1	20	21	1001	beam	1.23E+04	2.21E+06	2.82E+04	-2.45E+04	-2.99E-04
19	1	19	20	1001	beam	1.48E+04	2.23E+06	3.13E+04	-2.82E+04	-3.03E-04
18	1	18	19	1001	beam	2.67E+04	2.24E+06	3.70E+04	-3.13E+04	-3.04E-04
17	1	17	18	1001	beam	1.17E+04	2.24E+06	4.06E+04	-3.70E+04	-3.05E-04

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

16	1	16	17	1001	beam	1.08E+04	2.24E+06	4.41E+04	-4.06E+04	-3.06E-04
15	1	15	16	1001	beam	8.61E+03	2.21E+06	4.58E+04	-4.41E+04	-3.03E-04
14	1	14	15	1001	beam	2.97E+04	2.18E+06	5.17E+04	-4.58E+04	-3.00E-04
13	1	13	14	1001	beam	-1.15E+04	2.18E+06	4.80E+04	-5.17E+04	-3.00E-04
12	1	12	13	1001	beam	-3.57E+04	2.16E+06	3.65E+04	-4.80E+04	-2.97E-04
11	1	11	12	1001	beam	-6.74E+04	2.12E+06	1.46E+04	-3.65E+04	-2.93E-04
10	1	10	11	1001	beam	-1.09E+05	2.08E+06	-2.10E+04	-1.46E+04	-2.88E-04
9	1	9	10	1001	beam	-1.46E+05	2.05E+06	-6.92E+04	2.10E+04	-2.84E-04
8	1	8	9	1001	beam	-1.16E+05	2.04E+06	-1.07E+05	6.92E+04	-2.83E-04
7	1	7	8	1001	beam	-7.02E+04	2.05E+06	-1.30E+05	1.07E+05	-2.83E-04
6	1	6	7	1001	beam	-1.78E+04	1.99E+06	-1.36E+05	1.30E+05	-2.76E-04
5	1	5	6	1001	beam	1.58E+04	1.89E+06	-1.31E+05	1.36E+05	0.00
4	1	4	5	1001	beam	5.60E+04	1.78E+06	-1.13E+05	1.31E+05	0.00
3	1	3	4	1001	beam	1.02E+05	1.66E+06	-7.91E+04	1.13E+05	0.00
2	1	2	3	1001	beam	1.52E+05	1.54E+06	-2.92E+04	7.91E+04	0.00
1	1	1	2	1001	beam	2.19E+05	1.45E+06	-3.05E-01	2.92E+04	0.00

OUTPUT FLAC: VERIFICA RIV DEFINITIVO

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
254	2	102	103	1003	beam	-5.56E+05	2.38E+06	1.83E+05	-2.57E+05	-1.21E-04
253	2	101	102	1003	beam	-4.00E+05	2.44E+06	5.12E+04	-1.83E+05	-1.23E-04
252	2	100	101	1003	beam	-2.34E+05	2.54E+06	-2.56E+04	-5.12E+04	-1.27E-04
251	2	99	100	1003	beam	-1.45E+05	2.63E+06	-7.32E+04	2.56E+04	-1.31E-04
250	2	98	99	1003	beam	-8.42E+04	2.74E+06	-1.01E+05	7.32E+04	-1.35E-04
249	2	97	98	1003	beam	-3.12E+04	2.83E+06	-1.11E+05	1.01E+05	-1.39E-04
248	2	96	97	1003	beam	2.61E+04	2.91E+06	-1.03E+05	1.11E+05	-1.41E-04
247	2	95	96	1003	beam	8.54E+04	2.91E+06	-7.44E+04	1.03E+05	-1.42E-04
246	2	94	95	1003	beam	1.34E+05	2.91E+06	-3.03E+04	7.44E+04	-1.42E-04
245	2	93	94	1003	beam	9.13E+04	2.90E+06	-4.20E+02	3.03E+04	-1.42E-04
244	2	92	93	1003	beam	5.51E+04	2.90E+06	1.75E+04	4.20E+02	-1.41E-04
243	2	91	92	1003	beam	3.21E+04	2.89E+06	2.78E+04	-1.75E+04	-1.41E-04
242	2	90	91	1003	beam	1.53E+04	2.88E+06	3.26E+04	-2.78E+04	-1.40E-04
241	2	89	90	1003	beam	-3.25E+04	2.85E+06	2.58E+04	-3.26E+04	-1.39E-04
240	2	88	89	1003	beam	-8.95E+03	2.86E+06	2.40E+04	-2.58E+04	-1.40E-04
239	2	87	88	1003	beam	-1.13E+04	2.88E+06	2.04E+04	-2.40E+04	-1.41E-04
238	2	86	87	1003	beam	-1.47E+04	2.86E+06	1.58E+04	-2.04E+04	-1.40E-04
237	2	85	86	1003	beam	-9.53E+03	2.83E+06	1.29E+04	-1.58E+04	-1.39E-04
236	2	84	85	1003	beam	-2.83E+04	2.82E+06	6.37E+03	-1.29E+04	-1.39E-04
235	2	83	84	1003	beam	-1.27E+04	2.80E+06	3.41E+03	-6.37E+03	-1.38E-04
234	2	82	83	1003	beam	-7.71E+03	2.78E+06	1.17E+03	-3.41E+03	-1.37E-04
233	2	81	82	1003	beam	-2.00E+04	2.74E+06	-3.69E+03	-1.17E+03	-1.36E-04
232	2	80	81	1003	beam	-1.22E+04	2.70E+06	-6.63E+03	3.69E+03	-1.34E-04
231	2	79	80	1003	beam	-8.31E+03	2.64E+06	-8.89E+03	6.63E+03	-1.33E-04

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

230	2	78	79	1003	beam	-1.89E+04	2.58E+06	-1.32E+04	8.89E+03	-1.30E-04
229	2	77	78	1003	beam	-5.46E+03	2.52E+06	-1.45E+04	1.32E+04	-1.28E-04
228	2	76	77	1003	beam	-1.13E+04	2.48E+06	-1.71E+04	1.45E+04	-1.27E-04
227	2	75	76	1003	beam	-4.03E+03	2.43E+06	-1.81E+04	1.71E+04	-1.24E-04
226	2	74	75	1003	beam	-3.46E+03	2.37E+06	-1.89E+04	1.81E+04	-1.22E-04
225	2	73	74	1003	beam	-5.58E+03	2.28E+06	-2.02E+04	1.89E+04	-1.19E-04
224	2	72	73	1003	beam	7.39E+03	2.21E+06	-1.85E+04	2.02E+04	-1.16E-04
223	2	71	72	1003	beam	5.56E+03	2.17E+06	-1.72E+04	1.85E+04	-1.14E-04
222	2	70	71	1003	beam	9.15E+03	2.11E+06	-1.50E+04	1.72E+04	-1.12E-04
221	2	69	70	1003	beam	1.08E+04	2.05E+06	-1.25E+04	1.50E+04	-1.09E-04
220	2	68	69	1003	beam	1.20E+04	1.97E+06	-9.26E+03	1.25E+04	-1.06E-04
219	2	67	68	1003	beam	1.84E+04	1.89E+06	-5.01E+03	9.26E+03	-1.03E-04
218	2	66	67	1003	beam	1.35E+04	1.82E+06	-1.89E+03	5.01E+03	-9.97E-05
217	2	65	66	1003	beam	1.51E+04	1.76E+06	1.49E+03	1.89E+03	-9.72E-05
216	2	64	65	1003	beam	1.66E+04	1.70E+06	5.19E+03	-1.49E+03	-9.44E-05
215	2	63	64	1003	beam	8.94E+03	1.62E+06	7.87E+03	-5.19E+03	-9.06E-05
214	2	62	63	1003	beam	7.69E+03	1.56E+06	9.52E+03	-7.87E+03	-8.79E-05
213	2	61	62	1003	beam	5.29E+03	1.50E+06	1.07E+04	-9.52E+03	-8.55E-05
212	2	60	61	1003	beam	-4.59E+03	1.45E+06	9.24E+03	-1.07E+04	-8.30E-05
211	2	59	60	1003	beam	-6.95E+03	1.41E+06	7.02E+03	-9.24E+03	-8.08E-05
210	2	58	59	1003	beam	-6.68E+03	1.36E+06	4.83E+03	-7.02E+03	-7.89E-05
209	2	57	58	1003	beam	-8.52E+03	1.33E+06	3.15E+03	-4.83E+03	-7.73E-05
208	2	56	57	1003	beam	-6.80E+03	1.32E+06	1.81E+03	-3.15E+03	-7.66E-05
207	2	55	56	1003	beam	-6.24E+03	1.29E+06	-2.19E+02	-1.82E+03	-7.56E-05
206	2	54	55	1003	beam	-4.68E+03	1.27E+06	-1.76E+03	2.19E+02	-7.45E-05
205	2	53	54	1003	beam	-2.96E+03	1.26E+06	-2.75E+03	1.76E+03	-7.38E-05
204	2	52	53	1003	beam	-1.12E+03	1.25E+06	-3.12E+03	2.75E+03	-7.33E-05
203	2	51	52	1003	beam	7.37E+02	1.25E+06	-2.87E+03	3.12E+03	-7.32E-05
202	2	50	51	1003	beam	2.54E+03	1.25E+06	-2.04E+03	2.87E+03	-7.33E-05
201	2	49	50	1003	beam	4.22E+03	1.26E+06	-6.53E+02	2.03E+03	-7.38E-05
200	2	48	49	1003	beam	5.58E+03	1.28E+06	1.15E+03	6.53E+02	-7.45E-05
199	2	47	48	1003	beam	6.19E+03	1.30E+06	2.38E+03	-1.15E+03	-7.53E-05
198	2	46	47	1003	beam	6.29E+03	1.32E+06	3.63E+03	-2.38E+03	-7.62E-05
197	2	45	46	1003	beam	6.39E+03	1.34E+06	5.70E+03	-3.63E+03	-7.74E-05
196	2	44	45	1003	beam	5.42E+03	1.38E+06	7.40E+03	-5.70E+03	-7.91E-05
195	2	43	44	1003	beam	-6.23E+02	1.42E+06	7.27E+03	-7.41E+03	-8.10E-05
194	2	42	43	1003	beam	-4.95E+03	1.46E+06	6.21E+03	-7.27E+03	-8.29E-05
193	2	41	42	1003	beam	-8.12E+03	1.51E+06	3.74E+03	-6.21E+03	-8.53E-05
192	2	40	41	1003	beam	-8.93E+03	1.58E+06	1.73E+03	-3.74E+03	-8.81E-05
191	2	39	40	1003	beam	-2.00E+04	1.64E+06	-2.76E+03	-1.73E+03	-9.13E-05
190	2	38	39	1003	beam	-1.46E+04	1.71E+06	-6.94E+03	2.76E+03	-9.43E-05
189	2	37	38	1003	beam	-1.67E+04	1.79E+06	-1.08E+04	6.94E+03	-9.80E-05
188	2	36	37	1003	beam	-1.55E+04	1.86E+06	-1.43E+04	1.08E+04	-1.01E-04

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

187	2	35	36	1003	beam	-1.30E+04	1.91E+06	-1.73E+04	1.43E+04	-1.03E-04
186	2	34	35	1003	beam	-1.67E+04	1.97E+06	-2.12E+04	1.73E+04	-1.05E-04
185	2	33	34	1003	beam	-6.07E+03	2.03E+06	-2.27E+04	2.12E+04	-1.08E-04
184	2	32	33	1003	beam	-9.98E+03	2.09E+06	-2.50E+04	2.27E+04	-1.11E-04
183	2	31	32	1003	beam	8.49E+02	2.16E+06	-2.48E+04	2.50E+04	-1.13E-04
182	2	30	31	1003	beam	-4.91E+03	2.21E+06	-2.60E+04	2.48E+04	-1.16E-04
181	2	29	30	1003	beam	7.41E+03	2.27E+06	-2.42E+04	2.60E+04	-1.18E-04
180	2	28	29	1003	beam	1.29E+03	2.31E+06	-2.39E+04	2.42E+04	-1.20E-04
179	2	27	28	1003	beam	1.70E+04	2.37E+06	-2.00E+04	2.39E+04	-1.22E-04
178	2	26	27	1003	beam	6.07E+03	2.45E+06	-1.86E+04	2.00E+04	-1.25E-04
177	2	25	26	1003	beam	4.74E+03	2.49E+06	-1.75E+04	1.86E+04	-1.27E-04
176	2	24	25	1003	beam	1.40E+04	2.54E+06	-1.43E+04	1.75E+04	-1.29E-04
175	2	23	24	1003	beam	6.06E+03	2.56E+06	-1.26E+04	1.43E+04	-1.30E-04
174	2	22	23	1003	beam	2.54E+04	2.60E+06	-6.89E+03	1.26E+04	-1.32E-04
173	2	21	22	1003	beam	8.59E+03	2.66E+06	-4.97E+03	6.89E+03	-1.34E-04
172	2	20	21	1003	beam	9.28E+03	2.69E+06	-2.21E+03	4.98E+03	-1.35E-04
171	2	19	20	1003	beam	1.27E+04	2.71E+06	5.07E+02	2.21E+03	-1.36E-04
170	2	18	19	1003	beam	2.44E+04	2.72E+06	5.73E+03	-5.07E+02	-1.37E-04
169	2	17	18	1003	beam	9.67E+03	2.73E+06	8.71E+03	-5.72E+03	-1.37E-04
168	2	16	17	1003	beam	7.18E+03	2.76E+06	1.10E+04	-8.71E+03	-1.38E-04
167	2	15	16	1003	beam	4.68E+03	2.74E+06	1.19E+04	-1.10E+04	-1.37E-04
166	2	14	15	1003	beam	2.32E+04	2.73E+06	1.65E+04	-1.19E+04	-1.37E-04
165	2	13	14	1003	beam	-1.27E+04	2.75E+06	1.25E+04	-1.65E+04	-1.37E-04
164	2	12	13	1003	beam	-2.85E+04	2.74E+06	3.30E+03	-1.25E+04	-1.37E-04
163	2	11	12	1003	beam	-5.53E+04	2.74E+06	-1.47E+04	-3.30E+03	-1.37E-04
162	2	10	11	1003	beam	-9.44E+04	2.73E+06	-4.57E+04	1.47E+04	-1.37E-04
161	2	9	10	1003	beam	-1.31E+05	2.72E+06	-8.87E+04	4.57E+04	-1.36E-04
160	2	8	9	1003	beam	-8.18E+04	2.73E+06	-1.16E+05	8.87E+04	-1.37E-04
159	2	7	8	1003	beam	-1.95E+04	2.73E+06	-1.22E+05	1.16E+05	-1.37E-04
158	2	6	7	1003	beam	4.59E+04	2.68E+06	-1.07E+05	1.22E+05	-1.35E-04
157	2	5	6	1003	beam	1.02E+05	2.61E+06	-7.34E+04	1.07E+05	-1.33E-04
156	2	4	5	1003	beam	1.87E+05	2.54E+06	-1.18E+04	7.34E+04	-1.32E-04
155	2	3	4	1003	beam	3.28E+05	2.47E+06	9.62E+04	1.18E+04	-1.32E-04
154	2	2	3	1003	beam	5.62E+05	2.40E+06	2.81E+05	-9.62E+04	-1.31E-04
153	2	1	2	1003	beam	8.28E+05	2.34E+06	3.91E+05	-2.81E+05	-1.29E-04
152	1	152	1	1002	beam	-4.56E+05	1.06E+06	2.15E+05	-3.91E+05	-3.65E-05
151	1	151	152	1002	beam	-3.55E+05	1.03E+06	1.06E+05	-2.15E+05	-3.55E-05
150	1	150	151	1002	beam	-2.71E+05	1.01E+06	4.75E+04	-1.06E+05	-3.47E-05
149	1	149	150	1002	beam	-2.22E+05	1.00E+06	-5.64E+02	-4.74E+04	-3.44E-05
148	1	148	149	1002	beam	-1.68E+05	9.67E+05	-5.29E+04	6.02E+02	-3.33E-05
147	1	147	148	1002	beam	-1.23E+05	9.32E+05	-7.88E+04	5.29E+04	-3.21E-05
146	1	146	147	1002	beam	-9.01E+04	9.05E+05	-9.79E+04	7.88E+04	-3.11E-05
145	1	145	146	1002	beam	-5.45E+04	8.79E+05	-1.15E+05	9.79E+04	-3.02E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

144	1	144	145	1002	beam	-2.08E+04	8.49E+05	-1.22E+05	1.15E+05	-2.92E-05
143	1	143	144	1002	beam	2.50E+03	8.22E+05	-1.21E+05	1.22E+05	-2.83E-05
142	1	142	143	1002	beam	1.65E+04	8.00E+05	-1.17E+05	1.21E+05	-2.75E-05
141	1	141	142	1002	beam	1.94E+04	7.86E+05	-1.14E+05	1.17E+05	-2.71E-05
140	1	140	141	1002	beam	1.88E+04	7.76E+05	-1.07E+05	1.14E+05	-2.67E-05
139	1	139	140	1002	beam	1.47E+04	7.61E+05	-1.03E+05	1.07E+05	-2.62E-05
138	1	138	139	1002	beam	1.27E+04	7.48E+05	-9.85E+04	1.03E+05	-2.57E-05
137	1	137	138	1002	beam	1.36E+04	7.39E+05	-9.58E+04	9.85E+04	-2.54E-05
136	1	136	137	1002	beam	1.48E+04	7.31E+05	-9.29E+04	9.58E+04	-2.52E-05
135	1	135	136	1002	beam	1.27E+04	7.25E+05	-8.87E+04	9.29E+04	-2.49E-05
134	1	134	135	1002	beam	8.93E+03	7.25E+05	-8.58E+04	8.87E+04	-2.49E-05
133	1	133	134	1002	beam	6.65E+03	7.23E+05	-8.36E+04	8.58E+04	-2.49E-05
132	1	132	133	1002	beam	5.51E+03	7.20E+05	-8.18E+04	8.36E+04	-2.48E-05
131	1	131	132	1002	beam	5.04E+03	7.17E+05	-8.01E+04	8.17E+04	-2.47E-05
130	1	130	131	1002	beam	4.97E+03	7.13E+05	-7.84E+04	8.01E+04	-2.45E-05
129	1	129	130	1002	beam	5.14E+03	7.10E+05	-7.67E+04	7.84E+04	-2.44E-05
128	1	128	129	1002	beam	5.65E+03	7.05E+05	-7.48E+04	7.67E+04	-2.43E-05
127	1	127	128	1002	beam	6.26E+03	7.01E+05	-7.27E+04	7.48E+04	-2.41E-05
126	1	126	127	1002	beam	6.92E+03	6.96E+05	-7.03E+04	7.27E+04	-2.39E-05
125	1	125	126	1002	beam	7.62E+03	6.90E+05	-6.78E+04	7.03E+04	-2.37E-05
124	1	124	125	1002	beam	8.26E+03	6.83E+05	-6.50E+04	6.78E+04	-2.35E-05
123	1	123	124	1002	beam	8.71E+03	6.76E+05	-6.21E+04	6.50E+04	-2.33E-05
122	1	122	123	1002	beam	8.70E+03	6.68E+05	-5.93E+04	6.21E+04	-2.30E-05
121	1	121	122	1002	beam	8.10E+03	6.57E+05	-5.66E+04	5.93E+04	-2.26E-05
120	1	120	121	1002	beam	5.98E+03	6.44E+05	-5.46E+04	5.66E+04	-2.22E-05
119	1	119	120	1002	beam	2.55E+03	6.29E+05	-5.38E+04	5.46E+04	-2.16E-05
118	1	118	119	1002	beam	-1.18E+03	6.21E+05	-5.40E+04	5.38E+04	-2.14E-05
117	1	117	118	1002	beam	-2.18E+03	6.19E+05	-5.44E+04	5.40E+04	-2.13E-05
116	1	116	117	1002	beam	-3.83E+03	6.16E+05	-5.56E+04	5.44E+04	-2.12E-05
115	1	115	116	1002	beam	-7.46E+03	6.12E+05	-5.81E+04	5.56E+04	-2.11E-05
114	1	114	115	1002	beam	-1.08E+04	6.08E+05	-6.15E+04	5.81E+04	-2.09E-05
113	1	113	114	1002	beam	-9.77E+03	6.07E+05	-6.35E+04	6.15E+04	-2.09E-05
112	1	112	113	1002	beam	-9.40E+03	6.10E+05	-6.55E+04	6.35E+04	-2.10E-05
111	1	111	112	1002	beam	-4.71E+03	6.13E+05	-6.70E+04	6.55E+04	-2.11E-05
110	1	110	111	1002	beam	8.62E+03	6.20E+05	-6.42E+04	6.70E+04	-2.13E-05
109	1	109	110	1002	beam	2.57E+04	6.26E+05	-5.88E+04	6.42E+04	-2.16E-05
108	1	108	109	1002	beam	4.38E+04	6.32E+05	-4.96E+04	5.88E+04	-2.17E-05
107	1	107	108	1002	beam	7.33E+04	6.46E+05	-2.66E+04	4.96E+04	-2.22E-05
106	1	106	107	1002	beam	1.18E+05	6.64E+05	1.67E+04	2.66E+04	-2.28E-05
105	1	105	106	1002	beam	1.69E+05	6.66E+05	5.91E+04	-1.68E+04	-2.29E-05
104	1	104	105	1002	beam	2.33E+05	6.78E+05	1.18E+05	-5.91E+04	-2.33E-05
103	1	103	104	1002	beam	3.15E+05	6.87E+05	2.57E+05	-1.18E+05	-2.36E-05

PROGETTAZIONE ATI:

10.4 SEZIONE TIPO B1V

OUTPUT FLAC: VERIFICA CENTINE+SPRITZ										
Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
106	1	106	107	1001	beam	4.70E+04	1.76E+05	9.83E+03	-2.49E-01	-2.50E-05
105	1	105	106	1001	beam	-2.31E+03	3.68E+05	9.13E+03	-9.84E+03	-5.23E-05
104	1	104	105	1001	beam	3.82E+03	4.12E+05	1.03E+04	-9.13E+03	-5.85E-05
103	1	103	104	1001	beam	2.16E+03	4.38E+05	1.08E+04	-1.03E+04	-6.23E-05
102	1	102	103	1001	beam	2.31E+03	4.41E+05	1.13E+04	-1.08E+04	-6.28E-05
101	1	101	102	1001	beam	4.71E+03	4.62E+05	1.28E+04	-1.13E+04	-6.58E-05
100	1	100	101	1001	beam	7.82E+03	4.81E+05	1.53E+04	-1.28E+04	-6.84E-05
99	1	99	100	1001	beam	1.03E+04	4.95E+05	1.88E+04	-1.53E+04	-7.04E-05
98	1	98	99	1001	beam	5.95E+03	4.99E+05	2.08E+04	-1.88E+04	-7.03E-05
97	1	97	98	1001	beam	-1.55E+04	5.05E+05	1.55E+04	-2.08E+04	-7.14E-05
96	1	96	97	1001	beam	-2.21E+04	4.81E+05	8.00E+03	-1.55E+04	-6.80E-05
95	1	95	96	1001	beam	-1.44E+04	4.12E+05	3.13E+03	-8.00E+03	-5.79E-05
94	1	94	95	1001	beam	-3.52E+03	3.81E+05	1.94E+03	-3.12E+03	-5.35E-05
93	1	93	94	1001	beam	-4.22E+02	3.65E+05	1.80E+03	-1.94E+03	-5.11E-05
92	1	92	93	1001	beam	-2.81E+02	3.52E+05	1.70E+03	-1.80E+03	-4.92E-05
91	1	91	92	1001	beam	5.02E+02	3.38E+05	1.87E+03	-1.70E+03	-4.72E-05
90	1	90	91	1001	beam	1.40E+03	3.29E+05	2.15E+03	-1.86E+03	-4.59E-05
89	1	89	90	1001	beam	-6.43E+03	3.07E+05	8.17E+02	-2.15E+03	-4.27E-05
88	1	88	89	1001	beam	3.40E+02	2.97E+05	9.20E+02	-8.12E+02	-4.13E-05
87	1	87	88	1001	beam	1.76E+03	2.83E+05	1.46E+03	-9.20E+02	-3.94E-05
86	1	86	87	1001	beam	-3.41E+03	2.64E+05	7.12E+02	-1.46E+03	-3.68E-05
85	1	85	86	1001	beam	-2.05E+01	2.52E+05	7.04E+02	-7.08E+02	-3.51E-05
84	1	84	85	1001	beam	6.46E+02	2.37E+05	8.94E+02	-7.04E+02	-3.30E-05
83	1	83	84	1001	beam	-2.25E+03	2.25E+05	3.81E+02	-8.92E+02	-3.13E-05
82	1	82	83	1001	beam	2.23E+02	2.12E+05	4.32E+02	-3.81E+02	-2.96E-05
81	1	81	82	1001	beam	8.21E+02	2.01E+05	6.23E+02	-4.31E+02	-2.79E-05
80	1	80	81	1001	beam	-2.14E+03	1.90E+05	1.20E+02	-6.21E+02	-2.65E-05
79	1	79	80	1001	beam	1.16E+03	1.78E+05	4.28E+02	-1.18E+02	-2.47E-05
78	1	78	79	1001	beam	-1.37E+03	1.70E+05	1.08E+02	-4.27E+02	-2.36E-05
77	1	77	78	1001	beam	8.95E+02	1.59E+05	3.17E+02	-1.09E+02	-2.21E-05
76	1	76	77	1001	beam	-1.05E+03	1.52E+05	7.31E+01	-3.18E+02	-2.10E-05
75	1	75	76	1001	beam	6.63E+02	1.42E+05	2.27E+02	-7.18E+01	-1.97E-05
74	1	74	75	1001	beam	-8.41E+02	1.35E+05	2.96E+01	-2.26E+02	-1.87E-05
73	1	73	74	1001	beam	5.93E+02	1.26E+05	1.67E+02	-2.85E+01	-1.75E-05
72	1	72	73	1001	beam	-7.36E+02	1.20E+05	-3.65E+00	-1.67E+02	-1.67E-05
71	1	71	72	1001	beam	5.42E+02	1.13E+05	1.21E+02	4.78E+00	-1.56E-05
70	1	70	71	1001	beam	-6.34E+02	1.07E+05	-4.84E+01	-1.23E+02	-1.48E-05
69	1	69	70	1001	beam	6.48E+02	9.94E+04	1.02E+02	4.77E+01	-1.38E-05
68	1	68	69	1001	beam	-2.84E+02	9.59E+04	3.75E+01	-1.03E+02	-1.33E-05
67	1	67	68	1001	beam	-2.72E+02	9.02E+04	-4.15E+01	-3.80E+01	-1.25E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

66	1	66	67	1001	beam	3.25E+02	8.39E+04	3.28E+01	4.08E+01	-1.16E-05
65	1	65	66	1001	beam	-1.62E+02	8.10E+04	-4.09E+00	-3.25E+01	-1.12E-05
64	1	64	65	1001	beam	-1.43E+02	7.63E+04	-4.73E+01	3.37E+00	-1.06E-05
63	1	63	64	1001	beam	1.70E+02	7.13E+04	-8.86E+00	4.55E+01	-9.88E-06
62	1	62	63	1001	beam	-8.19E+01	6.94E+04	-2.50E+01	7.25E+00	-9.62E-06
61	1	61	62	1001	beam	-9.14E+01	6.58E+04	-5.39E+01	2.49E+01	-9.12E-06
60	1	60	61	1001	beam	4.37E+01	6.23E+04	-3.95E+01	5.38E+01	-8.64E-06
59	1	59	60	1001	beam	-9.69E+01	5.93E+04	-5.63E+01	3.71E+01	-8.22E-06
58	1	58	59	1001	beam	2.46E+01	5.83E+04	-4.97E+01	5.46E+01	-8.10E-06
57	1	57	58	1001	beam	-1.97E+01	5.64E+04	-5.47E+01	4.83E+01	-7.83E-06
56	1	56	57	1001	beam	-1.78E+01	5.46E+04	-5.91E+01	5.32E+01	-7.60E-06
55	1	55	56	1001	beam	-5.96E+00	5.35E+04	-6.06E+01	5.86E+01	-7.44E-06
54	1	54	55	1001	beam	-7.27E+00	5.29E+04	-6.33E+01	6.09E+01	-7.36E-06
53	1	53	54	1001	beam	5.48E+00	5.29E+04	-6.12E+01	6.30E+01	-7.37E-06
52	1	52	53	1001	beam	1.35E+01	5.35E+04	-5.49E+01	5.94E+01	-7.46E-06
51	1	51	52	1001	beam	-1.09E+01	5.46E+04	-5.62E+01	5.27E+01	-7.63E-06
50	1	50	51	1001	beam	1.05E+01	5.63E+04	-5.11E+01	5.45E+01	-7.87E-06
49	1	49	50	1001	beam	-5.73E+01	5.82E+04	-6.19E+01	5.06E+01	-8.14E-06
48	1	48	49	1001	beam	9.75E+01	5.91E+04	-3.97E+01	5.90E+01	-8.27E-06
47	1	47	48	1001	beam	-5.29E+01	6.21E+04	-5.66E+01	3.93E+01	-8.69E-06
46	1	46	47	1001	beam	8.53E+01	6.56E+04	-2.97E+01	5.68E+01	-9.19E-06
45	1	45	46	1001	beam	4.98E+01	6.92E+04	-1.40E+01	2.48E+01	-9.70E-06
44	1	44	45	1001	beam	-1.33E+02	7.12E+04	-4.54E+01	1.68E+01	-9.97E-06
43	1	43	44	1001	beam	9.20E+01	7.62E+04	-1.41E+01	4.25E+01	-1.07E-05
42	1	42	43	1001	beam	1.88E+02	8.13E+04	4.49E+01	1.10E+01	-1.14E-05
41	1	41	42	1001	beam	-3.80E+02	8.54E+04	-4.17E+01	-4.36E+01	-1.20E-05
40	1	40	41	1001	beam	3.38E+02	9.09E+04	3.37E+01	4.21E+01	-1.28E-05
39	1	39	40	1001	beam	2.75E+02	9.58E+04	9.88E+01	-3.52E+01	-1.34E-05
38	1	38	39	1001	beam	-6.21E+02	9.93E+04	-4.46E+01	-9.93E+01	-1.39E-05
37	1	37	38	1001	beam	6.04E+02	1.07E+05	1.21E+02	4.27E+01	-1.50E-05
36	1	36	37	1001	beam	-5.27E+02	1.13E+05	-2.29E+00	-1.20E+02	-1.58E-05
35	1	35	36	1001	beam	6.89E+02	1.20E+05	1.57E+02	2.74E+00	-1.69E-05
34	1	34	35	1001	beam	-5.18E+02	1.26E+05	3.76E+01	-1.59E+02	-1.77E-05
33	1	33	34	1001	beam	7.30E+02	1.35E+05	2.11E+02	-4.00E+01	-1.90E-05
32	1	32	33	1001	beam	-6.07E+02	1.42E+05	7.46E+01	-2.17E+02	-1.99E-05
31	1	31	32	1001	beam	9.52E+02	1.52E+05	2.99E+02	-7.48E+01	-2.13E-05
30	1	30	31	1001	beam	-7.98E+02	1.59E+05	1.14E+02	-3.01E+02	-2.24E-05
29	1	29	30	1001	beam	1.26E+03	1.70E+05	4.13E+02	-1.18E+02	-2.39E-05
28	1	28	29	1001	beam	-1.21E+03	1.78E+05	1.34E+02	-4.12E+02	-2.50E-05
27	1	27	28	1001	beam	2.00E+03	1.90E+05	5.97E+02	-1.36E+02	-2.67E-05
26	1	26	27	1001	beam	-6.03E+02	2.00E+05	4.33E+02	-5.99E+02	-2.81E-05
25	1	25	26	1001	beam	2.88E+00	2.14E+05	4.32E+02	-4.31E+02	-3.01E-05
24	1	24	25	1001	beam	1.66E+03	2.27E+05	8.13E+02	-4.33E+02	-3.19E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

23	1	23	24	1001	beam	-1.43E+03	2.37E+05	3.93E+02	-8.15E+02	-3.33E-05
22	1	22	23	1001	beam	4.30E+03	2.50E+05	1.35E+03	-3.95E+02	-3.52E-05
21	1	21	22	1001	beam	-9.98E+02	2.68E+05	1.13E+03	-1.35E+03	-3.76E-05
20	1	20	21	1001	beam	-6.28E+02	2.85E+05	9.37E+02	-1.13E+03	-3.99E-05
19	1	19	20	1001	beam	-1.64E+02	2.97E+05	9.07E+02	-9.42E+02	-4.16E-05
18	1	18	19	1001	beam	5.41E+03	3.08E+05	2.04E+03	-9.07E+02	-4.31E-05
17	1	17	18	1001	beam	-1.22E+03	3.25E+05	1.66E+03	-2.04E+03	-4.56E-05
16	1	16	17	1001	beam	3.25E+02	3.42E+05	1.76E+03	-1.66E+03	-4.80E-05
15	1	15	16	1001	beam	2.68E+02	3.56E+05	1.85E+03	-1.77E+03	-5.01E-05
14	1	14	15	1001	beam	6.82E+02	3.69E+05	2.08E+03	-1.85E+03	-5.19E-05
13	1	13	14	1001	beam	3.09E+03	3.84E+05	3.13E+03	-2.08E+03	-5.40E-05
12	1	12	13	1001	beam	1.21E+04	4.15E+05	7.25E+03	-3.13E+03	-5.84E-05
11	1	11	12	1001	beam	1.99E+04	4.78E+05	1.40E+04	-7.25E+03	-6.75E-05
10	1	10	11	1001	beam	1.39E+04	5.20E+05	1.88E+04	-1.40E+04	-7.37E-05
9	1	9	10	1001	beam	-8.39E+03	5.15E+05	1.59E+04	-1.88E+04	0.00
8	1	8	9	1001	beam	-1.34E+04	5.00E+05	1.14E+04	-1.59E+04	0.00
7	1	7	8	1001	beam	-1.07E+04	4.87E+05	7.93E+03	-1.14E+04	0.00
6	1	6	7	1001	beam	-7.53E+03	4.68E+05	5.50E+03	-7.92E+03	0.00
5	1	5	6	1001	beam	-4.60E+03	4.47E+05	4.54E+03	-5.50E+03	0.00
4	1	4	5	1001	beam	-2.43E+03	4.39E+05	4.04E+03	-4.54E+03	0.00
3	1	3	4	1001	beam	-1.93E+03	4.11E+05	3.42E+03	-4.04E+03	0.00
2	1	2	3	1001	beam	5.47E+03	3.67E+05	5.10E+03	-3.42E+03	0.00
1	1	1	2	1001	beam	-3.12E+04	2.14E+05	-3.15E-01	-5.10E+03	0.00

OUTPUT FLAC: VERIFICA RIV DEFINITIVO

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
152	2	152	1	1002	beam	-1.83E+05	2.18E+05	2.41E+04	-6.93E+04	-6.76E-06
151	2	151	152	1002	beam	-1.69E+05	2.18E+05	-2.76E+04	-2.41E+04	-6.73E-06
150	2	150	151	1002	beam	-1.53E+05	2.11E+05	-7.52E+04	2.76E+04	-6.54E-06
149	2	149	150	1002	beam	-1.41E+05	2.03E+05	-1.05E+05	7.52E+04	-6.29E-06
148	2	148	149	1002	beam	-1.29E+05	1.98E+05	-1.33E+05	1.05E+05	-6.12E-06
147	2	147	148	1002	beam	-1.18E+05	1.92E+05	-1.70E+05	1.33E+05	-5.94E-06
146	2	146	147	1002	beam	-1.05E+05	1.86E+05	-2.03E+05	1.70E+05	-5.74E-06
145	2	145	146	1002	beam	-9.58E+04	1.81E+05	-2.23E+05	2.03E+05	-5.59E-06
144	2	144	145	1002	beam	-8.89E+04	1.77E+05	-2.41E+05	2.23E+05	-5.47E-06
143	2	143	144	1002	beam	-8.10E+04	1.73E+05	-2.67E+05	2.41E+05	-5.35E-06
142	2	142	143	1002	beam	-7.25E+04	1.67E+05	-2.91E+05	2.67E+05	-5.18E-06
141	2	141	142	1002	beam	-6.44E+04	1.63E+05	-3.12E+05	2.91E+05	-5.03E-06
140	2	140	141	1002	beam	-5.69E+04	1.58E+05	-3.30E+05	3.12E+05	-4.89E-06
139	2	139	140	1002	beam	-5.14E+04	1.55E+05	-3.40E+05	3.30E+05	-4.78E-06
138	2	138	139	1002	beam	-4.72E+04	1.52E+05	-3.49E+05	3.40E+05	-4.72E-06
137	2	137	138	1002	beam	-4.22E+04	1.50E+05	-3.63E+05	3.49E+05	-4.63E-06
136	2	136	137	1002	beam	-3.61E+04	1.46E+05	-3.75E+05	3.63E+05	-4.53E-06

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

135	2	135	136	1002	beam	-3.02E+04	1.44E+05	-3.85E+05	3.75E+05	-4.45E-06
134	2	134	135	1002	beam	-2.46E+04	1.41E+05	-3.93E+05	3.85E+05	-4.37E-06
133	2	133	134	1002	beam	-1.92E+04	1.39E+05	-4.00E+05	3.93E+05	-4.30E-06
132	2	132	133	1002	beam	-1.36E+04	1.37E+05	-4.04E+05	4.00E+05	-4.24E-06
131	2	131	132	1002	beam	-8.08E+03	1.36E+05	-4.07E+05	4.04E+05	-4.21E-06
130	2	130	131	1002	beam	-2.47E+03	1.36E+05	-4.08E+05	4.07E+05	-4.20E-06
129	2	129	130	1002	beam	3.12E+03	1.36E+05	-4.07E+05	4.08E+05	-4.21E-06
128	2	128	129	1002	beam	8.75E+03	1.37E+05	-4.04E+05	4.07E+05	-4.24E-06
127	2	127	128	1002	beam	1.45E+04	1.39E+05	-3.99E+05	4.04E+05	-4.29E-06
126	2	126	127	1002	beam	2.02E+04	1.41E+05	-3.92E+05	3.99E+05	-4.36E-06
125	2	125	126	1002	beam	2.60E+04	1.44E+05	-3.84E+05	3.92E+05	-4.46E-06
124	2	124	125	1002	beam	3.19E+04	1.47E+05	-3.73E+05	3.84E+05	-4.56E-06
123	2	123	124	1002	beam	3.81E+04	1.51E+05	-3.61E+05	3.73E+05	-4.66E-06
122	2	122	123	1002	beam	4.47E+04	1.54E+05	-3.46E+05	3.61E+05	-4.78E-06
121	2	121	122	1002	beam	5.01E+04	1.58E+05	-3.36E+05	3.46E+05	-4.88E-06
120	2	120	121	1002	beam	5.44E+04	1.60E+05	-3.26E+05	3.36E+05	-4.96E-06
119	2	119	120	1002	beam	6.04E+04	1.64E+05	-3.06E+05	3.26E+05	-5.09E-06
118	2	118	119	1002	beam	6.84E+04	1.70E+05	-2.83E+05	3.06E+05	-5.25E-06
117	2	117	118	1002	beam	7.70E+04	1.75E+05	-2.58E+05	2.83E+05	-5.43E-06
116	2	116	117	1002	beam	8.62E+04	1.82E+05	-2.31E+05	2.58E+05	-5.62E-06
115	2	115	116	1002	beam	9.46E+04	1.86E+05	-2.11E+05	2.31E+05	-5.77E-06
114	2	114	115	1002	beam	1.02E+05	1.91E+05	-1.91E+05	2.11E+05	-5.91E-06
113	2	113	114	1002	beam	1.12E+05	1.96E+05	-1.55E+05	1.91E+05	-6.08E-06
112	2	112	113	1002	beam	1.25E+05	2.04E+05	-1.16E+05	1.55E+05	-6.30E-06
111	2	111	112	1002	beam	1.37E+05	2.10E+05	-8.65E+04	1.16E+05	-6.50E-06
110	2	110	111	1002	beam	1.49E+05	2.17E+05	-5.50E+04	8.65E+04	-6.72E-06
109	2	109	110	1002	beam	1.63E+05	2.26E+05	-4.35E+03	5.50E+04	-7.00E-06
108	2	108	109	1002	beam	1.80E+05	2.33E+05	5.06E+04	4.35E+03	-7.21E-06
107	2	107	108	1002	beam	1.86E+05	2.36E+05	8.30E+04	-5.06E+04	-7.30E-06
106	1	106	107	1001	beam	8.38E+04	4.87E+05	1.01E+05	-8.30E+04	-5.51E-05
105	1	105	106	1001	beam	-2.20E+04	6.91E+05	9.38E+04	-1.01E+05	-8.31E-05
104	1	104	105	1001	beam	-1.18E+04	7.38E+05	9.00E+04	-9.38E+04	-8.96E-05
103	1	103	104	1001	beam	-9.67E+03	7.65E+05	8.80E+04	-9.00E+04	-9.34E-05
102	1	102	103	1001	beam	-8.89E+03	7.67E+05	8.62E+04	-8.80E+04	-9.39E-05
101	1	101	102	1001	beam	-7.26E+03	7.85E+05	8.39E+04	-8.62E+04	-9.66E-05
100	1	100	101	1001	beam	-8.67E+03	8.01E+05	8.10E+04	-8.39E+04	-9.92E-05
99	1	99	100	1001	beam	-1.27E+04	8.13E+05	7.69E+04	-8.11E+04	-1.01E-04
98	1	98	99	1001	beam	6.83E+03	8.01E+05	7.92E+04	-7.69E+04	-9.81E-05
97	1	97	98	1001	beam	-3.19E+04	7.99E+05	6.83E+04	-7.92E+04	-9.77E-05
96	1	96	97	1001	beam	-5.26E+04	7.89E+05	5.05E+04	-6.83E+04	-9.57E-05
95	1	95	96	1001	beam	-4.94E+04	7.43E+05	3.37E+04	-5.05E+04	-8.79E-05
94	1	94	95	1001	beam	-3.07E+04	6.64E+05	2.34E+04	-3.37E+04	-7.81E-05
93	1	93	94	1001	beam	-1.85E+04	6.14E+05	1.72E+04	-2.34E+04	-7.22E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

92	1	92	93	1001	beam	-1.18E+04	5.83E+05	1.34E+04	-1.72E+04	-6.85E-05
91	1	91	92	1001	beam	-7.22E+03	5.54E+05	1.10E+04	-1.34E+04	-6.50E-05
90	1	90	91	1001	beam	-5.67E+03	5.34E+05	9.84E+03	-1.10E+04	-6.27E-05
89	1	89	90	1001	beam	-1.59E+04	5.06E+05	6.55E+03	-9.84E+03	-5.90E-05
88	1	88	89	1001	beam	-4.30E+03	4.83E+05	5.18E+03	-6.55E+03	-5.63E-05
87	1	87	88	1001	beam	9.93E+02	4.56E+05	5.48E+03	-5.18E+03	-5.33E-05
86	1	86	87	1001	beam	-2.22E+03	4.22E+05	4.99E+03	-5.48E+03	-4.92E-05
85	1	85	86	1001	beam	8.12E+03	4.01E+05	6.78E+03	-4.99E+03	-4.67E-05
84	1	84	85	1001	beam	1.50E+04	3.75E+05	1.12E+04	-6.78E+03	-4.37E-05
83	1	83	84	1001	beam	1.29E+04	3.49E+05	1.41E+04	-1.12E+04	-4.06E-05
82	1	82	83	1001	beam	2.36E+04	3.32E+05	1.95E+04	-1.41E+04	-3.85E-05
81	1	81	82	1001	beam	2.86E+04	3.19E+05	2.62E+04	-1.95E+04	-3.67E-05
80	1	80	81	1001	beam	1.81E+04	3.22E+05	3.04E+04	-2.62E+04	-3.56E-05
79	1	79	80	1001	beam	1.81E+04	3.09E+05	3.53E+04	-3.04E+04	-3.40E-05
78	1	78	79	1001	beam	3.40E+03	3.06E+05	3.60E+04	-3.53E+04	-3.34E-05
77	1	77	78	1001	beam	2.36E+03	2.95E+05	3.66E+04	-3.60E+04	-3.23E-05
76	1	76	77	1001	beam	-7.59E+03	2.89E+05	3.48E+04	-3.66E+04	-3.17E-05
75	1	75	76	1001	beam	-7.19E+03	2.76E+05	3.31E+04	-3.48E+04	-3.06E-05
74	1	74	75	1001	beam	-1.48E+04	2.70E+05	2.97E+04	-3.31E+04	-3.00E-05
73	1	73	74	1001	beam	-1.31E+04	2.53E+05	2.66E+04	-2.97E+04	-2.83E-05
72	1	72	73	1001	beam	-1.90E+04	2.42E+05	2.22E+04	-2.66E+04	-2.73E-05
71	1	71	72	1001	beam	-1.66E+04	2.22E+05	1.83E+04	-2.22E+04	-2.50E-05
70	1	70	71	1001	beam	-2.02E+04	2.04E+05	1.29E+04	-1.83E+04	-2.33E-05
69	1	69	70	1001	beam	-1.60E+04	1.80E+05	9.19E+03	-1.29E+04	-2.05E-05
68	1	68	69	1001	beam	-3.00E+04	2.10E+05	2.26E+03	-9.19E+03	-2.29E-05
67	1	67	68	1001	beam	-2.51E+04	1.69E+05	-5.07E+03	-2.26E+03	-1.86E-05
66	1	66	67	1001	beam	-2.13E+04	1.49E+05	-9.88E+03	5.07E+03	-1.59E-05
65	1	65	66	1001	beam	-3.01E+04	1.75E+05	-1.67E+04	9.88E+03	-1.81E-05
64	1	64	65	1001	beam	-2.48E+04	1.41E+05	-2.43E+04	1.67E+04	-1.45E-05
63	1	63	64	1001	beam	-2.14E+04	1.27E+05	-2.89E+04	2.43E+04	-1.25E-05
62	1	62	63	1001	beam	-2.68E+04	1.54E+05	-3.47E+04	2.89E+04	-1.48E-05
61	1	61	62	1001	beam	-2.49E+04	1.47E+05	-4.26E+04	3.47E+04	-1.38E-05
60	1	60	61	1001	beam	-2.11E+04	1.33E+05	-4.95E+04	4.26E+04	-1.22E-05
59	1	59	60	1001	beam	-1.80E+04	1.29E+05	-5.31E+04	4.95E+04	-1.15E-05
58	1	58	59	1001	beam	-1.86E+04	1.44E+05	-5.68E+04	5.31E+04	-1.27E-05
57	1	57	58	1001	beam	-1.57E+04	1.43E+05	-6.18E+04	5.68E+04	-1.25E-05
56	1	56	57	1001	beam	-1.18E+04	1.43E+05	-6.57E+04	6.18E+04	-1.23E-05
55	1	55	56	1001	beam	-7.63E+03	1.44E+05	-6.82E+04	6.57E+04	-1.23E-05
54	1	54	55	1001	beam	-3.21E+03	1.45E+05	-6.93E+04	6.83E+04	-1.22E-05
53	1	53	54	1001	beam	1.31E+03	1.46E+05	-6.89E+04	6.93E+04	-1.23E-05
52	1	52	53	1001	beam	5.81E+03	1.48E+05	-6.70E+04	6.89E+04	-1.24E-05
51	1	51	52	1001	beam	1.02E+04	1.50E+05	-6.36E+04	6.70E+04	-1.26E-05
50	1	50	51	1001	beam	1.43E+04	1.53E+05	-5.89E+04	6.36E+04	-1.29E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

49	1	49	50	1001	beam	1.74E+04	1.55E+05	-5.55E+04	5.89E+04	-1.31E-05
48	1	48	49	1001	beam	1.68E+04	1.42E+05	-5.22E+04	5.55E+04	-1.19E-05
47	1	47	48	1001	beam	2.04E+04	1.48E+05	-4.55E+04	5.22E+04	-1.27E-05
46	1	46	47	1001	beam	2.44E+04	1.64E+05	-3.78E+04	4.55E+04	-1.43E-05
45	1	45	46	1001	beam	2.64E+04	1.73E+05	-3.20E+04	3.78E+04	-1.54E-05
44	1	44	45	1001	beam	2.18E+04	1.50E+05	-2.74E+04	3.20E+04	-1.34E-05
43	1	43	44	1001	beam	2.52E+04	1.65E+05	-1.96E+04	2.73E+04	-1.53E-05
42	1	42	43	1001	beam	2.97E+04	1.98E+05	-1.07E+04	1.96E+04	-1.87E-05
41	1	41	42	1001	beam	2.33E+04	1.81E+05	-5.49E+03	1.07E+04	-1.76E-05
40	1	40	41	1001	beam	2.67E+04	1.99E+05	5.00E+02	5.49E+03	-1.99E-05
39	1	39	40	1001	beam	3.06E+04	2.36E+05	7.60E+03	-5.02E+02	-2.35E-05
38	1	38	39	1001	beam	1.88E+04	2.11E+05	1.19E+04	-7.60E+03	-2.15E-05
37	1	37	38	1001	beam	2.35E+04	2.36E+05	1.83E+04	-1.20E+04	-2.43E-05
36	1	36	37	1001	beam	2.04E+04	2.54E+05	2.31E+04	-1.83E+04	-2.60E-05
35	1	35	36	1001	beam	2.30E+04	2.75E+05	2.84E+04	-2.31E+04	-2.82E-05
34	1	34	35	1001	beam	1.74E+04	2.87E+05	3.25E+04	-2.84E+04	-2.92E-05
33	1	33	34	1001	beam	1.88E+04	3.06E+05	3.69E+04	-3.25E+04	-3.10E-05
32	1	32	33	1001	beam	1.12E+04	3.14E+05	3.95E+04	-3.69E+04	-3.17E-05
31	1	31	32	1001	beam	1.11E+04	3.29E+05	4.21E+04	-3.95E+04	-3.29E-05
30	1	30	31	1001	beam	7.16E+02	3.36E+05	4.23E+04	-4.21E+04	-3.35E-05
29	1	29	30	1001	beam	-7.26E+02	3.48E+05	4.21E+04	-4.23E+04	-3.47E-05
28	1	28	29	1001	beam	-1.63E+04	3.52E+05	3.84E+04	-4.21E+04	-3.54E-05
27	1	27	28	1001	beam	-1.67E+04	3.66E+05	3.45E+04	-3.84E+04	-3.69E-05
26	1	26	27	1001	beam	-2.75E+04	3.66E+05	2.70E+04	-3.46E+04	-3.82E-05
25	1	25	26	1001	beam	-2.16E+04	3.85E+05	2.21E+04	-2.70E+04	-4.05E-05
24	1	24	25	1001	beam	-1.20E+04	4.01E+05	1.93E+04	-2.21E+04	-4.27E-05
23	1	23	24	1001	beam	-1.27E+04	4.13E+05	1.56E+04	-1.93E+04	-4.42E-05
22	1	22	23	1001	beam	5.85E+03	4.35E+05	1.68E+04	-1.56E+04	-4.70E-05
21	1	21	22	1001	beam	-2.42E+03	4.71E+05	1.63E+04	-1.68E+04	-5.11E-05
20	1	20	21	1001	beam	4.94E+02	5.01E+05	1.65E+04	-1.63E+04	-5.48E-05
19	1	19	20	1001	beam	4.43E+03	5.25E+05	1.74E+04	-1.65E+04	-5.76E-05
18	1	18	19	1001	beam	1.38E+04	5.44E+05	2.03E+04	-1.74E+04	-6.00E-05
17	1	17	18	1001	beam	5.22E+03	5.69E+05	2.19E+04	-2.03E+04	-6.34E-05
16	1	16	17	1001	beam	7.31E+03	5.97E+05	2.43E+04	-2.19E+04	-6.70E-05
15	1	15	16	1001	beam	1.01E+04	6.19E+05	2.76E+04	-2.43E+04	-7.02E-05
14	1	14	15	1001	beam	1.61E+04	6.42E+05	3.30E+04	-2.76E+04	-7.35E-05
13	1	13	14	1001	beam	2.79E+04	6.83E+05	4.24E+04	-3.30E+04	-7.89E-05
12	1	12	13	1001	beam	4.58E+04	7.57E+05	5.80E+04	-4.24E+04	-8.84E-05
11	1	11	12	1001	beam	4.53E+04	7.98E+05	7.35E+04	-5.80E+04	-9.58E-05
10	1	10	11	1001	beam	1.94E+04	8.05E+05	8.01E+04	-7.35E+04	-9.87E-05
9	1	9	10	1001	beam	-1.80E+04	8.01E+05	7.40E+04	-8.01E+04	-9.90E-05
8	1	8	9	1001	beam	-5.10E+03	8.03E+05	7.23E+04	-7.40E+04	-1.01E-04
7	1	7	8	1001	beam	-7.46E+03	7.91E+05	6.99E+04	-7.23E+04	-9.92E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

6	1	6	7	1001	beam	-6.81E+03	7.73E+05	6.77E+04	-6.99E+04	-9.67E-05
5	1	5	6	1001	beam	-3.53E+03	7.54E+05	6.70E+04	-6.77E+04	-9.38E-05
4	1	4	5	1001	beam	-8.30E+02	7.47E+05	6.68E+04	-6.70E+04	-9.27E-05
3	1	3	4	1001	beam	5.08E+03	7.18E+05	6.84E+04	-6.68E+04	-8.86E-05
2	1	2	3	1001	beam	1.84E+04	6.72E+05	7.41E+04	-6.84E+04	-8.21E-05
1	1	1	2	1001	beam	-2.94E+04	5.12E+05	6.93E+04	-7.41E+04	-6.01E-05

10.5 SEZIONE TIPO B0

OUTPUT FLAC: VERIFICA CENTINE+SPRITZ										
Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
212	6	213	214	1004	beam	-8.08E+04	1.76E+05	1.59E+04	-4.28E+04	-2.79E-05
211	6	212	213	1004	beam	-6.44E+04	2.31E+05	-5.57E+03	-1.59E+04	-3.86E-05
210	6	211	212	1004	beam	-4.18E+04	2.58E+05	-1.95E+04	5.57E+03	-4.39E-05
209	6	210	211	1004	beam	-2.15E+04	2.76E+05	-2.67E+04	1.95E+04	-4.74E-05
208	6	209	210	1004	beam	-3.49E+03	2.91E+05	-2.78E+04	2.67E+04	-5.02E-05
207	6	208	209	1004	beam	1.26E+04	3.03E+05	-2.36E+04	2.78E+04	-5.27E-05
206	6	207	208	1004	beam	2.69E+04	3.15E+05	-1.47E+04	2.36E+04	-5.50E-05
205	6	206	207	1004	beam	2.97E+04	3.26E+05	-4.97E+03	1.47E+04	-5.73E-05
204	6	205	206	1004	beam	2.63E+04	3.33E+05	-2.44E+02	4.97E+03	-5.87E-05
203	6	204	205	1004	beam	2.16E+04	3.35E+05	3.64E+03	2.45E+02	-5.91E-05
202	6	203	204	1004	beam	1.53E+04	3.35E+05	8.80E+03	-3.64E+03	-5.92E-05
201	6	202	203	1004	beam	7.70E+03	3.31E+05	1.14E+04	-8.80E+03	-5.85E-05
200	6	201	202	1004	beam	1.42E+03	3.22E+05	1.18E+04	-1.14E+04	-5.68E-05
199	6	200	201	1004	beam	-3.34E+03	3.10E+05	1.08E+04	-1.18E+04	-5.45E-05
198	6	199	200	1004	beam	-6.36E+03	2.99E+05	9.40E+03	-1.08E+04	-5.26E-05
197	6	198	199	1004	beam	-6.36E+03	2.93E+05	8.05E+03	-9.40E+03	-5.15E-05
196	6	197	198	1004	beam	-6.15E+03	2.86E+05	6.16E+03	-8.05E+03	-5.03E-05
195	6	196	197	1004	beam	-5.44E+03	2.79E+05	4.94E+03	-6.16E+03	-4.91E-05
194	6	195	196	1004	beam	-3.99E+03	2.73E+05	4.04E+03	-4.94E+03	-4.82E-05
193	6	194	195	1004	beam	-1.74E+03	2.68E+05	3.53E+03	-4.04E+03	-4.73E-05
192	6	193	194	1004	beam	-2.35E+03	2.68E+05	3.01E+03	-3.53E+03	-4.74E-05
191	6	192	193	1004	beam	-1.89E+03	2.63E+05	2.60E+03	-3.02E+03	-4.66E-05
190	6	191	192	1004	beam	-1.80E+03	2.60E+05	2.13E+03	-2.60E+03	-4.61E-05
189	6	190	191	1004	beam	-1.51E+03	2.56E+05	1.74E+03	-2.13E+03	-4.54E-05
188	6	189	190	1004	beam	-1.24E+03	2.51E+05	1.38E+03	-1.74E+03	-4.45E-05
187	6	188	189	1004	beam	-1.99E+03	2.46E+05	7.91E+02	-1.38E+03	-4.36E-05
186	6	187	188	1004	beam	-1.55E+03	2.41E+05	2.91E+02	-7.92E+02	-4.27E-05
185	6	186	187	1004	beam	-1.81E+03	2.35E+05	-2.91E+02	-2.92E+02	-4.17E-05
184	6	185	186	1004	beam	-1.79E+03	2.31E+05	-7.58E+02	2.92E+02	-4.09E-05
183	6	184	185	1004	beam	-1.52E+03	2.27E+05	-1.18E+03	7.58E+02	-4.03E-05
182	6	183	184	1004	beam	-1.80E+03	2.22E+05	-1.79E+03	1.18E+03	-3.94E-05
181	6	182	183	1004	beam	-3.73E+02	2.18E+05	-1.92E+03	1.79E+03	-3.87E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

180	6	181	182	1004	beam	-4.62E+02	2.16E+05	-2.05E+03	1.92E+03	-3.84E-05
179	6	180	181	1004	beam	-1.62E+02	2.14E+05	-2.10E+03	2.06E+03	-3.79E-05
178	6	179	180	1004	beam	5.92E+01	2.11E+05	-2.09E+03	2.11E+03	-3.75E-05
177	6	178	179	1004	beam	1.86E+02	2.09E+05	-2.03E+03	2.09E+03	-3.71E-05
176	6	177	178	1004	beam	2.32E+02	2.07E+05	-1.95E+03	2.03E+03	-3.68E-05
175	6	176	177	1004	beam	2.37E+02	2.05E+05	-1.87E+03	1.95E+03	-3.65E-05
174	6	175	176	1004	beam	2.02E+02	2.04E+05	-1.79E+03	1.87E+03	-3.62E-05
173	6	174	175	1004	beam	1.52E+02	2.03E+05	-1.74E+03	1.79E+03	-3.60E-05
172	6	173	174	1004	beam	1.06E+02	2.02E+05	-1.70E+03	1.74E+03	-3.59E-05
171	6	172	173	1004	beam	5.67E+01	2.02E+05	-1.68E+03	1.70E+03	-3.59E-05
170	6	171	172	1004	beam	-1.64E-01	2.02E+05	-1.68E+03	1.68E+03	0.00
169	6	170	171	1004	beam	-6.81E+01	2.03E+05	-1.70E+03	1.68E+03	0.00
168	6	169	170	1004	beam	-1.41E+02	2.04E+05	-1.76E+03	1.70E+03	0.00
167	6	168	169	1004	beam	-2.05E+02	2.05E+05	-1.83E+03	1.76E+03	0.00
166	6	167	168	1004	beam	-2.32E+02	2.07E+05	-1.91E+03	1.83E+03	0.00
165	6	166	167	1004	beam	-1.90E+02	2.09E+05	-1.97E+03	1.91E+03	0.00
164	6	165	166	1004	beam	-5.43E+01	2.11E+05	-1.99E+03	1.97E+03	0.00
163	6	164	165	1004	beam	1.69E+02	2.13E+05	-1.94E+03	1.99E+03	0.00
162	6	163	164	1004	beam	4.57E+02	2.16E+05	-1.80E+03	1.93E+03	0.00
161	6	162	163	1004	beam	3.21E+02	2.18E+05	-1.69E+03	1.80E+03	0.00
160	6	161	162	1004	beam	1.70E+03	2.22E+05	-1.11E+03	1.69E+03	0.00
159	6	160	161	1004	beam	1.38E+03	2.27E+05	-7.29E+02	1.11E+03	0.00
158	6	159	160	1004	beam	1.61E+03	2.30E+05	-3.09E+02	7.28E+02	0.00
157	6	158	159	1004	beam	1.61E+03	2.35E+05	2.13E+02	3.07E+02	0.00
156	6	157	158	1004	beam	1.36E+03	2.40E+05	6.53E+02	-2.14E+02	0.00
155	6	156	157	1004	beam	1.79E+03	2.45E+05	1.18E+03	-6.54E+02	0.00
154	6	155	156	1004	beam	1.17E+03	2.50E+05	1.52E+03	-1.18E+03	0.00
153	6	154	155	1004	beam	1.45E+03	2.56E+05	1.90E+03	-1.52E+03	0.00
152	6	153	154	1004	beam	1.85E+03	2.59E+05	2.38E+03	-1.90E+03	0.00
151	6	152	153	1004	beam	2.00E+03	2.62E+05	2.82E+03	-2.38E+03	0.00
150	6	151	152	1004	beam	2.58E+03	2.67E+05	3.39E+03	-2.82E+03	0.00
149	6	150	151	1004	beam	2.17E+03	2.67E+05	4.02E+03	-3.39E+03	0.00
148	6	149	150	1004	beam	4.32E+03	2.72E+05	4.99E+03	-4.02E+03	0.00
147	6	148	149	1004	beam	5.49E+03	2.77E+05	6.23E+03	-4.99E+03	0.00
146	6	147	148	1004	beam	6.09E+03	2.84E+05	8.10E+03	-6.23E+03	0.00
145	6	146	147	1004	beam	6.17E+03	2.91E+05	9.41E+03	-8.10E+03	0.00
144	6	145	146	1004	beam	6.17E+03	2.97E+05	1.07E+04	-9.41E+03	0.00
143	6	144	145	1004	beam	3.16E+03	3.07E+05	1.17E+04	-1.07E+04	0.00
142	6	143	144	1004	beam	-1.57E+03	3.19E+05	1.12E+04	-1.17E+04	0.00
141	6	142	143	1004	beam	-7.76E+03	3.28E+05	8.64E+03	-1.12E+04	0.00
140	6	141	142	1004	beam	-1.52E+04	3.32E+05	3.51E+03	-8.64E+03	0.00
139	6	140	141	1004	beam	-2.14E+04	3.32E+05	-3.44E+02	-3.51E+03	-5.82E-05
138	6	139	140	1004	beam	-2.61E+04	3.30E+05	-5.04E+03	3.44E+02	-5.78E-05
137	6	138	139	1004	beam	-2.95E+04	3.23E+05	-1.46E+04	5.03E+03	-5.64E-05
136	6	137	138	1004	beam	-2.66E+04	3.12E+05	-2.35E+04	1.46E+04	-5.42E-05

PROGETTAZIONE ATI:

135	6	136	137	1004	beam	-1.24E+04	3.00E+05	-2.76E+04	2.35E+04	-5.19E-05
134	6	135	136	1004	beam	3.66E+03	2.88E+05	-2.64E+04	2.76E+04	-4.94E-05
133	6	134	135	1004	beam	2.15E+04	2.73E+05	-1.92E+04	2.64E+04	-4.66E-05
132	6	133	134	1004	beam	4.16E+04	2.56E+05	-5.32E+03	1.92E+04	-4.32E-05
131	6	132	133	1004	beam	6.40E+04	2.29E+05	1.60E+04	5.31E+03	-3.80E-05
130	6	131	132	1004	beam	8.01E+04	1.74E+05	4.27E+04	-1.60E+04	-2.74E-05

OUTPUT FLAC: VERIFICA RIV DEFINITIVO

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
342	1	213	214	1006	beam	-1.67E+05	5.11E+05	1.49E+05	-2.05E+05	-1.98E-05
341	1	212	213	1006	beam	-1.20E+05	5.95E+05	1.09E+05	-1.49E+05	-2.30E-05
340	1	211	212	1006	beam	-7.40E+04	6.40E+05	8.45E+04	-1.09E+05	-2.48E-05
339	2	210	211	1006	beam	-3.21E+04	6.76E+05	7.38E+04	-8.45E+04	-2.62E-05
338	2	209	210	1006	beam	9.21E+03	7.11E+05	7.69E+04	-7.38E+04	-2.75E-05
337	2	208	209	1006	beam	5.06E+04	7.46E+05	9.36E+04	-7.68E+04	-2.89E-05
336	2	207	208	1006	beam	9.22E+04	7.83E+05	1.24E+05	-9.36E+04	-3.03E-05
335	2	206	207	1006	beam	1.10E+05	8.23E+05	1.60E+05	-1.24E+05	-3.18E-05
334	2	205	206	1006	beam	1.09E+05	8.54E+05	1.80E+05	-1.60E+05	-3.31E-05
333	2	204	205	1006	beam	1.06E+05	8.76E+05	1.99E+05	-1.80E+05	-3.39E-05
332	2	203	204	1006	beam	9.85E+04	9.04E+05	2.32E+05	-1.99E+05	-3.50E-05
331	2	202	203	1006	beam	8.40E+04	9.37E+05	2.60E+05	-2.32E+05	-3.62E-05
330	2	201	202	1006	beam	6.51E+04	9.64E+05	2.81E+05	-2.60E+05	-3.73E-05
329	2	200	201	1006	beam	4.12E+04	9.86E+05	2.94E+05	-2.81E+05	-3.82E-05
328	2	199	200	1006	beam	1.79E+04	1.00E+06	2.98E+05	-2.94E+05	-3.89E-05
327	2	198	199	1006	beam	-2.45E+03	1.02E+06	2.97E+05	-2.98E+05	-3.94E-05
326	2	197	198	1006	beam	-2.77E+04	1.03E+06	2.89E+05	-2.97E+05	-3.99E-05
325	2	196	197	1006	beam	-5.17E+04	1.04E+06	2.77E+05	-2.89E+05	-4.02E-05
324	2	195	196	1006	beam	-6.32E+04	1.04E+06	2.63E+05	-2.77E+05	-4.01E-05
323	2	194	195	1006	beam	-6.19E+04	1.04E+06	2.45E+05	-2.63E+05	-4.03E-05
322	2	193	194	1006	beam	-6.56E+04	1.05E+06	2.31E+05	-2.45E+05	-4.05E-05
321	2	192	193	1006	beam	-7.68E+04	1.04E+06	2.14E+05	-2.31E+05	-4.03E-05
320	2	191	192	1006	beam	-8.74E+04	1.03E+06	1.91E+05	-2.14E+05	-4.00E-05
319	2	190	191	1006	beam	-9.53E+04	1.03E+06	1.67E+05	-1.91E+05	-3.97E-05
318	2	189	190	1006	beam	-1.07E+05	1.01E+06	1.35E+05	-1.67E+05	-3.91E-05
317	2	188	189	1006	beam	-1.14E+05	9.95E+05	1.02E+05	-1.35E+05	-3.85E-05
316	2	187	188	1006	beam	-1.19E+05	9.75E+05	6.31E+04	-1.02E+05	-3.77E-05
315	2	186	187	1006	beam	-1.25E+05	9.53E+05	2.27E+04	-6.31E+04	-3.69E-05
314	2	185	186	1006	beam	-1.26E+05	9.34E+05	-1.00E+04	-2.28E+04	-3.61E-05
313	2	184	185	1006	beam	-1.26E+05	9.15E+05	-4.50E+04	9.99E+03	-3.54E-05
312	2	183	184	1006	beam	-1.23E+05	8.94E+05	-8.68E+04	4.49E+04	-3.46E-05
311	2	182	183	1006	beam	-1.18E+05	8.71E+05	-1.27E+05	8.68E+04	-3.37E-05
310	2	181	182	1006	beam	-1.09E+05	8.52E+05	-1.59E+05	1.27E+05	-3.30E-05
309	2	180	181	1006	beam	-1.01E+05	8.35E+05	-1.90E+05	1.59E+05	-3.23E-05
308	2	179	180	1006	beam	-9.16E+04	8.19E+05	-2.19E+05	1.90E+05	-3.17E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

307	2	178	179	1006	beam	-8.07E+04	8.03E+05	-2.45E+05	2.19E+05	-3.11E-05
306	2	177	178	1006	beam	-6.86E+04	7.90E+05	-2.69E+05	2.45E+05	-3.06E-05
305	2	176	177	1006	beam	-5.57E+04	7.78E+05	-2.88E+05	2.69E+05	-3.01E-05
304	2	175	176	1006	beam	-4.21E+04	7.69E+05	-3.03E+05	2.88E+05	-2.98E-05
303	2	174	175	1006	beam	-2.80E+04	7.62E+05	-3.13E+05	3.03E+05	-2.95E-05
302	2	173	174	1006	beam	-1.39E+04	7.58E+05	-3.19E+05	3.13E+05	-2.93E-05
301	2	172	173	1006	beam	1.48E+02	7.57E+05	-3.18E+05	3.19E+05	-2.93E-05
300	2	171	172	1006	beam	1.42E+04	7.58E+05	-3.13E+05	3.18E+05	-2.93E-05
299	2	170	171	1006	beam	2.84E+04	7.62E+05	-3.03E+05	3.13E+05	-2.95E-05
298	2	169	170	1006	beam	4.23E+04	7.69E+05	-2.88E+05	3.03E+05	-2.97E-05
297	2	168	169	1006	beam	5.59E+04	7.78E+05	-2.68E+05	2.88E+05	-3.01E-05
296	2	167	168	1006	beam	6.88E+04	7.89E+05	-2.45E+05	2.68E+05	-3.05E-05
295	2	166	167	1006	beam	8.08E+04	8.03E+05	-2.18E+05	2.45E+05	-3.11E-05
294	2	165	166	1006	beam	9.16E+04	8.18E+05	-1.89E+05	2.18E+05	-3.17E-05
293	2	164	165	1006	beam	1.01E+05	8.34E+05	-1.58E+05	1.89E+05	-3.23E-05
292	2	163	164	1006	beam	1.09E+05	8.51E+05	-1.26E+05	1.58E+05	-3.30E-05
291	2	162	163	1006	beam	1.18E+05	8.71E+05	-8.61E+04	1.26E+05	-3.37E-05
290	2	161	162	1006	beam	1.23E+05	8.93E+05	-4.43E+04	8.62E+04	-3.45E-05
289	2	160	161	1006	beam	1.26E+05	9.14E+05	-9.42E+03	4.43E+04	-3.54E-05
288	2	159	160	1006	beam	1.26E+05	9.32E+05	2.34E+04	9.44E+03	-3.61E-05
287	2	158	159	1006	beam	1.25E+05	9.52E+05	6.38E+04	-2.34E+04	-3.69E-05
286	2	157	158	1006	beam	1.19E+05	9.74E+05	1.02E+05	-6.38E+04	-3.77E-05
285	2	156	157	1006	beam	1.14E+05	9.94E+05	1.36E+05	-1.02E+05	-3.85E-05
284	2	155	156	1006	beam	1.07E+05	1.01E+06	1.67E+05	-1.36E+05	-3.91E-05
283	2	154	155	1006	beam	9.54E+04	1.03E+06	1.92E+05	-1.67E+05	-3.97E-05
282	2	153	154	1006	beam	8.77E+04	1.03E+06	2.15E+05	-1.92E+05	-4.00E-05
281	2	152	153	1006	beam	7.68E+04	1.04E+06	2.32E+05	-2.15E+05	-4.02E-05
280	2	151	152	1006	beam	6.61E+04	1.05E+06	2.46E+05	-2.32E+05	-4.04E-05
279	2	150	151	1006	beam	6.24E+04	1.04E+06	2.64E+05	-2.46E+05	-4.02E-05
278	2	149	150	1006	beam	6.29E+04	1.03E+06	2.78E+05	-2.64E+05	-4.00E-05
277	2	148	149	1006	beam	5.12E+04	1.04E+06	2.90E+05	-2.78E+05	-4.02E-05
276	2	147	148	1006	beam	2.73E+04	1.03E+06	2.98E+05	-2.90E+05	-3.99E-05
275	2	146	147	1006	beam	1.70E+03	1.02E+06	2.99E+05	-2.98E+05	-3.93E-05
274	2	145	146	1006	beam	-1.81E+04	1.00E+06	2.95E+05	-2.99E+05	-3.88E-05
273	2	144	145	1006	beam	-4.18E+04	9.85E+05	2.82E+05	-2.95E+05	-3.81E-05
272	2	143	144	1006	beam	-6.54E+04	9.62E+05	2.60E+05	-2.82E+05	-3.72E-05
271	2	142	143	1006	beam	-8.43E+04	9.35E+05	2.33E+05	-2.61E+05	-3.62E-05
270	2	141	142	1006	beam	-9.86E+04	9.03E+05	1.99E+05	-2.33E+05	-3.49E-05
269	2	140	141	1006	beam	-1.06E+05	8.74E+05	1.80E+05	-1.99E+05	-3.38E-05
268	2	139	140	1006	beam	-1.09E+05	8.53E+05	1.61E+05	-1.80E+05	-3.30E-05
267	2	138	139	1006	beam	-1.10E+05	8.21E+05	1.25E+05	-1.61E+05	-3.18E-05
266	2	137	138	1006	beam	-9.23E+04	7.81E+05	9.39E+04	-1.25E+05	-3.02E-05
265	2	136	137	1006	beam	-5.07E+04	7.44E+05	7.70E+04	-9.39E+04	-2.88E-05
264	2	135	136	1006	beam	-9.43E+03	7.09E+05	7.39E+04	-7.71E+04	-2.75E-05
263	2	134	135	1006	beam	3.17E+04	6.75E+05	8.45E+04	-7.39E+04	-2.61E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

262	2	133	134	1006	beam	7.35E+04	6.39E+05	1.09E+05	-8.45E+04	-2.47E-05
261	2	132	133	1006	beam	1.19E+05	5.94E+05	1.49E+05	-1.09E+05	-2.30E-05
260	2	131	132	1006	beam	1.66E+05	5.10E+05	2.04E+05	-1.49E+05	-1.97E-05
259	1	260	131	1005	beam	-1.47E+05	3.27E+05	1.77E+05	-2.04E+05	-1.12E-05
258	1	259	260	1005	beam	-1.95E+05	2.41E+05	1.34E+05	-1.77E+05	-8.27E-06
257	1	258	259	1005	beam	-1.75E+05	2.41E+05	9.54E+04	-1.34E+05	-8.27E-06
256	1	257	258	1005	beam	-1.42E+05	2.31E+05	5.05E+04	-9.54E+04	-7.95E-06
255	1	256	257	1005	beam	-1.15E+05	2.22E+05	2.59E+04	-5.05E+04	-7.64E-06
254	1	255	256	1005	beam	-9.42E+04	2.14E+05	5.67E+03	-2.59E+04	-7.37E-06
253	1	254	255	1005	beam	-7.46E+04	2.08E+05	-1.82E+04	-5.67E+03	-7.17E-06
252	1	253	254	1005	beam	-5.43E+04	2.00E+05	-3.57E+04	1.82E+04	-6.89E-06
251	1	252	253	1005	beam	-4.03E+04	1.94E+05	-4.41E+04	3.57E+04	-6.68E-06
250	1	251	252	1005	beam	-3.04E+04	1.89E+05	-5.04E+04	4.41E+04	-6.51E-06
249	1	250	251	1005	beam	-2.08E+04	1.86E+05	-5.71E+04	5.03E+04	-6.38E-06
248	1	249	250	1005	beam	-1.18E+04	1.80E+05	-6.10E+04	5.71E+04	-6.20E-06
247	1	248	249	1005	beam	-4.97E+03	1.76E+05	-6.26E+04	6.10E+04	-6.04E-06
246	1	247	248	1005	beam	-2.00E+02	1.72E+05	-6.26E+04	6.26E+04	-5.90E-06
245	1	246	247	1005	beam	2.68E+03	1.68E+05	-6.21E+04	6.26E+04	-5.79E-06
244	1	245	246	1005	beam	4.40E+03	1.67E+05	-6.12E+04	6.21E+04	-5.74E-06
243	1	244	245	1005	beam	5.57E+03	1.65E+05	-5.94E+04	6.12E+04	-5.66E-06
242	1	243	244	1005	beam	6.14E+03	1.62E+05	-5.73E+04	5.94E+04	-5.57E-06
241	1	242	243	1005	beam	6.02E+03	1.59E+05	-5.53E+04	5.73E+04	-5.48E-06
240	1	241	242	1005	beam	5.35E+03	1.57E+05	-5.35E+04	5.53E+04	-5.40E-06
239	1	240	241	1005	beam	4.33E+03	1.55E+05	-5.20E+04	5.35E+04	-5.34E-06
238	1	239	240	1005	beam	3.04E+03	1.54E+05	-5.10E+04	5.20E+04	-5.30E-06
237	1	238	239	1005	beam	1.53E+03	1.54E+05	-5.05E+04	5.10E+04	-5.28E-06
236	1	237	238	1005	beam	-8.37E+01	1.53E+05	-5.05E+04	5.04E+04	-5.28E-06
235	1	236	237	1005	beam	-1.74E+03	1.54E+05	-5.11E+04	5.05E+04	-5.28E-06
234	1	235	236	1005	beam	-3.25E+03	1.54E+05	-5.22E+04	5.11E+04	-5.30E-06
233	1	234	235	1005	beam	-4.50E+03	1.55E+05	-5.37E+04	5.22E+04	-5.34E-06
232	1	233	234	1005	beam	-5.46E+03	1.57E+05	-5.56E+04	5.37E+04	-5.39E-06
231	1	232	233	1005	beam	-6.14E+03	1.59E+05	-5.76E+04	5.56E+04	-5.48E-06
230	1	231	232	1005	beam	-6.22E+03	1.62E+05	-5.97E+04	5.76E+04	-5.57E-06
229	1	230	231	1005	beam	-5.67E+03	1.65E+05	-6.16E+04	5.97E+04	-5.66E-06
228	1	229	230	1005	beam	-4.46E+03	1.67E+05	-6.24E+04	6.16E+04	-5.74E-06
227	1	228	229	1005	beam	-2.65E+03	1.68E+05	-6.30E+04	6.25E+04	-5.79E-06
226	1	227	228	1005	beam	1.43E+02	1.72E+05	-6.29E+04	6.30E+04	-5.90E-06
225	1	226	227	1005	beam	4.95E+03	1.76E+05	-6.13E+04	6.29E+04	-6.04E-06
224	1	225	226	1005	beam	1.18E+04	1.80E+05	-5.74E+04	6.13E+04	-6.20E-06
223	1	224	225	1005	beam	2.10E+04	1.86E+05	-5.06E+04	5.74E+04	-6.38E-06
222	1	223	224	1005	beam	3.06E+04	1.89E+05	-4.43E+04	5.06E+04	-6.51E-06
221	1	222	223	1005	beam	4.06E+04	1.94E+05	-3.58E+04	4.43E+04	-6.68E-06
220	1	221	222	1005	beam	5.47E+04	2.00E+05	-1.82E+04	3.59E+04	-6.89E-06
219	1	220	221	1005	beam	7.51E+04	2.08E+05	5.82E+03	1.82E+04	-7.17E-06

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

218	1	219	220	1005	beam	9.49E+04	2.14E+05	2.62E+04	-5.82E+03	-7.37E-06
217	1	218	219	1005	beam	1.15E+05	2.22E+05	5.10E+04	-2.62E+04	-7.64E-06
216	1	217	218	1005	beam	1.43E+05	2.31E+05	9.60E+04	-5.10E+04	-7.95E-06
215	1	216	217	1005	beam	1.75E+05	2.41E+05	1.35E+05	-9.60E+04	-8.28E-06
214	1	215	216	1005	beam	1.95E+05	2.41E+05	1.77E+05	-1.35E+05	-8.29E-06
213	1	214	215	1005	beam	1.46E+05	3.27E+05	2.05E+05	-1.77E+05	-1.12E-05

OUTPUT FLAC: VERIFICA PROTESI

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
100	5	97	98	1003	beam	1.03E+05	7.69E+05	5.31E+04	1.77E+04	-2.44E-05
99	5	96	97	1003	beam	1.72E+05	7.27E+05	1.13E+05	-5.31E+04	-2.31E-05
98	5	95	96	1003	beam	1.68E+05	7.04E+05	1.72E+05	-1.13E+05	-2.24E-05
97	5	94	95	1003	beam	1.66E+05	6.86E+05	2.30E+05	-1.71E+05	-2.18E-05
96	5	93	94	1003	beam	1.59E+05	6.66E+05	2.86E+05	-2.30E+05	-2.11E-05
95	5	92	93	1003	beam	1.53E+05	6.48E+05	3.40E+05	-2.86E+05	-2.06E-05
94	5	91	92	1003	beam	1.42E+05	6.30E+05	3.91E+05	-3.40E+05	-2.00E-05
93	5	90	91	1003	beam	1.35E+05	6.12E+05	4.45E+05	-3.91E+05	-1.94E-05
92	5	89	90	1003	beam	1.24E+05	5.95E+05	4.89E+05	-4.45E+05	-1.89E-05
91	5	88	89	1003	beam	1.19E+05	5.83E+05	5.32E+05	-4.89E+05	-1.85E-05
90	5	87	88	1003	beam	1.12E+05	5.69E+05	5.80E+05	-5.32E+05	-1.81E-05
89	5	86	87	1003	beam	1.02E+05	5.55E+05	6.15E+05	-5.80E+05	-1.76E-05
88	5	85	86	1003	beam	8.85E+04	5.45E+05	6.45E+05	-6.15E+05	-1.73E-05
87	5	84	85	1003	beam	8.02E+04	5.38E+05	6.81E+05	-6.45E+05	-1.71E-05
86	5	83	84	1003	beam	6.96E+04	5.26E+05	7.13E+05	-6.81E+05	-1.67E-05
85	5	82	83	1003	beam	5.78E+04	5.16E+05	7.41E+05	-7.13E+05	-1.64E-05
84	5	81	82	1003	beam	4.82E+04	5.09E+05	7.56E+05	-7.41E+05	-1.62E-05
83	5	80	81	1003	beam	3.71E+04	5.09E+05	7.67E+05	-7.56E+05	-1.62E-05
82	5	79	80	1003	beam	2.96E+04	5.06E+05	7.81E+05	-7.67E+05	-1.61E-05
81	5	78	79	1003	beam	2.23E+04	5.00E+05	7.92E+05	-7.81E+05	-1.59E-05
80	5	77	78	1003	beam	1.47E+04	4.97E+05	7.99E+05	-7.92E+05	-1.58E-05
79	5	76	77	1003	beam	6.85E+03	4.96E+05	8.02E+05	-7.99E+05	-1.57E-05
78	5	75	76	1003	beam	-1.13E+03	4.95E+05	8.02E+05	-8.02E+05	-1.57E-05
77	5	74	75	1003	beam	-9.27E+03	4.96E+05	7.97E+05	-8.02E+05	-1.58E-05
76	5	73	74	1003	beam	-1.76E+04	4.98E+05	7.89E+05	-7.97E+05	-1.58E-05
75	5	72	73	1003	beam	-2.59E+04	5.02E+05	7.76E+05	-7.89E+05	-1.59E-05
74	5	71	72	1003	beam	-3.29E+04	5.07E+05	7.66E+05	-7.76E+05	-1.61E-05
73	5	70	71	1003	beam	-3.94E+04	5.10E+05	7.54E+05	-7.66E+05	-1.62E-05
72	5	69	70	1003	beam	-5.22E+04	5.11E+05	7.28E+05	-7.54E+05	-1.62E-05
71	5	68	69	1003	beam	-6.38E+04	5.20E+05	6.98E+05	-7.28E+05	-1.65E-05
70	5	67	68	1003	beam	-7.54E+04	5.31E+05	6.63E+05	-6.98E+05	-1.69E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

69	5	66	67	1003	beam	-8.45E+04	5.41E+05	6.33E+05	-6.63E+05	-1.72E-05
68	5	65	66	1003	beam	-9.09E+04	5.48E+05	6.01E+05	-6.33E+05	-1.74E-05
67	5	64	65	1003	beam	-1.05E+05	5.61E+05	5.54E+05	-6.01E+05	-1.78E-05
66	5	63	64	1003	beam	-1.15E+05	5.77E+05	5.12E+05	-5.54E+05	-1.83E-05
65	5	62	63	1003	beam	-1.21E+05	5.88E+05	4.68E+05	-5.12E+05	-1.87E-05
64	5	61	62	1003	beam	-1.33E+05	6.06E+05	4.12E+05	-4.68E+05	-1.92E-05
63	5	60	61	1003	beam	-1.41E+05	6.25E+05	3.60E+05	-4.12E+05	-1.98E-05
62	5	59	60	1003	beam	-1.48E+05	6.42E+05	3.06E+05	-3.60E+05	-2.04E-05
61	5	58	59	1003	beam	-1.57E+05	6.60E+05	2.49E+05	-3.06E+05	-2.10E-05
60	5	57	58	1003	beam	-1.65E+05	6.81E+05	1.89E+05	-2.49E+05	-2.16E-05
59	5	56	57	1003	beam	-1.68E+05	6.98E+05	1.26E+05	-1.89E+05	-2.22E-05
58	5	55	56	1003	beam	-1.73E+05	7.21E+05	6.59E+04	-1.26E+05	-2.29E-05
57	5	54	55	1003	beam	-1.72E+05	7.37E+05	5.87E+03	-6.60E+04	-2.34E-05
56	5	53	54	1003	beam	-2.07E+05	7.55E+05	-9.64E+04	-5.90E+03	-2.40E-05

10.6 SEZIONE TIPO BPZ

OUTPUT FLAC: VERIFICA CENTINE+SPRITZ										
Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
109	1	109	110	1001	beam	-6.36E+03	1.09E+06	-8.62E+02	-2.08E+00	-1.78E-04
108	1	108	109	1001	beam	-8.20E+04	1.39E+06	-2.78E+04	8.60E+02	-2.22E-04
107	1	107	108	1001	beam	-7.30E+04	1.61E+06	-5.19E+04	2.78E+04	-2.56E-04
106	1	106	107	1001	beam	-3.83E+04	1.75E+06	-6.45E+04	5.19E+04	-2.76E-04
105	1	105	106	1001	beam	-7.27E+03	1.84E+06	-6.68E+04	6.45E+04	-2.89E-04
104	1	104	105	1001	beam	1.95E+04	1.90E+06	-6.04E+04	6.68E+04	-2.98E-04
103	1	103	104	1001	beam	4.57E+04	1.95E+06	-4.54E+04	6.04E+04	-3.05E-04
102	1	102	103	1001	beam	7.71E+04	1.98E+06	-2.01E+04	4.54E+04	-3.10E-04
101	1	101	102	1001	beam	7.99E+04	1.99E+06	-6.44E+03	2.01E+04	-3.10E-04
100	1	100	101	1001	beam	6.04E+04	1.97E+06	3.86E+03	6.44E+03	-3.07E-04
99	1	99	100	1001	beam	4.39E+04	1.99E+06	1.87E+04	-3.87E+03	-3.11E-04
98	1	98	99	1001	beam	1.88E+04	2.00E+06	2.50E+04	-1.87E+04	-3.12E-04
97	1	97	98	1001	beam	-8.69E+02	1.98E+06	2.47E+04	-2.50E+04	-3.08E-04
96	1	96	97	1001	beam	-1.24E+04	1.94E+06	2.07E+04	-2.47E+04	-3.02E-04
95	1	95	96	1001	beam	-1.73E+04	1.90E+06	1.53E+04	-2.07E+04	-2.95E-04
94	1	94	95	1001	beam	-1.27E+04	1.84E+06	1.14E+04	-1.53E+04	-2.86E-04
93	1	93	94	1001	beam	-2.42E+04	1.78E+06	5.86E+03	-1.14E+04	-2.77E-04
92	1	92	93	1001	beam	-6.19E+03	1.75E+06	4.44E+03	-5.86E+03	-2.71E-04
91	1	91	92	1001	beam	1.03E+03	1.72E+06	4.75E+03	-4.44E+03	-2.65E-04
90	1	90	91	1001	beam	2.76E+02	1.65E+06	4.81E+03	-4.75E+03	-2.55E-04
89	1	89	90	1001	beam	-1.54E+04	1.57E+06	1.07E+03	-4.82E+03	-2.40E-04
88	1	88	89	1001	beam	8.37E+03	1.52E+06	3.40E+03	-1.07E+03	-2.31E-04
87	1	87	88	1001	beam	7.49E+03	1.49E+06	5.28E+03	-3.41E+03	-2.26E-04

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

86	1	86	87	1001	beam	-6.68E+03	1.41E+06	3.61E+03	-5.28E+03	-2.15E-04
85	1	85	86	1001	beam	5.71E+03	1.37E+06	4.96E+03	-3.61E+03	-2.08E-04
84	1	84	85	1001	beam	-2.15E+03	1.34E+06	4.46E+03	-4.96E+03	-2.03E-04
83	1	83	84	1001	beam	1.77E+03	1.29E+06	4.87E+03	-4.46E+03	-1.96E-04
82	1	82	83	1001	beam	-5.67E+04	1.26E+06	-8.57E+03	-4.87E+03	-1.91E-04
81	1	81	82	1001	beam	1.75E+04	1.21E+06	-4.43E+03	8.57E+03	-1.84E-04
80	1	80	81	1001	beam	8.63E+03	1.18E+06	-2.39E+03	4.43E+03	-1.79E-04
79	1	79	80	1001	beam	5.38E+03	1.15E+06	-1.12E+03	2.39E+03	-1.74E-04
78	1	78	79	1001	beam	1.29E+03	1.12E+06	-8.18E+02	1.12E+03	-1.69E-04
77	1	77	78	1001	beam	1.14E+03	1.09E+06	-5.53E+02	8.18E+02	-1.64E-04
76	1	76	77	1001	beam	-8.17E+01	1.06E+06	-5.69E+02	5.50E+02	-1.60E-04
75	1	75	76	1001	beam	-1.47E+03	1.03E+06	-9.06E+02	5.68E+02	-1.55E-04
74	1	74	75	1001	beam	-1.94E+01	1.00E+06	-9.10E+02	9.06E+02	-1.51E-04
73	1	73	74	1001	beam	-8.17E+02	9.75E+05	-1.14E+03	9.11E+02	-1.46E-04
72	1	72	73	1001	beam	-3.77E+02	9.43E+05	-1.23E+03	1.14E+03	-1.41E-04
71	1	71	72	1001	beam	-8.85E+00	9.22E+05	-1.23E+03	1.23E+03	-1.38E-04
70	1	70	71	1001	beam	-6.68E+02	8.93E+05	-1.43E+03	1.23E+03	-1.33E-04
69	1	69	70	1001	beam	-4.19E+02	8.64E+05	-1.53E+03	1.43E+03	-1.29E-04
68	1	68	69	1001	beam	-6.51E+01	8.47E+05	-1.54E+03	1.53E+03	-1.26E-04
67	1	67	68	1001	beam	-3.09E+02	8.21E+05	-1.64E+03	1.54E+03	-1.22E-04
66	1	66	67	1001	beam	-4.54E+02	7.98E+05	-1.73E+03	1.64E+03	-1.19E-04
65	1	65	66	1001	beam	-7.27E+02	7.80E+05	-1.89E+03	1.73E+03	-1.16E-04
64	1	64	65	1001	beam	-9.42E+01	7.62E+05	-1.92E+03	1.89E+03	-1.13E-04
63	1	63	64	1001	beam	-1.18E+02	7.39E+05	-1.95E+03	1.91E+03	-1.09E-04
62	1	62	63	1001	beam	3.25E+02	7.19E+05	-1.85E+03	1.95E+03	-1.06E-04
61	1	61	62	1001	beam	-1.79E+03	7.05E+05	-2.19E+03	1.84E+03	-1.04E-04
60	1	60	61	1001	beam	-8.91E+01	6.96E+05	-2.21E+03	2.19E+03	-1.03E-04
59	1	59	60	1001	beam	1.61E+02	6.85E+05	-2.15E+03	2.21E+03	-1.01E-04
58	1	58	59	1001	beam	-6.25E+01	6.75E+05	-2.17E+03	2.15E+03	-9.95E-05
57	1	57	58	1001	beam	-1.11E+02	6.67E+05	-2.20E+03	2.17E+03	-9.83E-05
56	1	56	57	1001	beam	-5.62E+01	6.62E+05	-2.22E+03	2.20E+03	-9.76E-05
55	1	55	56	1001	beam	1.50E+01	6.60E+05	-2.22E+03	2.22E+03	-9.74E-05
54	1	54	55	1001	beam	6.92E+01	6.62E+05	-2.19E+03	2.22E+03	-9.77E-05
53	1	53	54	1001	beam	8.84E+01	6.67E+05	-2.16E+03	2.19E+03	-9.85E-05
52	1	52	53	1001	beam	1.34E+02	6.74E+05	-2.12E+03	2.16E+03	-9.97E-05
51	1	51	52	1001	beam	-2.34E+02	6.85E+05	-2.19E+03	2.12E+03	-1.01E-04
50	1	50	51	1001	beam	1.18E+03	6.96E+05	-1.96E+03	2.19E+03	-1.03E-04
49	1	49	50	1001	beam	-2.49E+02	7.05E+05	-2.01E+03	1.96E+03	-1.05E-04
48	1	48	49	1001	beam	1.72E+02	7.19E+05	-1.95E+03	2.01E+03	-1.07E-04
47	1	47	48	1001	beam	3.99E+02	7.38E+05	-1.82E+03	1.95E+03	-1.10E-04
46	1	46	47	1001	beam	7.94E+01	7.60E+05	-1.80E+03	1.83E+03	-1.13E-04
45	1	45	46	1001	beam	5.81E+02	7.78E+05	-1.68E+03	1.80E+03	-1.16E-04
44	1	44	45	1001	beam	3.96E+02	7.96E+05	-1.60E+03	1.68E+03	-1.19E-04

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

43	1	43	44	1001	beam	2.85E+02	8.19E+05	-1.51E+03	1.60E+03	-1.23E-04
42	1	42	43	1001	beam	1.48E+02	8.43E+05	-1.48E+03	1.52E+03	-1.26E-04
41	1	41	42	1001	beam	3.67E+02	8.60E+05	-1.40E+03	1.49E+03	-1.29E-04
40	1	40	41	1001	beam	3.36E+02	8.88E+05	-1.30E+03	1.40E+03	-1.34E-04
39	1	39	40	1001	beam	1.95E+02	9.14E+05	-1.26E+03	1.30E+03	-1.38E-04
38	1	38	39	1001	beam	1.05E+03	9.40E+05	-1.02E+03	1.26E+03	-1.42E-04
37	1	37	38	1001	beam	6.12E+01	9.69E+05	-1.01E+03	1.02E+03	-1.46E-04
36	1	36	37	1001	beam	-3.81E+00	9.95E+05	-1.01E+03	1.01E+03	-1.51E-04
35	1	35	36	1001	beam	7.11E+02	1.02E+06	-8.46E+02	1.01E+03	-1.55E-04
34	1	34	35	1001	beam	-2.62E+02	1.05E+06	-9.08E+02	8.47E+02	-1.59E-04
33	1	33	34	1001	beam	9.15E+02	1.08E+06	-6.99E+02	9.11E+02	-1.64E-04
32	1	32	33	1001	beam	-7.64E+02	1.11E+06	-8.80E+02	7.01E+02	-1.69E-04
31	1	31	32	1001	beam	-2.58E+03	1.14E+06	-1.48E+03	8.79E+02	-1.73E-04
30	1	30	31	1001	beam	-1.43E+03	1.17E+06	-1.82E+03	1.48E+03	-1.78E-04
29	1	29	30	1001	beam	-3.17E+03	1.20E+06	-2.57E+03	1.82E+03	-1.83E-04
28	1	28	29	1001	beam	1.99E+04	1.24E+06	2.42E+03	2.57E+03	-1.89E-04
27	1	27	28	1001	beam	-8.44E+02	1.28E+06	2.23E+03	-2.42E+03	-1.95E-04
26	1	26	27	1001	beam	7.99E+03	1.31E+06	4.09E+03	-2.23E+03	-2.01E-04
25	1	25	26	1001	beam	-1.40E+03	1.36E+06	3.77E+03	-4.09E+03	-2.07E-04
24	1	24	25	1001	beam	-7.38E+03	1.40E+06	2.08E+03	-3.77E+03	-2.13E-04
23	1	23	24	1001	beam	3.04E+03	1.44E+06	2.78E+03	-2.08E+03	-2.20E-04
22	1	22	23	1001	beam	-5.65E+03	1.48E+06	1.21E+03	-2.78E+03	-2.26E-04
21	1	21	22	1001	beam	1.30E+04	1.52E+06	4.15E+03	-1.21E+03	-2.34E-04
20	1	20	21	1001	beam	-1.85E+03	1.60E+06	3.73E+03	-4.15E+03	-2.47E-04
19	1	19	20	1001	beam	4.07E+03	1.62E+06	4.94E+03	-3.73E+03	-2.51E-04
18	1	18	19	1001	beam	2.96E+04	1.66E+06	1.13E+04	-4.94E+03	-2.57E-04
17	1	17	18	1001	beam	1.21E+04	1.73E+06	1.39E+04	-1.13E+04	-2.70E-04
16	1	16	17	1001	beam	1.05E+04	1.78E+06	1.72E+04	-1.39E+04	-2.78E-04
15	1	15	16	1001	beam	9.81E+03	1.84E+06	2.03E+04	-1.72E+04	-2.88E-04
14	1	14	15	1001	beam	9.67E+03	1.87E+06	2.22E+04	-2.03E+04	-2.95E-04
13	1	13	14	1001	beam	1.49E+04	1.89E+06	2.52E+04	-2.22E+04	-2.98E-04
12	1	12	13	1001	beam	-5.64E+02	1.91E+06	2.50E+04	-2.52E+04	-3.02E-04
11	1	11	12	1001	beam	-1.49E+04	1.92E+06	2.02E+04	-2.50E+04	-3.03E-04
10	1	10	11	1001	beam	-3.93E+04	1.91E+06	7.35E+03	-2.02E+04	-3.03E-04
9	1	9	10	1001	beam	-7.77E+04	1.90E+06	-1.82E+04	-7.35E+03	-3.02E-04
8	1	8	9	1001	beam	-8.59E+04	1.89E+06	-4.64E+04	1.82E+04	-3.00E-04
7	1	7	8	1001	beam	-5.33E+04	1.88E+06	-6.40E+04	4.65E+04	-2.99E-04
6	1	6	7	1001	beam	-2.69E+04	1.86E+06	-7.28E+04	6.40E+04	-2.96E-04
5	1	5	6	1001	beam	-2.23E+03	1.83E+06	-7.36E+04	7.28E+04	-2.92E-04
4	1	4	5	1001	beam	2.61E+04	1.78E+06	-6.50E+04	7.36E+04	-2.84E-04
3	1	3	4	1001	beam	6.23E+04	1.70E+06	-4.45E+04	6.50E+04	-2.70E-04
2	1	2	3	1001	beam	1.18E+05	1.44E+06	-5.70E+03	4.45E+04	-2.30E-04
1	1	1	2	1001	beam	3.97E+04	1.03E+06	2.55E-01	5.70E+03	-1.71E-04

PROGETTAZIONE ATI:

OUTPUT FLAC: VERIFICA RIV DEFINITIVO

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
275	2	109	110	1003	beam	-8.64E+05	3.57E+06	4.93E+05	-6.10E+05	-1.10E-04
274	2	108	109	1003	beam	-7.02E+05	3.65E+06	2.62E+05	-4.93E+05	-1.12E-04
273	2	107	108	1003	beam	-4.96E+05	3.77E+06	9.89E+04	-2.62E+05	-1.16E-04
272	2	106	107	1003	beam	-3.56E+05	3.86E+06	-1.81E+04	-9.89E+04	-1.19E-04
271	2	105	106	1003	beam	-2.53E+05	3.88E+06	-1.01E+05	1.81E+04	-1.19E-04
270	2	104	105	1003	beam	-1.14E+05	3.93E+06	-1.39E+05	1.01E+05	-1.21E-04
269	2	103	104	1003	beam	2.12E+04	3.98E+06	-1.32E+05	1.39E+05	-1.23E-04
268	2	102	103	1003	beam	1.51E+05	4.03E+06	-8.27E+04	1.32E+05	-1.24E-04
267	2	101	102	1003	beam	1.86E+05	4.02E+06	-5.11E+04	8.28E+04	-1.24E-04
266	2	100	101	1003	beam	1.71E+05	4.02E+06	-2.18E+04	5.11E+04	-1.24E-04
265	2	99	100	1003	beam	1.31E+05	4.07E+06	2.24E+04	2.18E+04	-1.25E-04
264	2	98	99	1003	beam	8.25E+04	4.12E+06	5.00E+04	-2.24E+04	-1.27E-04
263	2	97	98	1003	beam	4.51E+04	4.12E+06	6.49E+04	-5.01E+04	-1.27E-04
262	2	96	97	1003	beam	1.97E+04	4.11E+06	7.12E+04	-6.49E+04	-1.26E-04
261	2	95	96	1003	beam	6.58E+03	4.08E+06	7.33E+04	-7.13E+04	-1.26E-04
260	2	94	95	1003	beam	7.23E+03	4.03E+06	7.56E+04	-7.34E+04	-1.24E-04
259	2	93	94	1003	beam	-2.84E+04	3.96E+06	6.91E+04	-7.56E+04	-1.22E-04
258	2	92	93	1003	beam	4.12E+03	3.93E+06	7.00E+04	-6.90E+04	-1.21E-04
257	2	91	92	1003	beam	9.70E+03	3.90E+06	7.27E+04	-6.99E+04	-1.20E-04
256	2	90	91	1003	beam	3.16E+03	3.84E+06	7.35E+04	-7.27E+04	-1.18E-04
255	2	89	90	1003	beam	-4.64E+04	3.75E+06	6.21E+04	-7.34E+04	-1.16E-04
254	2	88	89	1003	beam	-1.57E+04	3.70E+06	5.77E+04	-6.21E+04	-1.14E-04
253	2	87	88	1003	beam	-2.41E+04	3.69E+06	5.17E+04	-5.77E+04	-1.14E-04
252	2	86	87	1003	beam	-5.81E+04	3.59E+06	3.71E+04	-5.16E+04	-1.11E-04
251	2	85	86	1003	beam	-3.77E+04	3.52E+06	2.82E+04	-3.71E+04	-1.08E-04
250	2	84	85	1003	beam	-7.09E+04	3.52E+06	1.15E+04	-2.83E+04	-1.08E-04
249	2	83	84	1003	beam	-7.27E+04	3.45E+06	-5.71E+03	-1.15E+04	-1.06E-04
248	2	82	83	1003	beam	-2.30E+05	3.40E+06	-6.00E+04	5.60E+03	-1.05E-04
247	2	81	82	1003	beam	-2.42E+04	3.32E+06	-6.55E+04	5.98E+04	-1.02E-04
246	2	80	81	1003	beam	-5.17E+03	3.25E+06	-6.67E+04	6.55E+04	-9.99E-05
245	2	79	80	1003	beam	3.85E+03	3.16E+06	-6.55E+04	6.64E+04	-9.74E-05
244	2	78	79	1003	beam	8.21E+03	3.10E+06	-6.35E+04	6.54E+04	-9.54E-05
243	2	77	78	1003	beam	1.02E+04	3.03E+06	-6.11E+04	6.34E+04	-9.31E-05
242	2	76	77	1003	beam	1.79E+04	2.95E+06	-5.68E+04	6.10E+04	-9.08E-05
241	2	75	76	1003	beam	2.10E+04	2.88E+06	-5.20E+04	5.69E+04	-8.86E-05
240	2	74	75	1003	beam	2.53E+04	2.81E+06	-4.62E+04	5.20E+04	-8.63E-05
239	2	73	74	1003	beam	2.73E+04	2.72E+06	-3.85E+04	4.62E+04	-8.37E-05
238	2	72	73	1003	beam	3.41E+04	2.64E+06	-3.07E+04	3.84E+04	-8.11E-05
237	2	71	72	1003	beam	3.06E+04	2.57E+06	-2.38E+04	3.07E+04	-7.91E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

236	2	70	71	1003 beam	3.08E+04	2.49E+06	-1.46E+04	2.39E+04	-7.66E-05
235	2	69	70	1003 beam	3.02E+04	2.41E+06	-7.96E+03	1.46E+04	-7.40E-05
234	2	68	69	1003 beam	2.03E+04	2.35E+06	-3.35E+03	7.83E+03	-7.22E-05
233	2	67	68	1003 beam	1.45E+04	2.27E+06	1.10E+03	3.38E+03	-7.00E-05
232	2	66	67	1003 beam	6.66E+03	2.21E+06	2.50E+03	-1.09E+03	-6.81E-05
231	2	65	66	1003 beam	2.28E+03	2.17E+06	2.94E+03	-2.46E+03	-6.66E-05
230	2	64	65	1003 beam	-3.09E+03	2.12E+06	2.00E+03	-2.97E+03	-6.51E-05
229	2	63	64	1003 beam	-6.26E+03	2.06E+06	4.20E+01	-2.06E+03	-6.34E-05
228	2	62	63	1003 beam	-7.15E+03	2.01E+06	-2.27E+03	-7.50E+01	-6.18E-05
227	2	61	62	1003 beam	-1.12E+04	1.97E+06	-4.37E+03	2.19E+03	-6.07E-05
226	2	60	61	1003 beam	-9.07E+03	1.95E+06	-6.06E+03	4.30E+03	-6.01E-05
225	2	59	60	1003 beam	-9.22E+03	1.93E+06	-9.07E+03	6.06E+03	-5.92E-05
224	2	58	59	1003 beam	-8.46E+03	1.90E+06	-1.19E+04	9.10E+03	-5.84E-05
223	2	57	58	1003 beam	-7.08E+03	1.88E+06	-1.43E+04	1.19E+04	-5.77E-05
222	2	56	57	1003 beam	-5.20E+03	1.86E+06	-1.61E+04	1.44E+04	-5.73E-05
221	2	55	56	1003 beam	-3.27E+03	1.86E+06	-1.72E+04	1.61E+04	-5.71E-05
220	2	54	55	1003 beam	-1.25E+03	1.86E+06	-1.76E+04	1.72E+04	-5.71E-05
219	2	53	54	1003 beam	2.05E+02	1.86E+06	-1.76E+04	1.77E+04	-5.74E-05
218	2	52	53	1003 beam	2.11E+03	1.88E+06	-1.69E+04	1.76E+04	-5.78E-05
217	2	51	52	1003 beam	2.74E+03	1.90E+06	-1.60E+04	1.68E+04	-5.85E-05
216	2	50	51	1003 beam	5.87E+03	1.92E+06	-1.47E+04	1.58E+04	-5.92E-05
215	2	49	50	1003 beam	3.02E+03	1.94E+06	-1.41E+04	1.47E+04	-5.98E-05
214	2	48	49	1003 beam	3.43E+03	1.97E+06	-1.30E+04	1.41E+04	-6.07E-05
213	2	47	48	1003 beam	2.16E+03	2.02E+06	-1.24E+04	1.31E+04	-6.20E-05
212	2	46	47	1003 beam	-1.71E+03	2.07E+06	-1.29E+04	1.24E+04	-6.35E-05
211	2	45	46	1003 beam	-7.55E+03	2.11E+06	-1.46E+04	1.30E+04	-6.49E-05
210	2	44	45	1003 beam	-1.23E+04	2.15E+06	-1.72E+04	1.46E+04	-6.62E-05
209	2	43	44	1003 beam	-2.11E+04	2.21E+06	-2.38E+04	1.73E+04	-6.79E-05
208	2	42	43	1003 beam	-2.79E+04	2.27E+06	-2.99E+04	2.38E+04	-6.99E-05
207	2	41	42	1003 beam	-3.92E+04	2.33E+06	-3.86E+04	3.00E+04	-7.16E-05
206	2	40	41	1003 beam	-4.03E+04	2.40E+06	-5.06E+04	3.87E+04	-7.40E-05
205	2	39	40	1003 beam	-4.37E+04	2.48E+06	-6.05E+04	5.07E+04	-7.64E-05
204	2	38	39	1003 beam	-4.32E+04	2.55E+06	-7.03E+04	6.05E+04	-7.85E-05
203	2	37	38	1003 beam	-4.16E+04	2.62E+06	-8.20E+04	7.03E+04	-8.06E-05
202	2	36	37	1003 beam	-3.97E+04	2.70E+06	-9.10E+04	8.20E+04	-8.30E-05
201	2	35	36	1003 beam	-3.34E+04	2.77E+06	-9.87E+04	9.11E+04	-8.52E-05
200	2	34	35	1003 beam	-2.97E+04	2.84E+06	-1.06E+05	9.87E+04	-8.73E-05
199	2	33	34	1003 beam	-2.31E+04	2.91E+06	-1.11E+05	1.06E+05	-8.95E-05
198	2	32	33	1003 beam	-1.57E+04	2.97E+06	-1.15E+05	1.11E+05	-9.15E-05
197	2	31	32	1003 beam	-8.91E+03	3.04E+06	-1.17E+05	1.15E+05	-9.34E-05
196	2	30	31	1003 beam	2.28E+03	3.11E+06	-1.16E+05	1.17E+05	-9.58E-05
195	2	29	30	1003 beam	2.34E+04	3.19E+06	-1.11E+05	1.16E+05	-9.82E-05
194	2	28	29	1003 beam	8.80E+04	3.26E+06	-8.89E+04	1.11E+05	-1.00E-04

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

193	2	27	28	1003 beam	2.71E+04	3.31E+06	-8.30E+04	8.89E+04	-1.02E-04
192	2	26	27	1003 beam	5.19E+04	3.35E+06	-7.08E+04	8.29E+04	-1.03E-04
191	2	25	26	1003 beam	3.79E+04	3.44E+06	-6.20E+04	7.08E+04	-1.06E-04
190	2	24	25	1003 beam	2.47E+04	3.48E+06	-5.64E+04	6.20E+04	-1.07E-04
189	2	23	24	1003 beam	3.06E+04	3.53E+06	-4.95E+04	5.65E+04	-1.09E-04
188	2	22	23	1003 beam	9.46E+03	3.54E+06	-4.69E+04	4.95E+04	-1.09E-04
187	2	21	22	1003 beam	3.57E+04	3.59E+06	-3.89E+04	4.69E+04	-1.11E-04
186	2	20	21	1003 beam	-4.98E+01	3.68E+06	-3.89E+04	3.89E+04	-1.13E-04
185	2	19	20	1003 beam	7.06E+03	3.68E+06	-3.69E+04	3.89E+04	-1.13E-04
184	2	18	19	1003 beam	5.50E+04	3.71E+06	-2.50E+04	3.69E+04	-1.14E-04
183	2	17	18	1003 beam	1.28E+04	3.83E+06	-2.22E+04	2.50E+04	-1.18E-04
182	2	16	17	1003 beam	7.62E+03	3.87E+06	-1.99E+04	2.22E+04	-1.19E-04
181	2	15	16	1003 beam	6.54E+03	3.93E+06	-1.78E+04	1.99E+04	-1.21E-04
180	2	14	15	1003 beam	3.50E+03	3.94E+06	-1.71E+04	1.78E+04	-1.21E-04
179	2	13	14	1003 beam	2.05E+04	3.93E+06	-1.30E+04	1.71E+04	-1.21E-04
178	2	12	13	1003 beam	-1.73E+04	3.96E+06	-1.85E+04	1.30E+04	-1.22E-04
177	2	11	12	1003 beam	-5.10E+04	3.95E+06	-3.50E+04	1.85E+04	-1.22E-04
176	2	10	11	1003 beam	-9.01E+04	3.93E+06	-6.44E+04	3.50E+04	-1.21E-04
175	2	9	10	1003 beam	-1.26E+05	3.88E+06	-1.06E+05	6.44E+04	-1.20E-04
174	2	8	9	1003 beam	-7.85E+04	3.86E+06	-1.32E+05	1.06E+05	-1.19E-04
173	2	7	8	1003 beam	7.03E+04	3.86E+06	-1.09E+05	1.32E+05	-1.19E-04
172	2	6	7	1003 beam	2.17E+05	3.84E+06	-3.74E+04	1.09E+05	-1.18E-04
171	2	5	6	1003 beam	3.72E+05	3.74E+06	8.50E+04	3.73E+04	-1.15E-04
170	2	4	5	1003 beam	5.33E+05	3.64E+06	2.60E+05	-8.50E+04	-1.12E-04
169	2	3	4	1003 beam	7.29E+05	3.53E+06	5.00E+05	-2.60E+05	-1.09E-04
168	2	2	3	1003 beam	9.84E+05	3.41E+06	8.24E+05	-5.00E+05	-1.05E-04
167	2	1	2	1003 beam	1.19E+06	3.32E+06	9.94E+05	-8.24E+05	-1.02E-04
166	1	166	1	1002 beam	-9.53E+05	1.59E+06	6.34E+05	-9.94E+05	-5.47E-05
165	1	165	166	1002 beam	-7.80E+05	1.55E+06	3.90E+05	-6.34E+05	-5.32E-05
164	1	164	165	1002 beam	-6.42E+05	1.50E+06	2.55E+05	-3.90E+05	-5.15E-05
163	1	163	164	1002 beam	-5.39E+05	1.45E+06	1.41E+05	-2.55E+05	-4.98E-05
162	1	162	163	1002 beam	-4.19E+05	1.39E+06	8.71E+03	-1.41E+05	-4.76E-05
161	1	161	162	1002 beam	-2.98E+05	1.30E+06	-8.61E+04	-8.69E+03	-4.48E-05
160	1	160	161	1002 beam	-2.09E+05	1.24E+06	-1.29E+05	8.61E+04	-4.25E-05
159	1	159	160	1002 beam	-1.42E+05	1.18E+06	-1.59E+05	1.29E+05	-4.07E-05
158	1	158	159	1002 beam	-7.78E+04	1.14E+06	-1.83E+05	1.59E+05	-3.91E-05
157	1	157	158	1002 beam	-2.03E+04	1.08E+06	-1.90E+05	1.83E+05	-3.71E-05
156	1	156	157	1002 beam	9.00E+03	1.02E+06	-1.87E+05	1.90E+05	-3.51E-05
155	1	155	156	1002 beam	1.71E+04	9.83E+05	-1.84E+05	1.87E+05	-3.38E-05
154	1	154	155	1002 beam	2.09E+04	9.52E+05	-1.80E+05	1.84E+05	-3.27E-05
153	1	153	154	1002 beam	2.11E+04	9.25E+05	-1.73E+05	1.79E+05	-3.18E-05
152	1	152	153	1002 beam	1.77E+04	9.02E+05	-1.67E+05	1.73E+05	-3.10E-05
151	1	151	152	1002 beam	1.45E+04	8.84E+05	-1.62E+05	1.67E+05	-3.04E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

150	1	150	151	1002 beam	1.33E+04	8.72E+05	-1.58E+05	1.62E+05	-3.00E-05
149	1	149	150	1002 beam	1.56E+04	8.54E+05	-1.53E+05	1.58E+05	-2.94E-05
148	1	148	149	1002 beam	1.91E+04	8.40E+05	-1.49E+05	1.53E+05	-2.89E-05
147	1	147	148	1002 beam	1.04E+04	8.46E+05	-1.47E+05	1.49E+05	-2.91E-05
146	1	146	147	1002 beam	6.91E+03	8.50E+05	-1.45E+05	1.47E+05	-2.92E-05
145	1	145	146	1002 beam	5.19E+03	8.49E+05	-1.43E+05	1.45E+05	-2.92E-05
144	1	144	145	1002 beam	4.47E+03	8.50E+05	-1.42E+05	1.43E+05	-2.92E-05
143	1	143	144	1002 beam	4.18E+03	8.52E+05	-1.40E+05	1.42E+05	-2.93E-05
142	1	142	143	1002 beam	4.30E+03	8.53E+05	-1.39E+05	1.40E+05	-2.94E-05
141	1	141	142	1002 beam	4.84E+03	8.54E+05	-1.37E+05	1.39E+05	-2.94E-05
140	1	140	141	1002 beam	5.07E+03	8.54E+05	-1.36E+05	1.37E+05	-2.94E-05
139	1	139	140	1002 beam	5.22E+03	8.54E+05	-1.34E+05	1.36E+05	-2.94E-05
138	1	138	139	1002 beam	5.38E+03	8.53E+05	-1.32E+05	1.34E+05	-2.93E-05
137	1	137	138	1002 beam	5.67E+03	8.51E+05	-1.30E+05	1.32E+05	-2.93E-05
136	1	136	137	1002 beam	6.10E+03	8.49E+05	-1.28E+05	1.30E+05	-2.92E-05
135	1	135	136	1002 beam	6.45E+03	8.46E+05	-1.26E+05	1.28E+05	-2.91E-05
134	1	134	135	1002 beam	6.93E+03	8.43E+05	-1.24E+05	1.26E+05	-2.90E-05
133	1	133	134	1002 beam	7.38E+03	8.37E+05	-1.21E+05	1.24E+05	-2.88E-05
132	1	132	133	1002 beam	7.84E+03	8.30E+05	-1.19E+05	1.21E+05	-2.86E-05
131	1	131	132	1002 beam	8.11E+03	8.22E+05	-1.16E+05	1.19E+05	-2.83E-05
130	1	130	131	1002 beam	8.07E+03	8.14E+05	-1.13E+05	1.16E+05	-2.80E-05
129	1	129	130	1002 beam	7.36E+03	8.02E+05	-1.11E+05	1.13E+05	-2.76E-05
128	1	128	129	1002 beam	-2.49E+02	7.82E+05	-1.11E+05	1.11E+05	-2.69E-05
127	1	127	128	1002 beam	9.25E+02	7.81E+05	-1.11E+05	1.11E+05	-2.69E-05
126	1	126	127	1002 beam	1.89E+03	7.84E+05	-1.10E+05	1.11E+05	-2.70E-05
125	1	125	126	1002 beam	1.69E+03	7.78E+05	-1.09E+05	1.10E+05	-2.68E-05
124	1	124	125	1002 beam	-1.59E+03	7.68E+05	-1.10E+05	1.09E+05	-2.64E-05
123	1	123	124	1002 beam	-6.86E+03	7.59E+05	-1.12E+05	1.10E+05	-2.61E-05
122	1	122	123	1002 beam	-1.24E+04	7.55E+05	-1.15E+05	1.12E+05	-2.60E-05
121	1	121	122	1002 beam	-1.18E+04	7.63E+05	-1.17E+05	1.15E+05	-2.63E-05
120	1	120	121	1002 beam	-1.20E+04	7.72E+05	-1.21E+05	1.17E+05	-2.66E-05
119	1	119	120	1002 beam	-1.31E+04	7.89E+05	-1.25E+05	1.21E+05	-2.72E-05
118	1	118	119	1002 beam	-1.15E+03	8.08E+05	-1.26E+05	1.25E+05	-2.78E-05
117	1	117	118	1002 beam	2.83E+04	8.21E+05	-1.20E+05	1.26E+05	-2.82E-05
116	1	116	117	1002 beam	6.70E+04	8.45E+05	-1.06E+05	1.20E+05	-2.91E-05
115	1	115	116	1002 beam	1.24E+05	8.75E+05	-6.65E+04	1.06E+05	-3.01E-05
114	1	114	115	1002 beam	2.18E+05	9.17E+05	1.52E+04	6.65E+04	-3.16E-05
113	1	113	114	1002 beam	3.18E+05	9.60E+05	9.32E+04	-1.52E+04	-3.30E-05
112	1	112	113	1002 beam	4.15E+05	9.93E+05	1.95E+05	-9.32E+04	-3.42E-05
111	1	111	112	1002 beam	5.48E+05	1.03E+06	4.10E+05	-1.95E+05	-3.54E-05
110	1	110	111	1002 beam	7.25E+05	1.02E+06	6.10E+05	-4.10E+05	-3.51E-05

PROGETTAZIONE ATI:

10.7 SEZIONE TIPO CPZ

OUTPUT FLAC: VERIFICA CENTINE+SPRITZ										
Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
115	1	115	116	1001	beam	-9.22E+04	4.65E+05	-1.59E+04	-1.26E+00	-7.90E-05
114	1	114	115	1001	beam	-5.32E+04	5.38E+05	-3.34E+04	1.59E+04	-9.06E-05
113	1	113	114	1001	beam	-2.39E+04	6.15E+05	-4.13E+04	3.34E+04	-1.02E-04
112	1	112	113	1001	beam	-2.42E+03	6.68E+05	-4.21E+04	4.13E+04	-1.11E-04
111	1	111	112	1001	beam	1.35E+04	7.02E+05	-3.76E+04	4.21E+04	-1.17E-04
110	1	110	111	1001	beam	2.84E+04	7.29E+05	-2.83E+04	3.76E+04	-1.21E-04
109	1	109	110	1001	beam	4.37E+04	7.53E+05	-1.39E+04	2.83E+04	-1.25E-04
108	1	108	109	1001	beam	6.02E+04	7.75E+05	5.89E+03	1.39E+04	-1.29E-04
107	1	107	108	1001	beam	4.29E+04	8.00E+05	2.07E+04	-5.89E+03	-1.34E-04
106	1	106	107	1001	beam	-1.42E+04	8.25E+05	1.61E+04	-2.07E+04	-1.38E-04
105	1	105	106	1001	beam	-1.14E+04	8.42E+05	1.24E+04	-1.61E+04	-1.40E-04
104	1	104	105	1001	beam	-8.15E+03	8.55E+05	9.75E+03	-1.24E+04	-1.42E-04
103	1	103	104	1001	beam	-5.74E+03	8.63E+05	8.58E+03	-9.75E+03	-1.44E-04
102	1	102	103	1001	beam	-4.64E+03	8.68E+05	7.64E+03	-8.59E+03	-1.45E-04
101	1	101	102	1001	beam	-3.20E+03	8.70E+05	6.63E+03	-7.64E+03	-1.45E-04
100	1	100	101	1001	beam	-3.00E+03	8.72E+05	5.70E+03	-6.63E+03	-1.45E-04
99	1	99	100	1001	beam	-3.24E+03	8.71E+05	5.00E+03	-5.71E+03	-1.45E-04
98	1	98	99	1001	beam	-2.96E+03	8.69E+05	4.36E+03	-5.01E+03	-1.44E-04
97	1	97	98	1001	beam	-4.60E+03	8.62E+05	2.99E+03	-4.37E+03	-1.43E-04
96	1	96	97	1001	beam	-5.47E+03	8.55E+05	1.76E+03	-2.99E+03	-1.42E-04
95	1	95	96	1001	beam	-4.41E+03	8.46E+05	7.74E+02	-1.76E+03	-1.41E-04
94	1	94	95	1001	beam	-4.73E+03	8.34E+05	-5.79E+02	-7.77E+02	-1.38E-04
93	1	93	94	1001	beam	-2.29E+03	8.19E+05	-1.10E+03	5.80E+02	-1.36E-04
92	1	92	93	1001	beam	1.49E+04	7.17E+05	2.32E+03	1.10E+03	-1.19E-04
91	1	91	92	1001	beam	1.10E+04	6.92E+05	5.28E+03	-2.32E+03	-1.14E-04
90	1	90	91	1001	beam	-7.76E+03	6.68E+05	3.51E+03	-5.29E+03	-1.10E-04
89	1	89	90	1001	beam	-7.19E+02	6.44E+05	3.34E+03	-3.51E+03	-1.06E-04
88	1	88	89	1001	beam	-6.92E+03	6.22E+05	1.73E+03	-3.34E+03	-1.02E-04
87	1	87	88	1001	beam	-1.73E+03	5.99E+05	1.33E+03	-1.73E+03	-9.85E-05
86	1	86	87	1001	beam	-2.09E+02	5.77E+05	1.28E+03	-1.33E+03	-9.48E-05
85	1	85	86	1001	beam	-4.12E+03	5.56E+05	3.16E+02	-1.28E+03	-9.12E-05
84	1	84	85	1001	beam	1.43E+03	5.36E+05	6.53E+02	-3.17E+02	-8.78E-05
83	1	83	84	1001	beam	-1.51E+03	5.22E+05	2.97E+02	-6.52E+02	-8.55E-05
82	1	82	83	1001	beam	-1.28E+03	5.05E+05	2.85E+00	-3.01E+02	-8.26E-05
81	1	81	82	1001	beam	-5.56E+02	4.86E+05	-1.26E+02	-3.67E+00	-7.94E-05
80	1	80	81	1001	beam	-1.26E+03	4.70E+05	-4.17E+02	1.25E+02	-7.67E-05
79	1	79	80	1001	beam	-9.20E+02	4.51E+05	-6.30E+02	4.18E+02	-7.36E-05
78	1	78	79	1001	beam	-9.00E+02	4.34E+05	-8.73E+02	6.28E+02	-7.07E-05
77	1	77	78	1001	beam	-1.71E+03	4.14E+05	-1.27E+03	8.71E+02	-6.74E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

76	1	76	77	1001	beam	-5.36E+02	3.98E+05	-1.39E+03	1.26E+03	-6.46E-05
75	1	75	76	1001	beam	-9.25E+02	3.82E+05	-1.60E+03	1.39E+03	-6.20E-05
74	1	74	75	1001	beam	-2.12E+03	3.66E+05	-2.07E+03	1.60E+03	-5.92E-05
73	1	73	74	1001	beam	-2.66E+02	3.49E+05	-2.15E+03	2.07E+03	-5.63E-05
72	1	72	73	1001	beam	-7.09E+02	3.32E+05	-2.30E+03	2.15E+03	-5.35E-05
71	1	71	72	1001	beam	-2.78E+03	3.17E+05	-2.91E+03	2.30E+03	-5.11E-05
70	1	70	71	1001	beam	2.84E+02	3.01E+05	-2.82E+03	2.91E+03	-4.83E-05
69	1	69	70	1001	beam	5.27E+02	2.85E+05	-2.66E+03	2.82E+03	-4.57E-05
68	1	68	69	1001	beam	-5.56E+03	2.73E+05	-3.83E+03	2.66E+03	-4.36E-05
67	1	67	68	1001	beam	1.27E+02	2.58E+05	-3.80E+03	3.83E+03	-4.11E-05
66	1	66	67	1001	beam	-1.68E+02	2.47E+05	-3.85E+03	3.80E+03	-3.93E-05
65	1	65	66	1001	beam	3.03E+02	2.32E+05	-3.75E+03	3.85E+03	-3.68E-05
64	1	64	65	1001	beam	1.77E+03	2.23E+05	-3.17E+03	3.75E+03	-3.53E-05
63	1	63	64	1001	beam	-9.19E+03	2.19E+05	-4.92E+03	3.17E+03	-3.47E-05
62	1	62	63	1001	beam	7.65E+02	2.05E+05	-4.77E+03	4.92E+03	-3.23E-05
61	1	61	62	1001	beam	8.79E+02	2.03E+05	-4.48E+03	4.77E+03	-3.19E-05
60	1	60	61	1001	beam	2.77E+02	1.98E+05	-4.39E+03	4.48E+03	-3.11E-05
59	1	59	60	1001	beam	-2.49E+01	1.95E+05	-4.40E+03	4.39E+03	-3.06E-05
58	1	58	59	1001	beam	1.04E+01	1.94E+05	-4.40E+03	4.40E+03	-3.04E-05
57	1	57	58	1001	beam	2.74E+01	1.95E+05	-4.39E+03	4.40E+03	-3.06E-05
56	1	56	57	1001	beam	-2.70E+02	1.98E+05	-4.48E+03	4.39E+03	-3.12E-05
55	1	55	56	1001	beam	-8.84E+02	2.04E+05	-4.77E+03	4.48E+03	-3.21E-05
54	1	54	55	1001	beam	-7.64E+02	2.06E+05	-4.91E+03	4.77E+03	-3.26E-05
53	1	53	54	1001	beam	9.29E+03	2.21E+05	-3.15E+03	4.91E+03	-3.50E-05
52	1	52	53	1001	beam	-1.80E+03	2.25E+05	-3.75E+03	3.15E+03	-3.57E-05
51	1	51	52	1001	beam	-2.51E+02	2.34E+05	-3.83E+03	3.75E+03	-3.73E-05
50	1	50	51	1001	beam	2.11E+02	2.49E+05	-3.76E+03	3.83E+03	-3.98E-05
49	1	49	50	1001	beam	-1.08E+02	2.60E+05	-3.79E+03	3.77E+03	-4.16E-05
48	1	48	49	1001	beam	5.41E+03	2.75E+05	-2.66E+03	3.79E+03	-4.41E-05
47	1	47	48	1001	beam	-4.36E+02	2.87E+05	-2.79E+03	2.66E+03	-4.62E-05
46	1	46	47	1001	beam	-2.56E+02	3.04E+05	-2.87E+03	2.80E+03	-4.90E-05
45	1	45	46	1001	beam	2.65E+03	3.20E+05	-2.29E+03	2.88E+03	-5.17E-05
44	1	44	45	1001	beam	8.07E+02	3.35E+05	-2.12E+03	2.30E+03	-5.41E-05
43	1	43	44	1001	beam	2.91E+02	3.52E+05	-2.03E+03	2.12E+03	-5.71E-05
42	1	42	43	1001	beam	2.06E+03	3.69E+05	-1.57E+03	2.04E+03	-6.00E-05
41	1	41	42	1001	beam	1.03E+03	3.86E+05	-1.34E+03	1.57E+03	-6.28E-05
40	1	40	41	1001	beam	5.24E+02	4.02E+05	-1.22E+03	1.34E+03	-6.55E-05
39	1	39	40	1001	beam	1.58E+03	4.19E+05	-8.57E+02	1.22E+03	-6.82E-05
38	1	38	39	1001	beam	1.06E+03	4.38E+05	-5.68E+02	8.58E+02	-7.15E-05
37	1	37	38	1001	beam	9.13E+02	4.56E+05	-3.59E+02	5.70E+02	-7.45E-05
36	1	36	37	1001	beam	1.40E+03	4.75E+05	-3.61E+01	3.60E+02	-7.77E-05
35	1	35	36	1001	beam	1.42E+03	4.92E+05	2.93E+02	3.93E+01	-8.06E-05
34	1	34	35	1001	beam	-6.02E+02	5.07E+05	1.50E+02	-2.91E+02	-8.30E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

33	1	33	34	1001	beam	2.54E+03	5.26E+05	7.47E+02	-1.50E+02	-8.63E-05
32	1	32	33	1001	beam	-1.43E+03	5.42E+05	4.06E+02	-7.43E+02	-8.90E-05
31	1	31	32	1001	beam	3.57E+03	5.62E+05	1.24E+03	-4.05E+02	-9.24E-05
30	1	30	31	1001	beam	-1.72E+03	5.78E+05	8.35E+02	-1.24E+03	-9.49E-05
29	1	29	30	1001	beam	7.26E+03	5.99E+05	2.53E+03	-8.33E+02	-9.85E-05
28	1	28	29	1001	beam	1.56E+03	6.26E+05	2.89E+03	-2.53E+03	-1.03E-04
27	1	27	28	1001	beam	2.11E+03	6.48E+05	3.37E+03	-2.89E+03	-1.07E-04
26	1	26	27	1001	beam	7.78E+03	6.73E+05	5.16E+03	-3.37E+03	-1.11E-04
25	1	25	26	1001	beam	-9.18E+03	6.97E+05	2.68E+03	-5.16E+03	-1.15E-04
24	1	24	25	1001	beam	-1.20E+04	7.24E+05	-6.34E+01	-2.68E+03	-1.20E-04
23	1	23	24	1001	beam	5.27E+02	8.23E+05	5.60E+01	6.50E+01	-1.37E-04
22	1	22	23	1001	beam	3.40E+03	8.36E+05	8.16E+02	-5.63E+01	-1.39E-04
21	1	21	22	1001	beam	3.75E+03	8.47E+05	1.65E+03	-8.13E+02	-1.41E-04
20	1	20	21	1001	beam	5.13E+03	8.58E+05	3.14E+03	-1.65E+03	-1.43E-04
19	1	19	20	1001	beam	4.46E+03	8.66E+05	4.11E+03	-3.14E+03	-1.44E-04
18	1	18	19	1001	beam	3.21E+03	8.71E+05	4.81E+03	-4.11E+03	0.00
17	1	17	18	1001	beam	3.30E+03	8.74E+05	5.80E+03	-4.81E+03	0.00
16	1	16	17	1001	beam	2.92E+03	8.76E+05	6.70E+03	-5.80E+03	0.00
15	1	15	16	1001	beam	3.23E+03	8.75E+05	7.37E+03	-6.70E+03	0.00
14	1	14	15	1001	beam	3.97E+03	8.73E+05	8.20E+03	-7.37E+03	0.00
13	1	13	14	1001	beam	5.62E+03	8.67E+05	9.96E+03	-8.20E+03	0.00
12	1	12	13	1001	beam	8.25E+03	8.57E+05	1.26E+04	-9.96E+03	0.00
11	1	11	12	1001	beam	1.15E+04	8.44E+05	1.63E+04	-1.26E+04	0.00
10	1	10	11	1001	beam	1.42E+04	8.28E+05	2.10E+04	-1.63E+04	0.00
9	1	9	10	1001	beam	-4.24E+04	8.03E+05	6.17E+03	-2.10E+04	0.00
8	1	8	9	1001	beam	-6.04E+04	7.77E+05	-1.37E+04	-6.17E+03	0.00
7	1	7	8	1001	beam	-4.41E+04	7.55E+05	-2.82E+04	1.37E+04	0.00
6	1	6	7	1001	beam	-2.88E+04	7.31E+05	-3.77E+04	2.82E+04	0.00
5	1	5	6	1001	beam	-1.35E+04	7.04E+05	-4.21E+04	3.77E+04	0.00
4	1	4	5	1001	beam	2.56E+03	6.71E+05	-4.13E+04	4.21E+04	0.00
3	1	3	4	1001	beam	2.33E+04	6.20E+05	-3.36E+04	4.13E+04	0.00
2	1	2	3	1001	beam	5.38E+04	5.41E+05	-1.59E+04	3.36E+04	0.00
1	1	1	2	1001	beam	9.23E+04	4.65E+05	8.45E-01	1.59E+04	0.00

OUTPUT FLAC: VERIFICA RIV DEFINITIVO

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
291	2	115	116	1003	beam	-3.39E+05	1.01E+06	1.99E+05	-2.57E+05	-3.27E-05
290	2	114	115	1003	beam	-2.59E+05	1.10E+06	1.14E+05	-1.99E+05	-3.55E-05
289	2	113	114	1003	beam	-1.78E+05	1.19E+06	5.50E+04	-1.14E+05	-3.86E-05
288	2	112	113	1003	beam	-1.11E+05	1.25E+06	1.83E+04	-5.50E+04	-4.06E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

287	2	111	112	1003	beam	-5.66E+04	1.29E+06	-2.99E+02	-1.83E+04	-4.18E-05
286	2	110	111	1003	beam	-8.02E+03	1.32E+06	-2.95E+03	3.07E+02	-4.27E-05
285	2	109	110	1003	beam	3.71E+04	1.34E+06	9.27E+03	2.95E+03	-4.34E-05
284	2	108	109	1003	beam	8.11E+04	1.36E+06	3.59E+04	-9.27E+03	-4.40E-05
283	2	107	108	1003	beam	5.83E+04	1.38E+06	5.61E+04	-3.60E+04	-4.47E-05
282	2	106	107	1003	beam	-4.10E+04	1.40E+06	4.27E+04	-5.61E+04	-4.52E-05
281	2	105	106	1003	beam	-3.65E+04	1.41E+06	3.08E+04	-4.27E+04	-4.56E-05
280	2	104	105	1003	beam	-3.05E+04	1.42E+06	2.11E+04	-3.08E+04	-4.59E-05
279	2	103	104	1003	beam	-2.60E+04	1.42E+06	1.58E+04	-2.11E+04	-4.61E-05
278	2	102	103	1003	beam	-2.36E+04	1.42E+06	1.09E+04	-1.58E+04	-4.61E-05
277	2	101	102	1003	beam	-2.08E+04	1.42E+06	4.32E+03	-1.09E+04	-4.60E-05
276	2	100	101	1003	beam	-1.92E+04	1.42E+06	-1.60E+03	-4.32E+03	-4.59E-05
275	2	99	100	1003	beam	-1.84E+04	1.41E+06	-5.60E+03	1.61E+03	-4.56E-05
274	2	98	99	1003	beam	-1.71E+04	1.40E+06	-9.32E+03	5.61E+03	-4.54E-05
273	2	97	98	1003	beam	-1.85E+04	1.39E+06	-1.49E+04	9.32E+03	-4.49E-05
272	2	96	97	1003	beam	-1.82E+04	1.37E+06	-1.90E+04	1.49E+04	-4.44E-05
271	2	95	96	1003	beam	-1.50E+04	1.35E+06	-2.23E+04	1.90E+04	-4.38E-05
270	2	94	95	1003	beam	-1.37E+04	1.33E+06	-2.63E+04	2.23E+04	-4.31E-05
269	2	93	94	1003	beam	-7.53E+03	1.30E+06	-2.80E+04	2.63E+04	-4.22E-05
268	2	92	93	1003	beam	3.02E+04	1.13E+06	-2.11E+04	2.80E+04	-3.65E-05
267	2	91	92	1003	beam	2.25E+04	1.08E+06	-1.50E+04	2.11E+04	-3.49E-05
266	2	90	91	1003	beam	-6.29E+03	1.03E+06	-1.65E+04	1.50E+04	-3.34E-05
265	2	89	90	1003	beam	1.11E+03	9.90E+05	-1.62E+04	1.64E+04	-3.21E-05
264	2	88	89	1003	beam	-1.12E+04	9.54E+05	-1.88E+04	1.62E+04	-3.09E-05
263	2	87	88	1003	beam	-4.07E+03	9.15E+05	-1.97E+04	1.88E+04	-2.96E-05
262	2	86	87	1003	beam	-2.23E+03	8.79E+05	-2.03E+04	1.97E+04	-2.85E-05
261	2	85	86	1003	beam	-7.85E+03	8.44E+05	-2.21E+04	2.03E+04	-2.74E-05
260	2	84	85	1003	beam	1.19E+03	8.12E+05	-2.18E+04	2.21E+04	-2.63E-05
259	2	83	84	1003	beam	-2.64E+03	7.90E+05	-2.25E+04	2.18E+04	-2.56E-05
258	2	82	83	1003	beam	-2.20E+03	7.62E+05	-2.30E+04	2.25E+04	-2.47E-05
257	2	81	82	1003	beam	-1.02E+03	7.32E+05	-2.32E+04	2.30E+04	-2.37E-05
256	2	80	81	1003	beam	-1.75E+03	7.06E+05	-2.36E+04	2.32E+04	-2.29E-05
255	2	79	80	1003	beam	-1.66E+03	6.77E+05	-2.40E+04	2.36E+04	-2.19E-05
254	2	78	79	1003	beam	-1.12E+03	6.51E+05	-2.43E+04	2.40E+04	-2.11E-05
253	2	77	78	1003	beam	-3.18E+03	6.20E+05	-2.50E+04	2.43E+04	-2.01E-05
252	2	76	77	1003	beam	-4.04E+02	5.95E+05	-2.51E+04	2.50E+04	-1.93E-05
251	2	75	76	1003	beam	-1.13E+03	5.72E+05	-2.54E+04	2.51E+04	-1.85E-05
250	2	74	75	1003	beam	-3.46E+03	5.47E+05	-2.62E+04	2.54E+04	-1.77E-05
249	2	73	74	1003	beam	-2.14E+02	5.21E+05	-2.63E+04	2.62E+04	-1.69E-05
248	2	72	73	1003	beam	-2.62E+02	4.97E+05	-2.63E+04	2.63E+04	-1.61E-05
247	2	71	72	1003	beam	-5.08E+03	4.77E+05	-2.74E+04	2.63E+04	-1.54E-05
246	2	70	71	1003	beam	-1.78E+03	4.52E+05	-2.80E+04	2.74E+04	-1.46E-05
245	2	69	70	1003	beam	-1.08E+03	4.32E+05	-2.83E+04	2.80E+04	-1.40E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

244	2	68	69	1003	beam	-1.18E+04	4.16E+05	-3.08E+04	2.83E+04	-1.35E-05
243	2	67	68	1003	beam	7.27E+02	3.85E+05	-3.07E+04	3.08E+04	-1.25E-05
242	2	66	67	1003	beam	3.25E+02	3.76E+05	-3.06E+04	3.07E+04	-1.22E-05
241	2	65	66	1003	beam	1.18E+03	3.61E+05	-3.02E+04	3.06E+04	-1.17E-05
240	2	64	65	1003	beam	-3.61E+01	3.53E+05	-3.02E+04	3.02E+04	-1.14E-05
239	2	63	64	1003	beam	-3.24E+03	3.54E+05	-3.08E+04	3.02E+04	-1.15E-05
238	2	62	63	1003	beam	4.41E+03	3.19E+05	-3.00E+04	3.08E+04	-1.03E-05
237	2	61	62	1003	beam	7.98E+03	3.24E+05	-2.74E+04	3.00E+04	-1.05E-05
236	2	60	61	1003	beam	8.07E+03	3.25E+05	-2.47E+04	2.74E+04	-1.05E-05
235	2	59	60	1003	beam	8.01E+03	3.27E+05	-2.20E+04	2.47E+04	-1.06E-05
234	2	58	59	1003	beam	7.53E+03	3.31E+05	-1.95E+04	2.20E+04	-1.07E-05
233	2	57	58	1003	beam	6.97E+03	3.38E+05	-1.72E+04	1.95E+04	-1.09E-05
232	2	56	57	1003	beam	6.78E+03	3.46E+05	-1.50E+04	1.72E+04	-1.12E-05
231	2	55	56	1003	beam	6.53E+03	3.56E+05	-1.29E+04	1.50E+04	-1.15E-05
230	2	54	55	1003	beam	9.20E+03	3.59E+05	-1.11E+04	1.29E+04	-1.16E-05
229	2	53	54	1003	beam	1.49E+04	3.99E+05	-8.30E+03	1.11E+04	-1.29E-05
228	2	52	53	1003	beam	1.27E+04	4.06E+05	-4.08E+03	8.30E+03	-1.32E-05
227	2	51	52	1003	beam	1.10E+04	4.24E+05	-5.09E+02	4.09E+03	-1.37E-05
226	2	50	51	1003	beam	1.11E+04	4.48E+05	3.04E+03	5.09E+02	-1.45E-05
225	2	49	50	1003	beam	9.41E+03	4.64E+05	5.01E+03	-3.04E+03	-1.50E-05
224	2	48	49	1003	beam	1.98E+04	4.99E+05	9.15E+03	-5.00E+03	-1.62E-05
223	2	47	48	1003	beam	1.00E+04	5.20E+05	1.23E+04	-9.14E+03	-1.69E-05
222	2	46	47	1003	beam	1.01E+04	5.48E+05	1.54E+04	-1.23E+04	-1.78E-05
221	2	45	46	1003	beam	1.11E+04	5.78E+05	1.79E+04	-1.54E+04	-1.87E-05
220	2	44	45	1003	beam	6.19E+03	6.03E+05	1.92E+04	-1.79E+04	-1.95E-05
219	2	43	44	1003	beam	5.61E+03	6.30E+05	2.09E+04	-1.92E+04	-2.04E-05
218	2	42	43	1003	beam	6.51E+03	6.60E+05	2.23E+04	-2.09E+04	-2.14E-05
217	2	41	42	1003	beam	4.26E+03	6.87E+05	2.33E+04	-2.23E+04	-2.23E-05
216	2	40	41	1003	beam	2.63E+03	7.14E+05	2.39E+04	-2.33E+04	-2.31E-05
215	2	39	40	1003	beam	3.02E+03	7.39E+05	2.46E+04	-2.39E+04	-2.39E-05
214	2	38	39	1003	beam	1.89E+03	7.71E+05	2.51E+04	-2.46E+04	-2.50E-05
213	2	37	38	1003	beam	5.78E+02	7.99E+05	2.52E+04	-2.51E+04	-2.59E-05
212	2	36	37	1003	beam	1.05E+03	8.28E+05	2.55E+04	-2.52E+04	-2.68E-05
211	2	35	36	1003	beam	6.31E+02	8.55E+05	2.56E+04	-2.55E+04	-2.77E-05
210	2	34	35	1003	beam	-3.46E+03	8.76E+05	2.48E+04	-2.56E+04	-2.84E-05
209	2	33	34	1003	beam	2.56E+03	9.06E+05	2.54E+04	-2.48E+04	-2.93E-05
208	2	32	33	1003	beam	-3.93E+03	9.28E+05	2.45E+04	-2.54E+04	-3.01E-05
207	2	31	32	1003	beam	5.92E+03	9.58E+05	2.59E+04	-2.45E+04	-3.10E-05
206	2	30	31	1003	beam	-2.35E+03	9.80E+05	2.53E+04	-2.59E+04	-3.17E-05
205	2	29	30	1003	beam	1.40E+04	1.01E+06	2.85E+04	-2.53E+04	-3.27E-05
204	2	28	29	1003	beam	3.38E+03	1.05E+06	2.93E+04	-2.85E+04	-3.41E-05
203	2	27	28	1003	beam	1.09E+03	1.09E+06	2.96E+04	-2.93E+04	-3.52E-05
202	2	26	27	1003	beam	5.91E+03	1.12E+06	3.09E+04	-2.96E+04	-3.64E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

201	2	25	26	1003	beam	-2.60E+04	1.16E+06	2.39E+04	-3.09E+04	-3.76E-05
200	2	24	25	1003	beam	-3.75E+04	1.21E+06	1.53E+04	-2.39E+04	-3.90E-05
199	2	23	24	1003	beam	-2.21E+04	1.37E+06	1.02E+04	-1.53E+04	-4.44E-05
198	2	22	23	1003	beam	-1.78E+04	1.39E+06	6.25E+03	-1.02E+04	-4.51E-05
197	2	21	22	1003	beam	-1.74E+04	1.41E+06	2.35E+03	-6.25E+03	-4.57E-05
196	2	20	21	1003	beam	-1.41E+04	1.43E+06	-1.75E+03	-2.36E+03	-4.62E-05
195	2	19	20	1003	beam	-1.40E+04	1.44E+06	-4.79E+03	1.74E+03	-4.67E-05
194	2	18	19	1003	beam	-1.50E+04	1.45E+06	-8.05E+03	4.79E+03	-4.70E-05
193	2	17	18	1003	beam	-1.31E+04	1.46E+06	-1.20E+04	8.05E+03	-4.72E-05
192	2	16	17	1003	beam	-1.14E+04	1.46E+06	-1.55E+04	1.20E+04	-4.73E-05
191	2	15	16	1003	beam	-8.57E+03	1.46E+06	-1.73E+04	1.56E+04	-4.73E-05
190	2	14	15	1003	beam	-5.38E+03	1.46E+06	-1.84E+04	1.73E+04	-4.73E-05
189	2	13	14	1003	beam	2.35E+02	1.45E+06	-1.84E+04	1.85E+04	-4.71E-05
188	2	12	13	1003	beam	8.68E+03	1.44E+06	-1.56E+04	1.84E+04	-4.67E-05
187	2	11	12	1003	beam	1.87E+04	1.43E+06	-9.51E+03	1.56E+04	-4.63E-05
186	2	10	11	1003	beam	2.78E+04	1.41E+06	-3.41E+02	9.51E+03	-4.58E-05
185	2	9	10	1003	beam	-6.57E+04	1.39E+06	-2.34E+04	3.41E+02	-4.51E-05
184	2	8	9	1003	beam	-8.36E+04	1.37E+06	-5.09E+04	2.34E+04	-4.44E-05
183	2	7	8	1003	beam	-3.32E+04	1.35E+06	-6.18E+04	5.09E+04	-4.37E-05
182	2	6	7	1003	beam	1.85E+04	1.33E+06	-5.57E+04	6.18E+04	-4.30E-05
181	2	5	6	1003	beam	7.36E+04	1.30E+06	-3.15E+04	5.57E+04	-4.21E-05
180	2	4	5	1003	beam	1.35E+05	1.26E+06	1.27E+04	3.15E+04	-4.09E-05
179	2	3	4	1003	beam	2.07E+05	1.20E+06	8.08E+04	-1.27E+04	-3.90E-05
178	2	2	3	1003	beam	2.95E+05	1.11E+06	1.78E+05	-8.08E+04	-3.59E-05
177	2	1	2	1003	beam	3.78E+05	1.02E+06	2.43E+05	-1.78E+05	-3.29E-05
176	1	176	1	1002	beam	-3.18E+05	4.79E+05	7.64E+04	-2.43E+05	-1.65E-05
175	1	175	176	1002	beam	-2.81E+05	4.46E+05	1.64E+04	-7.64E+04	-1.53E-05
174	1	174	175	1002	beam	-2.48E+05	4.32E+05	-3.65E+04	-1.64E+04	-1.49E-05
173	1	173	174	1002	beam	-2.10E+05	4.18E+05	-1.02E+05	3.65E+04	-1.44E-05
172	1	172	173	1002	beam	-1.70E+05	4.00E+05	-1.56E+05	1.02E+05	-1.38E-05
171	1	171	172	1002	beam	-1.39E+05	3.85E+05	-1.85E+05	1.56E+05	-1.33E-05
170	1	170	171	1002	beam	-1.16E+05	3.74E+05	-2.09E+05	1.85E+05	-1.29E-05
169	1	169	170	1002	beam	-9.11E+04	3.62E+05	-2.38E+05	2.09E+05	-1.25E-05
168	1	168	169	1002	beam	-6.45E+04	3.47E+05	-2.59E+05	2.38E+05	-1.19E-05
167	1	167	168	1002	beam	-4.24E+04	3.33E+05	-2.73E+05	2.59E+05	-1.15E-05
166	1	166	167	1002	beam	-2.67E+04	3.21E+05	-2.78E+05	2.73E+05	-1.11E-05
165	1	165	166	1002	beam	-1.79E+04	3.14E+05	-2.82E+05	2.78E+05	-1.08E-05
164	1	164	165	1002	beam	-9.56E+03	3.01E+05	-2.85E+05	2.82E+05	-1.04E-05
163	1	163	164	1002	beam	-1.47E+03	2.86E+05	-2.85E+05	2.85E+05	-9.82E-06
162	1	162	163	1002	beam	3.97E+03	2.73E+05	-2.84E+05	2.85E+05	-9.38E-06
161	1	161	162	1002	beam	9.31E+03	2.64E+05	-2.82E+05	2.84E+05	-9.08E-06
160	1	160	161	1002	beam	1.12E+04	2.54E+05	-2.80E+05	2.82E+05	-8.74E-06
159	1	159	160	1002	beam	1.28E+04	2.45E+05	-2.76E+05	2.80E+05	-8.41E-06

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

158	1	158	159	1002	beam	1.50E+04	2.34E+05	-2.71E+05	2.76E+05	-8.06E-06
157	1	157	158	1002	beam	1.64E+04	2.25E+05	-2.65E+05	2.71E+05	-7.75E-06
156	1	156	157	1002	beam	1.71E+04	2.18E+05	-2.60E+05	2.65E+05	-7.49E-06
155	1	155	156	1002	beam	1.74E+04	2.12E+05	-2.54E+05	2.60E+05	-7.28E-06
154	1	154	155	1002	beam	1.70E+04	2.07E+05	-2.48E+05	2.54E+05	-7.10E-06
153	1	153	154	1002	beam	1.65E+04	2.03E+05	-2.45E+05	2.48E+05	-6.97E-06
152	1	152	153	1002	beam	1.56E+04	2.01E+05	-2.43E+05	2.45E+05	-6.91E-06
151	1	151	152	1002	beam	1.40E+04	1.98E+05	-2.38E+05	2.43E+05	-6.82E-06
150	1	150	151	1002	beam	1.17E+04	1.96E+05	-2.34E+05	2.38E+05	-6.73E-06
149	1	149	150	1002	beam	9.01E+03	1.93E+05	-2.31E+05	2.34E+05	-6.65E-06
148	1	148	149	1002	beam	6.01E+03	1.92E+05	-2.29E+05	2.31E+05	-6.59E-06
147	1	147	148	1002	beam	2.62E+03	1.90E+05	-2.28E+05	2.29E+05	-6.53E-06
146	1	146	147	1002	beam	-1.05E+03	1.88E+05	-2.29E+05	2.28E+05	-6.48E-06
145	1	145	146	1002	beam	-4.67E+03	1.87E+05	-2.30E+05	2.29E+05	-6.43E-06
144	1	144	145	1002	beam	-7.96E+03	1.85E+05	-2.33E+05	2.30E+05	-6.38E-06
143	1	143	144	1002	beam	-1.09E+04	1.84E+05	-2.36E+05	2.33E+05	-6.34E-06
142	1	142	143	1002	beam	-1.34E+04	1.83E+05	-2.41E+05	2.36E+05	-6.31E-06
141	1	141	142	1002	beam	-1.55E+04	1.83E+05	-2.46E+05	2.41E+05	-6.31E-06
140	1	140	141	1002	beam	-1.69E+04	1.84E+05	-2.49E+05	2.46E+05	-6.32E-06
139	1	139	140	1002	beam	-1.78E+04	1.84E+05	-2.52E+05	2.49E+05	-6.33E-06
138	1	138	139	1002	beam	-1.83E+04	1.86E+05	-2.58E+05	2.52E+05	-6.39E-06
137	1	137	138	1002	beam	-1.83E+04	1.88E+05	-2.64E+05	2.58E+05	-6.47E-06
136	1	136	137	1002	beam	-1.76E+04	1.92E+05	-2.70E+05	2.64E+05	-6.60E-06
135	1	135	136	1002	beam	-1.65E+04	1.97E+05	-2.76E+05	2.70E+05	-6.77E-06
134	1	134	135	1002	beam	-1.46E+04	2.03E+05	-2.80E+05	2.76E+05	-6.99E-06
133	1	133	134	1002	beam	-1.19E+04	2.11E+05	-2.84E+05	2.80E+05	-7.27E-06
132	1	132	133	1002	beam	-9.89E+03	2.19E+05	-2.86E+05	2.84E+05	-7.55E-06
131	1	131	132	1002	beam	-7.60E+03	2.28E+05	-2.88E+05	2.86E+05	-7.84E-06
130	1	130	131	1002	beam	-1.51E+03	2.35E+05	-2.88E+05	2.88E+05	-8.09E-06
129	1	129	130	1002	beam	4.55E+03	2.46E+05	-2.87E+05	2.88E+05	-8.47E-06
128	1	128	129	1002	beam	1.33E+04	2.60E+05	-2.82E+05	2.87E+05	-8.95E-06
127	1	127	128	1002	beam	2.25E+04	2.71E+05	-2.78E+05	2.82E+05	-9.33E-06
126	1	126	127	1002	beam	3.22E+04	2.78E+05	-2.71E+05	2.78E+05	-9.55E-06
125	1	125	126	1002	beam	4.88E+04	2.88E+05	-2.56E+05	2.71E+05	-9.91E-06
124	1	124	125	1002	beam	7.20E+04	3.01E+05	-2.33E+05	2.56E+05	-1.04E-05
123	1	123	124	1002	beam	1.00E+05	3.15E+05	-2.01E+05	2.33E+05	-1.08E-05
122	1	122	123	1002	beam	1.27E+05	3.25E+05	-1.74E+05	2.01E+05	-1.12E-05
121	1	121	122	1002	beam	1.51E+05	3.37E+05	-1.43E+05	1.74E+05	-1.16E-05
120	1	120	121	1002	beam	1.82E+05	3.52E+05	-8.55E+04	1.43E+05	-1.21E-05
119	1	119	120	1002	beam	2.21E+05	3.71E+05	-1.64E+04	8.55E+04	-1.27E-05
118	1	118	119	1002	beam	2.56E+05	3.85E+05	3.82E+04	1.64E+04	-1.33E-05
117	1	117	118	1002	beam	2.86E+05	3.99E+05	9.93E+04	-3.82E+04	-1.37E-05
116	1	116	117	1002	beam	3.21E+05	4.31E+05	2.57E+05	-9.93E+04	-1.48E-05

PROGETTAZIONE ATI:

10.8 SEZIONE TIPO BYPASS

OUTPUT FLAC: VERIFICA CENTINE+SPRITZ										
Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
64	1	64	65	1001	beam	-8.50E+04	1.22E+06	-2.69E+04	4.15E-01	-2.63E-04
63	1	63	64	1001	beam	-5.02E+04	1.36E+06	-4.36E+04	2.69E+04	-2.92E-04
62	1	62	63	1001	beam	-6.53E+02	1.43E+06	-4.38E+04	4.36E+04	-3.06E-04
61	1	61	62	1001	beam	3.75E+04	1.47E+06	-3.13E+04	4.38E+04	-3.14E-04
60	1	60	61	1001	beam	7.82E+04	1.49E+06	-5.38E+03	3.13E+04	-3.19E-04
59	1	59	60	1001	beam	6.19E+04	1.51E+06	1.47E+04	5.38E+03	-3.24E-04
58	1	58	59	1001	beam	2.45E+04	1.52E+06	1.92E+04	-1.47E+04	-3.25E-04
57	1	57	58	1001	beam	-1.99E+04	1.46E+06	1.55E+04	-1.92E+04	-3.12E-04
56	1	56	57	1001	beam	3.07E+03	1.47E+06	1.66E+04	-1.55E+04	-3.16E-04
55	1	55	56	1001	beam	-1.32E+04	1.45E+06	1.23E+04	-1.66E+04	-3.11E-04
54	1	54	55	1001	beam	-1.61E+04	1.37E+06	7.27E+03	-1.23E+04	-2.93E-04
53	1	53	54	1001	beam	-2.56E+04	1.30E+06	1.66E+03	-7.27E+03	-2.78E-04
52	1	52	53	1001	beam	-2.49E+03	1.27E+06	1.12E+03	-1.66E+03	-2.71E-04
51	1	51	52	1001	beam	6.57E+03	1.21E+06	3.02E+03	-1.12E+03	-2.59E-04
50	1	50	51	1001	beam	-1.36E+04	1.13E+06	-8.02E+01	-3.02E+03	-2.42E-04
49	1	49	50	1001	beam	9.23E+03	1.08E+06	2.03E+03	8.06E+01	-2.32E-04
48	1	48	49	1001	beam	7.86E+03	1.04E+06	3.87E+03	-2.03E+03	-2.23E-04
47	1	47	48	1001	beam	-1.42E+04	9.72E+05	5.26E+02	-3.87E+03	-2.08E-04
46	1	46	47	1001	beam	3.28E+03	9.23E+05	1.30E+03	-5.25E+02	-1.98E-04
45	1	45	46	1001	beam	-5.19E+03	9.01E+05	7.02E+01	-1.30E+03	-1.93E-04
44	1	44	45	1001	beam	2.06E+03	8.64E+05	5.54E+02	-7.17E+01	-1.85E-04
43	1	43	44	1001	beam	-2.01E+03	8.46E+05	8.46E+01	-5.55E+02	-1.81E-04
42	1	42	43	1001	beam	-3.09E+03	8.18E+05	-6.16E+02	-8.49E+01	-1.75E-04
41	1	41	42	1001	beam	-1.94E+02	7.86E+05	-6.58E+02	6.14E+02	-1.68E-04
40	1	40	41	1001	beam	-7.78E+02	7.61E+05	-8.85E+02	6.58E+02	-1.63E-04
39	1	39	40	1001	beam	-1.53E+03	7.34E+05	-1.22E+03	8.84E+02	-1.57E-04
38	1	38	39	1001	beam	-7.23E+02	7.09E+05	-1.37E+03	1.22E+03	-1.52E-04
37	1	37	38	1001	beam	-4.36E+02	6.89E+05	-1.51E+03	1.37E+03	-1.48E-04
36	1	36	37	1001	beam	-6.74E+02	6.64E+05	-1.72E+03	1.51E+03	-1.42E-04
35	1	35	36	1001	beam	-4.76E+02	6.44E+05	-1.88E+03	1.72E+03	-1.38E-04
34	1	34	35	1001	beam	-2.69E+02	6.29E+05	-1.97E+03	1.88E+03	-1.35E-04
33	1	33	34	1001	beam	-7.03E+01	6.22E+05	-2.00E+03	1.97E+03	-1.33E-04
32	1	32	33	1001	beam	7.91E+01	6.22E+05	-1.97E+03	2.00E+03	-1.33E-04
31	1	31	32	1001	beam	2.59E+02	6.29E+05	-1.88E+03	1.97E+03	-1.35E-04
30	1	30	31	1001	beam	4.70E+02	6.44E+05	-1.73E+03	1.88E+03	-1.38E-04
29	1	29	30	1001	beam	6.91E+02	6.64E+05	-1.50E+03	1.73E+03	-1.42E-04
28	1	28	29	1001	beam	4.29E+02	6.89E+05	-1.37E+03	1.50E+03	-1.48E-04
27	1	27	28	1001	beam	7.14E+02	7.09E+05	-1.21E+03	1.37E+03	-1.52E-04
26	1	26	27	1001	beam	1.54E+03	7.34E+05	-8.80E+02	1.21E+03	-1.57E-04

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

25	1	25	26	1001	beam	8.01E+02	7.61E+05	-6.48E+02	8.81E+02	-1.63E-04
24	1	24	25	1001	beam	2.06E+02	7.86E+05	-6.02E+02	6.48E+02	-1.68E-04
23	1	23	24	1001	beam	3.11E+03	8.18E+05	1.02E+02	6.02E+02	-1.75E-04
22	1	22	23	1001	beam	1.96E+03	8.47E+05	5.60E+02	-1.01E+02	-1.81E-04
21	1	21	22	1001	beam	-2.45E+03	8.65E+05	-1.44E+01	-5.58E+02	-1.85E-04
20	1	20	21	1001	beam	5.42E+03	9.04E+05	1.27E+03	1.61E+01	-1.94E-04
19	1	19	20	1001	beam	-3.20E+03	9.24E+05	5.08E+02	-1.27E+03	-1.98E-04
18	1	18	19	1001	beam	1.48E+04	9.73E+05	3.99E+03	-5.07E+02	-2.08E-04
17	1	17	18	1001	beam	-8.47E+03	1.04E+06	2.00E+03	-3.99E+03	-2.24E-04
16	1	16	17	1001	beam	-9.27E+03	1.09E+06	-1.19E+02	-2.00E+03	-2.33E-04
15	1	15	16	1001	beam	1.40E+04	1.13E+06	3.08E+03	1.19E+02	-2.42E-04
14	1	14	15	1001	beam	-6.20E+03	1.21E+06	1.28E+03	-3.07E+03	-2.60E-04
13	1	13	14	1001	beam	1.98E+03	1.27E+06	1.71E+03	-1.28E+03	-2.71E-04
12	1	12	13	1001	beam	2.59E+04	1.30E+06	7.39E+03	-1.71E+03	-2.78E-04
11	1	11	12	1001	beam	1.57E+04	1.37E+06	1.23E+04	-7.39E+03	-2.94E-04
10	1	10	11	1001	beam	1.25E+04	1.46E+06	1.63E+04	-1.23E+04	-3.12E-04
9	1	9	10	1001	beam	-3.99E+03	1.48E+06	1.50E+04	-1.63E+04	-3.16E-04
8	1	8	9	1001	beam	2.25E+04	1.47E+06	1.92E+04	-1.50E+04	-3.14E-04
7	1	7	8	1001	beam	-2.38E+04	1.52E+06	1.47E+04	-1.92E+04	-3.26E-04
6	1	6	7	1001	beam	-6.14E+04	1.52E+06	-5.17E+03	-1.47E+04	-3.24E-04
5	1	5	6	1001	beam	-7.83E+04	1.49E+06	-3.12E+04	5.16E+03	-3.20E-04
4	1	4	5	1001	beam	-3.78E+04	1.47E+06	-4.38E+04	3.12E+04	-3.14E-04
3	1	3	4	1001	beam	3.78E+02	1.43E+06	-4.36E+04	4.38E+04	-3.06E-04
2	1	2	3	1001	beam	5.01E+04	1.36E+06	-2.69E+04	4.36E+04	-2.91E-04
1	1	1	2	1001	beam	8.52E+04	1.22E+06	-1.63E+00	2.69E+04	-2.63E-04

OUTPUT FLAC: VERIFICA RIV DEFINITIVO

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
166	2	64	65	1003	beam	-2.68E+05	1.73E+06	3.38E+04	-1.19E+05	-8.93E-05
165	2	63	64	1003	beam	-1.77E+05	1.85E+06	-2.51E+04	-3.38E+04	-9.55E-05
164	2	62	63	1003	beam	-8.43E+04	1.92E+06	-5.32E+04	2.51E+04	-9.90E-05
163	2	61	62	1003	beam	-7.85E+03	1.95E+06	-5.59E+04	5.33E+04	-1.01E-04
162	2	60	61	1003	beam	7.01E+04	1.97E+06	-3.26E+04	5.59E+04	-1.02E-04
161	2	59	60	1003	beam	6.93E+04	1.97E+06	-1.02E+04	3.26E+04	-1.02E-04
160	2	58	59	1003	beam	3.66E+04	1.96E+06	-3.33E+03	1.02E+04	-1.01E-04
159	2	57	58	1003	beam	6.66E+03	1.88E+06	-2.09E+03	3.34E+03	-9.71E-05
158	2	56	57	1003	beam	1.67E+04	1.89E+06	3.51E+03	2.10E+03	-9.76E-05
157	2	55	56	1003	beam	1.37E+04	1.85E+06	7.93E+03	-3.51E+03	-9.57E-05
156	2	54	55	1003	beam	8.41E+03	1.75E+06	1.05E+04	-7.93E+03	-9.05E-05
155	2	53	54	1003	beam	-2.82E+04	1.67E+06	4.39E+03	-1.06E+04	-8.59E-05
154	2	52	53	1003	beam	-1.16E+04	1.62E+06	1.88E+03	-4.42E+03	-8.38E-05
153	2	51	52	1003	beam	-5.29E+03	1.56E+06	3.84E+02	-1.92E+03	-8.05E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

152	2	50	51	1003	beam	-2.52E+04	1.47E+06	-5.34E+03	-4.15E+02	-7.60E-05
151	2	49	50	1003	beam	-2.06E+03	1.42E+06	-5.80E+03	5.33E+03	-7.33E-05
150	2	48	49	1003	beam	1.82E+03	1.37E+06	-5.34E+03	5.76E+03	-7.06E-05
149	2	47	48	1003	beam	-1.25E+04	1.26E+06	-8.26E+03	5.31E+03	-6.52E-05
148	2	46	47	1003	beam	1.06E+04	1.19E+06	-5.72E+03	8.23E+03	-6.13E-05
147	2	45	46	1003	beam	7.34E+02	1.15E+06	-5.53E+03	5.70E+03	-5.94E-05
146	2	44	45	1003	beam	1.44E+04	1.07E+06	-2.12E+03	5.49E+03	-5.52E-05
145	2	43	44	1003	beam	-5.63E+01	1.04E+06	-2.13E+03	2.12E+03	-5.36E-05
144	2	42	43	1003	beam	3.59E+03	9.97E+05	-1.31E+03	2.12E+03	-5.14E-05
143	2	41	42	1003	beam	4.94E+03	9.40E+05	-1.69E+02	1.29E+03	-4.85E-05
142	2	40	41	1003	beam	-1.59E+02	8.97E+05	-1.85E+02	1.39E+02	-4.63E-05
141	2	39	40	1003	beam	-3.48E+03	8.61E+05	-9.28E+02	1.75E+02	-4.44E-05
140	2	38	39	1003	beam	-3.00E+03	8.28E+05	-1.59E+03	9.42E+02	-4.27E-05
139	2	37	38	1003	beam	-4.02E+03	8.01E+05	-2.78E+03	1.54E+03	-4.13E-05
138	2	36	37	1003	beam	-3.90E+03	7.70E+05	-4.05E+03	2.80E+03	-3.97E-05
137	2	35	36	1003	beam	-2.75E+03	7.44E+05	-4.98E+03	4.07E+03	-3.84E-05
136	2	34	35	1003	beam	-1.60E+03	7.26E+05	-5.54E+03	5.00E+03	-3.74E-05
135	2	33	34	1003	beam	-5.75E+02	7.16E+05	-5.74E+03	5.54E+03	-3.70E-05
134	2	32	33	1003	beam	4.69E+02	7.16E+05	-5.58E+03	5.74E+03	-3.70E-05
133	2	31	32	1003	beam	1.57E+03	7.26E+05	-5.04E+03	5.57E+03	-3.74E-05
132	2	30	31	1003	beam	2.67E+03	7.44E+05	-4.09E+03	4.98E+03	-3.84E-05
131	2	29	30	1003	beam	3.63E+03	7.70E+05	-2.90E+03	4.07E+03	-3.97E-05
130	2	28	29	1003	beam	4.07E+03	8.01E+05	-1.65E+03	2.91E+03	-4.13E-05
129	2	27	28	1003	beam	3.29E+03	8.28E+05	-9.52E+02	1.66E+03	-4.27E-05
128	2	26	27	1003	beam	3.61E+03	8.61E+05	-1.98E+02	9.80E+02	-4.44E-05
127	2	25	26	1003	beam	1.89E+02	8.98E+05	-1.62E+02	2.17E+02	-4.63E-05
126	2	24	25	1003	beam	-5.08E+03	9.40E+05	-1.31E+03	1.56E+02	-4.85E-05
125	2	23	24	1003	beam	-3.69E+03	9.97E+05	-2.13E+03	1.30E+03	-5.15E-05
124	2	22	23	1003	beam	-4.95E+01	1.04E+06	-2.17E+03	2.15E+03	-5.36E-05
123	2	21	22	1003	beam	-1.44E+04	1.07E+06	-5.57E+03	2.19E+03	-5.52E-05
122	2	20	21	1003	beam	-9.21E+02	1.15E+06	-5.79E+03	5.57E+03	-5.94E-05
121	2	19	20	1003	beam	-1.08E+04	1.19E+06	-8.35E+03	5.80E+03	-6.14E-05
120	2	18	19	1003	beam	1.25E+04	1.26E+06	-5.41E+03	8.35E+03	-6.52E-05
119	2	17	18	1003	beam	-1.92E+03	1.37E+06	-5.89E+03	5.44E+03	-7.06E-05
118	2	16	17	1003	beam	2.02E+03	1.42E+06	-5.46E+03	5.92E+03	-7.33E-05
117	2	15	16	1003	beam	2.54E+04	1.47E+06	3.40E+02	5.46E+03	-7.60E-05
116	2	14	15	1003	beam	5.39E+03	1.56E+06	1.87E+03	-3.04E+02	-8.05E-05
115	2	13	14	1003	beam	1.15E+04	1.62E+06	4.36E+03	-1.85E+03	-8.38E-05
114	2	12	13	1003	beam	2.85E+04	1.67E+06	1.06E+04	-4.37E+03	-8.59E-05
113	2	11	12	1003	beam	-7.82E+03	1.75E+06	8.20E+03	-1.06E+04	-9.05E-05
112	2	10	11	1003	beam	-1.32E+04	1.86E+06	3.91E+03	-8.18E+03	-9.57E-05
111	2	9	10	1003	beam	-1.65E+04	1.89E+06	-1.67E+03	-3.87E+03	-9.76E-05
110	2	8	9	1003	beam	-6.93E+03	1.88E+06	-2.97E+03	1.67E+03	-9.71E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

109	2	7	8	1003	beam	-3.68E+04	1.96E+06	-9.86E+03	2.99E+03	-1.01E-04
108	2	6	7	1003	beam	-6.96E+04	1.97E+06	-3.24E+04	9.86E+03	-1.02E-04
107	2	5	6	1003	beam	-7.07E+04	1.97E+06	-5.59E+04	3.24E+04	-1.02E-04
106	2	4	5	1003	beam	7.22E+03	1.95E+06	-5.35E+04	5.59E+04	-1.01E-04
105	2	3	4	1003	beam	8.41E+04	1.92E+06	-2.55E+04	5.35E+04	-9.90E-05
104	2	2	3	1003	beam	1.77E+05	1.85E+06	3.35E+04	2.55E+04	-9.54E-05
103	2	1	2	1003	beam	2.69E+05	1.73E+06	1.19E+05	-3.35E+04	-8.93E-05
102	1	102	1	1002	beam	1.39E+05	6.33E+05	1.48E+05	-1.19E+05	-2.80E-05
101	1	101	102	1002	beam	5.47E+04	6.67E+05	1.59E+05	-1.48E+05	-2.95E-05
100	1	100	101	1002	beam	-3.98E+04	6.73E+05	1.49E+05	-1.59E+05	-2.98E-05
99	1	99	100	1002	beam	-1.79E+05	6.43E+05	1.03E+05	-1.49E+05	-2.84E-05
98	1	98	99	1002	beam	-2.04E+05	5.92E+05	5.78E+04	-1.03E+05	-2.62E-05
97	1	97	98	1002	beam	-1.62E+05	5.65E+05	2.20E+04	-5.79E+04	-2.50E-05
96	1	96	97	1002	beam	-1.12E+05	5.39E+05	-1.22E+04	-2.21E+04	-2.38E-05
95	1	95	96	1002	beam	-6.59E+04	5.11E+05	-3.29E+04	1.22E+04	-2.26E-05
94	1	94	95	1002	beam	-3.06E+04	4.88E+05	-3.94E+04	3.29E+04	-2.16E-05
93	1	93	94	1002	beam	-1.66E+04	4.80E+05	-4.29E+04	3.94E+04	-2.12E-05
92	1	92	93	1002	beam	-6.80E+03	4.69E+05	-4.51E+04	4.29E+04	-2.08E-05
91	1	91	92	1002	beam	-4.63E+03	4.52E+05	-4.65E+04	4.50E+04	-2.00E-05
90	1	90	91	1002	beam	-3.00E+03	4.46E+05	-4.71E+04	4.65E+04	-1.97E-05
89	1	89	90	1002	beam	-4.20E+03	4.36E+05	-4.79E+04	4.70E+04	-1.93E-05
88	1	88	89	1002	beam	7.86E+02	4.19E+05	-4.75E+04	4.78E+04	-1.85E-05
87	1	87	88	1002	beam	1.91E+03	4.18E+05	-4.69E+04	4.75E+04	-1.85E-05
86	1	86	87	1002	beam	-4.21E+01	4.16E+05	-4.69E+04	4.69E+04	-1.84E-05
85	1	85	86	1002	beam	-1.53E+03	4.18E+05	-4.74E+04	4.69E+04	-1.85E-05
84	1	84	85	1002	beam	-8.32E+02	4.20E+05	-4.77E+04	4.74E+04	-1.86E-05
83	1	83	84	1002	beam	8.61E+02	4.20E+05	-4.74E+04	4.77E+04	-1.86E-05
82	1	82	83	1002	beam	1.51E+03	4.18E+05	-4.69E+04	4.74E+04	-1.85E-05
81	1	81	82	1002	beam	-3.47E+01	4.16E+05	-4.69E+04	4.69E+04	-1.84E-05
80	1	80	81	1002	beam	-1.92E+03	4.18E+05	-4.76E+04	4.70E+04	-1.85E-05
79	1	79	80	1002	beam	-7.38E+02	4.19E+05	-4.78E+04	4.76E+04	-1.85E-05
78	1	78	79	1002	beam	4.80E+03	4.36E+05	-4.69E+04	4.79E+04	-1.93E-05
77	1	77	78	1002	beam	2.48E+03	4.46E+05	-4.65E+04	4.69E+04	-1.97E-05
76	1	76	77	1002	beam	4.33E+03	4.52E+05	-4.51E+04	4.65E+04	-2.00E-05
75	1	75	76	1002	beam	6.77E+03	4.69E+05	-4.29E+04	4.51E+04	-2.07E-05
74	1	74	75	1002	beam	1.70E+04	4.80E+05	-3.94E+04	4.30E+04	-2.12E-05
73	1	73	74	1002	beam	3.08E+04	4.88E+05	-3.29E+04	3.94E+04	-2.16E-05
72	1	72	73	1002	beam	6.60E+04	5.11E+05	-1.21E+04	3.29E+04	-2.26E-05
71	1	71	72	1002	beam	1.12E+05	5.38E+05	2.21E+04	1.21E+04	-2.38E-05
70	1	70	71	1002	beam	1.62E+05	5.64E+05	5.80E+04	-2.21E+04	-2.50E-05
69	1	69	70	1002	beam	2.05E+05	5.91E+05	1.03E+05	-5.79E+04	-2.62E-05
68	1	68	69	1002	beam	1.78E+05	6.42E+05	1.49E+05	-1.03E+05	-2.84E-05
67	1	67	68	1002	beam	3.97E+04	6.73E+05	1.59E+05	-1.49E+05	-2.98E-05

PROGETTAZIONE ATI:

66	1	66	67	1002	beam	-5.42E+04	6.66E+05	1.48E+05	-1.59E+05	-2.95E-05
65	1	65	66	1002	beam	-1.39E+05	6.32E+05	1.19E+05	-1.48E+05	-2.79E-05

10.9 PROTESI SEZIONE CORRENTE

OUTPUT FLAC: VERIFICA PROTESI										
Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
129	5	130	78	1003	beam	3.03E+04	1.15E+06	-2.75E+04	3.58E+04	-3.66E-05
128	5	129	130	1003	beam	8.01E+04	1.13E+06	-7.36E+03	2.75E+04	-3.60E-05
127	5	128	129	1003	beam	1.06E+05	1.13E+06	1.94E+04	7.35E+03	-3.60E-05
126	5	127	128	1003	beam	1.21E+05	1.12E+06	5.45E+04	-1.94E+04	-3.54E-05
125	5	126	127	1003	beam	1.44E+05	1.11E+06	9.65E+04	-5.45E+04	-3.51E-05
124	5	125	126	1003	beam	1.56E+05	1.09E+06	1.31E+05	-9.65E+04	-3.46E-05
123	5	124	125	1003	beam	1.71E+05	1.07E+06	1.89E+05	-1.31E+05	-3.41E-05
122	5	123	124	1003	beam	1.81E+05	1.05E+06	2.50E+05	-1.89E+05	-3.34E-05
121	5	122	123	1003	beam	1.89E+05	1.03E+06	2.98E+05	-2.50E+05	-3.28E-05
120	5	121	122	1003	beam	1.91E+05	1.01E+06	3.68E+05	-2.98E+05	-3.20E-05
119	5	120	121	1003	beam	1.90E+05	9.83E+05	4.38E+05	-3.68E+05	-3.12E-05
118	5	119	120	1003	beam	1.88E+05	9.59E+05	4.89E+05	-4.38E+05	-3.05E-05
117	5	118	119	1003	beam	1.83E+05	9.37E+05	5.42E+05	-4.89E+05	-2.98E-05
116	5	117	118	1003	beam	1.75E+05	9.14E+05	5.95E+05	-5.42E+05	-2.90E-05
115	5	116	117	1003	beam	1.63E+05	8.92E+05	6.54E+05	-5.95E+05	-2.83E-05
114	5	115	116	1003	beam	1.46E+05	8.73E+05	7.07E+05	-6.54E+05	-2.77E-05
113	5	114	115	1003	beam	1.34E+05	8.48E+05	7.47E+05	-7.07E+05	-2.69E-05
112	5	113	114	1003	beam	1.20E+05	8.30E+05	7.85E+05	-7.47E+05	-2.63E-05
111	5	112	113	1003	beam	1.05E+05	8.14E+05	8.18E+05	-7.85E+05	-2.59E-05
110	5	111	112	1003	beam	9.04E+04	8.01E+05	8.48E+05	-8.18E+05	-2.54E-05
109	5	110	111	1003	beam	7.50E+04	7.89E+05	8.73E+05	-8.48E+05	-2.51E-05
108	5	109	110	1003	beam	5.94E+04	7.80E+05	8.93E+05	-8.73E+05	-2.48E-05
107	5	108	109	1003	beam	4.40E+04	7.73E+05	9.09E+05	-8.93E+05	-2.46E-05
106	5	107	108	1003	beam	2.89E+04	7.68E+05	9.19E+05	-9.09E+05	-2.44E-05
105	5	106	107	1003	beam	1.41E+04	7.66E+05	9.24E+05	-9.19E+05	-2.43E-05
104	5	105	106	1003	beam	-5.09E+02	7.65E+05	9.24E+05	-9.24E+05	-2.43E-05
103	5	104	105	1003	beam	-1.51E+04	7.66E+05	9.18E+05	-9.24E+05	-2.43E-05
102	5	103	104	1003	beam	-2.99E+04	7.69E+05	9.08E+05	-9.18E+05	-2.44E-05
101	5	102	103	1003	beam	-4.50E+04	7.74E+05	8.92E+05	-9.08E+05	-2.46E-05
100	5	101	102	1003	beam	-6.05E+04	7.81E+05	8.71E+05	-8.92E+05	-2.48E-05
99	5	100	101	1003	beam	-7.61E+04	7.91E+05	8.46E+05	-8.71E+05	-2.51E-05
98	5	99	100	1003	beam	-9.14E+04	8.02E+05	8.16E+05	-8.46E+05	-2.55E-05
97	5	98	99	1003	beam	-1.06E+05	8.16E+05	7.82E+05	-8.16E+05	-2.59E-05
96	5	97	98	1003	beam	-1.21E+05	8.32E+05	7.44E+05	-7.82E+05	-2.64E-05
95	5	96	97	1003	beam	-1.34E+05	8.50E+05	7.04E+05	-7.44E+05	-2.70E-05
94	5	95	96	1003	beam	-1.46E+05	8.75E+05	6.51E+05	-7.04E+05	-2.78E-05
93	5	94	95	1003	beam	-1.63E+05	8.95E+05	5.92E+05	-6.51E+05	-2.84E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

92	5	93	94	1003	beam	-1.76E+05	9.17E+05	5.39E+05	-5.92E+05	-2.91E-05
91	5	92	93	1003	beam	-1.83E+05	9.40E+05	4.86E+05	-5.39E+05	-2.99E-05
90	5	91	92	1003	beam	-1.88E+05	9.62E+05	4.34E+05	-4.86E+05	-3.06E-05
89	5	90	91	1003	beam	-1.90E+05	9.87E+05	3.65E+05	-4.34E+05	-3.13E-05
88	5	89	90	1003	beam	-1.91E+05	1.01E+06	2.95E+05	-3.65E+05	-3.21E-05
87	5	88	89	1003	beam	-1.89E+05	1.04E+06	2.47E+05	-2.95E+05	-3.29E-05
86	5	87	88	1003	beam	-1.81E+05	1.06E+06	1.86E+05	-2.47E+05	-3.35E-05
85	5	86	87	1003	beam	-1.71E+05	1.08E+06	1.28E+05	-1.86E+05	-3.42E-05
84	5	85	86	1003	beam	-1.57E+05	1.09E+06	9.30E+04	-1.28E+05	-3.47E-05
83	5	84	85	1003	beam	-1.45E+05	1.11E+06	5.10E+04	-9.30E+04	-3.52E-05
82	5	83	84	1003	beam	-1.21E+05	1.12E+06	1.58E+04	-5.10E+04	-3.55E-05
81	5	82	83	1003	beam	-1.06E+05	1.14E+06	-1.09E+04	-1.58E+04	-3.61E-05
80	5	81	82	1003	beam	-7.99E+04	1.14E+06	-3.09E+04	1.09E+04	-3.62E-05
79	5	77	81	1003	beam	5.68E+04	1.16E+06	-1.59E+04	3.09E+04	-3.67E-05

10.10 PROTESI SEZIONE PIAZZOLA

OUTPUT FLAC: VERIFICA PROTESI

Elem	ID	Nod1	Nod2	Prop	Type	F-shear	F-axial	Mom-1	Mom-2	strain
100	5	97	98	1003	beam	1.03E+05	7.69E+05	5.31E+04	1.77E+04	-2.44E-05
99	5	96	97	1003	beam	1.72E+05	7.27E+05	1.13E+05	-5.31E+04	-2.31E-05
98	5	95	96	1003	beam	1.68E+05	7.04E+05	1.72E+05	-1.13E+05	-2.24E-05
97	5	94	95	1003	beam	1.66E+05	6.86E+05	2.30E+05	-1.71E+05	-2.18E-05
96	5	93	94	1003	beam	1.59E+05	6.66E+05	2.86E+05	-2.30E+05	-2.11E-05
95	5	92	93	1003	beam	1.53E+05	6.48E+05	3.40E+05	-2.86E+05	-2.06E-05
94	5	91	92	1003	beam	1.42E+05	6.30E+05	3.91E+05	-3.40E+05	-2.00E-05
93	5	90	91	1003	beam	1.35E+05	6.12E+05	4.45E+05	-3.91E+05	-1.94E-05
92	5	89	90	1003	beam	1.24E+05	5.95E+05	4.89E+05	-4.45E+05	-1.89E-05
91	5	88	89	1003	beam	1.19E+05	5.83E+05	5.32E+05	-4.89E+05	-1.85E-05
90	5	87	88	1003	beam	1.12E+05	5.69E+05	5.80E+05	-5.32E+05	-1.81E-05
89	5	86	87	1003	beam	1.02E+05	5.55E+05	6.15E+05	-5.80E+05	-1.76E-05
88	5	85	86	1003	beam	8.85E+04	5.45E+05	6.45E+05	-6.15E+05	-1.73E-05
87	5	84	85	1003	beam	8.02E+04	5.38E+05	6.81E+05	-6.45E+05	-1.71E-05
86	5	83	84	1003	beam	6.96E+04	5.26E+05	7.13E+05	-6.81E+05	-1.67E-05
85	5	82	83	1003	beam	5.78E+04	5.16E+05	7.41E+05	-7.13E+05	-1.64E-05
84	5	81	82	1003	beam	4.82E+04	5.09E+05	7.56E+05	-7.41E+05	-1.62E-05
83	5	80	81	1003	beam	3.71E+04	5.09E+05	7.67E+05	-7.56E+05	-1.62E-05
82	5	79	80	1003	beam	2.96E+04	5.06E+05	7.81E+05	-7.67E+05	-1.61E-05
81	5	78	79	1003	beam	2.23E+04	5.00E+05	7.92E+05	-7.81E+05	-1.59E-05
80	5	77	78	1003	beam	1.47E+04	4.97E+05	7.99E+05	-7.92E+05	-1.58E-05
79	5	76	77	1003	beam	6.85E+03	4.96E+05	8.02E+05	-7.99E+05	-1.57E-05
78	5	75	76	1003	beam	-1.13E+03	4.95E+05	8.02E+05	-8.02E+05	-1.57E-05
77	5	74	75	1003	beam	-9.27E+03	4.96E+05	7.97E+05	-8.02E+05	-1.58E-05

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE – GALLERIA COLLESTRADA – RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

76	5	73	74	1003	beam	-1.76E+04	4.98E+05	7.89E+05	-7.97E+05	-1.58E-05
75	5	72	73	1003	beam	-2.59E+04	5.02E+05	7.76E+05	-7.89E+05	-1.59E-05
74	5	71	72	1003	beam	-3.29E+04	5.07E+05	7.66E+05	-7.76E+05	-1.61E-05
73	5	70	71	1003	beam	-3.94E+04	5.10E+05	7.54E+05	-7.66E+05	-1.62E-05
72	5	69	70	1003	beam	-5.22E+04	5.11E+05	7.28E+05	-7.54E+05	-1.62E-05
71	5	68	69	1003	beam	-6.38E+04	5.20E+05	6.98E+05	-7.28E+05	-1.65E-05
70	5	67	68	1003	beam	-7.54E+04	5.31E+05	6.63E+05	-6.98E+05	-1.69E-05
69	5	66	67	1003	beam	-8.45E+04	5.41E+05	6.33E+05	-6.63E+05	-1.72E-05
68	5	65	66	1003	beam	-9.09E+04	5.48E+05	6.01E+05	-6.33E+05	-1.74E-05
67	5	64	65	1003	beam	-1.05E+05	5.61E+05	5.54E+05	-6.01E+05	-1.78E-05
66	5	63	64	1003	beam	-1.15E+05	5.77E+05	5.12E+05	-5.54E+05	-1.83E-05
65	5	62	63	1003	beam	-1.21E+05	5.88E+05	4.68E+05	-5.12E+05	-1.87E-05
64	5	61	62	1003	beam	-1.33E+05	6.06E+05	4.12E+05	-4.68E+05	-1.92E-05
63	5	60	61	1003	beam	-1.41E+05	6.25E+05	3.60E+05	-4.12E+05	-1.98E-05
62	5	59	60	1003	beam	-1.48E+05	6.42E+05	3.06E+05	-3.60E+05	-2.04E-05
61	5	58	59	1003	beam	-1.57E+05	6.60E+05	2.49E+05	-3.06E+05	-2.10E-05
60	5	57	58	1003	beam	-1.65E+05	6.81E+05	1.89E+05	-2.49E+05	-2.16E-05
59	5	56	57	1003	beam	-1.68E+05	6.98E+05	1.26E+05	-1.89E+05	-2.22E-05
58	5	55	56	1003	beam	-1.73E+05	7.21E+05	6.59E+04	-1.26E+05	-2.29E-05
57	5	54	55	1003	beam	-1.72E+05	7.37E+05	5.87E+03	-6.60E+04	-2.34E-05
56	5	53	54	1003	beam	-2.07E+05	7.55E+05	-9.64E+04	-5.90E+03	-2.40E-05

PROGETTAZIONE ATI: