COMMITTENTE

RFI
RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

PROGETTAZIONE:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

DIREZIONE TECNICA

U.O. GALLERIE

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI–BARI.
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.
2° LOTTO FUNZIONALE TELESE - SAN LORENZO.

Galleria S. Lorenzo - Relazione geotecnica e di calcolo

SCALA: -

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
IF0H	22	D	07	RB	GN0400	001	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	A. Duzi Nulli	Dicembre 2017	A. Amato	Dicembre 2017	F.Cerrone	Dicembre 2017	A. Scotti Dicembre 2017

ITALFERR S.p.A.
U.O. GALLERIE
Dott. Ing. Alessandro Scotti
Ordine degli Ingegneri Roma
n° 19848

File: IF0H22D07RBGN0400001A		n. Elab.: 2L 243_01

INDICE

1 PREMESSA 5

2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO 5

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 6

3.1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI 6

3.2 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI 6

3.3 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF) 6

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO 6

4.1 DOCUMENTI REFERENZIATI 6

4.2 DOCUMENTI CORRELATI 7

4.3 DOCUMENTI SUPERATI 8

5 ALLEGATI 8

6 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO 8

7 DESCRIZIONE DELL'OPERA 10

7.1 IL TRACCIATO E LE OPERE IN SOTTERRANEO 10

7.2 INTERFERENZE LUNGO IL TRACCIATO 11

8 FASE CONOSCITIVA 13

8.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO 13

8.2 INDAGINI 14

8.2.1 Indagini geotecniche 14

8.2.2 Prove di laboratorio 17

8.2.3 Indagini geofisiche 17

8.3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA 18

8.3.1 Depositi alluvionali terrazzati (bn) 18

8.3.1.1 Caratteristiche fisiche 18

8.3.1.2 Caratteristiche meccaniche 20

8.3.1.3 Permeabilità 24

8.3.2 Unità di Maddaloni *25*
8.3.2.1 Caratteristiche fisiche *25*
8.3.2.2 Caratteristiche meccaniche *28*
8.3.2.3 Permeabilità *30*

8.3.3 Definizione degli intervalli dei parametri geotecnici delle unità interessate dalle opere *31*

8.3.4 Il regime idraulico *32*

9 FASE DI DIAGNOSI 33

9.1 CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO 33

9.2 DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO 34

9.2.1 Analisi con i metodi all'equilibrio limite *34*
9.2.1.1 Metodo di analisi: Tamez (1984) *34*
9.2.1.1.1 Sezioni analizzate *35*
9.2.1.1.2 Risultati delle analisi *35*

9.2.2 Definizione delle tratte a comportamento tensio-deformativo omogeneo *36*

10 FASE DI TERAPIA 37

10.1 DEFINIZIONE DELLE SEZIONI TIPO 37

10.1.1 Sezione tipo B1 ..... *37*

10.1.2 Sezione tipo C1 ..... *38*

10.1.3 Sezione tipo C1bis *38*

10.1.4 Sezione tipo C1m *39*

10.1.5 Sezione tipo C3 ..... *40*

10.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI 40

10.3 ANALISI E VERIFICA DELLE SEZIONI TIPO 43

10.3.1 Criteri di verifica *43*

10.3.2 Sezione B1 ..... *49*
10.3.2.1 Stabilità del fronte e del cavo *49*
10.3.2.2 Interazione opera-terreno *50*
10.3.2.2.1 Modello geometrico e geotecnico *50*
10.3.2.2.2 Fasi e percentuali di rilascio *51*
10.3.2.2.3 Esame dei risultati *53*
10.3.2.2.4 Verifica del presostegno *56*
10.3.2.2.5 Verifiche strutturali del rivestimento di prima fase *57*
10.3.2.2.6 Verifiche strutturali del rivestimento definitivo *60*

10.3.3 Sezione C1 ..... *67*
10.3.3.1 Stabilità del fronte e del cavo *67*
10.3.3.2 Interazione opera-terreno *69*
10.3.3.2.1 Modello geometrico e geotecnico *69*
10.3.3.2.2 Fasi e percentuali di rilascio *71*
10.3.3.2.3 Esame dei risultati *73*
10.3.3.2.4 Verifiche strutturali del rivestimento di prima fase *75*
10.3.3.2.5 Verifiche strutturali del rivestimento definitivo *77*

10.3.4 Sezione C1m *86*
10.3.4.1 Stabilità del fronte e del cavo *86*
10.3.4.2 Interazione opera-terreno *88*

10.3.5 Sezione C1bis *88*
10.3.5.1 Stabilità del fronte e del cavo *88*
10.3.5.2 Interazione opera-terreno *90*

10.3.6 Sezione C3 ..... *90*
10.3.6.1 Stabilità del fronte e del cavo *90*
10.3.6.2 Interazione opera-terreno *91*

10.4 RISCHI POTENZIALI CHE INCIDONO SULLA REALIZZAZIONE DELLE GALLERIE 91

10.4.1 Presenza di gas *91*

10.4.2 Venute d'acqua/Carico idraulico elevato *93*

10.4.3 Instabilità del fronte e del cavo *93*

10.4.4 Fenomeni di subsidenza/interferenza con opere preesistenti *93*

11 FASE DI VERIFICA E MESSA A PUNTO DEL PROGETTO 95

11.1 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA 95

11.2 CRITERI GENERALI PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO 97

12 CONCLUSIONI 98

1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del progetto definitivo per il raddoppio della linea Cancello-Benevento sull'itinerario Napoli-Bari ed in particolare si riferisce al secondo sublotto funzionale da Telese (km 27+700) fino all'impianto del PC di San Lorenzo (km 39+050) facente parte del secondo lotto funzionale della tratta compreso tra la Stazione di Frasso Telesino/Dugenta (km 16+500 km) e l'impianto di Vitulano (km 46+950.00).

2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione si affrontano le problematiche progettuali connesse alla realizzazione della galleria S. Lorenzo facente parte della tratta ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano. Per l'inquadramento generale su caratteristiche e requisiti funzionali delle opere in sotterraneo si rimanda alla Relazione tecnica (Rif. [1]).

La progettazione delle opere in sotterraneo, condotta secondo il metodo ADECO-RS (Rif. [27]), si è articolata nelle seguenti fasi:

1. fase conoscitiva: è finalizzata allo studio e all'analisi del contesto geologico e geotecnico in cui sarà realizzata la galleria; i risultati dello studio geologico sono descritti nella specifica Relazione Geologica e Idrogeologica (Rif. [13]) a cui si rimanda per l'illustrazione del modello geologico; la sintesi dello studio geotecnico con la definizione del modello geotecnico di sottosuolo e dei parametri di progetto è illustrata nel capitolo 7;

2. fase di diagnosi: si esegue la valutazione della risposta deformativa dell'ammasso allo scavo in assenza di interventi di stabilizzazione per la determinazione delle categorie di comportamento (cap.8);

3. fase di terapia: sulla base dei risultati delle precedenti fasi progettuali, si individuano le modalità di scavo e gli interventi di stabilizzazione idonei (sezioni tipo) per realizzare l'opera in condizioni di sicurezza (cap.9). Le soluzioni progettuali sono state analizzate per verificarne l'adeguatezza: nel capitolo 9 sono illustrati metodi e risultati delle analisi condotte per la verifica della stabilità globale della cavità, per il dimensionamento/verifica degli interventi di stabilizzazione e dei rivestimenti, nelle diverse fasi costruttive e in condizioni di esercizio, e per la valutazione dei risentimenti attesi in superficie.

4. fase di verifica e messa a punto: il progetto è completato dal piano di monitoraggio da predisporre ed attuare nella fase realizzativa (cap.10). Nel piano di monitoraggio sono individuati i valori delle grandezze fisiche a cui riferirsi in corso d'opera per controllare la risposta deformativa dell'ammasso al procedere dello scavo, verificare la rispondenza con le previsioni progettuali e mettere a punto le soluzioni progettuali nell'ambito delle variabilità previste in progetto. Nel capitolo 10 sono, inoltre, descritti i criteri per generali per l'applicazione delle sezioni tipo e la gestione delle variabilità in funzione dei risultati del monitoraggio in corso d'opera.

La progettazione è stata sviluppata nel rispetto della normativa vigente.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1 Leggi e normative cogenti

Rif. [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008, "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";

Rif. [2] C.S.LL.PP., Circolare n°617 del 02/02/2009, "Istruzioni per l'applicazione delle "nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14/01/2008";

Rif. [3] Decreto Ministeriale 28/10/2005. "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie";

Rif. [4] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1303/2014 - relativa alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente "la sicurezza nelle gallerie ferroviarie" nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;

Rif. [5] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1300/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente le "persone a mobilità ridotta" nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;

Rif. [6] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1299/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

3.2 Normative non cogenti e raccomandazioni

Rif. [7] SIG, "Linee guida per la progettazione, l'appalto e la costruzione di opere in sotterraneo", 1997;

Rif. [8] ITA, "Guidelines for the design of tunnels", 1988;

Rif. [9] AGI, "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche", 1977;

3.3 Prescrizioni e specifiche tecniche (RFI, ITF)

Rif. [10] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 A "Manuale di Progettazione delle opere civili " datato Dic 2016;

Rif. [11] RFI, doc RFI DTC SI SP IFS 001 A "Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili" datato Dic 2016;

Rif. [12] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA.0002403 "Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali" datato Dicembre 2015.

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 Documenti Referenziati

Rif. [13] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07RGGN0000001B "Relazione tecnica delle opere in sotterraneo" datato Dicembre 2017;

Rif. [14] U.O. Geologia, documento IF0H22D69RGGE0001001B "Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica" datato Ottobre 2017;

Rif. [15] U.O. Geologia, documento IF0H22D69RHGE0005001A "Rapporto di campagna - stop geologici e rilievi geomeccanici" datato Giugno 2017;

Rif. [16] U.O. Geologia, documento IF0H22D69N5GE0001001B "Carta geologica e profilo geologico tav. 1 di 3 dal km 27+700 al km 31+450" datato Ottobre 2017;

Rif. [17] U.O. Geologia, documento IF0H22D69N5GE0001002B "Carta geologica e profilo geologico tav. 2 di 3 dal km 31+450 al km 35+250" datato Ottobre 2017;

Rif. [18] U.O. Geologia, documento IF0H22D69N5GE0001003B "Carta geologica e profilo geologico tav. 3 di 3 dal km 35+250 al km 38+700" datato Ottobre 2017;

Rif. [19] U.O. Geologia, documento IF0H22D69N5GE0003001B "Carta geomorfologica tav. 1 di 2 dal km 27+700 al km 34+750" datato Ottobre 2017;

Rif. [20] U.O. Geologia, documento IF0H22D69N5GE0003001A "Carta geomorfologica tav. 2 di 2 dal km 34+750 al km 38+700" datato Giugno 2017;

Rif. [21] U.O. Geologia, documento IF0H22D69N5GE0002001B "Carta idrogeologica e profilo idrogeologico tav. 1 di 3 dal km 27+700 al km 31+250" datato Ottobre 2017;

Rif. [22] U.O. Geologia, documento IF0H22D69N5GE0002002B "Carta idrogeologica e profilo idrogeologico tav. 2 di 3 dal km 31+250 al km 34+750" datato Ottobre 2017;

Rif. [23] U.O. Geologia, documento IF0H22D69SGGE0005001A "Campagna d'Indagini Geognostiche 2017 - Stratigrafie, prove in sito e documentazione fotografica" datato Giugno 2017;

Rif. [24] U.O. Geologia, documento IF0H22D69SGGE0005002A "Campagna d'Indagini Geognostiche Integrative 2017 - Stratigrafie, prove in sito e documentazione fotografica" datato Giugno 2017;

Rif. [25] U.O. Geologia, documento IF0H22D69IGGE0005001B "Indagini Geofisiche: Tomografia Sismica a Rifrazione - Tomografia Elettrica 2D - M.A.S.W. - Down Hole" datato Ottobre 2017;

Rif. [26] U.O. Geologia, documento IF0H22D69PRGE0005001B "Campagna d'Indagini Geognostiche 2017 - Prove di Laboratorio" datato Ottobre 2017.

4.2 Documenti Correlati

Rif. [27] Lunardi P. (2006). Progetto e Costruzione di Gallerie: Analisi delle deformazioni controllate nelle rocce e nei suoli - ADECO-RS – (Hoepli Ed.);

Rif. [28] Bernaud D., Benamar I., Rousset G. (1994). La "nouvelle méthode implicite" pour le calcul des tunnel dans les milieux élastoplastiques et viscoplastiques – Revue Francaise de Géotechnique, N° 68.

Rif. [29] Bernaud D., Rousset G. (1992). La « nouvelle méthode implicite » pour l'étude du dimensionnement des tunnels – Revue Francaise de Géotechnique, N° 60.

Rif. [30] Peck R.B. (1969). Deep excavations and tunnelling in soft ground. SOA Report 7th Int. Conf. SMFE Mexico City, State of the Art Volume.

Rif. [31] Burland J.B., Wroth C.P. (1974). Settlements of buildings and associated damage. SOA Review Conf. Settlement of Structures, Cambridge, Pentech Press, London.

Rif. [32] Burland J.B. (1997). Assessment of risk of damage to buildings due to tunnelling and excavation. Earthquake Geotechnical Engineering, Ishihara (ed.). Balkema, Rotterdam.

Rif. [33] Boscarding M.D., Cording E.G. (1989). Building response to excavation-induced settlement. Jnl. Geo. Engrg. ASCE, 115.

Rif. [34] Hoek E., Brown E.T. (1997), "Practical estimates of rock mass strength", Intnl. J. Rock Mech. & Geomechanics Abstracts, 1165-1186.

Rif. [35] Hoek E., Carranza-Torres C., Cortkum B. (2002), "Hoek-Brown Failure Criterion – 2002 Edition".

Rif. [36] Tamez E. (1984) "Estabilidad de tuneles excavados en suelos" - Mexican Engineering Academy.

Rif. [37] Hoek E., Diederichs M. S. (2006), "Empirical Estimation of rock mass Modulus", Intnl. J. Rock Mech. & Mining Sciences 43 (2006), 203-215.

Rif. [38] Broms B.B., Bennermark H. (1967), "Stability of clay at vertical openings", J. Soil Mechanics and Foundations, Div. Am. Soc. Civ. Eng., 93: 71-94.

Rif. [39] Terzaghi, K. & Peck, R.B. 1948. Soil Mechanics in Engineering Practice, 1st Edition, John Wiley and Sons, New York.

Rif. [40] Marinos P. & Hoeck E. 2001. Estimating the geotechnical properties of heterogeneous rock masses such as Flysch, Bull. Engg. Geol. 60, 85-92.

4.3 Documenti Superati

Non sono presenti documenti superati.

5 ALLEGATI

Il documento è corredato dai seguenti allegati:

All. [1] "Analisi con i metodi delle curve caratteristiche e dell'equilibrio limite per le fasi di diagnosi e terapia";

All. [2] "Sezione tipo B1: risultati delle verifiche";

All. [3] "Sezione tipo C1: risultati delle verifiche".

6 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

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

Rif. [41] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07SPGN0000001A "Caratteristiche dei materiali – Note generali" datato Novembre 2017;

Rif. [42] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07F5GN0000002B "Profilo geotecnico – Galleria Limata e San Lorenzo" datato Novembre 2017;

Rif. [43] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07BBGN0000003B "Sezione tipo B1 – Carpenteria, scavo e consolidamenti" datato Novembre 2017;

Rif. [44] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07BBGN0000005B "Sezione tipo C1 – Carpenteria, scavo e consolidamenti" datato Novembre 2017.

Rif. [45] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07BBGN0000006B "Sezione tipo C1m – Carpenteria, scavo e consolidamenti" datato Novembre 2017.

Rif. [46] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07BBGN0000007B "Sezione tipo C2 – Carpenteria, scavo e consolidamenti" datato Novembre 2017.

Rif. [47] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07BBGN0000020A "Sezione tipo C1bis – Carpenteria, scavo e consolidamenti" datato Novembre 2017.

Rif. [48] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07PZGN0400001B "Interferenza Torrente Ianare. Intervento consolidamento dall'alto. Fasi esecutive Tav. 1 di 2" datato Novembre 2017.

Rif. [49] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07PZGN0400002B "Interferenza Torrente Ianare. Intervento consolidamento dall'alto. Fasi esecutive Tav. 2 di 2" datato Novembre 2017.

Rif. [50] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07PZGN0400003A "Interferenza Torrente Ianare. Intervento consolidamento dall'alto. Planimetria e profilo longitudinale" datato Novembre 2017.

Rif. [51] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07RBGN0900001A "Galleria S. Lorenzo. Uscita di emergenza pk 35+846,78 km. Relazione geotecnica e di calcolo" datato Dicembre 2017.

Rif. [52] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07RBGN0300001A "Galleria Limata. Relazione geotecnica e di calcolo" datato Dicembre 2017.

Rif. [53] U.O. Gallerie, documento IF0H22D07CLGN0000001A "Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie" datato Novembre 2017.

7 DESCRIZIONE DELL'OPERA

7.1 Il tracciato e le opere in sotterraneo

La lunghezza totale del tracciato del Lotto 2, dall'impianto di Telese (km 27+700) all'impianto del PC di San Lorenzo (km 39+050), è di circa 11,3 km e si sviluppa in sotterraneo per una lunghezza complessiva di circa 4,6 km, mediante quattro gallerie naturali a doppio binario denominate Tuoro S. Antuono, Cantone, Limata e S. Lorenzo.

La velocità di tracciato del Lotto 2 è di 180 km/h fatta eccezione per il tratto da pk 30+500 km a pk 37+500 km nel quale è pari a 200 km/h, la pendenza massima longitudinale in linea è del 11,15 ‰, la massima sopraelevazione in curva è pari a 145 mm e il raggio di curvatura minimo è di 1550 m.

La galleria di linea S. Lorenzo ha una lunghezza complessiva di circa 1720 m, di cui circa 70 m in artificiale e 1650 m in naturale, come di seguito dettagliato con riferimento alla progressivazione del binario dispari:

- da pk 34+927,85 a pk 34+955,75 (L=27,90 m) galleria artificiale a sezione scatolare;
- da pk 34+955,75 a pk 34+971,35 (L=15,60 m) galleria artificiale a sezione policentrica;
- da pk 34+971,35 a pk 36+621,40 (L=1650,05 m) galleria naturale;
- da pk 36+621,40 a pk 36+630 (L=8,60 m) galleria artificiale a sezione policentrica;
- da pk 36+630 a pk 36+647,50 (L=17,50 m) becco di flauto.

In funzione della lunghezza totale della galleria e del contesto geotecnico attraversato, si prevede di realizzare la galleria naturale in scavo tradizionale.

Fatta eccezione per il tratto all'imbocco a sezione scatolare, la galleria ha sezione policentrica con raggio di calotta e piedritti pari a 5,40 metri (con semi-apertura angolare pari a 120,50°). Tale sezione sviluppa un'area libera di poco superiore ai 66 m^2 e un perimetro pari a quasi 32 metri come previsto dal Manuale di Progettazione RFI (Rif. [10]).

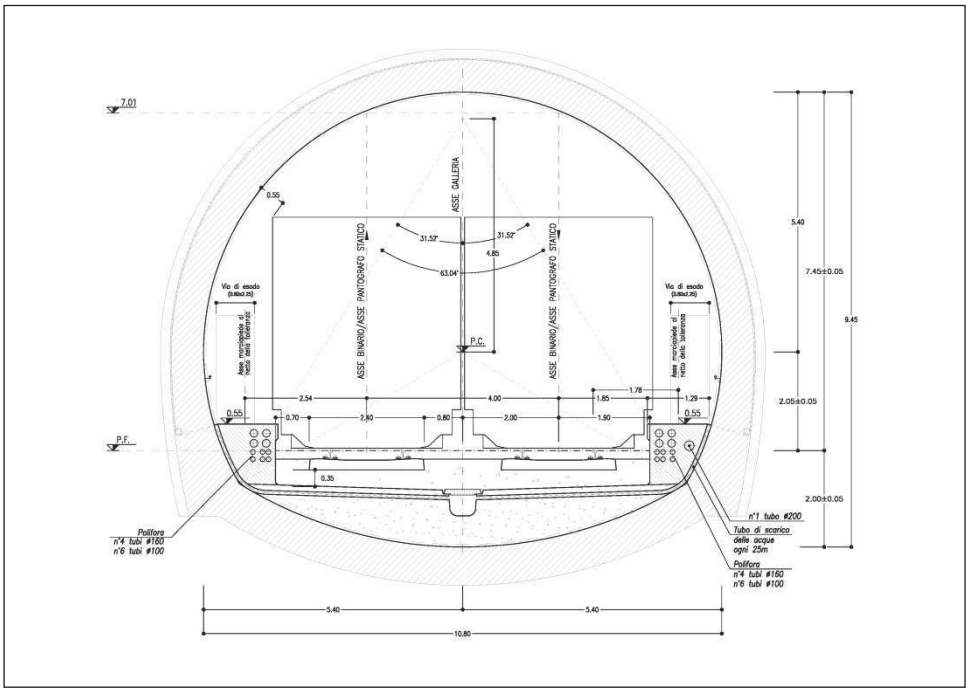


Figura 1 - Sezione di intradosso gallerie di linea e gallerie artificiali policentriche (sezione corrente)

L'imbocco lato Cancello è caratterizzato da quota del p.f. pari a 73,5 m s.l.m. mentre l'imbocco lato Benevento da quota del p.f. pari a circa 82 m s.l.m. La pendenza della livelletta è sempre in ascesa dall'imbocco lato Cancello fino all'imbocco lato Benevento ed è pari al 2,06‰ nel tratto antecedente il vertice altimetrico a pk 35+970 km e pari al 9,9‰ nel tratto successivo al vertice altimetrico. La galleria attraversa numerose valli incise da fossi e torrenti, infatti la copertura rispetto all'estradosso di calotta della galleria varia da un minimo di 8 m ad un massimo di 70 m.

Per l'imbocco lato Cancello sarà realizzato un tratto in galleria artificiale policentrica e un tratto in galleria scatolare, quest'ultima per risolvere l'interferenza con una viabilità locale a destinazione particolare che sormonterà l'opera nella sua sistemazione definitiva. Il tratto in artificiale dell'imbocco lato Benevento è caratterizzato, invece, da sezione policentrica e becco di flauto.

Il progetto della galleria S. Lorenzo prevede anche la realizzazione di una uscita di emergenza carrabile intermedia per l'esodo dei passeggeri e l'accesso delle squadre di soccorso ubicata alla pk 35+846,78 km (innesto con la galleria di linea). Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica e di calcolo dell'uscita di emergenza della galleria S. Lorenzo (Rif. [51]).

Per ulteriori dettagli sulla descrizione del tracciato e delle opere si rimanda alla "Relazione tecnica delle opere in sotterraneo" (Rif. [13]).

7.2 Interferenze lungo il tracciato

Oltre all'interferenza con una viabilità locale a destinazione particolare in corrispondenza dell'imbocco lato Cancello descritta nel paragrafo precedente, la galleria naturale S. Lorenzo sottoattraversa il torrente Ianare circa alla pk 35+970 km con coperture di circa 8 m.

Considerate le basse coperture che caratterizzano la galleria naturale in questo tratto, e la presenza del torrente Ianare, si prevede la predisposizione di un'opera idraulica che consenta, nella fase di scavo della galleria al di sotto dell'alveo originario, di poter deviare provvisoriamente il corso del torrente Ianare al di sopra del tratto di galleria già realizzata e rivestita (per i dettagli si rimanda agli elaborati di progetto Rif. [48], Rif. [49] e Rif. [50]).

Per ridurre i tempi di scavo e garantire lo spostamento del torrente, si prevede inoltre nel tratto tra la progressiva km 36+000 e km 36+110 la realizzazione di un intervento da p.c. mediante jet grouting propedeutico allo scavo della galleria di linea: il trattamento consiste in una maglia di colonne in jet grouting di tipo bifluido.

La galleria, inoltre, sottoattraversa edifici agricoli e civili abitazioni. La stima degli effetti prodotti sulle interferenze a piano campagna dalla realizzazione della galleria è stata condotta seguendo il metodo semplificato della trave equivalente (Rif. [31], Rif. [32]). Da tale metodo è possibile procedere alla valutazione del livello di danno sull'interferenza, a partire dal profilo dei cedimenti. Con riferimento alla deformazione limite di estensione, per la classificazione del danno si è fatto riferimento alle categorie di Boscardin e Cording (1989) (Rif. [33]). Per valori delle deformazioni di estensione entro i limiti della categoria di danno 2, sono attesi solo danni estetici e si garantisce la funzionalità dell'interferenza stessa. Gli edifici interferenti con lo scavo della galleria S. Lorenzo sono caratterizzati da categoria di danno pari a 0. Per maggiori dettagli si rimanda alla "Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie" (Rif. [53]).

8 FASE CONOSCITIVA

Nella fase conoscitiva si acquisiscono gli elementi necessari alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito e alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del volume significativo interessato dall'opera in sotterraneo.

Nel seguito si riporta un breve inquadramento geologico e la sintesi della caratterizzazione e modellazione geotecnica.

8.1 Inquadramento geologico

L'area di studio si colloca nella porzione nord-occidentale della regione Campania, più precisamente il territorio dei comuni di Castelvenere, Guardia Sanframondi, Ponte, San Lorenzo Maggiore e Solopaca, in provincia di Benevento (BN). Il tracciato progettuale impegna, quindi, settori di territorio posti a quote comprese tra 76 m s.l.m. e 149 m s.l.m. circa mentre le quote progettuali (p.f.) variano da 73.5 m s.l.m. a 81.7 m s.l.m.. Dal punto di vista morfologico, l'area di studio è contraddistinta dalla valle del Fiume Calore che, con i suoi depositi alluvionali, separa i rilievi del Taburno-Camposauro, a sud, da quelli del Matese, a nord.

La porzione di Catena Appenninica ricadente nel settore centrale della Regione Campania è costituita da una spessa unità tettonica meso-cenozoica derivante dalla deformazione di domini paleogeografici di natura bacinale, nota in letteratura come Unità tettonica del Fortore.

Su tale unità poggiano, in discordanza stratigrafica, spesse sequenze sin-orogene tardo-mioceniche, costituite da terreni prevalentemente arenaceo-marnosi e conglomeratico-sabbiosi di scarpata e base scarpata. I suddetti depositi sono ricoperti, infine, da estesi depositi quaternari di origine vulcanica (Unità di Maddaloni), alluvionale (Unità dei depositi continentali) e detritico-colluviale.

Nei settori di stretto interesse progettuale per la galleria San Lorenzo sono state individuate e perimetrate due unità geologiche:

Unità di Maddaloni

Si tratta di depositi lacustri con frequenti intercalazioni fluviali e vulcanoclastiche, costituiti da quattro differenti litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa (MDL1), sabbioso-limosa (MDL2), limoso-argillosa (MDL3) e travertinoso-sabbiosa (MDL4).

Le opere in sotterraneo interessano la litofacies pelitica (**MDL3**), che è costituita da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche.

Depositi continentali

Affiorano in tutto il settore di studio alla base dei rilievi montuosi o in corrispondenza dei principali corsi d'acqua dell'area. In generale, tali depositi sono formati da sedimenti di genesi prevalentemente alluvionale, gravitativa e detritico-colluviale.

I depositi continentali si collocano diffusamente nel settore centrale dell'area di studio: sono depositi alluvionali terrazzati costituiti da tre differenti litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa.

La litofacies più grossolana (**bn1**) è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche, con locali ciottoli, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, nocciola e giallastro, da scarsa ad abbondante, sciolta o moderatamente cementata; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio-azzurro, marrone e giallastro, a struttura indistinta, con sporadici inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; localmente sono presenti lenti e/o livelli di conglomerati a clasti poligenici ed eterometrici, da sub-arrotondati ad arrotondati, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro.

La litofacies prevalentemente sabbioso-limosa (**bn2**), è formata da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, marrone e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con sporadici inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio e marrone, a struttura indistinta, con sporadici inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate.

La litofacies prevalentemente pelitica (**bn3**) è costituita da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio-azzurro, marrone e verdastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con sporadici inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, marrone e bruno-rossastro, a struttura indistinta, con sporadici inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate.

Per una dettagliata descrizione del modello geologico del sito si rimanda alla "Relazione geologica ed idrogeologica" (Rif. [13]).

8.2 Indagini

Le campagne geotecniche sono di seguito elencate:

- Campagna indagini 1984-1985 (*Concessione delle prestazioni integrate occorrenti per la progettazione definitiva del raddoppio e potenziamento della linea Caserta - Foggia e per la progettazione esecutiva e la realizzazione delle opere occorrenti per una prima fase di raddoppio e potenziamento della suddetta linea*);
- Campagna indagini 2007-2009 (*Progettazione preliminare per il "Raddoppio tratta Cancello - Benevento; II° lotto funzionale Frasso Telesino - Vitulano"*);
- Campagna indagini 2015 (*Indagini propedeutiche alla progettazione definitiva per il " Raddoppio tratta Cancello - Benevento; II° lotto funzionale Frasso Telesino - Vitulano"*).
- Campagna indagini 2017 (*Progettazione definitiva per il " Raddoppio tratta Cancello - Benevento; II° lotto funzionale Frasso Telesino - Vitulano"*).

8.2.1 *Indagini geotecniche*

Relativamente al 2° lotto funzionale Telese – San Lorenzo sono state realizzate le seguenti indagini:

- n. 49 sondaggi a carotaggio continuo di cui n. 15 non attrezzati, n. 27 attrezzati con piezometro, n. 2 strumentati con inclinometro n. 3 attrezzato per sismica in foro;
- n. 1 sondaggio a distruzione attrezzato con inclinometro;
- n. 4 prospezioni sismiche MASW;
- n. 2 indagini tomografiche elettriche;
- n. 5 stendimenti sismici a rifrazione in onde P e S;

Nelle tabelle seguenti si riportano i principali dati tecnici relativi ai soli sondaggi presi in considerazione per la caratterizzazione geotecnica.

Sigla	Campagna indagine	Tipologia indagine e strumentazione	Quota m s.l.m.	Profondità	Campioni	SPT	km
S28	1984-1985	Sondaggio non attrezzato	60.8	30.4	1	8	33+298.08
S29	1984-1985	Sondaggio non attrezzato	56.4	30.0	0	4	33+641.46
S30	1984-1985	Sondaggio non attrezzato	57.3	30.0	0	7	33+931.26
S31	1984-1985	Sondaggio non attrezzato	60.9	30.0	0	9	34+760.53
S32	1984-1985	Sondaggio non attrezzato	70.8	25.0	0	8	36+581.31
S33	1984-1985	Sondaggio non attrezzato	71.9	25.0	1	8	36+733.63
S138	1984-1985	Sondaggio non attrezzato	69.2	25.0	0	8	36+856.71

Tabella 1 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini 1984-1985, elencati in ordine di coordinate (long.).

Sigla	Campagna indagine	Tipologia indagine e strumentazione	Quota m s.l.m.	Profondità	Campioni	SPT	km
PNIF52G13	2008-2009	Sondaggio attrezzato con inclinometro	81.3	30.0	3	6	28+333.49
PNIF33G02	2007	Sondaggio attrezzato con piezometro	107.3	40.0	3	8	36+249.91

Tabella 2 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna di indagini 2007, elencati in ordine di coordinate (long.).

Sigla	Campagna indagine	Tipologia indagine e strumentazione	Quota m s.l.m.	Profondità	Campioni	SPT	km
D14BIS	2015	Sondaggio attrezzato con inclinometro	80.3	30.0	11	8	33+848.66
D15	2015	Sondaggio attrezzato per sismica in foro	62.9	30.0	11	7	34+332.77
D16	2015	Sondaggio attrezzato con piezometro	69.1	30.0	11	7	34+892.06
D17BIS	2015	Sondaggio attrezzato con piezometro	74.1	30.0	11	8	36+859.62
D19	2015	Sondaggio attrezzato per sismica in foro	82.9	30.0	2	9	41+003.43

Tabella 3 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini 2015, elencati in ordine di coordinate (long.).

Sigla	Campagna indagine	Tipologia indagine e strumentazione	Quota m s.l.m.	Profondità	Campioni	SPT	km

Sigla	Campagna indagine	Tipologia indagine e strumentazione	Quota m s.l.m.	Profondità	Campioni	SPT	km
IF15G20	2017	Sondaggio attrezzato con piezometro	73.0	30.0	0	3	32+991.66
IF15G21	2017	Sondaggio attrezzato per sismica in foro	73.8	30.0	3	5	33+502.90
IF15G22	2017	Sondaggio attrezzato con piezometro	109.8	60.0	3	7	33+801.84
IF15G50	2017	Sondaggio a distruzione attrezzato con inclinometro	80.3	30.0	0	0	33+866.04
IF15V23	2017	Sondaggio attrezzato con piezometro	61.1	30.0	4	9	34+093.93
IF15G24	2017	Sondaggio attrezzato con piezometro	82.6	30.	3	9	34+746.23
IF15G25	2017	Sondaggio attrezzato per sismica in foro	138.9	70.0	2	6	35+194.64
IF15G26	2017	Sondaggio attrezzato con piezometro	153.0	90.0	3	1	35+707.98
IF15F27	2017	Sondaggio attrezzato con piezometro	101.3	30.0	3	8	35+771.95
IF15G48	2017	Sondaggio attrezzato con piezometro	97.0	30.0	5	8	35+995.27
IF15G28	2017	Sondaggio attrezzato con piezometro	93.1	35.0	2	0	36+701.63
IF15V29	2017	Sondaggio attrezzato con piezometro	70.4	40.0	5	7	36+922.94

Tabella 4 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini 2017, elencati in ordine di coordinate (long.).

Di seguito si riportano i sondaggi attrezzati per prove di permeabilità, relative alla campagna d'indagine 2017.

Sondaggio	Tipologia	Profondità (m da p.c.)
IF15F13	Lefranc	5.5 – 6.0
IF15G20	Lefranc	8.0 - 8.8
IF15G22	Lefranc	43.0 – 44.0
IF15G25	Lefranc	59.0 – 60.0
IF15G26	Lefranc	74.0– 75.0
IF15F27	Lefranc	6.0 – 7.0

Sondaggio	Tipologia	Profondità (m da p.c.)
IF15G48	Lefranc	4.5 – 5.0
IF15G48	Lefranc	9.0 – 10.0
IF15G28	Lefranc	8.0 – 9.0

8.2.2 *Prove di laboratorio*

Sono state eseguite le seguenti analisi:

- Analisi granulometria per setacciatura e sedimentazione;
- Peso di volume;
- Peso specifico;
- Determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- Limiti di ritiro, di plasticità e di liquidità;
- Determinazione delle sostanze organiche

Sono state inoltre eseguite le seguenti prove di caratterizzazione meccanica:

- Prove Triassiali (CID, CIU e UU);
- Prova di Taglio Diretto;
- Prova Edometrica;
- Point Load Test;

I certificati di prova sono consultabili nel documento IF0H22D69PRGE0005001B (Rif. [26]).

8.2.3 *Indagini geofisiche*

Tra le prove Down-Hole effettuate quelle che hanno indagato le formazioni in esame sono state eseguite nei seguenti sondaggi: IF15G21 e IF15G25 per la campagna indagini 2017, D15 e D19 per la campagna indagini 2015. Per l'ubicazione di questi fori strumentati si faccia riferimento alla Tabella 3 e alla Tabella 4.

Le prove sismiche di superficie considerate, con indicazione dei principali dati relativi ad ogni singola prova (sigla, tipologia di indagine, lunghezza e progressiva), sono di seguito riportate:

Sigla	Tipologia indagine	Lunghezza (m)	km
Area D16	Prospezione sismica MASW	70	34+855.61
Area D17bis	Prospezione sismica MASW	70	36+856.70
L5	Stendimento sismico a rifrazione	180	34+243.93
L7	Stendimento sismico a rifrazione	235	34+371.92
L8	Stendimento sismico a rifrazione	120	36+740.41

Sigla	Tipologia indagine	Lunghezza (m)	km
L9	Stendimento sismico a rifrazione	141	36+592.25
L10	Stendimento sismico a rifrazione	80	36+626.03
L11	Stendimento sismico a rifrazione	96	36+480.35
L12	Stendimento sismico a rifrazione	90	36+550.65

Tabella 5 - Sintesi delle indagini sismiche di tipo lineare, realizzate nell'ambito della campagna indagini 2015.

Sigla	Tipologia indagine	Lunghezza (m)	km
MASW 3	Prospezione sismica MASW	70	31+654.01
MASW 4	Prospezione sismica MASW	70	36+976.57
S4	Stendimento sismico a rifrazione	96	34+747.91
S5	Stendimento sismico a rifrazione	96	34+797.47

Tabella 6 Sintesi delle indagini sismiche di tipo lineare, realizzate nell'ambito della campagna indagini 2017

8.3 Caratterizzazione e modellazione geotecnica

I risultati delle indagini geotecniche, in situ e di laboratorio, hanno permesso di definire il modello geotecnico rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati dall'opera in sotterraneo lungo il suo tracciato.

Lo scavo della galleria naturale San Lorenzo intercetta i depositi alluvionali terrazzati per tutto il suo sviluppo; l'unità di Maddaloni è il substrato presente al di sotto di essi, che risulta coinvolto dallo scavo per un tratto di circa 700 m. L'opera in esame interessa esclusivamente la facies bn1 dei depositi alluvionali, per questo motivo si farà riferimento, nella presente trattazione, ad un unica formazione geotecnica denominata bn.

Il modello geotecnico è rappresentato nell'elaborato "Profilo geotecnico - Galleria Limata e San Lorenzo" (Rif. [42]).

8.3.1 *Depositi alluvionali terrazzati (bn)*

8.3.1.1 Caratteristiche fisiche

Le analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi mostrano la prevalenza dei termini ghiaiosi e subordinatamente sabbiosi (Figura 2). Mediamente si ottiene: ghiaia 47%, sabbia 25%, limo 21% e argilla 7%, quindi i terreni sono classificabili (AGI - Rif. [9]) come ghiaia con sabbia e come ghiaia con sabbia limosa.

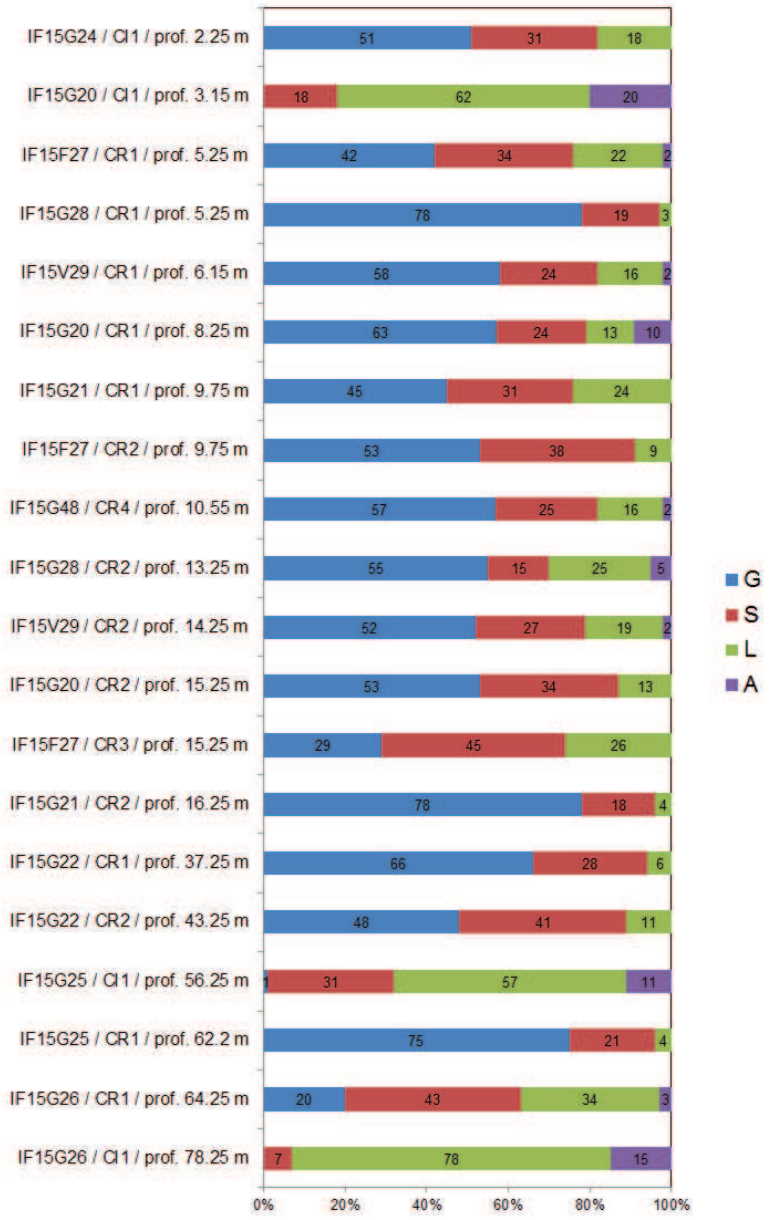


Figura 2 Formazione bn: Analisi granulometrica

Nella Figura 3 è riportato il grafico relativo alla variazione del passante al setaccio 200 ASTM (0.074 mm) con la profondità; la percentuale di passante è generalmente inferiore al 35%, fatta eccezione per i campioni prelevati da lenti coesive intercettate durante i sondaggi.

Il contenuto d'acqua naturale, misurato su campioni indisturbati, risulta compreso tra il 10% ed il 25% nei primi metri di profondità dal piano campagna, mentre per profondità superiori il valore varia tra 15% e 20%.

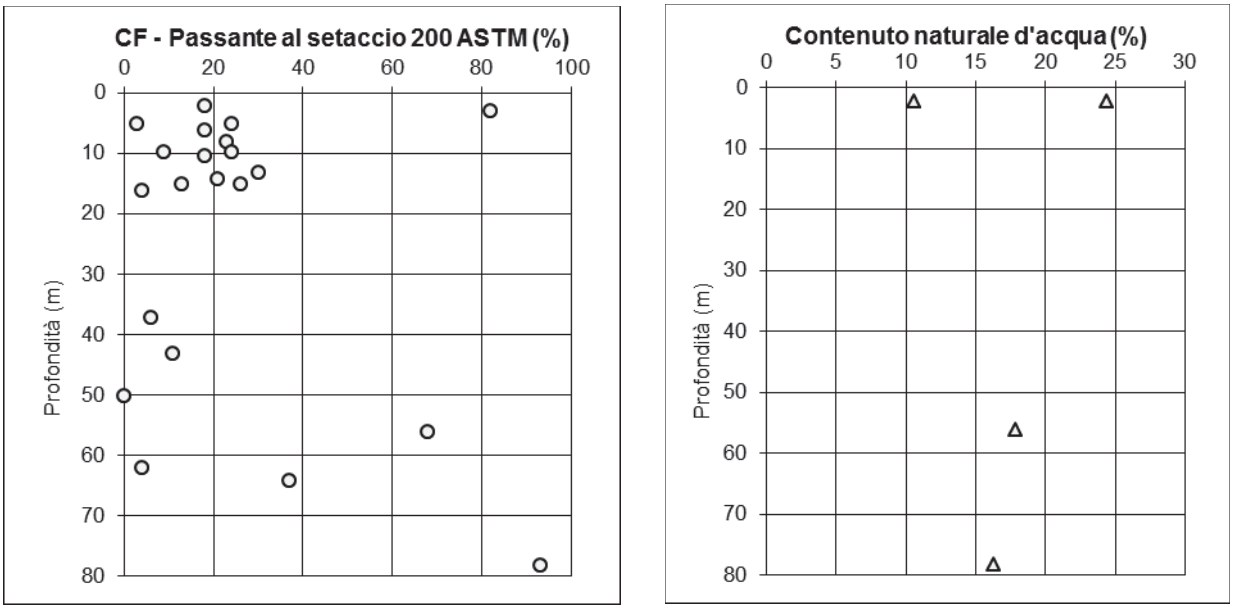


Figura 3 Formazione bn: Passante al Setaccio 200 ASTM e contenuto d'acqua

Il peso dell'unità di volume è variabile tra 18.5 ÷ 22.5 KN/m^3 mentre il peso di volume del materiale secco varia tra 16 e 19 KN/m^3 (Figura 4), questi valori fanno riferimento al materiale che è stato possibile campionare in maniera indisturbata dove prevale la frazione limo-argillosa. Il peso specifico è variabile tra 25.6 ÷ 26.6 KN/m^3.

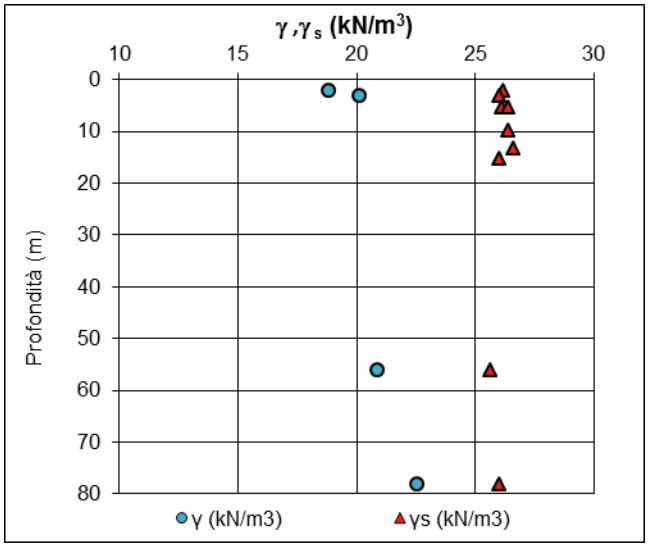


Figura 4 Formazione bn: Peso dell'unità di volume γ e peso specifico γ_s

8.3.1.2 Caratteristiche meccaniche

I parametri di resistenza, data la natura incoerente del materiale, sono ricavati da prove SPT. Di seguito si rappresentano gli andamenti dell'angolo d'attrito con la profondità, relativamente alle formulazione API (American Petroleum Institute, 1987), scelta per interpretare le prove SPT.

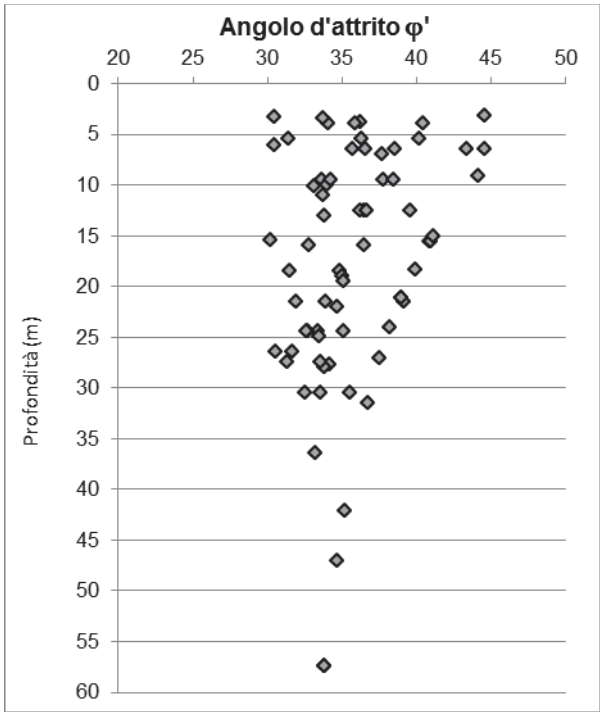


Figura 5 Formazione bn: Interpretazione prove in situ SPT

Come mostrato in Figura 5 l'angolo d'attrito varia tra 33° e 40°, con un valore medio pari a 36.5°.

Prove di taglio diretto e triassiali eseguite su campioni indisturbati (Figura 6), hanno consentito di definire un valore di coesione efficace compresa tra 10 ÷ 37 kPa.

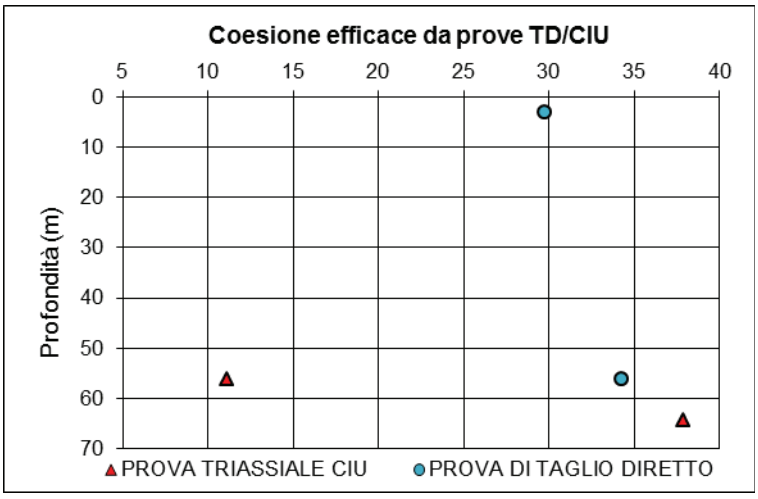


Figura 6 Formazione bn: Valori della coesione risultanti da prove di laboratorio

I depositi alluvionali interessati dalle opere in progetto hanno natura prevalentemente conglomeratica, e hanno subito processi di cementazione. Tale natura è riscontrabile in sito attraverso l'osservazione di numerosi

affioramenti e scarpate, caratterizzate da pendenze elevate e che non mostrano alcuna evidenza di instabilità (Figura 7).

Figura 7 Formazione bn: Affioramento in sito

I parametri di deformabilità sono stati determinati da prove in sito "Down-Hole". Si desumono tre intervalli di valori del modulo E in funzione della profondità:

- da 0 m a 15 m si definisce il range 50 ÷ 140 MPa;
- da 15 m a 40 m si definisce il range 140 ÷ 390 MPa;
- per profondità maggiori di 40 m si assume un modulo operativo pari a 390 MPa.

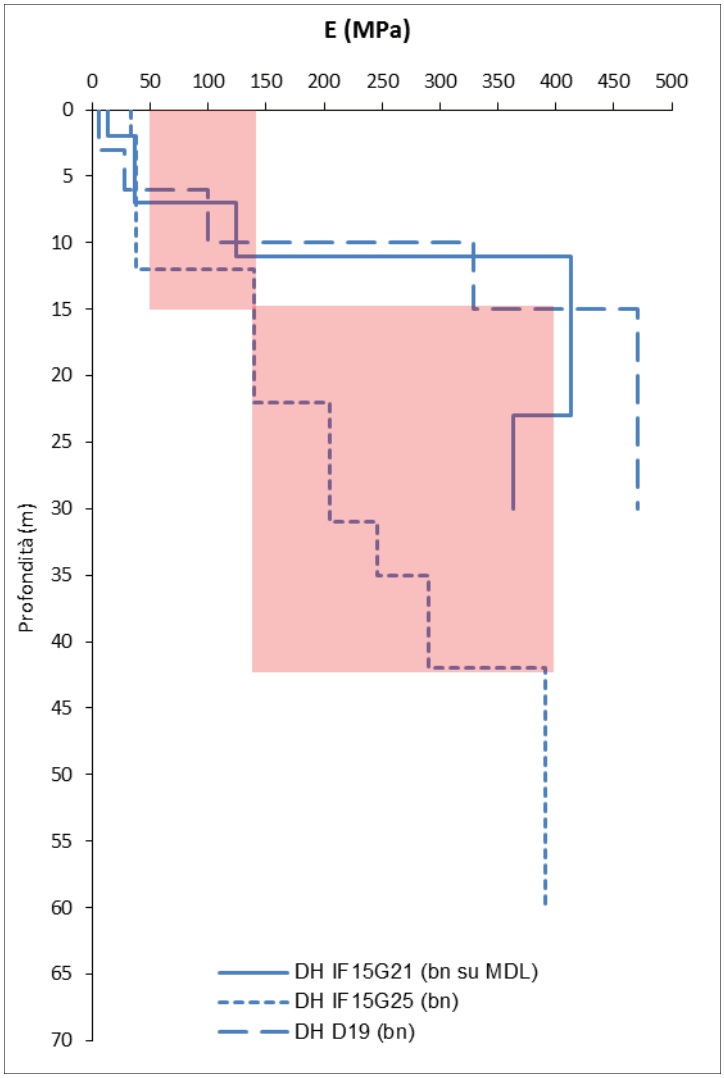


Figura 8 Formazione bn: Andamento del modulo elastico con la profondità

8.3.1.3 Permeabilità

Sono state eseguite prove di permeabilità nei fori di sondaggio (Lefranc). Si definisce un coefficiente di permeabilità medio *k* pari a 10^{-6} m/s (Figura 9).

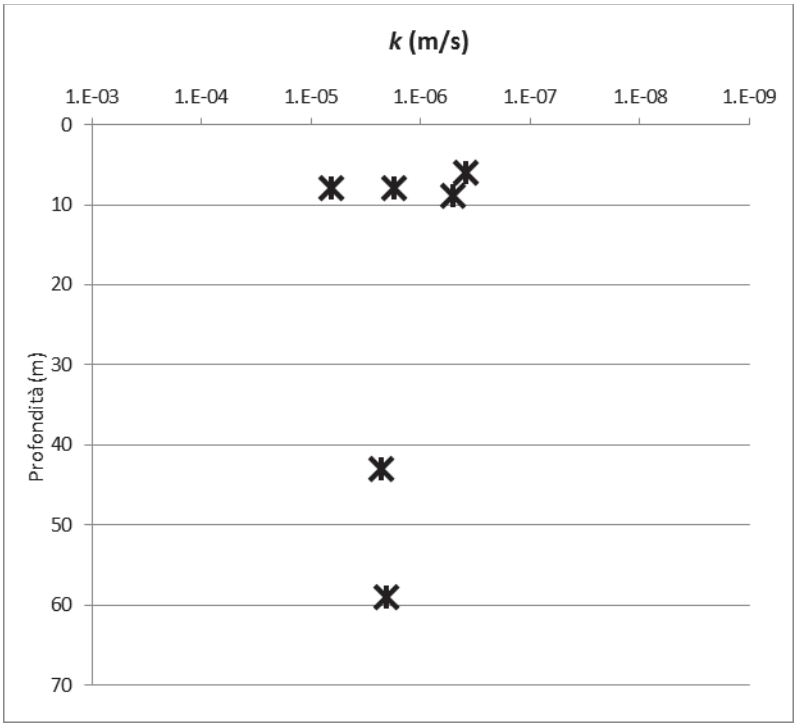


Figura 9 Formazione bn: Coefficiente di permeabilità

8.3.2 *Unità di Maddaloni*

8.3.2.1 Caratteristiche fisiche

Come già anticipato nel § 8.1 la litofacies dell'Unità di Maddaloni presente lungo il tracciato della galleria è MDL3: si tratta di materiale coesivo (limo 48% e argilla 12%) di origine lacustre con inclusioni ghiaiosi (ghiaia 25%) e intercalazioni sabbiose (sabbia 16%), come si nota dalle analisi granulometriche condotte sui campioni prelevati.

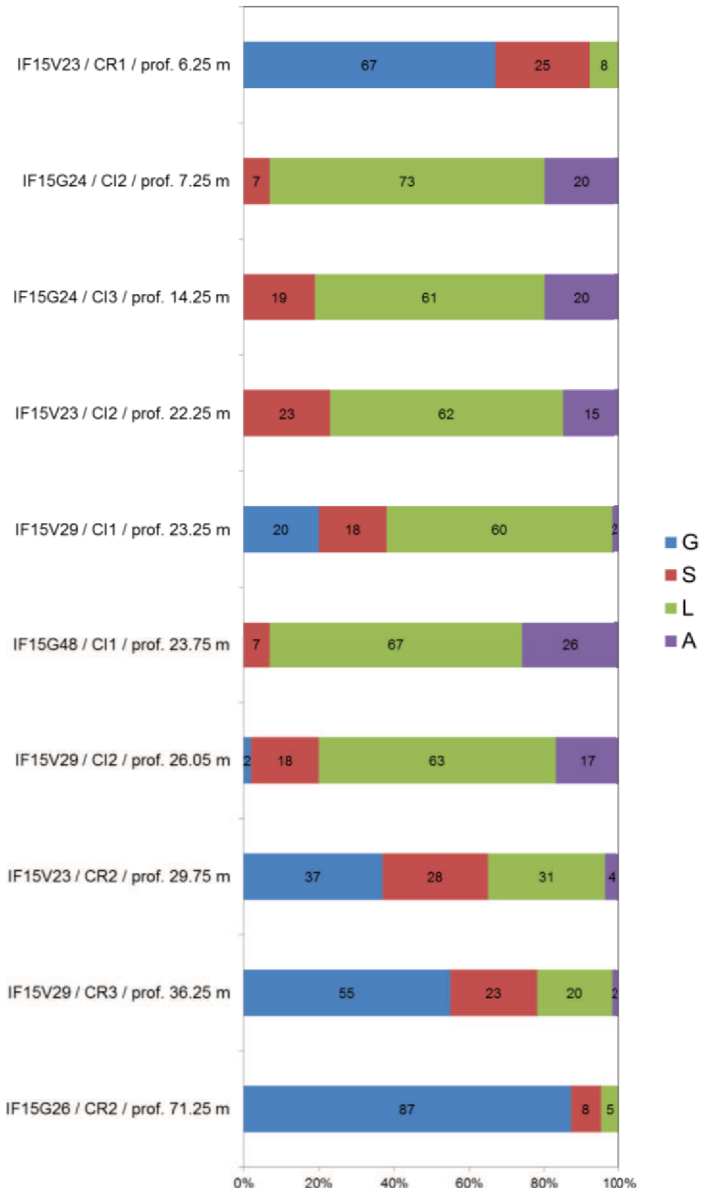


Figura 10 Formazione MDL3: Analisi granulometrica

Nella Figura 11 è riportato il grafico relativo alla variazione del passante al setaccio 200 ASTM (0.074 mm) con la profondità; la percentuale di passante è generalmente compresa tra il 60% ed il 100%. È possibile anche osservare come il contenuto naturale d'acqua nei campioni analizzati sia variabile tra il 20% e il 30%.

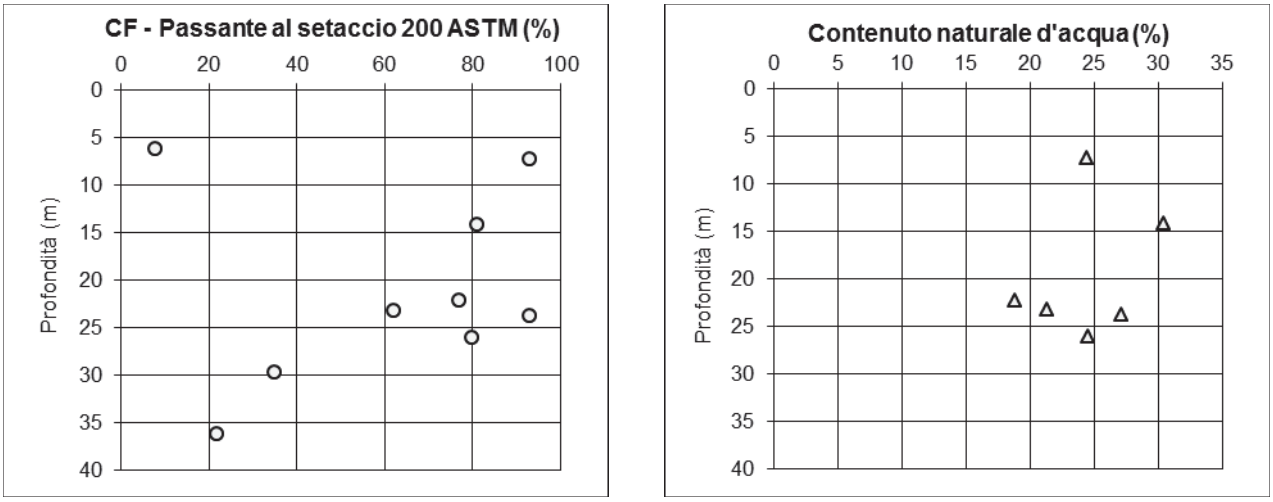


Figura 11 Formazione MDL3: Passante al Setaccio 200 ASTM e contenuto d'acqua

Il peso dell'unità di volume è variabile tra 19 ÷ 24 kN/m^3, mentre il peso di volume del materiale secco varia tra 14 ÷ 18 kN/m^3. Il peso specifico è circa pari a 25 kN/m^3 (Figura 12).

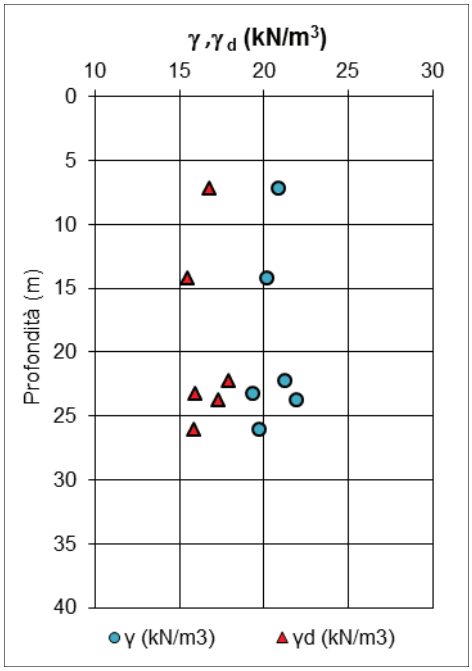


Figura 12 Formazione MDL3: Peso dell'unità di volume γ e peso dell'unità di volume del materiale secco γ_d

I limiti di Atterberg sono compresi nei seguenti intervalli (Figura 13):

- Limite di plasticità: 18% ÷ 28%
- Limite di liquidità: 43% ÷ 70%
- Indice di Plasticità: circa 40%
- Indice di consistenza: 0.9 ÷ 1

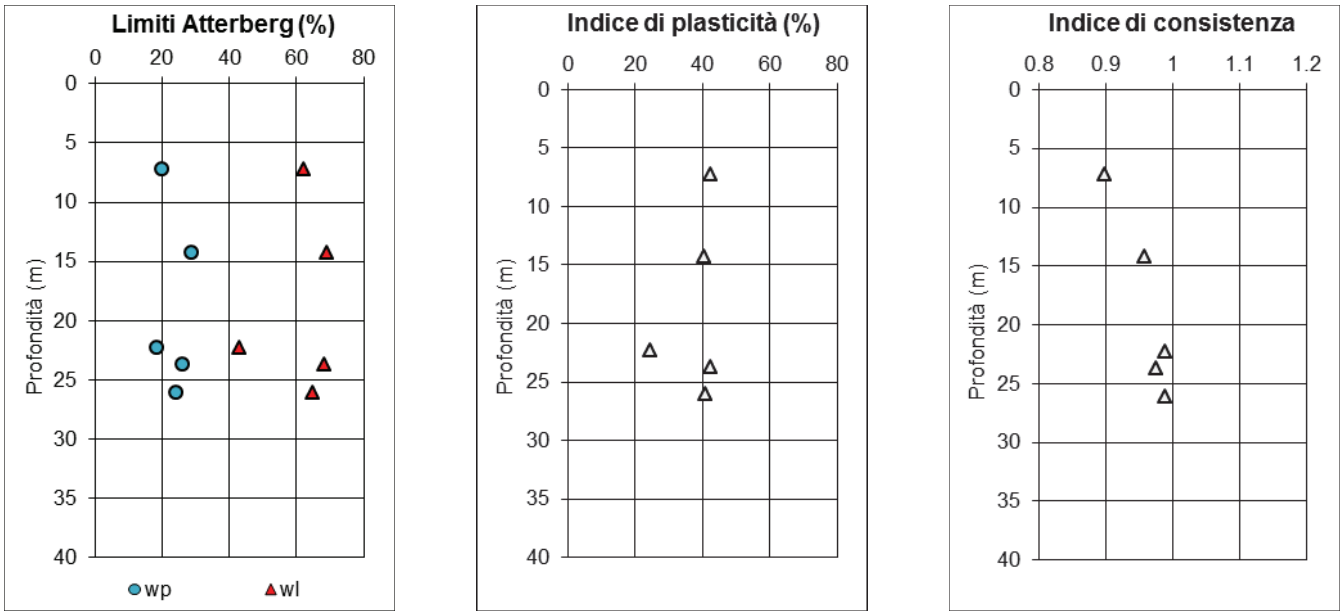


Figura 13 Formazione MDL3: Limiti di Atterberg

Come conferma dei risultati di analisi granulometriche e dei limiti di appena esposti, tutti i campioni si posizionano sono al di sopra della Retta A nel quadrante 6, quindi classificabili come argille inorganiche di alta plasticità (Figura 14).

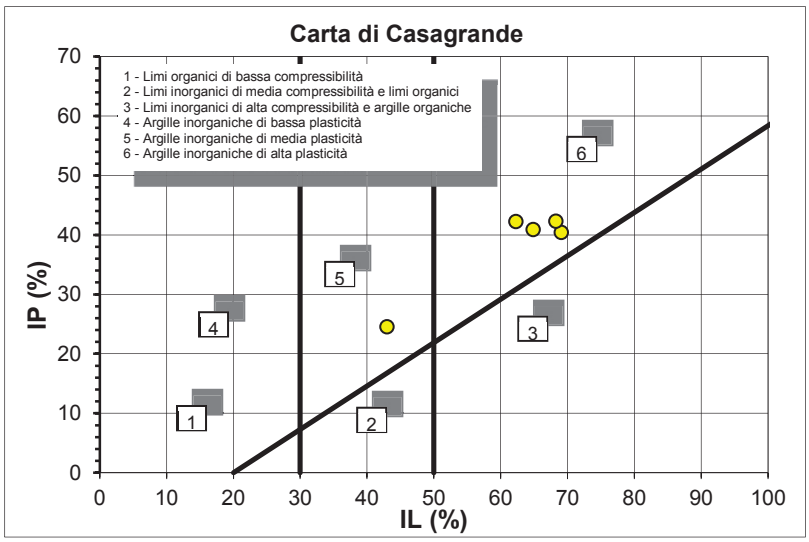


Figura 14 Formazione MDL3: Carta di Casagrande

8.3.2.2 Caratteristiche meccaniche

I parametri di resistenza, data la natura coesiva del materiale, sono desunti da prove di laboratorio. Quest'ultime si distinguono in prove di taglio diretto, triassiali consolidate isotropicamente non drenate e triassiali non consolidate non drenate.

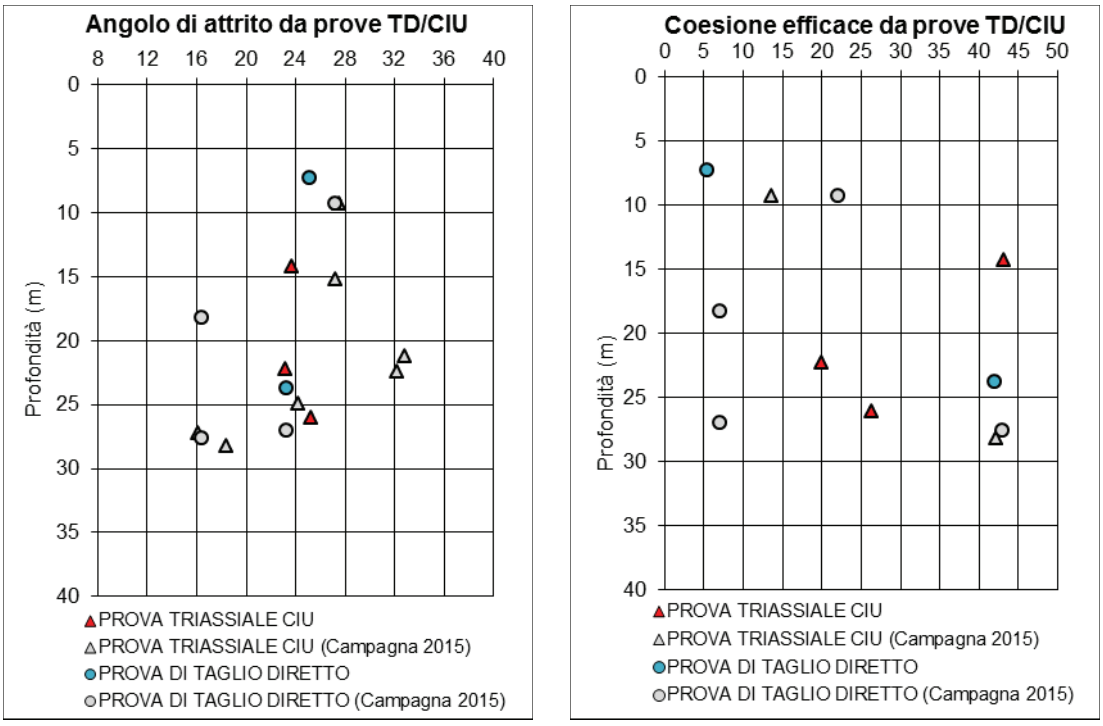


Figura 15 Formazione MDL3: Parametri efficaci - Andamento dell'angolo d'attrito e della coesione con la profondità

In Figura 15 si riportano i risultati dell'interpretazione di tali prove: si ottiene un intervallo di valori dell'angolo di attrito efficace φ' pari a 23° ÷ 27° e della coesione efficace pari a 20 ÷ 40 kPa.

In Figura 16 si riportano gli inviluppi delle prove di taglio diretto e triassiali consolidate non drenate, rispettivamente rappresentati nel piano di Mohr-Coulomb e nel piano degli invarianti. È possibile osservare l'equazione della retta interpolatrice dei punti di rottura, così da cogliere l'elevato valore del coefficiente di correlazione. I valori di coesione e angolo d'attrito che ne derivano appartengono agli intervalli di progetto sopra definiti.

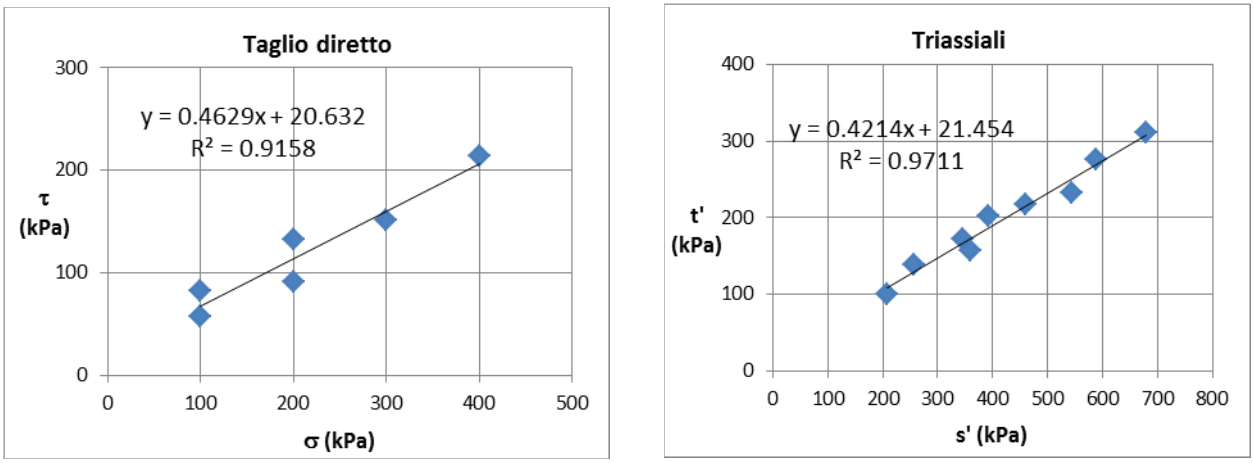


Figura 16 Formazione MDL3 – Inviluppi a rottura delle prove di taglio diretto e triassiali

I valori della coesione non drenata sono desunti da prove non consolidate non drenate, in Figura 17, e risultano essere compresi nell'intervallo scelto 130 ÷ 230 kPa.

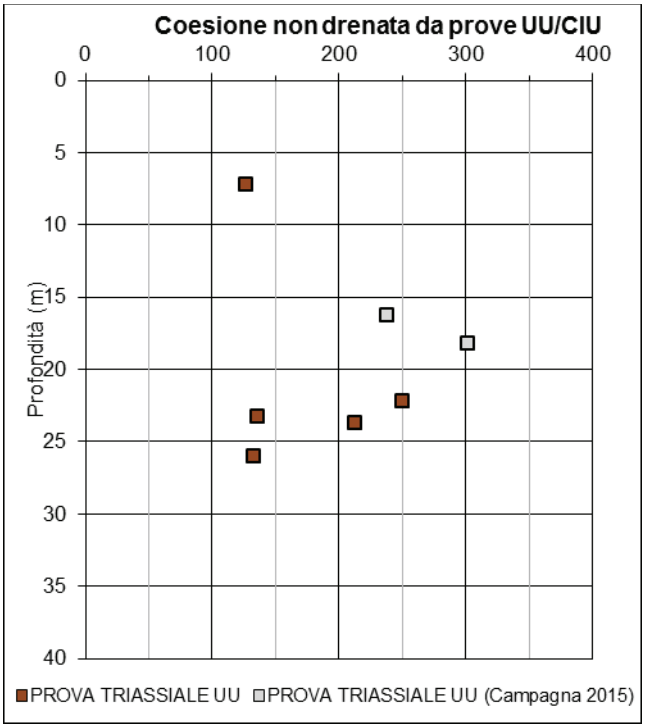


Figura 17 Formazione MDL3: Andamento della coesione non drenata con la profondità

Per quanto concerne le caratteristiche di deformabilità, si fa riferimento sia a prove in foro Down-Hole (sondaggio IF15G21 e D15), sia a stendimenti geofisici (MASW e le indagini sismiche a rifrazione).

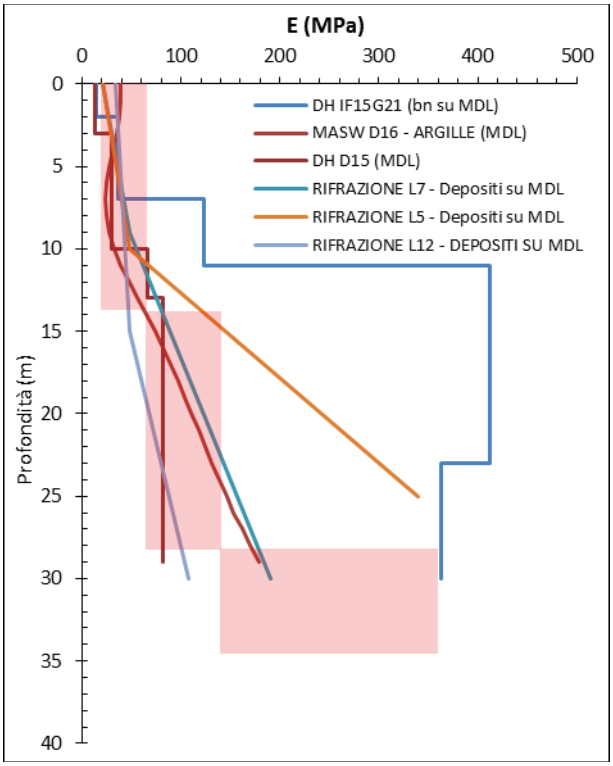


Figura 18 Formazione MDL3: Andamento del modulo elastico con la profondità

Escludendo i primi 23 m della prova Down-Hole del sondaggio IF15G21, dato che attraversa i depositi terrazzati, si definiscono tre intervalli in funzione della profondità z:

- E = 20 ÷ 65 MPa per z = 0 ÷ 12 m;
- E = 65 ÷ 120 MPa per z = 12 ÷ 25 m;
- E = 120 ÷ 360 MPa per z > 25 m.

8.3.2.3 Permeabilità

Si hanno a disposizione delle prove di permeabilità di tipo Lefranc condotte in diversi sondaggi a quote corrispondenti ai depositi di MDL3. Il coefficiente di permeabilità k è compreso tra 10^{-6} m/s e 10^{-8} m/s.

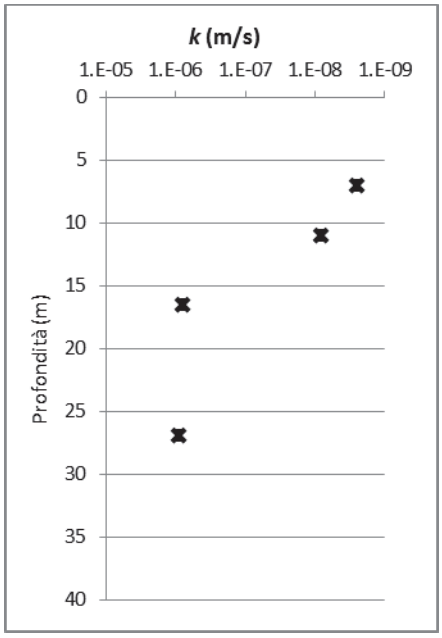


Figura 19 Formazione MDL3: Coefficiente di permeabilità

8.3.3 *Definizione degli intervalli dei parametri geotecnici delle unità interessate dalle opere*

Di seguito si riportano gli intervalli dei principali parametri fisico-meccanici delle unità interessate dalle opere, ottenuti dalla caratterizzazione geotecnica.

Formazione	Copertura	γ (kN/m³)	φ (°)	c (Kpa)	E (Mpa)
Depositi Alluvionali Terrazati	0-15	20	33-40	10	50-140
	15-40	20	33-40	10-37	140-390
	>40	20	33-40	10-37	390

Formazione	Copertura	γ (kN/m³)	φ (°)	c (Kpa)	c_u (Kpa)	E (Mpa)
MDL3 (Unità di Maddaloni)	0-12	20	23-27	20-40	130-230	20-65
	12-25	20	23-27	20-40	130-230	65-120
	>25	20	23-27	20-40	130-230	120-360

8.3.4 *Il regime idraulico*

Allo scopo di indagare l'effettiva presenza di falde idriche sotterranee ed il relativo andamento della superficie piezometrica, è stata eseguita una apposita campagna di monitoraggio.

In corrispondenza dei terrazzi morfologici interessati dalla realizzazione della galleria S. Lorenzo, i dati piezometrici a disposizione hanno evidenziato la presenza di una falda freatica posta all'interno dei terreni ghiaio-sabbiosi e sabbio-limosi dei depositi alluvionali (bn), la cui quota del pelo libero segue l'andamento plano-altimetrico del contatto stratigrafico con i sottostanti depositi fluvio-lacustri in facies pelitica dell'Unità di Maddaloni (MDL3) (Rif. [14]). Difatti, la superficie piezometrica si presenta a quota cavo e, nei tratti dove il cavo intercetta i depositi pelitici, al di sopra della calotta.

Le letture piezometriche, eseguite nei fori di sondaggio D16, D17bis, IF15G20, IF15G22, IF15V23, IF15G24, IF15G27, IF15G28 e IF15V29, mostrano un andamento della quota piezometrica costante. La prima lettura risale al 28 Marzo 2017, l'ultima al 23 Novembre 2017, in questo spazio temporale non si registrano variazioni delle quote di falda, a meno di differenze dell'ordine delle decine di cm.

Per l'andamento della quota di falda si rimanda al "Profilo geotecnico - Galleria Limata e San Lorenzo" (Rif. [42]) e alla "Relazione geologica ed idrogeologica" (Rif. [13]).

9 FASE DI DIAGNOSI

Nella fase di diagnosi, sulla base del modello geotecnico scaturito dagli studi e dalle indagini effettuati nella fase conoscitiva, si procede alla previsione della risposta tensio-deformativa dell'ammasso allo scavo, in assenza di interventi di stabilizzazione. La valutazione della risposta deformativa dell'ammasso allo scavo è condotta con riferimento alle tre categorie di comportamento fondamentali individuate nel metodo ADECO-RS (Rif. [27]), di seguito brevemente richiamate, sulla base delle quali il tracciato sotterraneo è suddiviso in tratte a comportamento deformativo omogeneo.

I risultati dell'analisi del comportamento deformativo consentono di individuare gli interventi di precontenimento e/o di contenimento più idonei a garantire condizioni di stabilità della galleria in fase di scavo e a lungo termine.

9.1 Classi di comportamento del fronte di scavo

Secondo l'approccio ADECO-RS (Rif. [27]) la previsione dell'evoluzione dello stato tensionale a seguito dell'apertura di una galleria è possibile attraverso l'analisi dei fenomeni deformativi, che forniscono indicazioni sul comportamento della cavità nei riguardi della stabilità a breve e a lungo termine. Dati sperimentali e analisi teoriche hanno dimostrato che il comportamento della cavità è significativamente condizionato, oltre che dalle caratteristiche geometriche della galleria stessa e dai carichi litostatici, anche dalle caratteristiche di resistenza e di rigidezza del nucleo d'avanzamento, inteso come il volume di terreno a monte del fronte di scavo. Se il nucleo non è costituito da materiale sufficientemente rigido e resistente da mantenere in campo elastico il proprio comportamento tensio-deformativo, si sviluppano fenomeni deformativi e plasticizzazioni rilevanti in avanzamento, a cui consegue l'evoluzione verso condizioni di instabilità del fronte e del cavo. Se, invece, il comportamento del nucleo d'avanzamento si mantiene in campo elastico, il nucleo stesso svolge un'azione di precontenimento del cavo, che si mantiene a sua volta in condizioni elastiche, conservando le caratteristiche di massima resistenza del materiale attraversato e quindi configurazioni di stabilità.

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

Categoria A: nucleo-fronte stabile

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

Categoria B: nucleo-fronte stabile a breve termine

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

Categoria C: nucleo-fronte instabile

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

9.2 Determinazione delle categorie di comportamento

La valutazione del comportamento deformativo del fronte è stata condotta utilizzando i metodi di analisi della stabilità del fronte all'equilibrio limite, per esatezza Tamez (1984).

Le analisi nella fase di diagnosi sono state condotte con riferimento ai valori caratteristici dei parametri geotecnici e delle azioni.

9.2.1 *Analisi con i metodi all'equilibrio limite*

9.2.1.1 Metodo di analisi: Tamez (1984)

Le analisi di stabilità del nucleo-fronte condotte secondo il metodo proposto da Tamez (1984, Rif. [36]), considerano una risposta del fronte di scavo in condizioni drenate (calcolo in tensioni efficaci).

Si ipotizza che al fronte si formi un meccanismo di rottura approssimabile mediante solidi prismatici come mostrato nella figura di seguito riportata, e si valuta il coefficiente di sicurezza FSF rispetto alla condizione di collasso ipotizzato, come rapporto tra i momenti delle forze resistenti e i momenti delle forze attive.

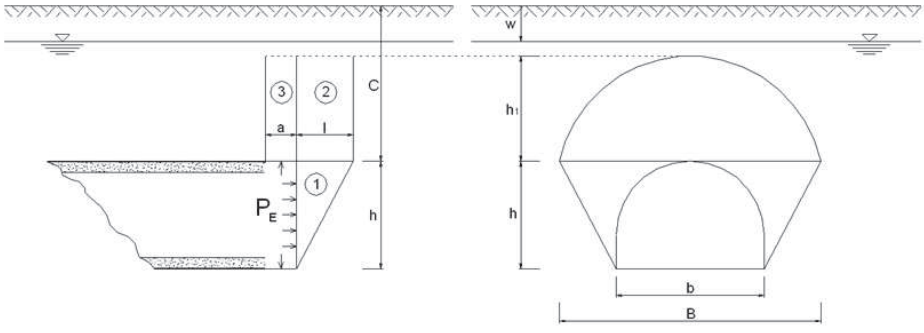


Figura 20. Stabilità del fronte secondo il Metodo di Tamez (1984).

Talvolta la stabilità del solo prisma 3 gravante sulla zona di galleria non ancora sostenuta dal rivestimento, può risultare più critica rispetto all'insieme dei tre prismi; è definito in tal senso un secondo coefficiente di sicurezza FS_3, per cui ai fini della stabilità del fronte si assume il coefficiente di sicurezza minimo tra i due.

$$A = \left[\frac{2(\tau_{m2}-\tau_{m3})}{(1+a/l)^2} + 2\tau_{m3}\right] \times \frac{h_1}{b}$$

$$B = \left[\frac{2\tau_{m3}}{(1+a/l)\times\sqrt{K_A}}\right] \times \frac{h_1}{h}$$

$$\mathrm{FSF} = \frac{(\mathrm{A}+\mathrm{B}+\mathrm{C})}{D} \qquad C = \left[\frac{3.4C_1}{(1+a/l)^2\times\sqrt{K_A}}\right] \qquad \mathrm{FS}_3 = \frac{2\tau_{m3}}{(\gamma Z - P_E)} \times \frac{h_1}{b} \times \left(1+\frac{b}{a}\right)$$

$$D = \left[1+\frac{2h}{3Z(1+a/l)^2}\right] \times (\gamma Z - P_E)$$

Il fronte di scavo viene considerato stabile per valori di FSF>1,5. Per valori di FSF superiori a 2, il sostegno del fronte può considerarsi non necessario.

9.2.1.1.1 Sezioni analizzate

Sulla base dei risultati della caratterizzazione geotecnica di cui al precedente paragrafo § 8.3, in funzione delle condizioni idrauliche previste e della distribuzione delle diverse classi di copertura lungo il tracciato, sono state definite le sezioni di analisi rappresentative riportate nella tabella seguente. Si fa riferimento ad uno scavo di raggio 6.4 m e lunghezza del tratto non sostenuto *a* pari a 1 m. A parità di formazione si fanno variare le caratteristiche di resistenza secondo gli intervalli dei valori riportati nel paragrafo 8.3.3.

Sez.	C	Falda	Stratigrafia di calcolo
[n.]	[m]	[m da p.c.]	Formazione
D1	70	62	bn
D2	70	62	bn
D3	10	0	bn
D4	10	0	bn

9.2.1.1.2 Risultati delle analisi

In Tabella 7 si riportano in forma sintetica i risultati ottenuti in termini di coefficiente di sicurezza e categoria di comportamento atteso per il nucleo-fronte.

Sez.	Parametri di calcolo			h_1	FSF	FSF_3	Categoria
	γ_k	c'_k	φ'_k				
[n.]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[m]	[-]	[-]	[-]
D1	20.0	30.0	37.0	21.76	1.54	6.88	*B*
D2	20.0	20.0	35.0	21.76	1.36	6.07	*C*
D3	20.0	10.0	35.0	10.0	0.24	1.08	*C*
D4	20.0	10.0	35.0	10.0	0.24	1.08	*C*

Tabella 7 – Risultati delle analisi di stabilità del fronte di scavo

È quindi necessario progettare un intervento di sostegno in tutte le sezioni di analisi per rendere il fronte-di scavo stabile.

9.2.2 *Definizione delle tratte a comportamento tensio-deformativo omogeneo*

Sulla base dei risultati delle analisi sopra descritte, il tracciato è stato suddiviso in tratte a comportamento tensio-deformativo omogeneo.

La galleria S. Lorenzo attraversa i depositi alluvionali terrazzati (bn) ma in alcuni tratti i fronti di scavo potranno essere caratterizzati dalla presenza contemporanea di terreni incoerenti (bn) e dei terreni argillosi dell'Unità di Maddaloni (MDL3). Considerando il contesto geotecnico attraversato, il comportamento del nucleo-fronte di scavo è prevalentemente di categoria C. Nelle zone in cui i depositi presentano un elevato grado di cementazione è possibile che il comportamento del fronte sia stabile a breve termine (categoria B). Il comportamento atteso al cavo è previsto prevalentemente instabile.

Le previsioni di comportamento lungo il tracciato della galleria sono illustrate in forma sintetica nel "Profilo geotecnico - Galleria Limata e San Lorenzo" (Rif. [42]).

10 FASE DI TERAPIA

Nel presente capitolo sono definiti gli interventi necessari per garantire la stabilità del cavo a breve e a lungo termine, in accordo con le indicazioni provenienti dalla fase conoscitiva e dall'analisi del comportamento allo scavo (fase di diagnosi - § 9). Sono descritte le caratteristiche principali delle sezioni tipo di avanzamento, il loro campo di applicazione e la successione delle fasi esecutive.

10.1 Definizione delle sezioni tipo

Dall'analisi del tracciato plano-altimetrico e in funzione della lunghezza dell'opera in sotterraneo in progetto e del contesto geologico-idrogeologico e geotecnico attraversato, è stato scelto il metodo di scavo tradizionale a piena sezione.

In funzione delle caratteristiche geotecniche delle formazioni attraversate e del loro comportamento allo scavo, sono state definite 5 diverse sezioni tipo, intese come complesso di modalità operative, fasi di lavoro, interventi di stabilizzazione, drenaggi e relative tecnologie esecutive. Quando lo scavo interessa i depositi alluvionali (bn), le sezioni di riferimento sono la C1 e la B1. Nei tratti di in cui i fronti di scavo saranno caratterizzati dalla presenza contemporanea dei terreni incoerenti (bn) e dei limi argillosi dell'Unità di Maddaloni (MDL3), si prevede l'applicazione della sezione C1m. Le sezioni C1bis e C3 sono previste per il sottoattraversamento del Torrente Ianare.

Per ciascuna sezione tipo sono previsti eventuali opportuni interventi di presostegno e precontenimento al fronte ed al contorno, l'installazione a ridosso del fronte di scavo di un rivestimento provvisorio costituito da spritz-beton fibrorinforzato e centine metalliche ed infine il getto dei rivestimenti definitivi di arco rovescio e calotta. La gestione delle acque in sotterraneo è garantita dall'installazione di 3+3 drenaggi in avanzamento, dall'impermeabilizzazione a tergo dei rivestimenti definitivi di calotta e da un tubo microfessurato, al piede dell'impermeabilizzazione, di presidio per eventuale drenaggio delle acque presenti nelle formazioni attraversate.

Nei paragrafi a seguire si riporta una sintetica descrizione delle sezioni tipo definite, che trovano completa rappresentazione negli elaborati grafici di progetto.

Per la distribuzione delle tratte di applicazione delle diverse sezioni tipo si rimanda invece al "Profilo geotecnico - Galleria Limata e San Lorenzo" (Rif. [42]).

10.1.1 *Sezione tipo B1*

La B1 è prevista nell'attraversamento dei depositi alluvionali (bn), quando questi presentano un elevato grado di cementazione.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione B1, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 30 elementi strutturali tubolari in VTR, L=14,5 m (sovrapposizione minima 6,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del ±20%;
- presostegno al contorno (entro un angolo di 120° in calotta) realizzato mediante 33 tubi in acciaio L=12,0 m (sovrapposizione minima 3,5 m, interasse 0,4 ±20% m);

- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 8,5 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,25 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN200 con passo 1,0 m;
- arco rovescio (spessore 0,90 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1,5 diametri;
- calotta non armata (spessore variabile da 0,50 m a 1,15 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 4 diametri.

10.1.2 *Sezione tipo C1*

La C1 è una sezione tronco-conica che prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 12,0 m; ne è prevista l'applicazione nell'attraversamento dei depositi alluvionali (bn) con comportamento del nucleo-fronte instabile (categoria C).

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C1, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 30 microtrattamenti in jet-grouting Ø300 armati con elementi strutturali in VTR, L=20,0 m (sovrapposizione minima 8,0 m). L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del ±20%;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 61 colonne in jet-grouting Ø600, L=16,5 m (sovrapposizione minima 4,5 m) e ulteriori 8+8 colonne al piede centina. L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del ±20%;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 12,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN220 con passo 1,0 m;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore variabile da 0,60 m a 1,35 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

Il jet-grouting dovrà essere eseguito adottando parametri e procedure tali da garantire il diametro delle colonne previste in progetto e i parametri di resistenza e deformabilità del terreno trattato e tali da tenere sotto controllo durante la fase di perforazione e la fase di iniezione le eventuali venute d'acqua di materiale fine nel caso di superficie piezometrica a quota cavo e superiore (ad esempio attraverso l'utilizzo del preventer).

10.1.3 *Sezione tipo C1bis*

La C1bis è una sezione tronco-conica che prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 6,0 m; ne è prevista l'applicazione nell'attraversamento dei depositi alluvionali (bn) al di sotto del Torrente Ianare con comportamento del nucleo-fronte instabile (categoria C).

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C1bis, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 50 microtrattamenti in jet-grouting Ø300 armati con elementi strutturali in VTR, L=17,0 m (sovrapposizione minima 11,0 m). L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del ±20%;;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 65 colonne in jet-grouting Ø600, L=15,0 m (sovrapposizione minima 9,0 m) e ulteriori 8+8 colonne al piede centina. L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del ±20%;
- presostegno al contorno (entro un angolo di 120° in calotta) realizzato mediante 33 tubi in acciaio valvolati, L=9,5 m (sovrapposizione minima 3,5 m, interasse 0,4±20% m);
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 6,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN220 con passo 1,0 m;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 0,5 diametri;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore variabile da 0,60 m a 1,35 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 2 diametri.

Il jet-grouting dovrà essere eseguito adottando parametri e procedure tali da garantire il diametro delle colonne previste in progetto e i parametri di resistenza e deformabilità del terreno trattato e tali da tenere sotto controllo durante la fase di perforazione e la fase di iniezione le eventuali venute d'acqua di materiale fine nel caso di superficie piezometrica a quota cavo e superiore (ad esempio attraverso l'utilizzo del preventer).

10.1.4 *Sezione tipo C1m*

La C1m è una sezione tronco-conica che prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 6,0 m; ne è prevista l'applicazione nei tratti in cui il fronte di scavo è caratterizzato dalla presenza contemporanea dei terreni incoerenti (bn) e dei terreni argillosi dell'Unità di Maddaloni (MDL3). Le tipologie degli interventi previsti variano a seconda che si consideri la porzione del fronte nei depositi bn (Area 1) o nei limi argillosi dell'Unità di Maddaloni (Area 2). Il numero degli elementi caratteristici degli interventi varia in funzione della effettiva estensione delle due aree e quindi sarà determinato successivamente al rilievo del fronte.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C1m. Per il precontenimento al fronte e contorno, la descrizione degli interventi è distinta in aree a seconda dei terreni coinvolti dalla scavo (Area 1 – depositi bn, Area 2 – argille MDL3), nell'ipotesi di contatto stratigrafico in corrispondenza del piano dei centri:

<u>Area 1</u>

- precontenimento del fronte realizzato mediante 32 microtrattamenti in jet-grouting Ø300 armati con elementi strutturali in VTR, L=17,0 m (sovrapposizione minima 11,0 m). L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del ±20%;

<u>Area 2</u>

- precontenimento del fronte realizzato mediante 17 elementi strutturali a 3 piatti in VTR, L=17,0 m (sovrapposizione minima 11,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del ±20%;

Successivamente alla realizzazione del precontenimento del fronte, è previsto:

- precontenimento al contorno realizzato mediante 65 colonne in jet-grouting Ø600, L=15,0 m (sovrapposizione minima 9,0 m) e ulteriori 8+8 colonne al piede centina. L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del ±20%;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 6,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN220 con passo 1,0 m;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 0.5 diametri;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore variabile da 0,60 m a 1,35 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 2 diametri.

Il jet-grouting dovrà essere eseguito adottando parametri e procedure tali da garantire il diametro delle colonne previste in progetto e i parametri di resistenza e deformabilità del terreno trattato e tali da tenere sotto controllo durante la fase di perforazione e la fase di iniezione le eventuali venute d'acqua di materiale fine nel caso di superficie piezometrica a quota cavo e superiore (ad esempio attraverso l'utilizzo del preventer).

10.1.5 *Sezione tipo C3*

La C3 è una sezione cilindrica che viene adottata quando è realizzato un preventivo intervento di consolidamento da p.c. mediante colonne in jet-grouting Φ1200 di tipo bifluido realizzati da piano campagna. Durante lo scavo in avanzamento è previsto il contenimento del cavo tramite centine e spritz-beton, con campi di avanzamento da 10,0 m. Tale sezione è applicata in adiacenza del Torrente Ianare, per consentire la predisposizione della deviazione provvisoria del torrente e quindi il suo spostamento al di sopra del tratto di galleria quando questa è rivestita. Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C3, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 10,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN220 con passo 1,0 m ± 20%;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore 1,00 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

10.2 Caratteristiche dei materiali strutturali

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 14/01/2008 e della Circolare n.617/2009.

Con riferimento ai rivestimenti provvisori e definitivi, si sottolinea che la classe di resistenza dei calcestruzzi riportata nelle tabelle che seguono è quella utilizzata ai fini della sola modellazione numerica e delle verifiche strutturali (per i rivestimenti definitivi si rimanda alle indicazioni del Capitolato Rif. [11]).

Per le caratteristiche dei materiali da adottare per la realizzazione delle opere si rimanda all'elaborato "Caratteristiche dei materiali – Note generali" (Rif. [41]).

Interventi di presostegno

Acciaio per infilaggi al contorno	
Tipo	*S 355*
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 510\ MPa$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 355\ MPa$
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} = 338.0\ MPa$

Interventi di precontenimento

Elementi in vetroresina strutturali a 3 piatti	
Resistenza a trazione caratteristica	$f_{tk} = 900\ MPa$

Jet grouting	
Resistenza a compressione monoassiale all'atto dello scavo	$\sigma_c = 2.5\ MPa$
Modulo elastico all'atto dello scavo	$E = 2500\ MPa$

Rivestimento provvisorio

Calcestruzzo proiettato (fibrorinforzato)	
Classe di resistenza	*C 20/25*
Resistenza cilindrica a compressione caratteristica (a 28 giorni di maturazione)	$f_{ck} \geq 20\ MPa$
Resistenza cilindrica a compressione di calcolo	$f_{cd} = 13{,}33\ MPa$
Modulo elastico (a 28 giorni di maturazione)	$E_{cm} = 29961\ MPa$

Acciaio per centine	
Tipo	*S 275*
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 430\ MPa$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 275\ MPa$
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} = 261.9\ MPa$

Rivestimenti definitivi

Calcestruzzo armato	
Classe di resistenza di calcolo	C 25/30
Resistenza cilindrica a compressione caratteristica (a 28 giorni di maturazione)	$f_{ck} \geq 25\ MPa$
Resistenza cilindrica a compressione di calcolo	$f_{cd} = 14{,}16\ MPa$
Modulo elastico (a 28 giorni di maturazione)	$E_{cm} = 31475\ MPa$
Tensione massima di compressione in esercizio	$\sigma_c = 10{,}00\ MPa$

Acciaio per barre di armatura	
Tipo	*B450C*
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540\ MPa$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450\ MPa$
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} = 391{,}30\ MPa$
Tensione massima in condizioni di esercizio	$\sigma_s = 337{,}50\ MPa$

10.3 Analisi e verifica delle sezioni tipo

Le soluzioni progettuali descritte nel capitolo precedente sono state analizzate per verificarne adeguatezza ed efficacia, con riferimento al modello geotecnico illustrato nel § 8 e nel rispetto delle indicazioni della normativa vigente.

10.3.1 *Criteri di verifica*

Le analisi di stabilità del fronte di scavo, analogamente a quanto già fatto in fase di diagnosi per la valutazione del comportamento del fronte in assenza di interventi, sono state condotte secondo il metodo di Tamez (§ 9.2.1.1).

Le analisi di interazione, in grado di simulare il comportamento del sistema opera-terreno nelle diverse fasi costruttive fino alla configurazione finale ed in condizioni di esercizio, sono state condotte mediante modelli numerici agli elementi finiti (PLAXIS 2D 2017).

Per ciascuna sezione tipo oggetto di verifica, le sezioni di analisi sono state definite individuando le condizioni (stratigrafiche e di copertura) più gravose nell'ambito della relativa tratta di applicazione come sezione prevalente.

Stabilità del fronte e del cavo

Le analisi di stabilità del fronte e del cavo 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.

La verifica della stabilità del fronte è condotta applicando i coefficienti parziali sui parametri di resistenza dell'ammasso e valutando il risultato della verifica in funzione della formulazione del particolare metodo di calcolo adottato (si può fare riferimento ad esempio, al fattore di stabilità, o alla pressione di equilibrio sul fronte, o al coefficiente di sicurezza globale o a sviluppo di elevate deformazioni/plasticizzazioni al fronte).

Gli interventi di consolidamento del fronte, realizzati mediante elementi strutturali in VTR, sono simulati mediante un incremento di coesione equivalente del fronte (Δc) valutato attraverso il calcolo della pressione equivalente al fronte (σ3) determinata sulla base del valore più basso tra resistenza a trazione e resistenza a sfilamento dei singoli elementi, secondo le seguenti relazioni:

$$\Delta c = \frac{1}{2}\sqrt{K_p}\cdot\sigma_3^{VTR}$$

con:

$$K_p = \frac{1+sen\varphi}{1-sen\varphi}$$

σ_3^{VTR} = minimo ($\sigma_{3,A}^{VTR}, \sigma_{3,B}^{VTR}$)

$$\sigma_{3,A}^{VTR} = \frac{\tau_{bk}\cdot L_A\cdot p_A}{A_i}$$

$$\sigma_{3,B}^{VTR} = \frac{f_{tk}\cdot A_T}{A_i}$$

dove:

τ_{bk} = tensione di aderenza all'interfaccia con il terreno,

L_A = lunghezza utile dell'elemento,

p_A = perimetro dell'interfaccia con il terreno,

f_{tk} = resistenza a trazione dell'elemento in VTR,

A_T = sezione resistente a trazione dell'elemento in VTR

A_i = area di influenza del singolo elemento di consolidamento.

Per interventi di precontenimento al fronte che prevedono l'esecuzione di microtrattamenti in jet-grouting armati con vetroresina, l'incremento di coesione equivalente è valutato attraverso il calcolo della pressione equivalente al fronte (σ3) determinata sulla base del valore più basso tra resistenza a trazione dell'elemento tubolare in vetroresina e la resistenza a sfilamento del micro-jet, secondo le seguenti relazioni:

$$\Delta c = \frac{1}{2}\sqrt{K_p}\cdot\sigma_3$$

con:

$$K_p = \frac{1+sen\varphi}{1-sen\varphi}$$

σ_3 = minimo ($\sigma_{3,A}^{JET}$, $\sigma_{3,B}^{VTR}$)

$\sigma_{3,A}^{JET}$ $\sigma_{3,A}^{VTR} = \frac{\tau_{bk}\cdot L_A\cdot p_A}{A_i}$

$$\sigma_{3,B}^{VTR} = \frac{f_{tk} \cdot A_T}{A_i}$$

dove:

τ_{bk} = tensione di aderenza all'interfaccia tra il micro-jet e il terreno,

L_A = lunghezza utile del micro-jet,

p_A = perimetro dell'interfaccia del micro-jet con il terreno,

f_{tk} = resistenza a trazione dell'elemento in VTR,

A_T = sezione resistente a trazione dell'elemento in VTR

A_i = area di influenza del singolo VTR.

Le valutazioni relative all'effetto dei consolidamenti sono condotte a partire dai parametri geotecnici caratteristici e adottando coefficienti parziali unitari sulle resistenze dei materiali; agli incrementi di coesione equivalente calcolati come sopra descritto può quindi essere applicato lo stesso coefficiente parziale previsto per la coesione dell'ammasso.

Per evidenziare l'effetto dei consolidamenti ai fini della stabilità del fronte, i risultati delle verifiche sono presentati per confronto con i corrispondenti risultati delle analisi svolte in fase di diagnosi (con valori caratteristici delle azioni e delle resistenze ed in assenza di interventi di consolidamento).

Interazione opera-terreno

Il comportamento del sistema opera-terreno è analizzato nelle diverse fasi costruttive, fino alla configurazione finale, e 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, e, nel caso delle gallerie superficiali, alla valutazione degli effetti indotti al piano campagna. Le analisi consentono, pertanto, di verificare:

- stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza del terreno/ammasso roccioso interessato dallo scavo (stato limite ultimo di tipo GEO), con lo sviluppo di fenomeni di instabilità del fronte o di deformazioni e spostamenti elevati al contorno ed in superficie;
- stati limite ultimi relativi al raggiungimento delle resistenze degli elementi strutturali che costituiscono gli interventi di stabilizzazione, del rivestimento di prima fase e del rivestimento definitivo (stato limite ultimo di tipo STR);
- stati limite di esercizio connessi alla funzionalità delle strutture presenti a piano campagna.

Per le verifiche di stati limite ultimi STR, le analisi di interazione opera – terreno sono condotte con i valori caratteristici dei parametri geotecnici e applicando i coefficienti parziali amplificativi delle azioni all'effetto delle azioni (le sollecitazioni negli elementi strutturali). Ciò significa adottare la Combinazione 1 dell'Approccio 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti sui parametri di resistenza (M1) e sulla resistenza globale del sistema (R1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e le azioni variabili sono amplificate mediante i coefficienti del gruppo A1.

Pertanto, con la combinazione dei carichi fondamentale si procede secondo questo schema:

- verifiche SLU interventi di stabilizzazione: γ_E = 1,3 applicato alle caratteristiche delle sollecitazioni N, M,T,
- verifiche SLU rivestimento di prima fase: γ_E = 1,3 applicato alle caratteristiche delle sollecitazioni N, M,T,
- verifiche SLU rivestimento definitivo: γ_E = 1,3 applicato alle caratteristiche delle sollecitazioni N, M, T.

Per la verifica degli stati limite di esercizio (SLE) del rivestimento definitivo in calcestruzzo armato, le analisi numeriche sono condotte con i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici, adottando le pertinenti combinazioni dei carichi per la verifica di fessurazione e la verifica delle tensioni di esercizio, secondo quanto previsto dal DM 14/01/2008 e Circolare n.617.

Nelle analisi di interazione con modelli numerici bidimensionali l'effetto dei consolidamenti del fronte di scavo viene tenuto in conto in modo indiretto, nella definizione della percentuale di rilascio delle forze di scavo in corrispondenza del fronte.

Per gli interventi di precontenimento al contorno l'effetto dei consolidamenti viene tenuto in conto direttamente nei modelli numerici e simulato come un arco di materiale al contorno dello scavo avente proprietà meccaniche migliori rispetto a quelle iniziali del terreno. In particolare, nella regione consolidata sono incrementati i valori di coesione e di modulo elastico; la coesione ($c'_{k,jet}$) del materiale trattato può essere calcolata a partire dalla resistenza a compressione monoassiale attribuibile al materiale consolidato ($\sigma_{c,jet}$), mantenendo immutato l'angolo d'attrito del materiale naturale, attraverso la seguente relazione:

$$\sigma_{c,jet} = \frac{2 \cdot c'_{k,jet} \cdot \cos\varphi'_k}{(1-\sin\varphi'_k)}$$

Per gli interventi di presostegno le verifiche strutturali sugli elementi metallici al contorno sono condotte calcolando tali elementi come travi incastrate ai due estremi, rappresentati da un lato dall'ultima centina installata e dall'altro dal fronte stesso. La luce di calcolo si definisce come:

$L = \delta + a + \lambda$

dove:

δ = interasse centine;

a = distanza massima dell'ultima centina dal fronte di scavo;

λ = lunghezza fittizia per tener conto dell'effetto di appoggio "cedevole" al fronte (0,5 ÷ 0,7 m).

Detta $p_{v,k}$ la pressione verticale caratteristica attesa in corrispondenza della calotta, e detto i l'interasse tra i tubi, il momento flettente caratteristico agente sul singolo elemento può calcolarsi come:

$$M_{Sk} = \frac{1}{12} \cdot p_{v,k} \cdot i \cdot L^2$$

In questo caso le verifiche sono condotte secondo l'Approccio 1 - Combinazione 1 (A1+M1+R1), con R1=1, come definito in precedenza.

Nelle analisi di interazione con modelli numerici bidimensionali (eseguite con il codice di calcolo PLAXIS 2017), lo scavo della galleria viene simulato rilasciando in modo uniforme un sistema di forze equivalenti applicate sul contorno del profilo di scavo, tenendo conto della variazione del tasso di confinamento in funzione della distanza della sezione di calcolo dal fronte; in questo modo il problema tridimensionale dello scavo della galleria viene ricondotto ad un problema piano, con la possibilità di valutare le azioni sulle strutture di rivestimento al progredire degli avanzamenti.

Nel caso di sezioni con campo di avanzamento tronco-conico, per la definizione della geometria della sezione di scavo si fa riferimento alla sezione media. Congruentemente, i rivestimenti definitivi di calotta (a carpenteria variabile) sono verificati secondo lo spessore medio.

Le strutture di rivestimento provvisorio della galleria vengono simulate con elementi beam elastico-lineari, con proprietà di rigidezza ed inerzia definite considerando la sola sezione di spritz-beton, trascurando il contributo delle centine. In fase di verifica degli elementi strutturali, le sollecitazioni ottenute dalla modellazione (previa applicazione dei coefficienti parziali di Normativa), vengono gestite ripartendo lo sforzo normale (N) tra centine e spritz-beton in base alle rigidezze assiali relative, mentre il taglio (T) e il momento flettente (M) vengono assegnati interamente alle centine.

Lo spritz-beton viene verificato a semplice compressione secondo la seguente disuguaglianza (in accordo con la relazione 2.2.1 del D.M. 14/01/2008):

$$\sigma_{sb,d,max} = \frac{N_{Sd,sb}}{A_{sb}} \leq f_{cd}$$

dove:

- $N_{Sd,sb}$ rappresenta lo sforzo normale di calcolo sullo spritz-beton:

$$N_{Sd,sb} = N_{Sd} \frac{E_{sb} \cdot A_{sb}}{E_{sb} \cdot A_{sb} + E_{cent} \cdot A_{cent}} ;$$

- N_{Sd} rappresenta lo sforzo normale di calcolo;
- A_{sb} rappresenta l'area resistente dello spritz-beton;
- $E_{sb} \cdot A_{sb}$ rappresenta la rigidezza assiale dello spritz-beton;
- $E_{cent} \cdot A_{cent}$ rappresenta la rigidezza assiale della centina.

La verifica delle centine a taglio e pressoflessione (per tutte le classi di sezione, tenendo in conto eventuali instabilità locali) può essere condotta confrontando la tensione ideale calcolata a partire dalle tensioni indotte da ciascuna caratteristica della sollecitazione, con la resistenza di calcolo dell'acciaio, come di seguito specificato (cfr D.M. 14/01/2008 nel § 4.2.4.1.2):

$$\sigma_{cent,d,max} = \frac{N_{Sd,cent}}{A_{cent}} + \frac{M_{Sd}}{W_{cent}}$$

$$\tau_{cent,d} = \frac{V_{Sd}}{A_{V,cent}}$$

$$\sigma_{id,cent,d} = \sqrt[2]{\sigma_{cent,d,max}{}^2 + 3\,\tau_{cent,d}{}^2} \leq f_{yd}$$

dove:

- $N_{Sd,cent}$ rappresenta lo sforzo normale di calcolo sulla centina:

$$N_{Sd,cent} = N_{Sd}\,\frac{E_{cent}\cdot A_{cent}}{E_{sb}\cdot A_{sb} + E_{cent}\cdot A_{cent}}\ ;$$

- N_{Sd} rappresenta lo sforzo normale di calcolo;
- A_{cent} rappresenta l'area resistente della centina;
- $E_{sb} \cdot A_{sb}$ rappresenta la rigidezza assiale dello spritz-beton;
- $E_{cent} \cdot A_{cent}$ rappresenta la rigidezza assiale della centina;
- W_{cent} rappresenta il modulo resistente elastico della centina;
- M_{Sd} *e* V_{Sd} rappresentano il momento flettente e il taglio di calcolo;
- $A_{V,cent}$ rappresenta l'area resistente a taglio della centina.

La verifica dello spritz-beton e delle centine è stata effettuata nella fase di installazione del rivestimento di prima fase, nella fase di installazione dell'arco rovescio e in quella di installazione del rivestimento definitivo di calotta.

Le strutture di rivestimento definitivo della galleria sono simulate con elementi di volume assegnando un legame costitutivo elastico-lineare. Per ottenere le sollecitazioni su quest'ultimi sono introdotti nel modello degli elementi beam in linea d'asse ai rivestimenti definitivi caratterizzati da rigidezza molto bassa (modulo elastico degli elementi diviso per un fattore di scala $F=10^6$). A causa della loro bassa rigidezza essi si deformano come il rivestimento definitivo senza interferire con il campo di sforzi e deformazioni agente all'interno dell'elemento di volume del rivestimento. Le sollecitazioni in output sono moltiplicate per lo stesso fattore di scala F per ottenere le sollecitazioni di verifica strutturale.

Per le verifiche del rivestimento definitivo in calcestruzzo non armato si fa riferimento a quanto prescritto nel § 4.1.11.1 del DM 14/01/2008.

Nella fase di verifica del rivestimento definitivo si considera la perdita di funzionalità degli interventi di stabilizzazione e miglioramento e del rivestimento di prima fase.

Risentimenti in superficie

La verifica di stati limite di esercizio connessi alla funzionalità delle strutture presenti a piano campagna richiede la valutazione degli effetti indotti dallo scavo della galleria sulle interferenze presenti lungo il tracciato; tale analisi è stata condotta sulla base di modelli empirici (Rif. [30]).

Per la stima degli effetti prodotti sulle interferenze a piano campagna dalla realizzazione della galleria si rimanda all'elaborato IF0H22D07CLGN0000001A "Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie".

10.3.2 *Sezione B1*

10.3.2.1 Stabilità del fronte e del cavo

Nel seguito si riassumono i dati di input utilizzati per le analisi di stabilità del fronte della sezione tipo B1 pk. 35+340 km (D1 in fase di diagnosi) eseguita con il metodo all'equilibrio limite di Tamez (1984).

Per quanto riguarda le dimensioni di scavo, tenendo conto della geometria tronco-conica della sezione tipo, si è assunta una larghezza *b* pari a 12.4 m, altezza *h* pari a 10.2 m e lunghezza del tratto non sostenuto *a* pari a 1 m. Si registra la presenza della falda a 8 m al di sopra della quota della calotta. Le caratteristiche geotecniche sono riportate di seguito.

Sez. di calcolo	Unità	H [m]	γ [kN/m^3]	$c'_{k\,p}$ [MPa]	$\varphi'_{k\,p}$ [°]
B1	bn	70	20.0	0.03	37

H = copertura rispetto al piano dei centri della galleria
γ = peso dell'unità di volume dell'ammasso
$c'_{k\,p}$ = valore caratteristico della coesione efficace di picco dell'ammasso
$\varphi'_{k\,p}$ = valore caratteristico dell'angolo di attrito di picco dell'ammasso

Di seguito i calcoli effettuati per la valutazione dell'incremento di coesione equivalente al fronte, indotto dagli interventi di consolidamento in VTR.

n_{VTR}	L_A	ϕ_{perf}	τ_{bk}	σ_{3A}^{VTR}	A_{VTR}	f_{tk}	σ_{3B}^{VTR}	σ_3	$\Delta c'_k$
[-]	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[m^2]	[MPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
30	6	0.11	250	138	1.571E-03	450	188	138	139

n_{VTR} = numero di VTR al fronte
L_A = lunghezza minima di sovrapposizione del VTR
ϕ_{perf}= diametro di perforazione
τ_{bk} = tensione di aderenza all'interfaccia col terreno
σ_{3A}^{VTR}= resistenza a sfilamento dell'elemento strutturale in VTR
A_{VTR} = area del VTR
f_{tk} = resistenza a trazione del VTR
σ_{3B}^{VTR}= resistenza a rottura dell'elemento strutturale in VTR
σ_3= tensione minima resistente al fronte
$\Delta c'_k$ = coesione caratteristica equivalente indotta dall'intervento di consolidamento del fronte

In Tabella 8 oltre ai valori dei rapporti tra azioni sollecitanti e stabilizzanti (FSF e FSF_3), sono evidenziati anche i parametri equivalenti di progetto ($\gamma_{d,eq}$, $c'_{d,eq}$, $\varphi'_{d,eq}$) per il materiale presente al fronte di scavo e quello al di sopra

della calotta, calcolati per omogeneizzazione sulla base della stratigrafia di calcolo, dell'effetto dei consolidamenti e dell'applicazione dei coefficienti parziali.

Sez. di calcolo	C	Parametri equivalenti al fronte			Parametri equivalenti sulla calotta			h1	FSF	FSF_3
		$\gamma_{d,eq}$	$c'_{d,eq}$	$\varphi'_{d,eq}$	$\gamma_{d,eq}$	$c'_{d,eq}$	$\varphi'_{d,eq}$			
	[m]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[m]	[-]	[-]
B1	70.0	20.0	135.20	31.08	20.0	24.0	31.08	21.08	1.92	4.70

Tabella 8 Verifica di stabilità del fronte con il metodo di Tamez

L'analisi evidenzia che, anche con l'applicazione dei coefficienti parziali corrispondenti alla combinazione A2+M2+R2 e quindi con i valori di progetto, i rapporti FSF e FSF_3 sono maggiori di 1.5: la verifica di stabilità del fronte è soddisfatta.

10.3.2.2 Interazione opera-terreno

10.3.2.2.1 Modello geometrico e geotecnico

Nella tabella seguente si riassumono i dati di input che caratterizzano la sezione geotecnica utilizzata per le analisi numeriche della sezione tipo B1 (pk 35+340 km).

La sezione di analisi è relativa ad una condizione di copertura massima e condizione geotecnica definita in Tabella 9. Nella configurazione finale, una volta realizzato il rivestimento definitivo (e l'impermeabilizzazione) le pressioni neutre sono caratterizzate da distribuzione idrostatica (configurazione di lungo termine) e la falda è stata simulata alla quota indicata in tabella.

Stratigrafia di calcolo			**C**	Falda	γ	c'_K	φ'_K	E'	ν'	k_0	k
Formazione	*Profondità da p.c.*										
[-]	[m]		[m]	[m da p.c.]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[MPa]	[-]	[-]	[m/s]
bn	0	8	70	62	20	30	37	50	0.25	0.7	10^{-6}
	8	15						95			
	15	40						265			
	> 40							390			

C = *copertura (rispetto alla calotta)*
g = *peso per unità di volume*
c'_K=*coesione drenata*
f'_K=*angolo di attrito interno*
E'= modulo elastico drenato
n'= coefficiente di Poisson
K_o = *coefficiente di spinta a riposo*
k = coefficiente di permeabilità

Tabella 9 – Definizione della stratigrafia di calcolo

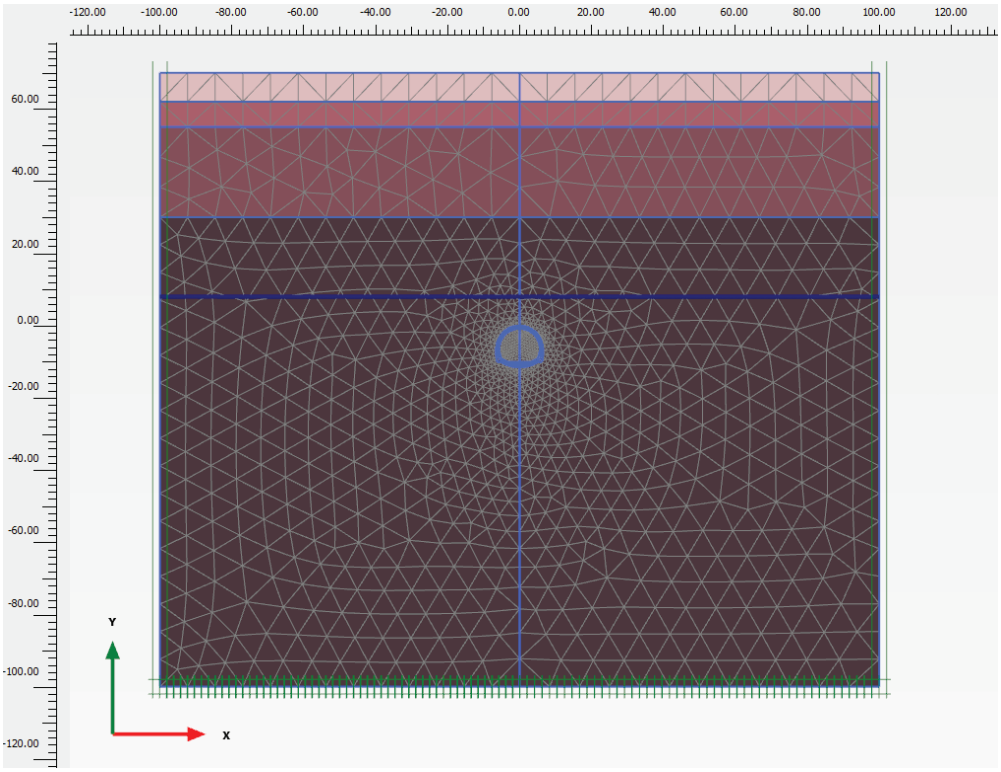


Figura 21 – Modello di calcolo - Geometria mesh

Il consolidamento del fronte tramite elementi strutturali in VTR (tubi di diametro esterno 60 mm e diametro interno 40 mm, cementati con miscele cementizie), simulato mediante un incremento di coesione caratteristica equivalente $\Delta c'_k$ applicata al fronte di scavo (paragrafo 10.3.2.1), interviene nella modellazione FEM in maniera implicita attraverso l'applicazione delle percentuali di rilascio.

L'intervento di presostegno è costituito da 33 tubi in acciaio Ø127 mm e spessore 10 mm, ad interasse trasversale di 0.40 m, di lunghezza L=12 m (con sovrapposizione minima di 3.5 m), valvolati (1v/m).
Il contributo di resistenza dovuto al consolidamento al contorno è cautelativamente trascurato nelle analisi. Esso è tuttavia verificato al paragrafo 10.3.2.2.4 secondo le assunzioni riportate al paragrafo 10.3.1.

Con riferimento all'asse della galleria, la griglia di calcolo presenta un'estensione laterale di 100 m (per una larghezza totale di 200 m) e un'altezza complessiva di 170 m. Il numero complessivo degli elementi è pari a circa 2650 mentre i nodi sono circa 21650.

10.3.2.2.2 Fasi e percentuali di rilascio

I tassi di deconfinamento sono stati calcolati mediante analisi assialsimmetrica e curva caratteristica analitica (come indicato nella figura sottostante con riferimento alla fase di scavo al fronte). Nell'analisi assialsimmetrica è stato inserito il consolidamento del fronte tramite elementi strutturali in vetroresina, simulato mediante un incremento di coesione caratteristica equivalente $\Delta c'_k$ applicata al fronte di scavo.

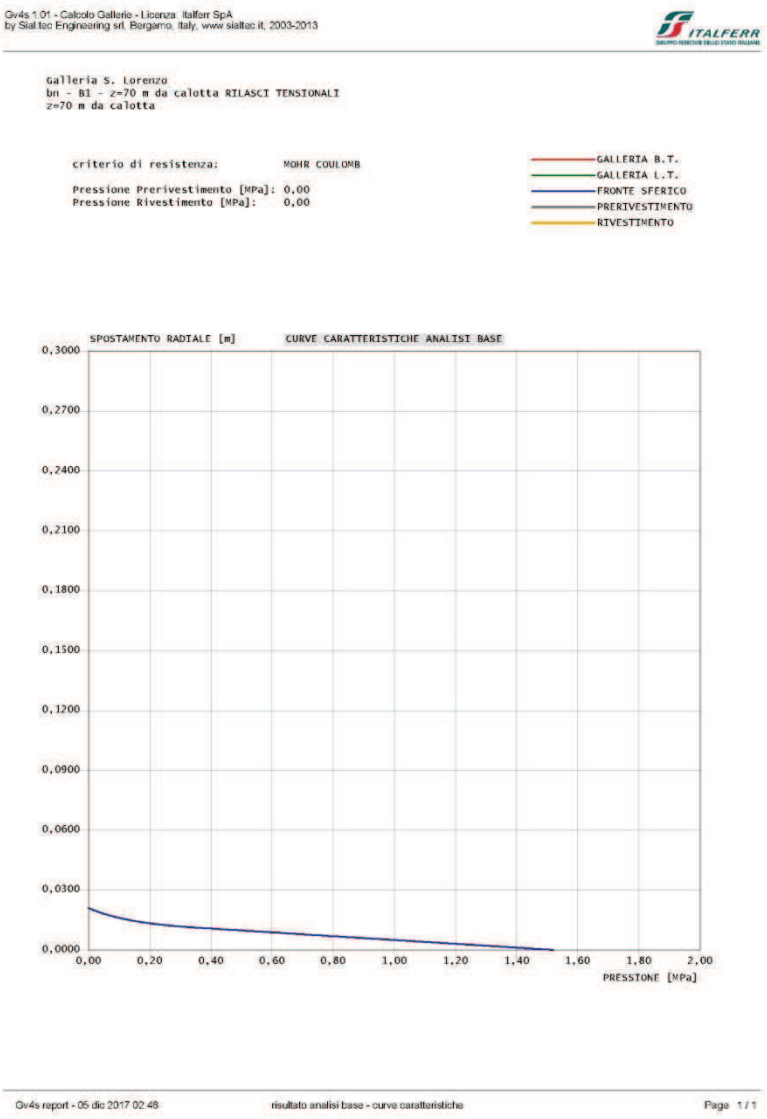


Figura 22 – Curva caratteristica e di convergenza

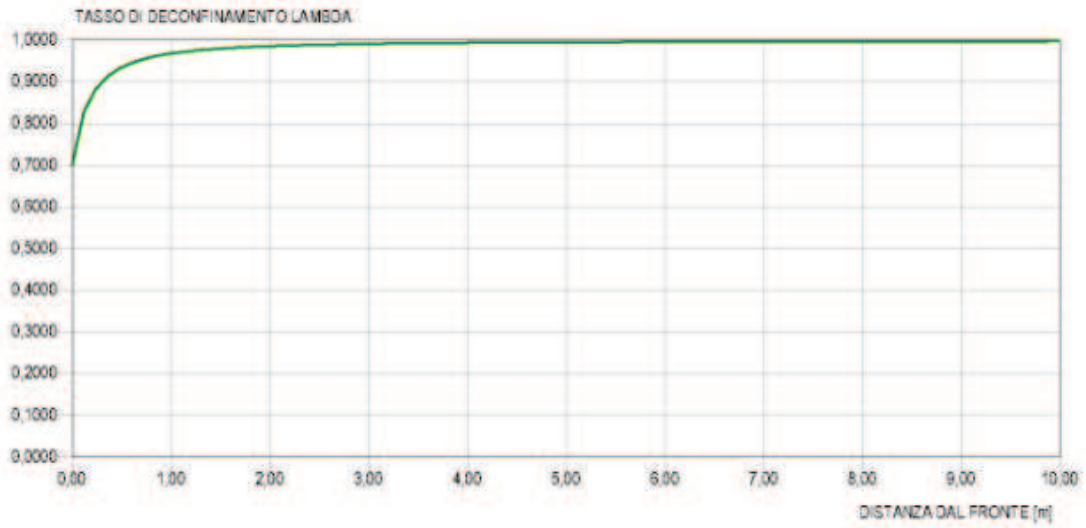


Figura 23 – Calcolo percentuale di rilascio λ_F- al fronte

Nella tabella successiva è schematizzata la successione delle fasi di calcolo nelle quali è articolata l'analisi di interazione opera-terreno. Al termine del processo di scavo è stata simulata la fase di lungo termine in cui sono disattivati i rivestimenti provvisionali e sono state ripristinate le condizioni idrostatiche con la falda posta alla quota indicata in Tabella 9.

Fase	Descrizione	Rilascio forze di scavo
0	Inizializzazione stato tensionale geostatico	0.00
1	Rilascio a cavo libero in corrispondenza del fronte	0.70
2	Esecuzione dello sfondo elementare di 1 m	0.93
3	Installazione del rivestimento di prima fase (scarico a 18 m dal fronte)	0.95
4	Installazione dell'arco rovescio (scarico a 48 m dal fronte)	0.98
5	Installazione del rivestimento definitivo di calotta (scarico completo)	1.00
6	Condizione di lungo termine (decadimento del rivestimento di prima fase)	1.00

Tabella 10 – Fasi di calcolo

10.3.2.2.3 Esame dei risultati

L'analisi si articola in sei successive fasi di calcolo, che permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico per i rivestimenti. Le fasi, descritte al paragrafo precedente, sono illustrate in All. [2].

Lo stesso allegato illustra, per ciascuna fase, le componenti verticale e orizzontale degli spostamenti totali cumulati, i vettori degli spostamenti totali, i punti al contorno del cavo dove si hanno plasticizzazioni e l'orientamento delle direzioni principali efficaci.

La Tabella 11 riporta, per ogni fase di calcolo, i risultati principali in termini di quadro deformativo e tensionale e di localizzazione delle plasticizzazioni nella zona del cavo, distinguendo tra la zona di calotta, dei piedritti e dell'arco rovescio.

La Figura 24 consente di visualizzare la posizione dei nodi di chiave calotta, dei piedritti e dell'arco rovescio cui si riferiscono i dati riportati nella tabella.

Fase	calotta			piedritti			arco rovescio			Fascia plasticizzata
	u_Y [cm]	σ_1 [kPa]	σ_3 [kPa]	$\lvert u_X \rvert$ [cm]	σ_1 [kPa]	σ_3 [kPa]	u_Y [cm]	σ_1 [kPa]	σ_3 [kPa]	
1	-3.64	-1310	-401	1.53	-1307	-295	2.71	-830	-483	Fasce plasticizzate in corrispondenza delle murette e dei piedritti con spessore massimo pari a ~2.0 m
2	-8.56	-474	-100	8.43	-401	-70	5.45	-547	-125	Estensione della precedente configurazione con aumento dello spessore plasticizzato intorno a tutto il cavo, fino a ~6.0 m nella zone delle murette, ~1.3 m in calotta e ~5.0 m sotto l'arco rovescio
3	-8.57	-487	-123	8.80	-382	-70	6.23	-450	-114	Estensione della precedente configurazione con aumento della fascia plasticizzata soprattutto sotto l'arco rovescio, con spessore pari a ~6.0 m
4	-8.66	-484	-108	8.77	-401	-93	6.29	-423	-94	Sostanziale stabilizzazione delle fasce plasticizzate
5	-	-436	-79	-	-413	-109	-	-420	-94	Sostanziale stabilizzazione delle fasce plasticizzate
6	-	-347	-116	-	-515	-217	-	-414	-220	Le zone attorno al cavo sono tutte plasticizzate, con spessore variabile tra circa 2.2 m in calotta, 6.0 m all'arco rovescio e 7.5 m alla murette

u_Y = *spostamento verticale cumulativo (positivo verso l'alto)*
$\lvert u_X \rvert$ = *spostamento orizzontale cumulativo*
σ_1 = *sforzo principale totale massimo*
σ_3 = *sforzo principale totale minimo*

Tabella 11 – Risultati dell'analisi

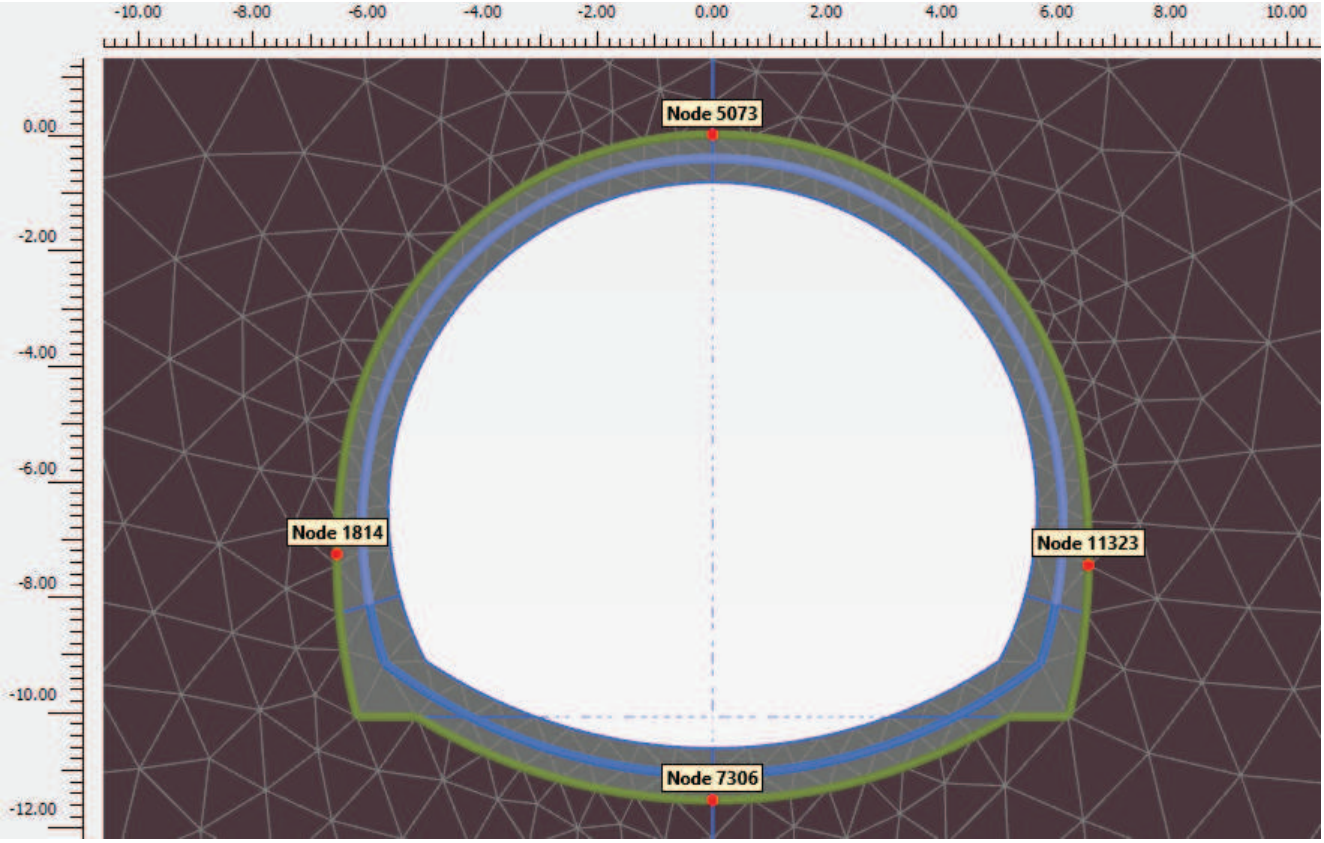


Figura 24 – Nodi rilevati nella zona del cavo

FASE 1

Viene simulato il rilascio a cavo libero in corrispondenza del fronte di scavo. Il cedimento in calotta è pari a 3.64 cm, lo spostamento orizzontale ai piedritti è di 1.53 cm, mentre il sollevamento in arco rovescio è di 2.71 cm. Si formano fasce plasticizzate in corrispondenza delle murette e dei piedritti di spessore pari a circa 2.0 m. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 1310 kPa (calotta) mentre la massima tensione principale minima è di 483 kPa (arco rovescio).

FASE 2

Viene simulata l'esecuzione dello sfondo elementare di 1 m. Il cedimento cumulato in calotta è pari a 8.56 cm, lo spostamento orizzontale cumulato ai piedritti raggiunge 8.43 cm, mentre il sollevamento cumulato in arco rovescio è di 5.45 cm. La plasticizzazione del contorno del cavo si estende, rispetto alla precedente configurazione, con aumento dello spessore plasticizzato intorno a tutto il cavo, fino a 6.0 m nella zona delle murette, 1.3 m nella parte superiore della calotta e circa 5.0 m sotto l'arco rovescio. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 547 kPa (arco rovescio) mentre la massima tensione principale minima è di 125 kPa (arco rovescio).

FASE 3

Viene simulata l'installazione del rivestimento di prima fase e l'avanzamento a 18 m dal fronte (distanza di getto dell'arco rovescio dal fronte). Il cedimento cumulato in calotta è pari a 8.57 cm, lo spostamento orizzontale cumulato ai piedritti raggiunge 8.80 cm, mentre il sollevamento cumulato in arco rovescio è di 6.23 cm. La

plasticizzazione continua ad estendersi, principalmente sotto l'arco rovescio, con spessore pari a circa 6.0 m. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 487 kPa (calotta) mentre la massima tensione principale minima è di 123 kPa (calotta).

FASE 4

Viene simulata l'installazione dell'arco rovescio e l'avanzamento a 48 m dal fronte (distanza di getto del rivestimento definitivo dal fronte). Il cedimento cumulato in calotta è pari a 8.66 cm, lo spostamento orizzontale cumulato ai piedritti raggiunge 8.77cm, mentre il sollevamento cumulato in arco rovescio è di 6.29 cm. Sostanziale stabilizzazione della plasticizzazione. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 484 kPa (calotta) mentre la massima tensione principale minima è di 108 kPa (calotta).

FASE 5

Viene simulata l'installazione del rivestimento definitivo e lo scarico totale all'interno del cavo. Sostanziale stabilizzazione della plasticizzazione. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 436 kPa (calotta) mentre la massima tensione principale minima è di 109 kPa (piedritti).

FASE 6

Viene simulato il comportamento di lungo termine caratterizzato dal ripristino dell'idrostatica e dal decadimento del rivestimento di prima fase. Sostanziale stabilizzazione della plasticizzazione: le zone attorno al cavo sono tutte plasticizzate, con spessori variabili tra circa 2.2 m nella parte superiore della calotta, circa 6.0 m sotto l'arco rovescio e circa 7.5 m nella zona delle murette. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 515 kPa (piedritti) mentre la massima tensione principale minima è di 220 kPa (arco rovescio).

10.3.2.2.4 Verifica del presostegno

La verifica degli infilaggi dell'intervento di presostegno è effettuata allo SLU, tramite il momento di progetto valutato come al paragrafo 10.3.1, amplificato per il coefficiente parziale pari a 1.3. La tensione verticale caratteristica, estrapolata dalla Fase 2 di calcolo, che indaga la configurazione ad 1.0 m dal fronte, è mostrata dalla seguente immagine: essa è pari alla tensione principale minima in calotta mostrata in Tabella 11.

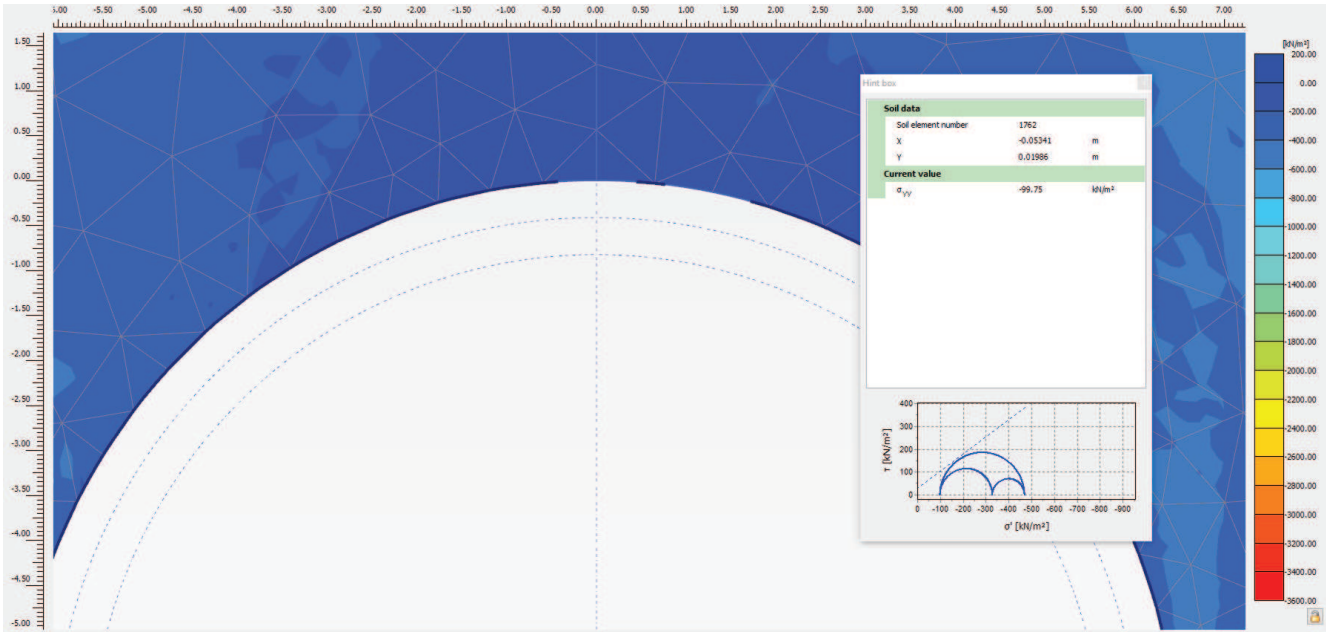


Figura 25 – Tensione verticale caratteristica $p_{v,k}$ in calotta alla Fase 2 di calcolo

La verifica è effettuata tramite il calcolo del momento resistente plastico dato dalla tensione resistente di progetto f_{yd} per il modulo di resistenza plastico W_{pl}. Essendo il momento resistente M_{Rd} non inferiore al momento sollecitante di progetto M_{sd}, la verifica è soddisfatta.

Tipologia profilati	Ø127.0≠10.0
Interasse trasversale [m]	0.4
Modulo resistente plastico W_{pl} [m^3]	0.0001372
Interasse centine δ [m]	1.0
Distanza massima centina-fronte a [m]	0.5
Lunghezza fittizia appoggio cedevole λ [m]	0.7
Luce di calcolo L [m]	2.2
Pressione verticale caratteristica $p_{v,k}$ [kPa]	99.8
Momento di progetto M_{sd} [kNm]	20.9
Resistenza di progetto f_{yd} [kPa]	338.1
Momento resistente M_{Rd} [MPa]	46.4

Tabella 12 – Verifica dei tubi in acciaio al contorno

10.3.2.2.5 Verifiche strutturali del rivestimento di prima fase

Le verifiche strutturali sul rivestimento di prima fase sono state eseguite per le fasi di calcolo 3, 4 e 5. Le caratteristiche del rivestimento provvisorio sono riportate nella seguente tabella.

Caratteristiche	Spritz beton/Centine
Spessore dello spritz beton [m]	0.25

Area resistente dello spritz beton A_{sb} [m^2]	0.25
Tipologia profilati	n.2 IPN 200
Interasse longitudinale profilato [m]	1.0
Area resistente delle centine A_{cent} [m^2]	0.00668
Modulo resistente elastico delle centine W_{cent} [m^3]	0.000428
Area resistente a taglio delle centine $A_{V,cent}$ [m^2]	0.00321

Tabella 13 – Definizione delle caratteristiche del rivestimento provvisorio

La tabella seguente sintetizza le sollecitazioni ottenute, per ogni fase, nelle zone di maggiore interesse del rivestimento: zona di calotta, di contatto calotta-piedritti e dei piedritti, rilevate in corrispondenza dei nodi indicati nella figura a seguire.

Fase		Nodo	Sollecitazioni rivestimento		
			N (kN/m)	M (kNm/m)	T (kN/m)
3	Installazione del rivestimento di prima fase	1429	-274.7	14.4	2.8
3	Installazione del rivestimento di prima fase	1865	-338.7	-2.2	-1.0
3	Installazione del rivestimento di prima fase	4236	-330.5	-1.9	0.3
3	Installazione del rivestimento di prima fase	7440	-302.8	-2.9	0.5
3	Installazione del rivestimento di prima fase	9880	-235.0	-1.3	-9.6
4	Installazione dell'arco rovescio	1429	-396.9	-23.2	140.7
4	Installazione dell'arco rovescio	1865	-526.0	-2.4	-1.2
4	Installazione dell'arco rovescio	4236	-486.8	-1.4	0.4
4	Installazione dell'arco rovescio	7440	-490.4	-3.1	0.8
4	Installazione dell'arco rovescio	9880	-463.8	-38.4	66.4
5	Installazione del rivestimento definitivo di calotta	1429	-361.9	-24.1	140.8
5	Installazione del rivestimento definitivo di calotta	1865	-557.9	-2.5	-1.4
5	Installazione del rivestimento definitivo di calotta	4236	-558.1	-0.8	0.3
5	Installazione del rivestimento definitivo di calotta	7440	-530.1	-3.1	1.1
5	Installazione del rivestimento definitivo di calotta	9880	-426.1	-39.4	66.2

Tabella 14 – Sollecitazioni nei nodi di maggior interesse del rivestimento di prima fase

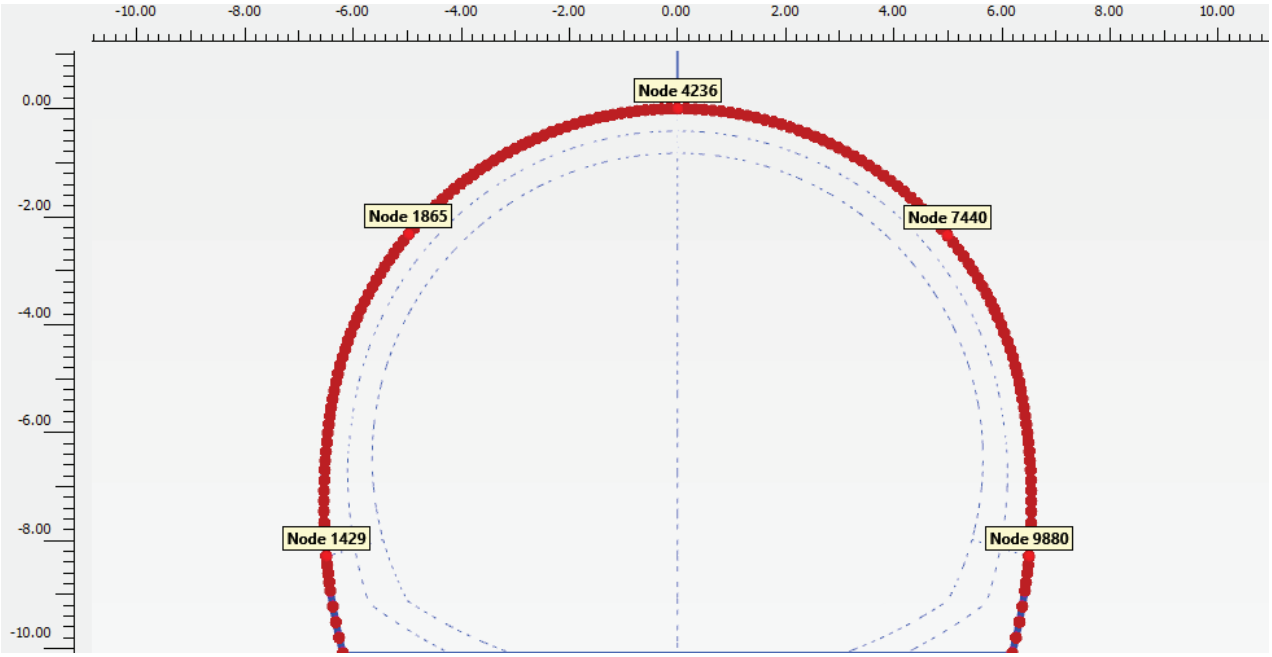


Figura 26 – Nodi rilevati del rivestimento di prima fase

Per i nodi sopraesposti, si riportano nella seguente tabella le sollecitazioni caratteristiche e sollecitazioni di progetto scaturite dall'analisi e le conseguenti verifiche. In All. [2] si riportano le sollecitazioni e le verifiche per ogni nodo del rivestimento: le verifiche strutturali del rivestimento di prima fase sono sempre soddisfatte, per ciascuna fase, in tutti i punti.

Fase	Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
		$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
3	1429	-231.4	-43.3	14.36	2.78	300.8	56.3	18.67	3.61	1.20	OK	52.05	1.13	52.08	OK
3	1865	-285.3	-53.4	-2.19	-0.95	370.8	69.4	2.85	1.24	1.48	OK	17.05	0.39	17.06	OK
3	4236	-278.3	-52.1	-1.87	0.35	361.9	67.8	2.43	0.45	1.45	OK	15.83	0.14	15.83	OK
3	7440	-255.0	-47.8	-2.87	0.54	331.5	62.1	3.73	0.71	1.33	OK	18.00	0.22	18.01	OK
3	9880	-197.9	-37.1	-1.34	-9.65	257.3	48.2	1.74	12.54	1.03	OK	11.27	3.91	13.15	OK
4	1429	-334.3	-62.6	-23.20	140.66	434.6	81.4	30.16	182.86	1.74	OK	82.64	57.04	128.80	OK
4	1865	-443.0	-83.0	-2.41	-1.21	575.9	107.9	3.13	1.57	2.30	OK	23.46	0.49	23.48	OK
4	4236	-410.0	-76.8	-1.35	0.36	533.1	99.8	1.76	0.46	2.13	OK	19.06	0.14	19.06	OK
4	7440	-413.1	-77.4	-3.06	0.81	537.0	100.6	3.97	1.05	2.15	OK	24.34	0.33	24.35	OK
4	9880	-390.7	-73.2	-38.43	66.38	507.9	95.1	49.96	86.29	2.03	OK	130.96	26.92	139.01	OK
5	1429	-304.8	-57.1	-24.14	140.81	396.3	74.2	31.38	183.06	1.59	OK	84.43	57.10	130.04	OK
5	1865	-469.9	-88.0	-2.53	-1.42	610.9	114.4	3.29	1.85	2.44	OK	24.82	0.58	24.84	OK
5	4236	-470.0	-88.0	-0.76	0.25	611.1	114.4	0.98	0.33	2.44	OK	19.43	0.10	19.43	OK
5	7440	-446.5	-83.6	-3.08	1.06	580.4	108.7	4.00	1.38	2.32	OK	25.63	0.43	25.64	OK
5	9880	-358.9	-67.2	-39.42	66.21	466.5	87.4	51.24	86.08	1.87	OK	132.81	26.85	140.71	OK

Tabella 15 – Sollecitazioni strutturali su spritz-beton e centine e verifiche di resistenza nei nodi di maggior interesse

10.3.2.2.6 Verifiche strutturali del rivestimento definitivo

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche del rivestimento definitivo come modellato.

Tipo di prerivestimento	Spritz beton/Rivestimento definitivo
Spessore simulato del rivestimento definitivo di arco rovescio [m]	0.90
Spessore simulato del rivestimento definitivo di chiave calotta [m]	0.83

Tabella 16 – Definizione delle caratteristiche dei rivestimenti

La Tabella 17 e la Tabella 18 sintetizzano le caratteristiche di sollecitazione di progetto ottenute, per ogni fase, nelle zone di maggiore interesse del rivestimento definitivo, individuate dai nodi rilevati dalla Figura 27. Nell'ultima colonna si riporta lo stato limite di verifica (cfr. §10.3.1).

Le verifiche sono esposte in forma grafica per ogni nodo della mesh: per comodità di lettura di tali grafici, ad ogni nodo sono associate le coordinate polari {α , R}, differenziate per arco rovescio e calotta/piedritti, come esposto in Figura 28. In All. [2] si riportano anche tutte le verifiche in formato numerico tabellare, per ogni nodo della mesh: le verifiche strutturali del rivestimento definitivo sono sempre soddisfatte, per ciascuna fase, in tutti i punti.

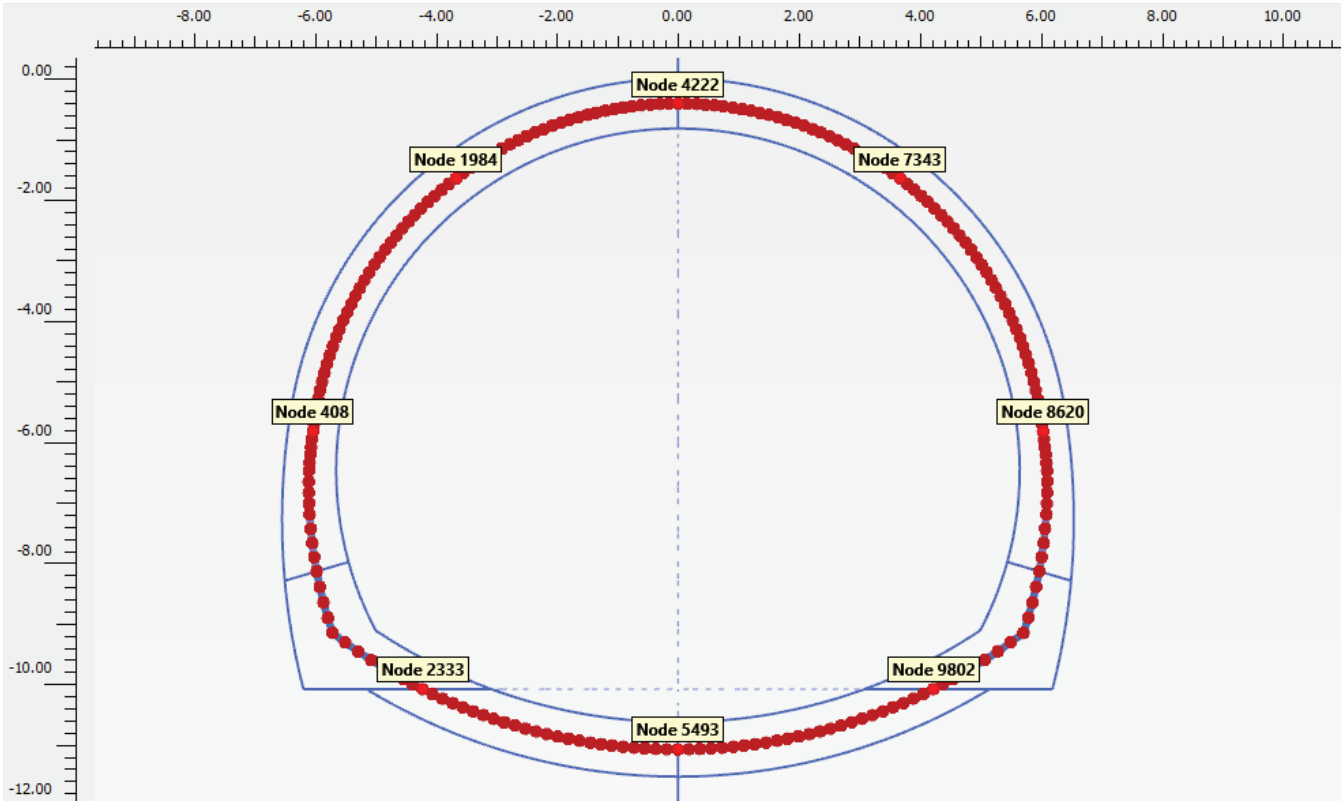


Figura 27 – Nodi rilevati del rivestimento definitivo

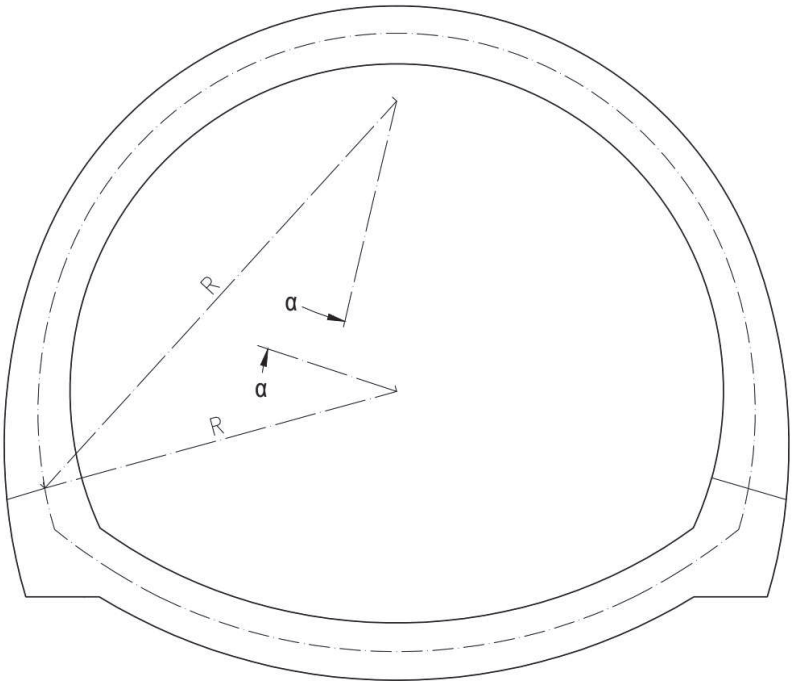


Figura 28 – S.d.r in coordinate polari per calotta/piedritti e arco rovescio

Nodo	N	M	T	α	R	Fase di calcolo	Stato limite di verifica
	[kN]	[kNm]	[kN]	[°]	[m]	[-]	[-]
2333	323.0	94.2	44.8	16.5	9.4	Fase 4: Installazione dell'arco rovescio	SLU
5493	388.9	102.8	-8.7	43.0	9.4	Fase 4: Installazione dell'arco rovescio	SLU
9802	330.8	99.4	-42.9	69.5	9.4	Fase 4: Installazione dell'arco rovescio	SLU
2333	540.8	78.2	116.0	16.5	9.4	Fase 5: Installazione del rivestimento definitivo di calotta	SLU
5493	623.6	197.2	-13.6	43.0	9.4	Fase 5: Installazione del rivestimento definitivo di calotta	SLU
9802	562.2	78.9	-124.4	69.5	9.4	Fase 5: Installazione del rivestimento definitivo di calotta	SLU
2333	2006.5	-13.0	275.7	16.5	9.4	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLU
5493	2113.3	386.5	-32.9	43.0	9.4	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLU
9802	2123.5	-44.7	-262.8	69.5	9.4	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLU
2333	1543.4	-10.0	212.1	16.5	9.4	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLE
5493	1625.6	297.3	-25.3	43.0	9.4	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLE
9802	1633.5	-34.4	-202.2	69.5	9.4	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLE

Tabella 17 – Azioni interne di calcolo nei nodi di maggior interesse dell'arco rovescio del rivestimento definitivo

Nodo	N	M	T	α	R	Fase di calcolo	Stato limite di verifica
	[kN]	[kNm]	[kN]	[°]	[m]	[-]	[-]
408	1183.6	-48.3	-36.4	22.1	6.1	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLE
1984	1038.3	10.8	1.2	68.8	6.1	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLE
4222	1095.5	-24.6	-16.0	106.0	6.1	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLE
7343	1052.9	52.0	3.1	143.2	6.1	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLE
8620	1164.2	-54.6	44.3	189.9	6.1	Fase 6: Condizione di lungo termine	SLE

Tabella 18 – Azioni interne di calcolo nei nodi di maggior interesse di calotta e piedritti del rivestimento definitivo

Verifiche allo SLU

La verifica strutturale del rivestimento definitivo prevede il confronto tra le caratteristiche di sollecitazione di progetto e le resistenze di progetto definite dai punti M_{Rd}, N_{Rd} che individuano il dominio resistente nel piano M, N.

Per la verifica a taglio, il valore resistente di progetto è ottenuto in accordo con la normativa vigente (DM 14/01/2008 par.4.1.2.1.3. e Circolare n.617/2009). Tale verifica è effettuata sia in assenza di apposita armatura trasversale ($V_{Rd,cls}$, riportata graficamente per le varie fasi di calcolo, in funzione dell'azione assiale di compressione di calcolo) che in presenza dell'armatura trasversale prevista (V_{Rsd}). La verifica è soddisfatta risultando sempre $V_{sd} < V_{Rsd}$.

Nel caso in esame, il rivestimento definitivo di calotta e piedritti sarà eseguito con calcestruzzo non armato, pertanto le verifiche sono effettuate rispettando le prescrizioni di Normativa indicate al paragrafo 4.1.11. Si rimanda al paragrafo 0 per la verifica delle sezioni non armate.

In arco rovescio si verifica la sezione di spessore s=0.90 m (di larghezza 1.00 m), su cui si dispongono Ø20/25 sia come armatura superiore che inferiore, con un copriferro di 5 cm. L'armatura longitudinale di ripartizione è costituita da barre Ø12/25. Per l'armatura a taglio è sufficiente la minima di normativa, ossia spilli Ø12/30/40. L'incidenza corrispondente è di circa 50 kg/m^3.

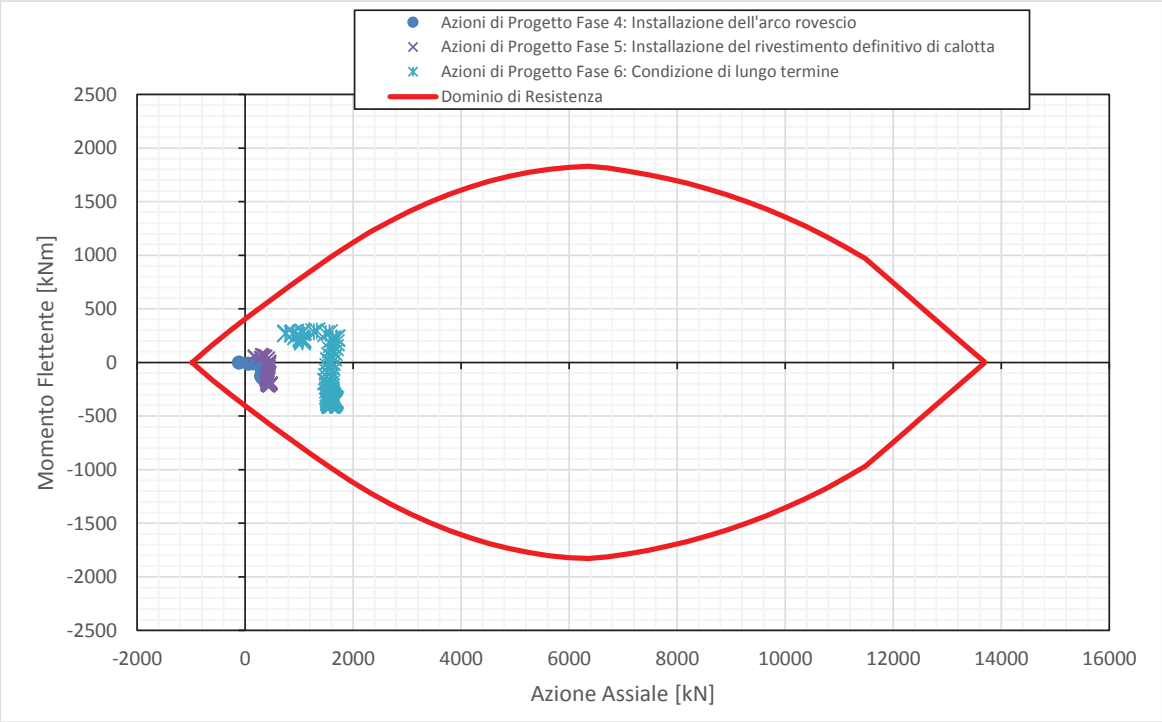


Figura 29 – Dominio resistente SLU arco rovescio – Fase 4, 5 e 6

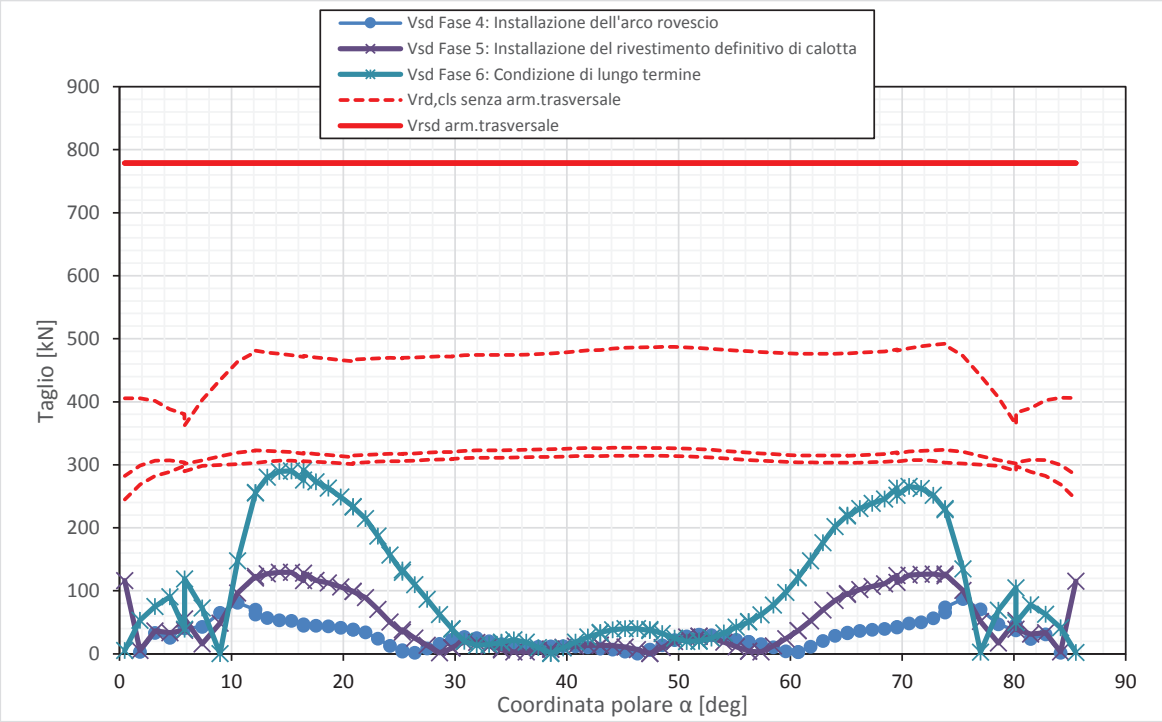


Figura 30 – Verifica SLU taglio arco rovescio – Fase 4, 5 e 6

Verifiche allo SLE

Le verifiche SLE del rivestimento definitivo sono finalizzate a prevenire la formazione di un quadro fessurativo tale da compromettere la durabilità dell'opera. A tal fine la Normativa (DM 14/01/2008 par.4.1.2.1.3. e Circolare n.617/2009) stabilisce un limite massimo all'ampiezza delle fessure (SLE di fessurazione) ed al contempo, impone il rispetto di opportuni limiti tensionali sia nell'acciaio che nel calcestruzzo (SLE di tensione).

La verifica a fessurazione è effettuata considerando cautelativamente la sezione sempre fessurata (quindi senza il confronto dell'azione sollecitante con il momento di prima fessurazione). Considerando l'armatura come poco sensibile, secondo quanto riportato in tabella 4.1.IV delle NTC2008, si ottiene che:

- per l'arco rovescio, con classe di esposizione del cls XA1 e quindi condizione ambientale aggressiva, l'apertura delle fessure in combinazione frequente deve essere non superiore a w_2 e in combinazione quasi permanente non superiore a w_1. Inoltre l'arco rovescio sarà ricoperto da un riempimento in cls, quindi la verifica a fessurazione non si applica quando il momento tende le fibre superiori.

In definitiva, l'apertura limite di verifica, riportata nei successivi grafici, risulta:

- $w_{lim} = w_1 = 0.2$ mm per l'arco rovescio, con momento che tende le fibre inferiori

Risultando sempre $w_d < w_{lim}$, le verifiche a fessurazione sono sempre soddisfatte.

Anche le verifiche SLE di tensione per l'arco rovescio risultano soddisfatte sia lato calcestruzzo che lato acciaio rispettando i valori limite imposti sia dalla normativa NTC2008 che dal Manuale RFI 2016.

Per la sola calotta, la misura della sicurezza si ottiene controllando che le tensioni di compressione che insorgono nel calcestruzzo per effetto delle azioni di calcolo sotto la combinazione rara risultino minori di $\sigma_c = 0.25 \cdot f_{ck}$.
Le verifiche a taglio si intendono soddisfatte quando le tensioni tangenziali massime valutate per combinazione rara siano inferiori al valore limite $\tau = 0.21 \cdot f_{ctk}$. Tali valori limite sono indicati nelle tabelle al capitolo 10.2.

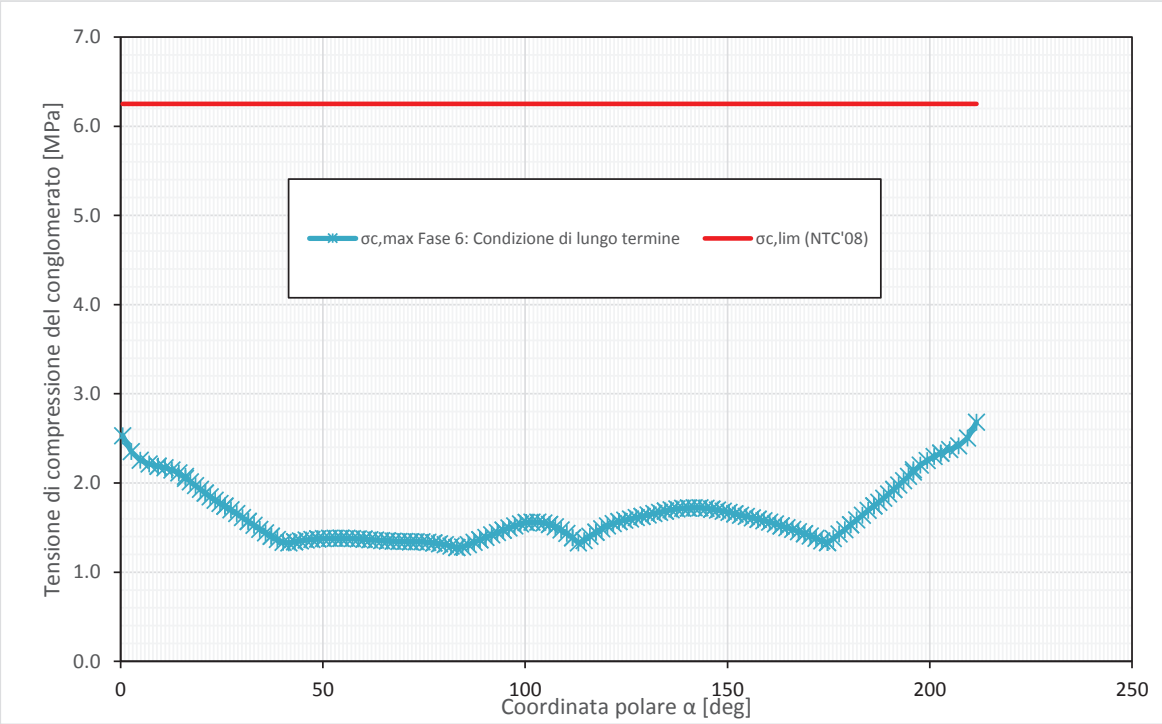


Figura 31 – Verifiche tensione di compressione cls calotta (non armata) – Fase 6

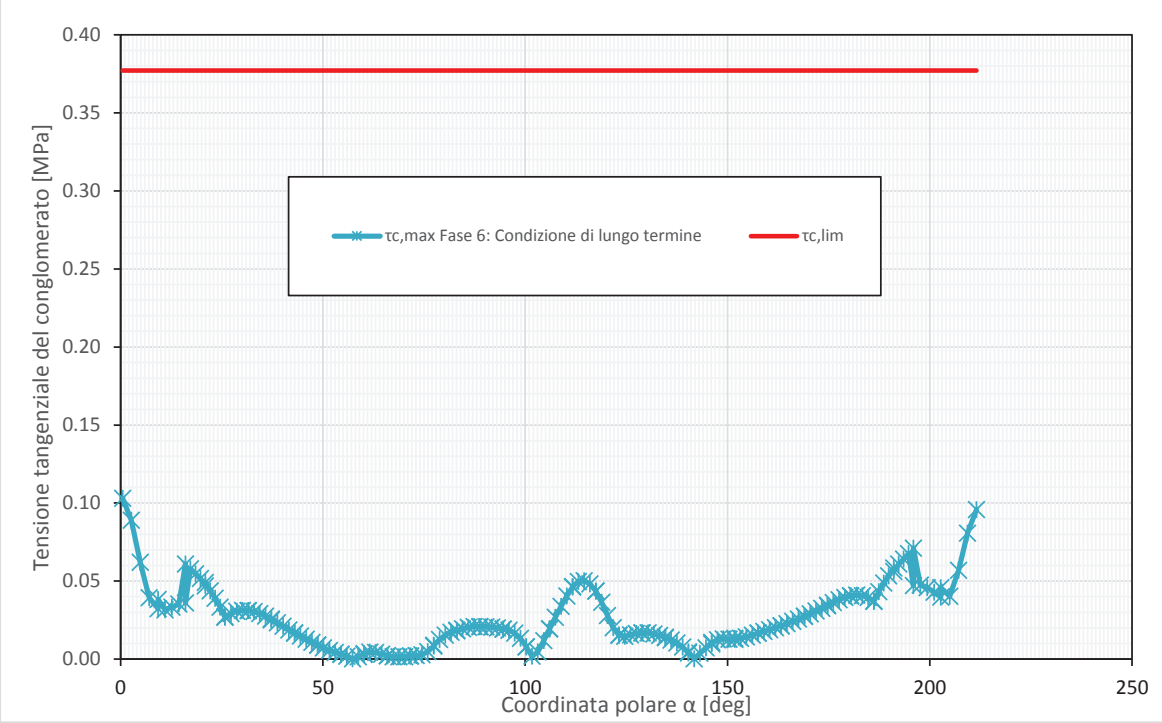


Figura 32 – Verifiche tensione tangenziale cls calotta (non armata) – Fase 6

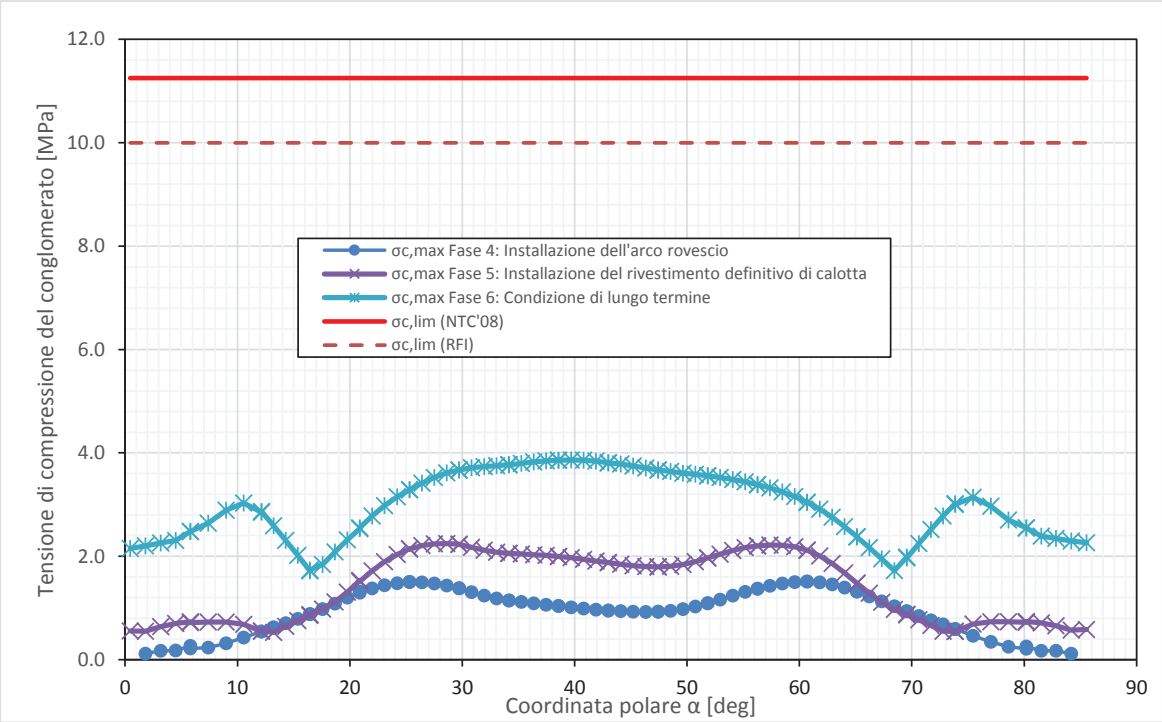


Figura 33 – Verifiche SLE tensione cls arco rovescio – Fase 4, 5 e 6

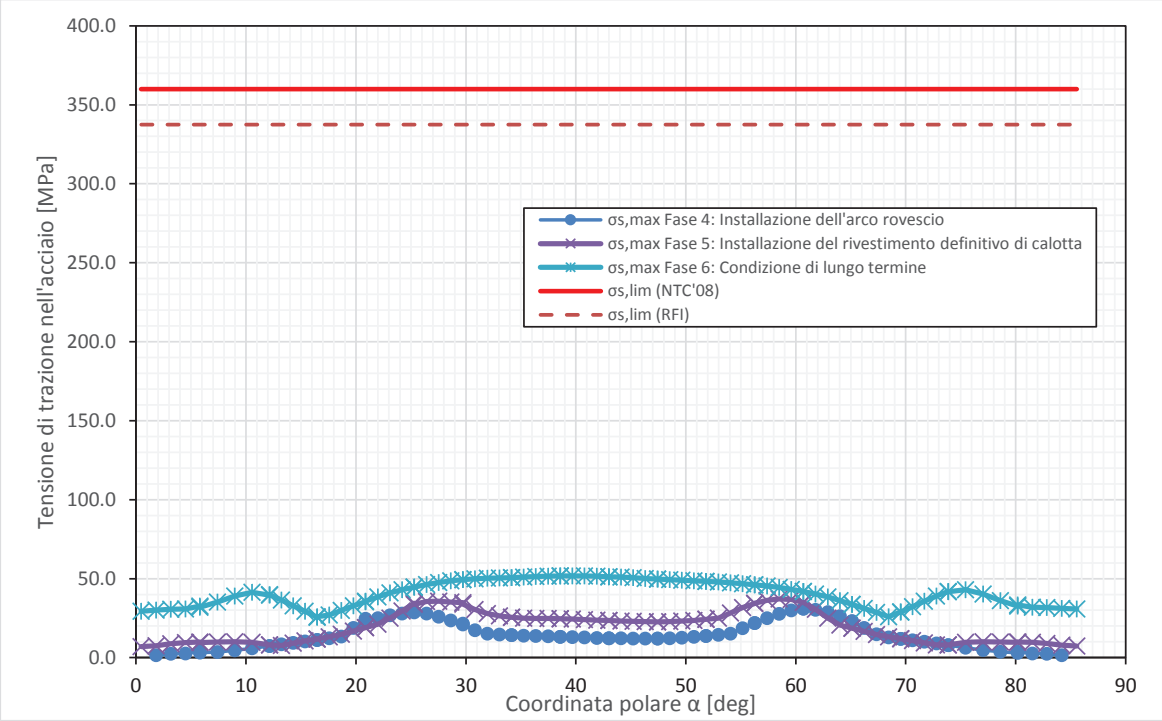


Figura 34 – Verifiche SLE tensione acciaio arco rovescio – Fase 4, 5 e 6

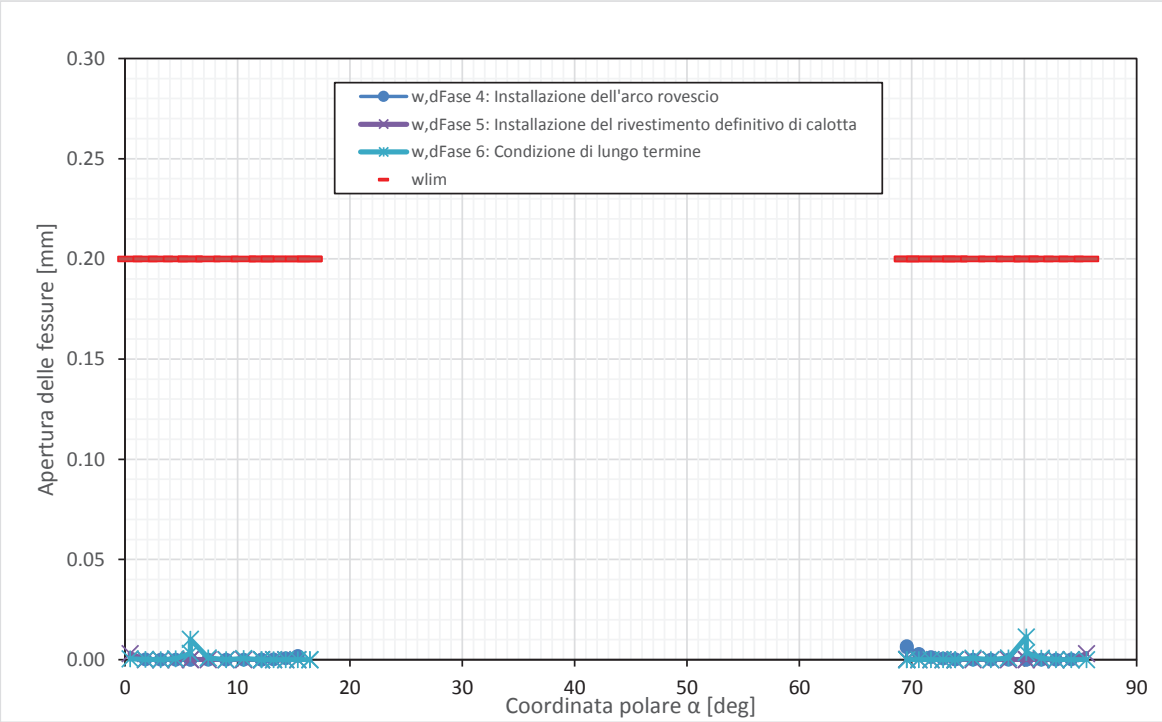


Figura 35 - Verifiche SLE fessurazione estradosso arco rovescio – Fase 4, 5 e 6

I risultati delle analisi sono tutti riassunti in tabelle; input e output grafici del modello di calcolo sono riportati integralmente in All. [2].

10.3.3 *Sezione C1*

10.3.3.1 Stabilità del fronte e del cavo

Nel seguito si riassumono i dati di input utilizzati per le analisi di stabilità del fronte della sezione tipo C1 pk. 35+340 km (D2 in fase di diagnosi) eseguita con il metodo all'equilibrio limite di Tamez (1984).

Per quanto riguarda le dimensioni di scavo, tenendo conto della geometria tronco-conica della sezione tipo, si è assunta una larghezza *b* pari a 13.5 m, altezza *h* pari a 10.7 m e lunghezza del tratto non sostenuto *a* pari a 1 m. Si registra la presenza della falda a 8 m al di sopra della quota della calotta. Le caratteristiche geotecniche sono riportate di seguito.

Sez. di calcolo	Unità	H [m]	γ [kN/m^3]	c'_{kp} [MPa]	φ'_{kp} [°]
C1	bn	70	20	0.02	35

H = copertura rispetto al piano dei centri della galleria
γ = peso dell'unità di volume dell'ammasso
c'_{kp} = valore caratteristico della coesione efficace di picco dell'ammasso
φ'_{kp} = valore caratteristico dell'angolo di attrito di picco dell'ammasso

Di seguito i calcoli effettuati per la valutazione dell'incremento di coesione equivalente al fronte, indotto dai microtrattamenti in jet-grouting armati con elementi strutturali in VTR.

n_{jet}	L_A	ϕ_{jet}	τ_{bk}	σ_{3A}^{jet}	A_{VTR}	f_{tk}	σ_{3B}^{VTR}	σ_3	$\Delta c'_k$
[-]	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[m^2]	[MPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
30	8	0.3	250	471	1.571E-03	450	177	177	170

n_{jet} = *numero di microtrattamenti in jet-grouting armati in VTR*

L_A = *lunghezza minima di sovrapposizione micro-jet*

ϕ_{jet} = *diametro del micro-jet*

τ_{bk} = *tensione di aderenza all'interfaccia col terreno*

σ_{3A}^{jet} = *resistenza a sfilamento micro-jet*

A_{VTR} = *area del VTR*

f_{tk} = *resistenza a trazione del VTR*

σ_{3B}^{VTR} = *resistenza a rottura dell'elemento strutturale in VTR*

σ_3 = *tensione minima resistente al fronte*

$\Delta c'_k$ = *coesione caratteristica equivalente indotta dall'intervento di consolidamento del fronte*

Per ciò che concerne gli interventi di consolidamento al contorno si riportano nella tabella seguente lo spessore e le caratteristiche del materiale consolidato con colonne in jet-grouting.

$\sigma_{c,jet}$	φ'_K	c'_k	s_{jet}	
			calotta /piedritti	piede centina
[MPa]	[°]	[kPa]	[m]	
2.50	35	651	0.4	0.6

$\sigma_{c,jet}$ = *resistenza caratteristica a compressione monoassiale del jet-grouting*

φ'_K = *angolo d'attrito efficace caratteristico del materiale al contorno*

c'_k = *coesione caratteristica equivalente indotta dall'intervento di consolidamento al contorno*

s_{jet} = *spessore dell'intervento in jet-grouting*

In Tabella 19 oltre ai valori dei rapporti tra azioni sollecitanti e stabilizzanti (FSF e FSF_3), sono evidenziati anche i parametri equivalenti di progetto ($\gamma_{d,eq}$, $c'_{d,eq}$, $\varphi'_{d,eq}$) per il materiale presente al fronte di scavo e quello al di sopra della calotta, calcolati per omogeneizzazione sulla base della stratigrafia di calcolo, dell'effetto dei consolidamenti e dell'applicazione dei coefficienti parziali.

Sez. di calcolo	C	Parametri equivalenti al fronte			Parametri equivalenti sulla calotta			h1	FSF	FSF_3
		$\gamma_{d,eq}$	$c'_{d,eq}$	$\varphi'_{d,eq}$	$\gamma_{d,eq}$	$c'_{d,eq}$	$\varphi'_{d,eq}$			
	[m]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[m]	[-]	[-]
C1	70.0	20.0	152.00	29.26	20.0	24.80	29.26	22.95	2.01	4.82

Tabella 19 Verifica di stabilità del fronte con il metodo di Tamez

L'analisi evidenzia che, anche con l'applicazione dei coefficienti parziali corrispondenti alla combinazione A2+M2+R2 e quindi con i valori di progetto, i rapporti FSF e FSF_3 sono maggiori di 2: la verifica di stabilità del fronte è soddisfatta.

10.3.3.2 Interazione opera-terreno

10.3.3.2.1 Modello geometrico e geotecnico

Nella tabella seguente si riassumono i dati di input che caratterizzano la sezione geotecnica utilizzata per le analisi numeriche della sezione tipo C1 (pk 35+340 km).

La sezione di analisi è relativa ad una condizione di copertura massima e condizione geotecnica definita in Tabella 20. Nella configurazione finale, una volta realizzato il rivestimento definitivo (e l'impermeabilizzazione) le pressioni neutre sono caratterizzate da distribuzione idrostatica (configurazione di lungo termine) e la falda è stata simulata alla quota indicata in tabella.

Stratigrafia di calcolo			**C**	Falda	γ	c'_K	φ'_K	E'	ν'	k_0
Formazione	*Profondità da p.c.*									
[-]	[m]		[m]	[m da p.c.]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[MPa]	[-]	[-]
bn	0	8	70	62	20	20	35	50	0.25	0.70
	8	15						95		
	15	40						265		
	> 40							390		

C = *copertura (rispetto alla calotta)*
γ = *peso per unità di volume*
c'_K=*coesione drenata*
ϕ'_K=*angolo di attrito interno*
E'= modulo elastico drenato
ν'= coefficiente di Poisson
K_o = *coefficiente di spinta a riposo*

Tabella 20 – Definizione della stratigrafia di calcolo

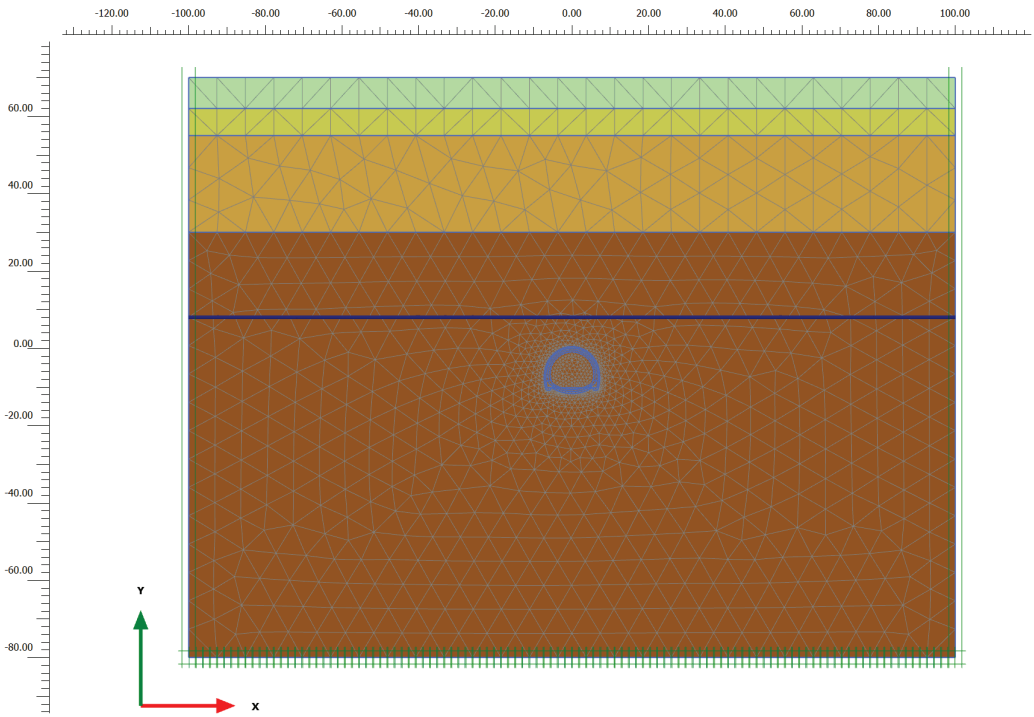


Figura 36 – Modello di calcolo - Geometria mesh

Il consolidamento del fronte tramite microjet Ø300 armati con VTR (tubi diametro esterno 60 mm e diametro interno 40 mm), simulato mediante un incremento di coesione caratteristica equivalente $\Delta c'_k$ applicata al fronte di scavo (paragrafo 10.3.3.1), interviene nella modellazione FEM in maniera implicita attraverso l'applicazione delle percentuali di rilascio.

Il consolidamento al contorno è simulato come arco di materiale al contorno dello scavo caratterizzato dai parametri di seguito riportati.

$\sigma_{c,jet}$	φ'_K	$\Delta c'_k$	E'_k	s_{jet}	
				calotta /piedritti	piede centina
[MPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[m]	
2.5	35	649	2500	0.4	0.6

$\sigma_{c,jet}$ = *resistenza caratteristica a compressione monoassiale del jet-grouting*
φ'_K = *angolo d'attrito efficace caratteristico del materiale al contorno*
$\Delta c'_k$ = *coesione caratteristica equivalente indotta dall'intervento di consolidamento al contorno*
s_{jet} = *spessore dell'intervento in jet-grouting*

Tabella 21 – Parametri per la modellazione del consolidamento al contorno

Con riferimento all'asse della galleria, la griglia di calcolo presenta un'estensione laterale di 100 m (per una larghezza totale di 200 m) e un'altezza complessiva di 150 m. Il numero complessivo degli elementi è pari a circa 2800 mentre i nodi sono circa 22900.

10.3.3.2.2 Fasi e percentuali di rilascio

I tassi di deconfinamento sono stati calcolati mediante analisi assialsimmetrica e curva caratteristica analitica (come indicato nella figura sottostante con riferimento alla fase di scavo al fronte). Nell'analisi assialsimmetrica è stato inserito il consolidamento del fronte tramite microjet Ø300 armati con VTR (tubi diametro esterno 60 mm e diametro interno 40 mm), simulato mediante un incremento di coesione caratteristica equivalente Δc'k applicata al fronte di scavo.

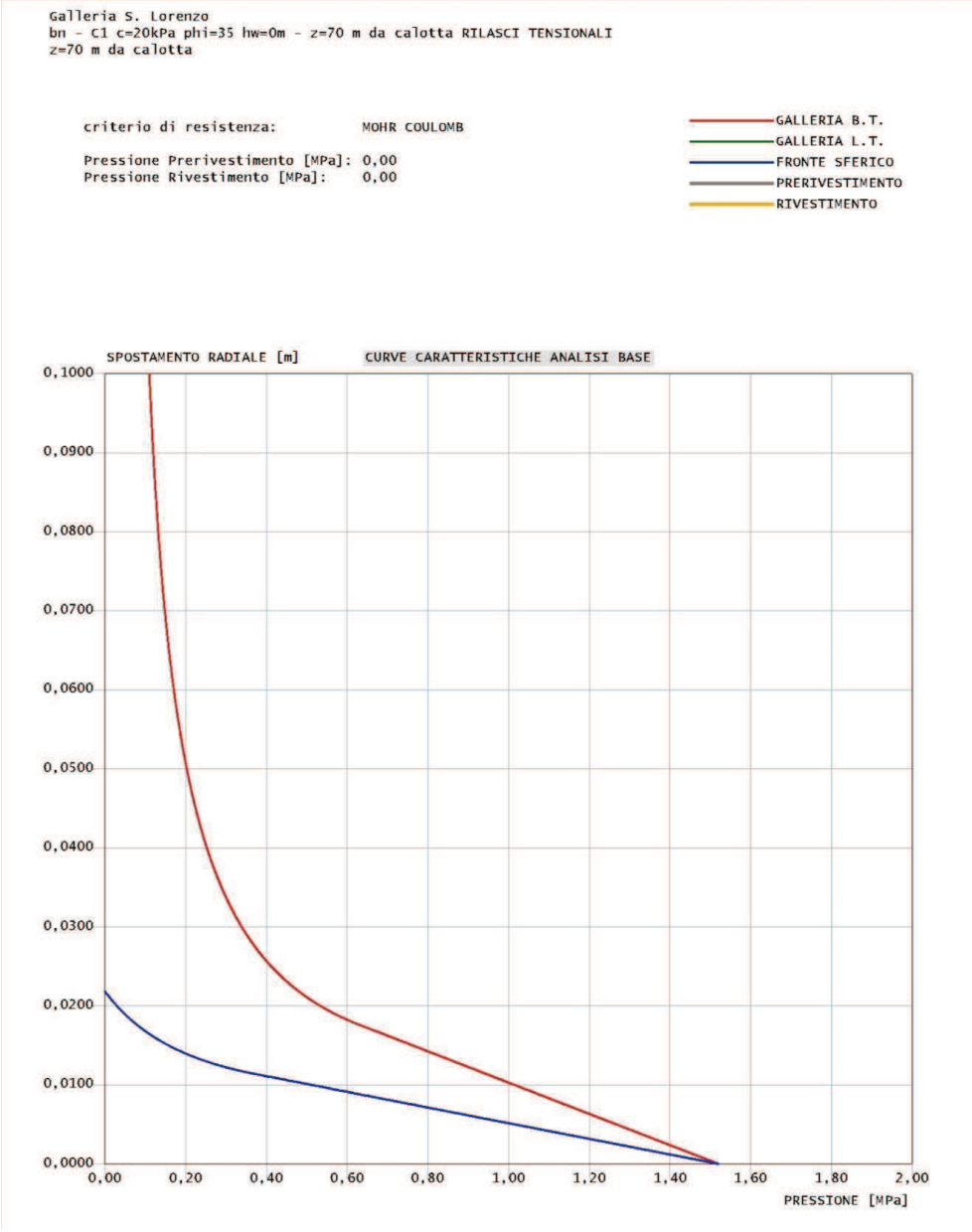


Figura 37 – Curva caratteristica e di convergenza

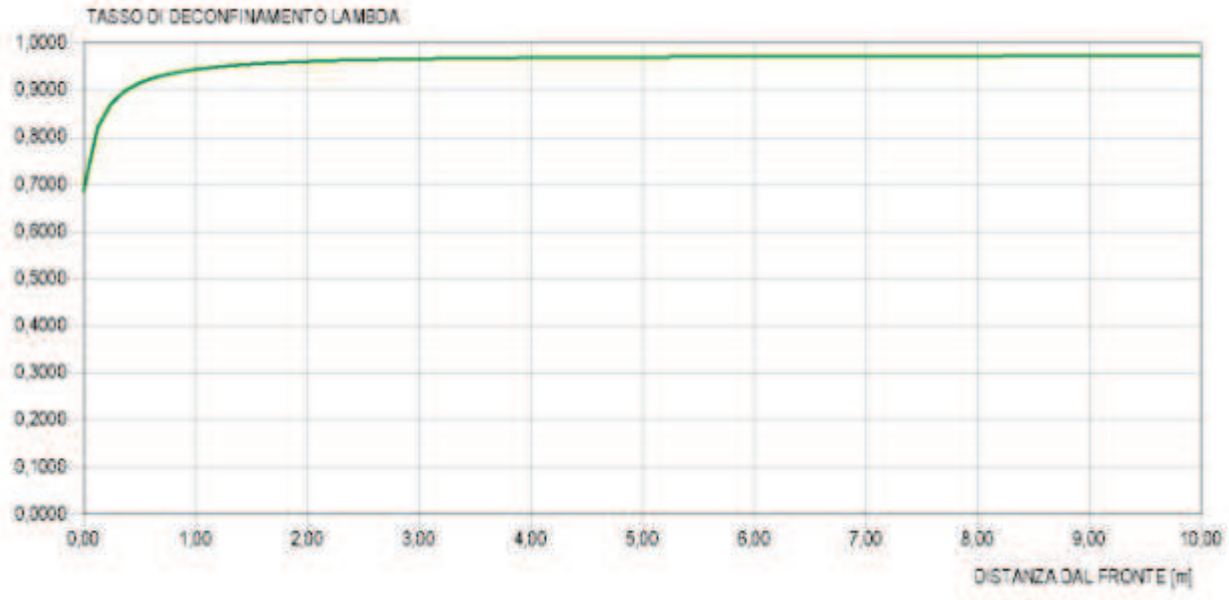


Figura 38 – Calcolo percentuale di rilascio λ_F- al fronte

Nella tabella successiva è schematizzata la successione delle fasi di calcolo nelle quali è articolata l'analisi di interazione opera-terreno. Al termine del processo di scavo è stata simulata la fase di lungo termine in cui sono disattivati i rivestimenti provvisionali ed il consolidamento al contorno e sono state ripristinate le condizioni idrostatiche con la falda posta alla quota indicata in Tabella 20.

Fase	Descrizione	Rilascio forze scavo (λ)
0	Inizializzazione stato tensionale geostatico	0.00
1	Esecuzione dei consolidamenti al contorno del cavo	0.00
2	Rilascio a cavo libero in corrispondenza del fronte	0.67
3	Esecuzione dello sfondo elementare di 1 m	0.93
4	Installazione del rivestimento di prima fase (scarico a 12 m dal fronte)	0.95
5	Installazione dell'arco rovescio (scarico a 37 m dal fronte)	0.98
6	Installazione del rivestimento definitivo di calotta (scarico completo)	1.00
7	Condizione di lungo termine (decadimento del rivestimento di prima fase e dei consolidamenti al contorno e ripristino delle condizioni idrostatiche)	1.00

Tabella 22 – Fasi di calcolo

10.3.3.2.3 Esame dei risultati

L'analisi si articola in sette successive fasi di calcolo, che permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico per i rivestimenti. Le fasi, descritte al paragrafo precedente, sono illustrate in All. [3].

Lo stesso allegato illustra, per ciascuna fase, le componenti verticale e orizzontale degli spostamenti totali cumulati, i vettori degli spostamenti totali, i punti al contorno del cavo dove si hanno plasticizzazioni e l'orientamento delle direzioni principali efficaci.

La Tabella 23 riporta, per ogni fase di calcolo, i risultati principali in termini di quadro deformativo e tensionale e di localizzazione delle plasticizzazioni nella zona del cavo, distinguendo tra la zona di calotta, dei piedritti e dell'arco rovescio.

La Figura 39 consente di visualizzare la posizione dei nodi di chiave calotta, dei piedritti e dell'arco rovescio cui si riferiscono i dati riportati nella tabella.

Fase	calotta			piedritti			arco rovescio			Fascia plasticizzata
	u_Y [cm]	σ_1 [kPa]	σ_3 [kPa]	$\lvert u_X \rvert$ [cm]	σ_1 [kPa]	σ_3 [kPa]	u_Y [cm]	σ_1 [kPa]	σ_3 [kPa]	
2	-2.98	-3958	-448	0.89	-3811	-346	2.40	-865	-532	Fasce plasticizzate di ~1.5 m nella zona dei piedritti di ~0.5 m nella zona della calotta sinistra a destra
3	-6.40	-2287	-238	5.97	-3011	-140	5.24	-521	-139	Estensione della precedente configurazione fino a ~4.5 m ai piedritti e ~0.8 m in calotta. Formazione di una fascia di ~5.0 m sotto a tutta la zona delle murette e dell'arco rovescio
4	-6.51	-2372	-262	6.56	-2991	-177	6.09	-406	-108	La fascia plasticizzata continua ha uno spessore pari a ~5.0 m lateralmente, ~1.0 m in calotta e ~5.5 m sotto l'arco rovescio
5	-6.60	-2391	-244	6.52	-3092	-227	6.14	-356	-94	Sostanziale stabilizzazione della plasticizzazione
6	-	-2356	-231	-	-3099	-243	-	-356	-96	Sostanziale stabilizzazione della plasticizzazione
7	-	-981	-313	-	-972	-359	-	-438	-242	Sostanziale stabilizzazione della plasticizzazione

u_Y= *spostamento verticale cumulativo (positivo verso l'alto)*
$|u_X|$= *spostamento orizzontale cumulativo*
σ_1= *sforzo principale totale massimo*
σ_3= *sforzo principale totale minimo*

Tabella 23 – Risultati dell'analisi

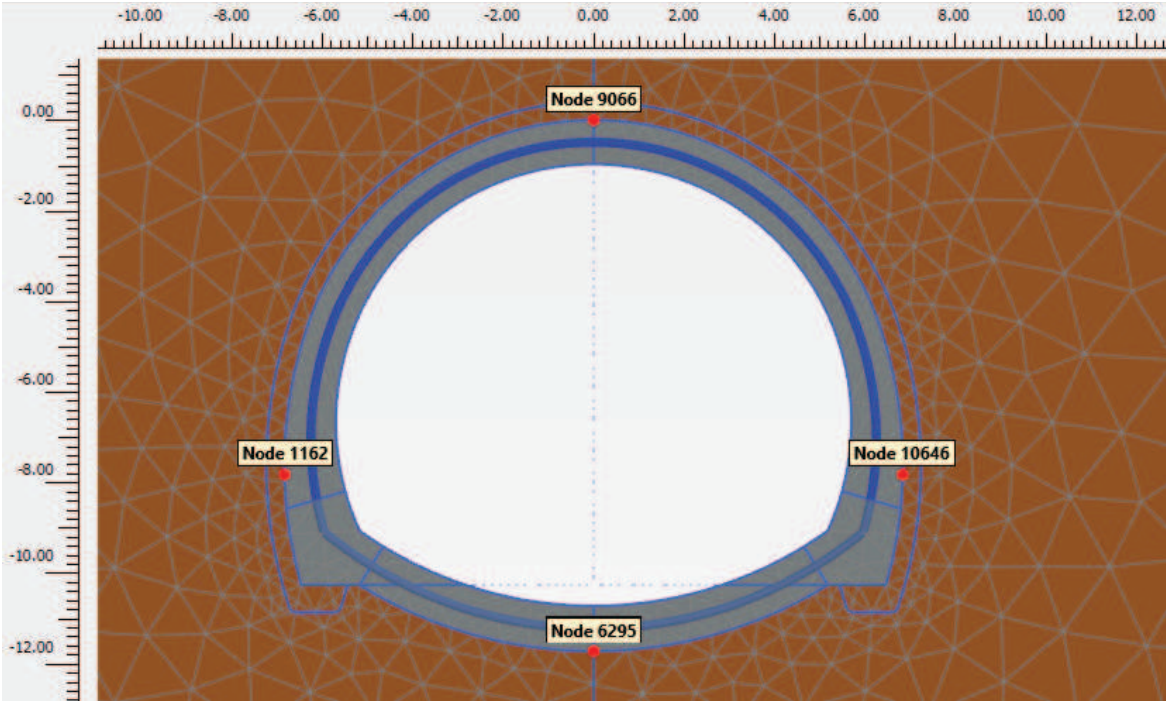


Figura 39 – Nodi rilevati nella zona del cavo

FASE 2

Viene simulato il rilascio a cavo libero in corrispondenza del fronte di scavo. Il cedimento in calotta è pari a 2.98 cm, lo spostamento orizzontale ai piedritti è di 0.89 cm, mentre il sollevamento in arco rovescio è di 2.40 cm. Si formano fasce plasticizzate di ~1.5 m nella zona dei piedritti e di ~0.5 m nella zona della calotta sinistra a destra. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 3958 kPa (calotta) mentre la massima tensione principale minima è di 532 kPa (arco rovescio).

FASE 3

Viene simulata l'esecuzione dello sfondo elementare di 1 m. Il cedimento cumulato in calotta è pari a 6.40 cm, lo spostamento orizzontale cumulato ai piedritti raggiunge 5.97 cm, mentre il sollevamento cumulato in arco rovescio è di 5.24 cm. La plasticizzazione del contorno del cavo si estende, rispetto alla precedente configurazione, fino a ~4.5 m nella zona dei piedritti e ~0.8 m nella zona della calotta; inoltre, si ha la formazione di una fascia di ~5.0 m sotto tutta la zona delle murette e dell'arco rovescio. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 3011 kPa (piedritti) mentre la massima tensione principale minima è di 238 kPa (calotta).

FASE 4

Viene simulata l'installazione del rivestimento di prima fase e l'avanzamento a 12 m dal fronte (distanza di getto dell'arco rovescio dal fronte). Il cedimento cumulato in calotta è pari a 6.51 cm, lo spostamento orizzontale cumulato ai piedritti raggiunge 6.56 cm, mentre il sollevamento cumulato in arco rovescio è di 6.09 cm. La fascia plasticizzata continua attorno al cavo ha uno spessore pari a ~5.0 m lateralmente, ~1.0 m in calotta e ~5.5 m sotto l'arco rovescio. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 2991 kPa (piedritti) mentre la massima tensione principale minima è di 262 kPa (calotta).

FASE 5

Viene simulata l'installazione dell'arco rovescio e l'avanzamento a 37 m dal fronte (distanza di getto del rivestimento definitivo dal fronte). Il cedimento cumulato in calotta è pari a 6.60 cm, lo spostamento orizzontale cumulato ai piedritti raggiunge 6.52 cm, mentre il sollevamento cumulato in arco rovescio è di 6.14 cm. Sostanziale stabilizzazione della plasticizzazione rispetto alla configurazione precedente. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 3092 kPa (piedritti) mentre la massima tensione principale minima è di 244 kPa (calotta).

FASE 6

Viene simulata l'installazione del rivestimento definitivo e lo scarico totale all'interno del cavo. Sostanziale stabilizzazione della plasticizzazione rispetto alla configurazione precedente. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 3099 kPa (piedritti) mentre la massima tensione principale minima è di 243 kPa (piedritti).

FASE 7

Viene simulato il comportamento di lungo termine caratterizzato dal ripristino dell'idrostatica, dal decadimento del rivestimento di prima fase ed dal decadimento dei parametri del consolidamento al contorno che tornano ad essere quelli del terreno originario. Le pressioni dell'acqua ripristinate all'idrostatica in tale fase comportano un sollevamento del cavo di ~1 cm. Sostanziale stabilizzazione della plasticizzazione rispetto alla configurazione precedente. Nell'intorno del cavo la massima tensione principale massima è di 981 kPa (calotta) mentre la massima tensione principale minima è di 359 kPa (piedritti).

10.3.3.2.4 Verifiche strutturali del rivestimento di prima fase

Le verifiche strutturali sul rivestimento di prima fase sono state eseguite per le fasi di calcolo 4, 5 e 6. Le caratteristiche del rivestimento provvisorio sono riportate nella seguente tabella.

Caratteristiche	Spritz beton/Centine
Spessore dello spritz beton[m]	0.30
Area resistente dello spritz beton A_{sb} [m^2]	0.30
Tipologia profilati	n.2 IPN 220
Interasse longitudinale profilato [m]	1.0
Area resistente della centina A_{cent} [m^2]	0.00790
Modulo resistente elastico della centina W_{cent} [m^3]	0.0005560
Area resistente a taglio della centina $A_{V,cent}$ [m^2]	0.00381

Tabella 24 – Definizione delle caratteristiche del rivestimento provvisorio

La tabella seguente sintetizza le sollecitazioni ottenute, per ogni fase, nelle zone di maggiore interesse del rivestimento: zona di calotta, di contatto calotta-piedritti e dei piedritti, rilevate in corrispondenza dei nodi indicati nella figura a seguire.

Fase	Nodo	Sollecitazioni rivestimento		
		N	M	T

			(kN/m)	(kNm/m)	(kN/m)
4	Installazione del rivestimento di prima fase	1277	-177.8	34.3	-8.9
4	Installazione del rivestimento di prima fase	2055	-407.2	-24.0	-0.6
4	Installazione del rivestimento di prima fase	5934	-332.0	-2.1	0.2
4	Installazione del rivestimento di prima fase	5718	-394.3	-18.4	6.6
4	Installazione del rivestimento di prima fase	7105	-179.7	54.6	-8.0
5	Installazione dell'arco rovescio	1277	-319.2	-11.5	101.1
5	Installazione dell'arco rovescio	2055	-600.6	-24.7	-1.6
5	Installazione dell'arco rovescio	5934	-478.1	-1.5	0.1
5	Installazione dell'arco rovescio	5718	-582.7	-19.0	7.2
5	Installazione dell'arco rovescio	7105	-432.0	8.8	85.9
6	Installazione del rivestimento definitivo di calotta	1277	-280.2	-12.8	101.2
6	Installazione del rivestimento definitivo di calotta	2055	-628.5	-25.1	-2.0
6	Installazione del rivestimento definitivo di calotta	5934	-568.5	-0.4	0.3
6	Installazione del rivestimento definitivo di calotta	5718	-610.5	-19.4	7.5
6	Installazione del rivestimento definitivo di calotta	7105	-392.4	7.5	86.0

Tabella 25 – Sollecitazioni nei nodi di maggior interesse del rivestimento di prima fase

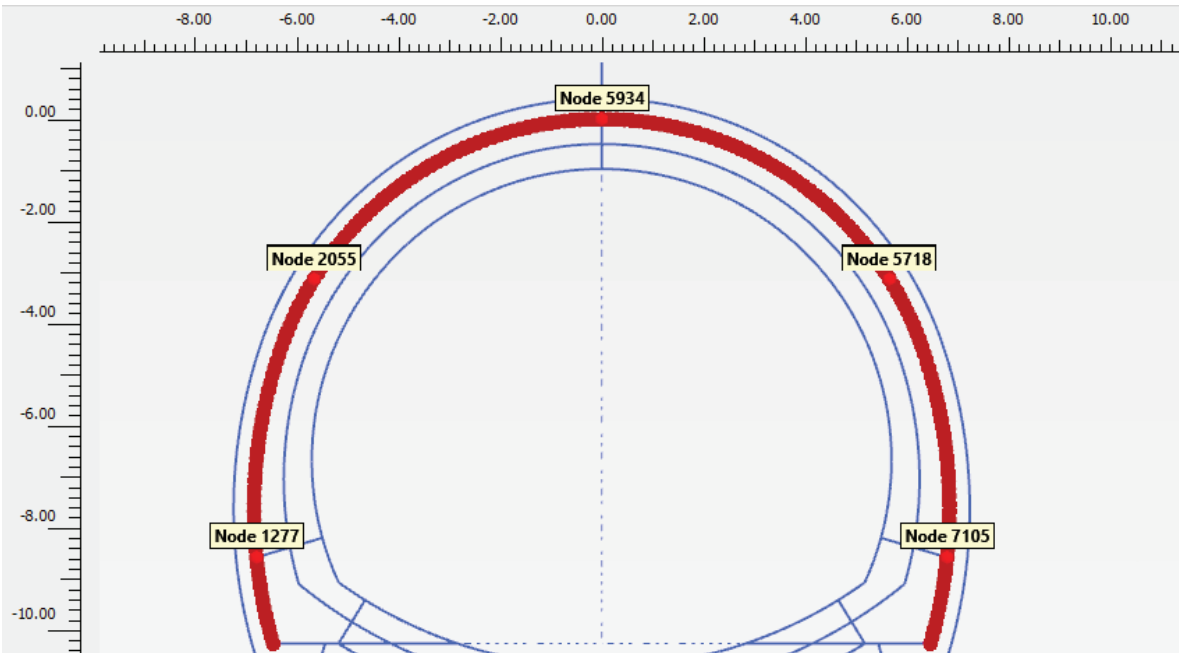


Figura 40 – Nodi rilevati del rivestimento di prima fase

Per i nodi sopraesposti, si riportano nella seguente tabella le sollecitazioni di calcolo nominali ed SLU scaturite dall'analisi e le conseguenti verifiche. In All. [3] si riportano le sollecitazioni e le verifiche per ogni nodo del rivestimento: le verifiche strutturali del rivestimento di prima fase sono sempre soddisfatte, per ciascuna fase, in tutti i punti.

Fase	Nodo	Sollecitazioni nominali				Sollecitazioni di calcolo SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
		$N_{sk,sb}$	$N_{sk,cent}$	$M_{sk,cent}$	$T_{sk,cent}$	$N_{sd,sb}$	$N_{sd,cent}$	$M_{sd,cent}$	$T_{sd,cent}$	$\sigma_{sb,d}$	Esito	$\sigma_{cent,d}$	$\tau_{cent,d}$	$\sigma_{id,cent,d}$	Esito

		(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)	(kN/m)	(MPa)	verifica	(MPa)	(MPa)	(MPa)	verifica
4	1277	-150.1	-27.7	34.34	-8.88	195.1	36.0	44.64	11.54	0.65	OK	84.85	3.03	85.01	OK
4	2055	-343.7	-63.4	-24.03	-0.61	446.9	82.5	31.24	0.79	1.49	OK	66.63	0.21	66.63	OK
4	5934	-280.3	-51.7	-2.11	0.23	364.4	67.3	2.75	0.30	1.21	OK	13.45	0.08	13.45	OK
4	5718	-332.8	-61.4	-18.44	6.64	432.7	79.9	23.97	8.63	1.44	OK	53.23	2.26	53.37	OK
4	7105	-151.7	-28.0	54.63	-8.01	197.3	36.4	71.02	10.42	0.66	OK	132.35	2.73	132.43	OK
5	1277	-269.5	-49.7	-11.53	101.09	350.3	64.7	14.99	131.42	1.17	OK	35.15	34.48	69.29	OK
5	2055	-507.0	-93.6	-24.68	-1.61	659.1	121.6	32.08	2.09	2.20	OK	73.10	0.55	73.10	OK
5	5934	-403.6	-74.5	-1.47	0.10	524.7	96.8	1.92	0.13	1.75	OK	15.70	0.04	15.70	OK
5	5718	-491.9	-90.8	-19.03	7.21	639.5	118.0	24.74	9.38	2.13	OK	59.43	2.46	59.59	OK
5	7105	-364.7	-67.3	8.82	85.95	474.1	87.5	11.46	111.73	1.58	OK	31.69	29.31	59.85	OK
6	1277	-236.5	-43.7	-12.83	101.19	307.5	56.8	16.68	131.55	1.02	OK	37.18	34.51	70.39	OK
6	2055	-530.6	-97.9	-25.08	-2.04	689.7	127.3	32.60	2.65	2.30	OK	74.74	0.70	74.75	OK
6	5934	-479.9	-88.6	-0.39	0.31	623.9	115.2	0.51	0.40	2.08	OK	15.49	0.11	15.49	OK
6	5718	-515.4	-95.1	-19.42	7.55	670.0	123.7	25.24	9.81	2.23	OK	61.06	2.57	61.22	OK
6	7105	-331.3	-61.1	7.50	85.96	430.6	79.5	9.75	111.75	1.44	OK	27.60	29.31	57.79	OK

Tabella 26 – Sollecitazioni strutturali su spritz-beton e centine e verifiche di resistenza nei nodi di maggior interesse

10.3.3.2.5 Verifiche strutturali del rivestimento definitivo

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche del rivestimento definitivo come modellato.

Tipo di prerivestimento	Spritz beton/Rivestimento definitivo
Spessore simulato del rivestimento definitivo di arco rovescio [m]	1.00
Spessore simulato del rivestimento definitivo di chiave calotta [m]	0.98

Tabella 27 – Definizione delle caratteristiche dei rivestimenti

La Tabella 28 e la Tabella 29 sintetizzano le caratteristiche di sollecitazione di progetto ottenute, per ogni fase, nelle zone di maggiore interesse del rivestimento definitivo, individuate dai nodi rilevati dalla Figura 41. Nell'ultima colonna si riporta lo stato limite di verifica (cfr. § 10.3.1).

Le verifiche sono esposte in forma grafica per ogni nodo della mesh: per comodità di lettura di tali grafici, ad ogni nodo sono associate le coordinate polari {α , R}, differenziate per arco rovescio e calotta/piedritti, come esposto in Figura 42. In All. [3] si riportano anche tutte le verifiche in formato numerico tabellare, per ogni nodo della mesh: le verifiche strutturali del rivestimento definitivo sono sempre soddisfatte, per ciascuna fase, in tutti i punti.

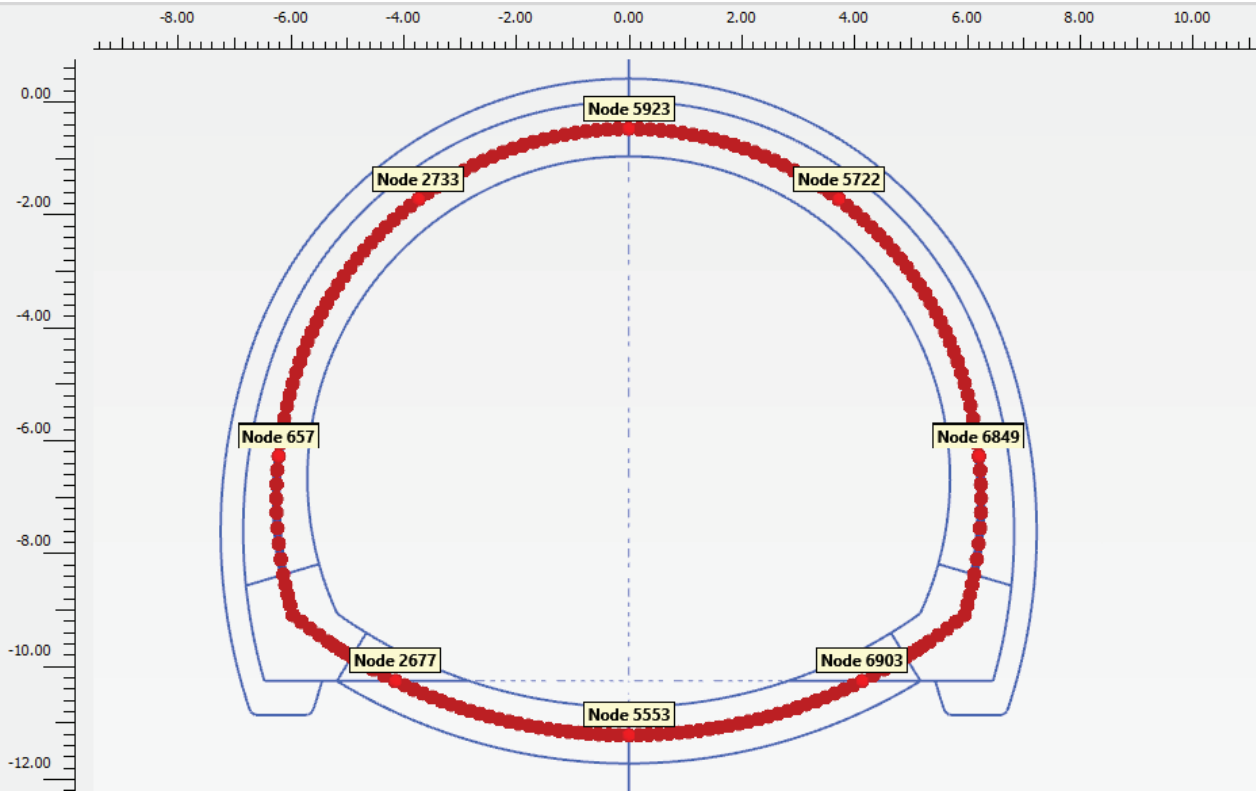


Figura 41 – Nodi rilevati del rivestimento definitivo

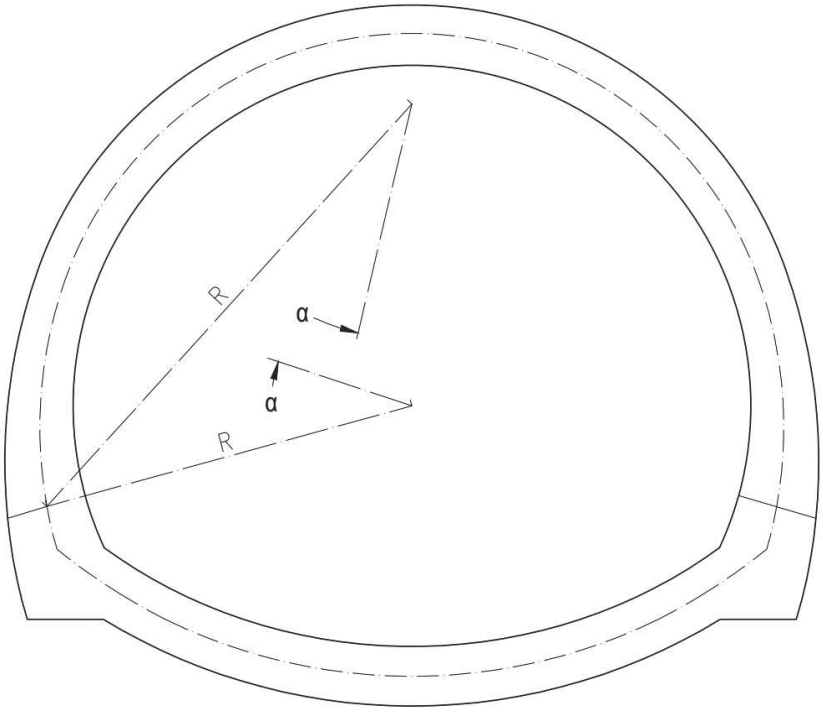


Figura 42 – S.d.r in coordinate polari per calotta/piedritti e arco rovescio

Nodo	N	M	T	α	R	Fase di calcolo	Stato limite di verifica
	[kN]	[kNm]	[kN]	[°]	[m]	[-]	[-]
2677	328.0	134.8	33.5	17.0	9.4	Fase 5: Installazione dell'arco rovescio	SLU
5553	349.3	158.6	-2.1	43.1	9.4	Fase 5: Installazione dell'arco rovescio	SLU
6903	329.3	134.1	-34.3	69.2	9.4	Fase 5: Installazione dell'arco rovescio	SLU
2677	529.9	108.5	117.3	17.0	9.4	Fase 6: Installazione del rivestimento definitivo di calotta	SLU
5553	542.3	288.9	-2.0	43.1	9.4	Fase 6: Installazione del rivestimento definitivo di calotta	SLU
6903	537.2	105.2	-121.6	69.2	9.4	Fase 6: Installazione del rivestimento definitivo di calotta	SLU
2677	2020.1	-114.9	270.0	17.0	9.4	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLU
5553	1942.2	503.9	0.2	43.1	9.4	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLU
6903	2051.4	-121.9	-277.0	69.2	9.4	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLU
2677	1553.9	-88.4	207.7	17.0	9.4	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLE
5553	1494.0	387.7	0.2	43.1	9.4	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLE
6903	1578.0	-93.8	-213.1	69.2	9.4	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLE

Tabella 28 – Caratteristiche di sollecitazione di progetto nei nodi di maggior interesse dell'arco rovescio del rivestimento definitivo

Nodo	N	M	T	α	R	Fase di calcolo	Stato limite di verifica
	[kN]	[kNm]	[kN]	[°]	[m]	[-]	[-]
657	2293.7	8.4	-109.5	19.2	6.2	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLU
2733	2480.4	6.7	74.1	68.6	6.2	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLU
5923	2387.5	-140.4	-3.3	105.6	6.2	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLU
5722	2448.8	25.3	-59.2	142.6	6.2	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLU
6849	2344.2	5.2	91.6	192.0	6.2	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLU
657	1764.4	6.5	-84.3	19.2	6.2	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLE
2733	1908.0	5.1	57.0	68.6	6.2	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLE
5923	1836.6	-108.0	-2.6	105.6	6.2	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLE
5722	1883.7	19.4	-45.6	142.6	6.2	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLE
6849	1803.2	4.0	70.5	192.0	6.2	Fase 7: Condizione di lungo termine	SLE

Tabella 29 – Caratteristiche di sollecitazione di progetto nei nodi di maggior interesse di calotta e piedritti del rivestimento definitivo

Verifiche allo SLU

La verifica strutturale del rivestimento definitivo prevede il confronto tra le caratteristiche di sollecitazione di progetto e le resistenze di progetto definite dai punti M_{Rd}, N_{Rd} che individuano il dominio resistente nel piano M, N.

Per la verifica a taglio, il valore resistente di progetto è ottenuto in accordo con la normativa vigente (DM 14/01/2008 par.4.1.2.1.3. e Circolare n.617/2009). Tale verifica è effettuata sia in assenza di apposita armatura

trasversale ($V_{Rd,cls}$, riportata graficamente per le varie fasi di calcolo, in funzione dell'azione assiale di compressione di calcolo) che in presenza dell'armatura trasversale prevista (V_{Rsd}). La verifica è soddisfatta risultando sempre $V_{sd} < V_{Rsd}$.

In calotta e piedritti si verifica la sezione di spessore s=0.98 m (di larghezza 1.00 m), su cui si dispongono Ø20/25 sia come armatura superiore che inferiore, con un copriferro di 5 cm. L'armatura longitudinale di ripartizione è costituita da barre Ø12/25. Per l'armatura a taglio è sufficiente la minima di normativa, ossia spilli Ø12/30/40. L'incidenza corrispondente è di circa 50 kg/m^3.

In arco rovescio si verifica la sezione di spessore s=1.00 m (di larghezza 1.00 m), su cui si dispongono Ø22/20 sia come armatura superiore che inferiore, con un copriferro di 5 cm. L'armatura longitudinale di ripartizione è costituita da barre Ø12/20. Per l'armatura a taglio è sufficiente la minima di normativa, ossia spilli Ø12/30/40. L'incidenza corrispondente è di circa 60 kg/m^3.

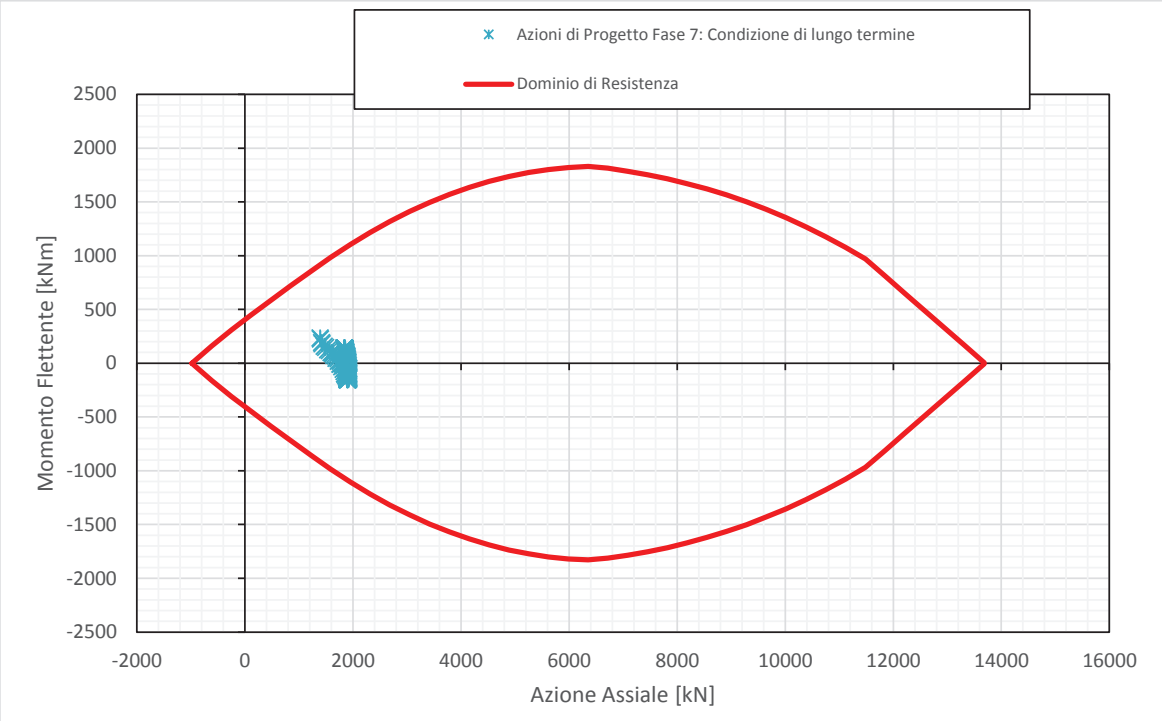


Figura 43 – Dominio resistente SLU calotta – Fase 7

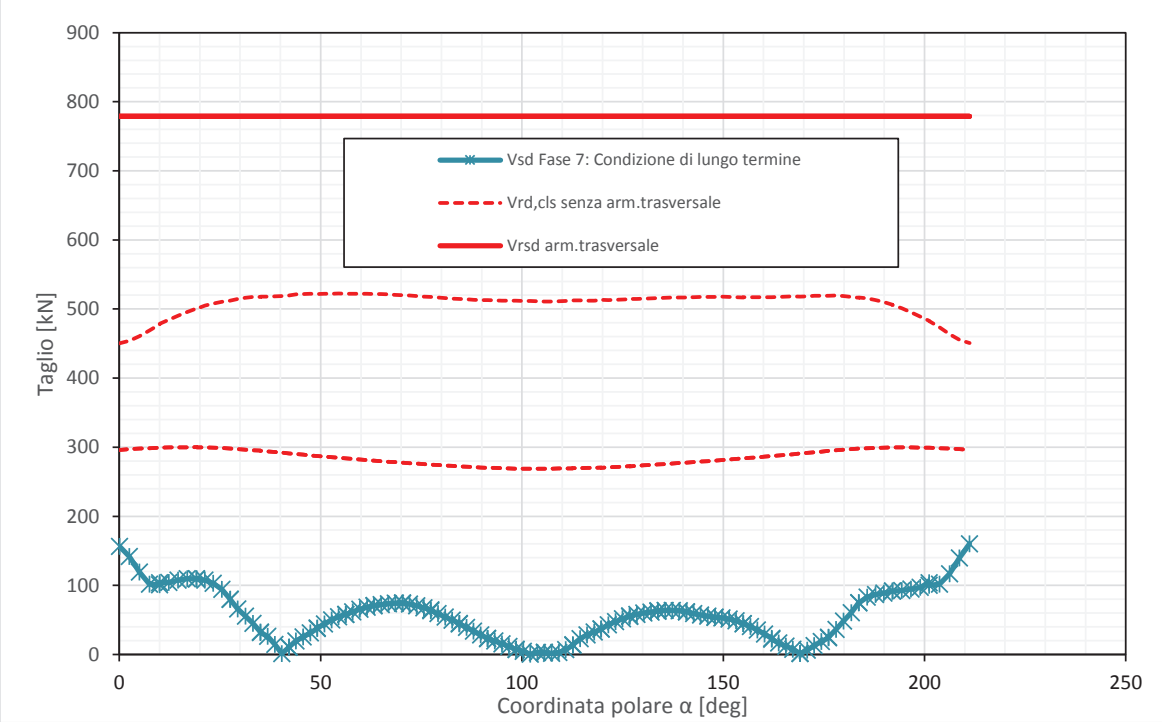


Figura 44 – Verifica SLU taglio calotta – Fase 7

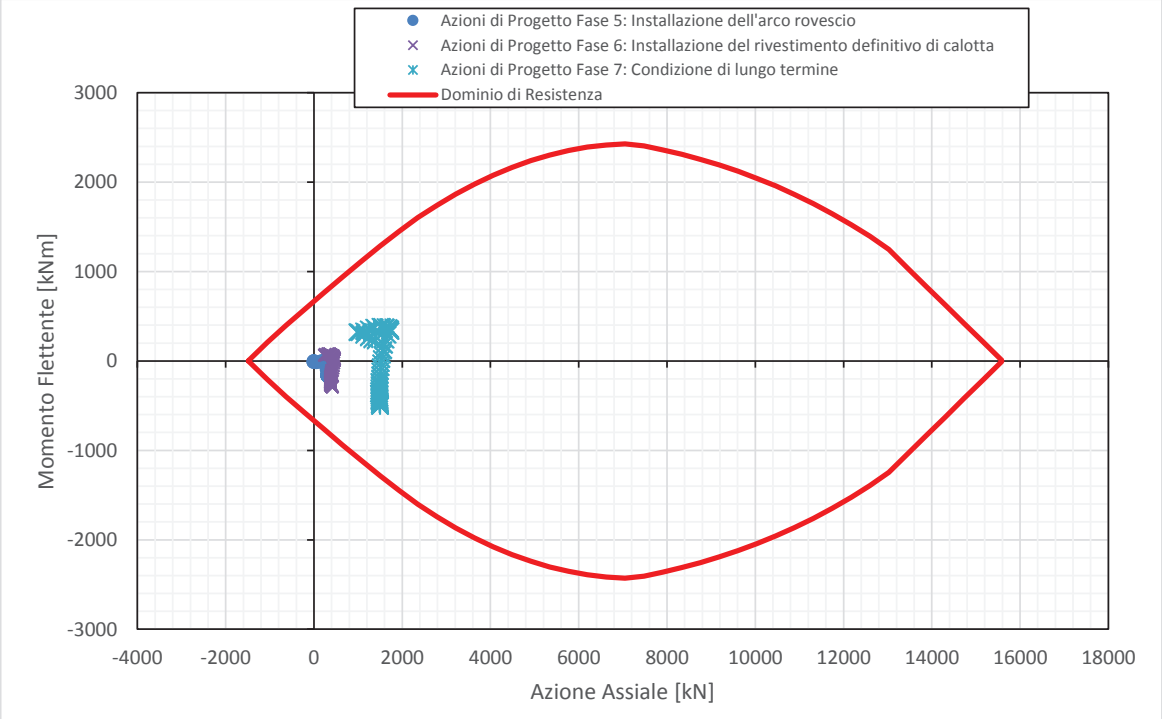


Figura 45 – Dominio resistente SLU arco rovescio – Fase 5, 6 e 7

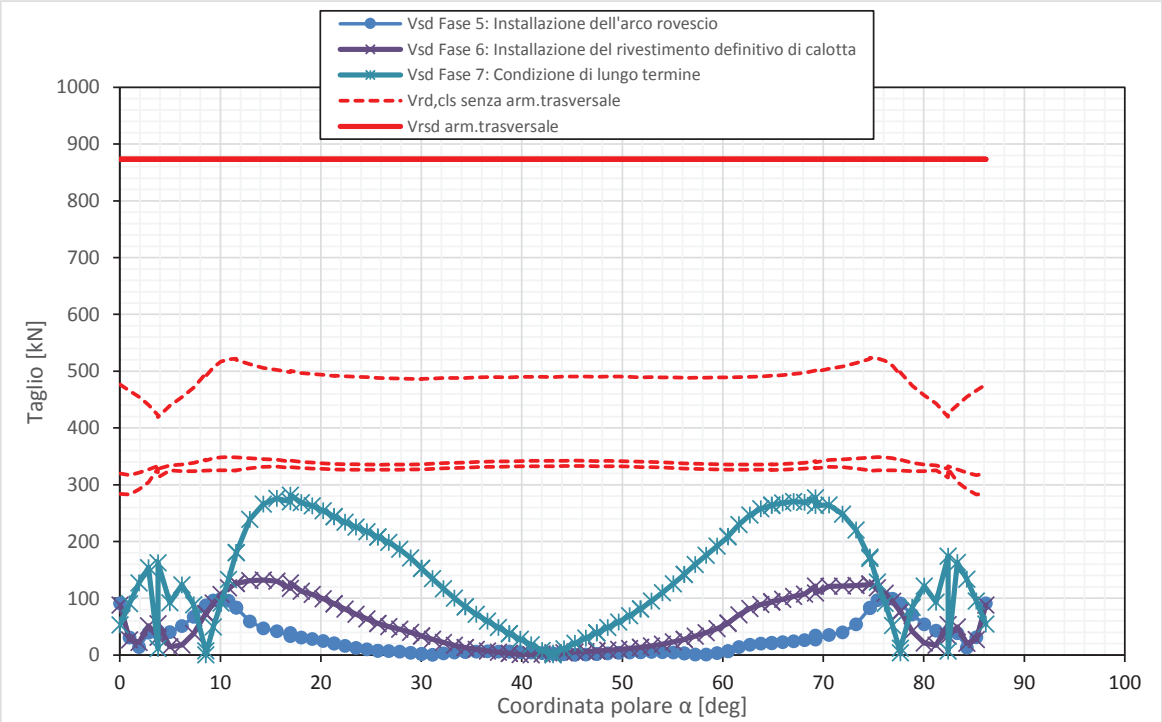


Figura 46 – Verifica SLU taglio arco rovescio – Fase 5, 6 e 7

Verifiche allo SLE

Le verifiche SLE del rivestimento definitivo sono finalizzate a prevenire la formazione di un quadro fessurativo tale da compromettere la durabilità dell'opera. A tal fine la Normativa (DM 14/01/2008 par.4.1.2.1.3. e Circolare n.617/2009) stabilisce un limite massimo all'ampiezza delle fessure (SLE di fessurazione) ed al contempo, impone il rispetto di opportuni limiti tensionali sia nell'acciaio che nel calcestruzzo (SLE di tensione).

La verifica a fessurazione è effettuata considerando cautelativamente la sezione sempre fessurata (quindi senza il confronto dell'azione sollecitante con il momento di prima fessurazione). Considerando l'armatura come poco sensibile, secondo quanto riportato in tabella 4.1.IV delle NTC2008, si ottiene che:

- per la calotta e i piedritti, con classe di esposizione del cls XC2 e quindi condizione ambientale ordinaria, l'apertura delle fessure in combinazione frequente deve essere non superiore a w_3 e combinazione quasi permanente non superiore w_2;
- per l'arco rovescio, con classe di esposizione del cls XA1 e quindi condizione ambientale aggressiva, l'apertura delle fessure in combinazione frequente deve essere non superiore a w_2 e combinazione quasi permanente non superiore a w_1. Inoltre l'arco rovescio sarà ricoperto da un riempimento in cls, quindi la verifica a fessurazione non si applica quando il momento tende le fibre superiori.

In definitiva, l'apertura limite di verifica, riportata nei successivi grafici, risulta:

- $w_{lim} = w_2 = 0.3$ mm per la calotta e i piedritti
- $w_{lim} = w_1 = 0.2$ mm per l'arco rovescio, con momento che tende le fibre inferiori

Risultando sempre $w_d < w_{lim}$, le verifiche a fessurazione sono sempre soddisfatte.

Anche le verifiche SLE di tensione per la calotta/piedritti e arco rovescio risultano soddisfatte sia lato calcestruzzo che lato acciaio rispettando i valori limite imposti sia dalla normativa NTC2008 che dal Manuale RFI 2016.

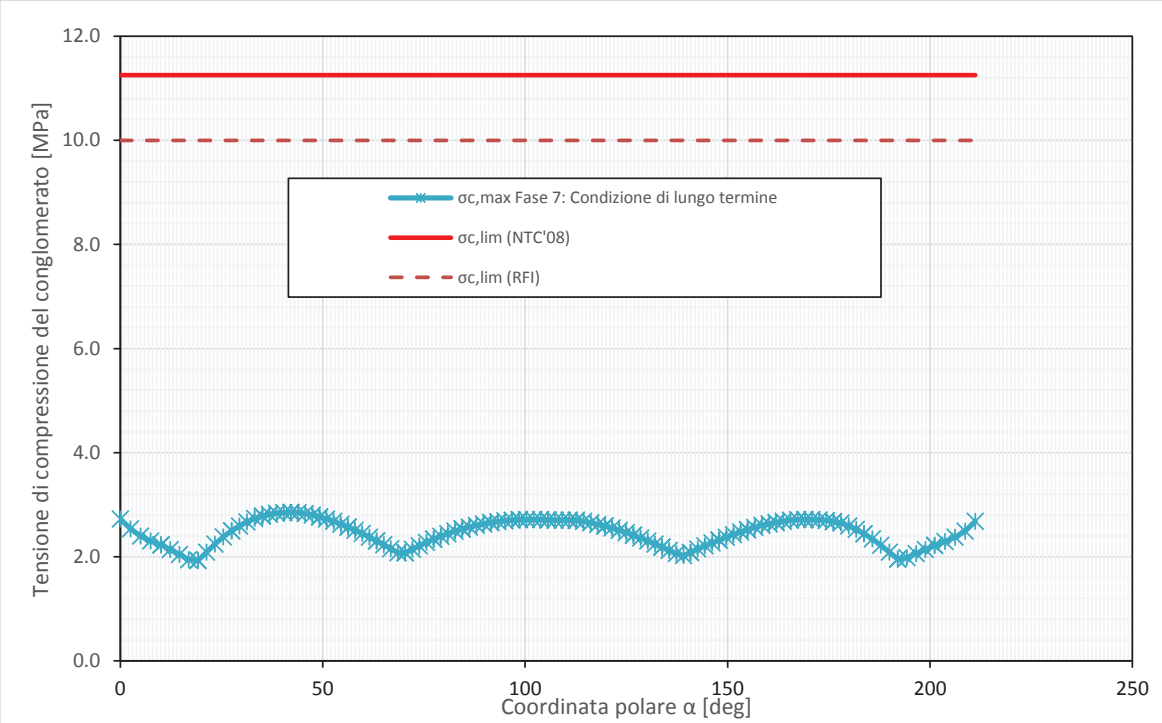


Figura 47 – Verifiche SLE tensione cls calotta – Fase 7

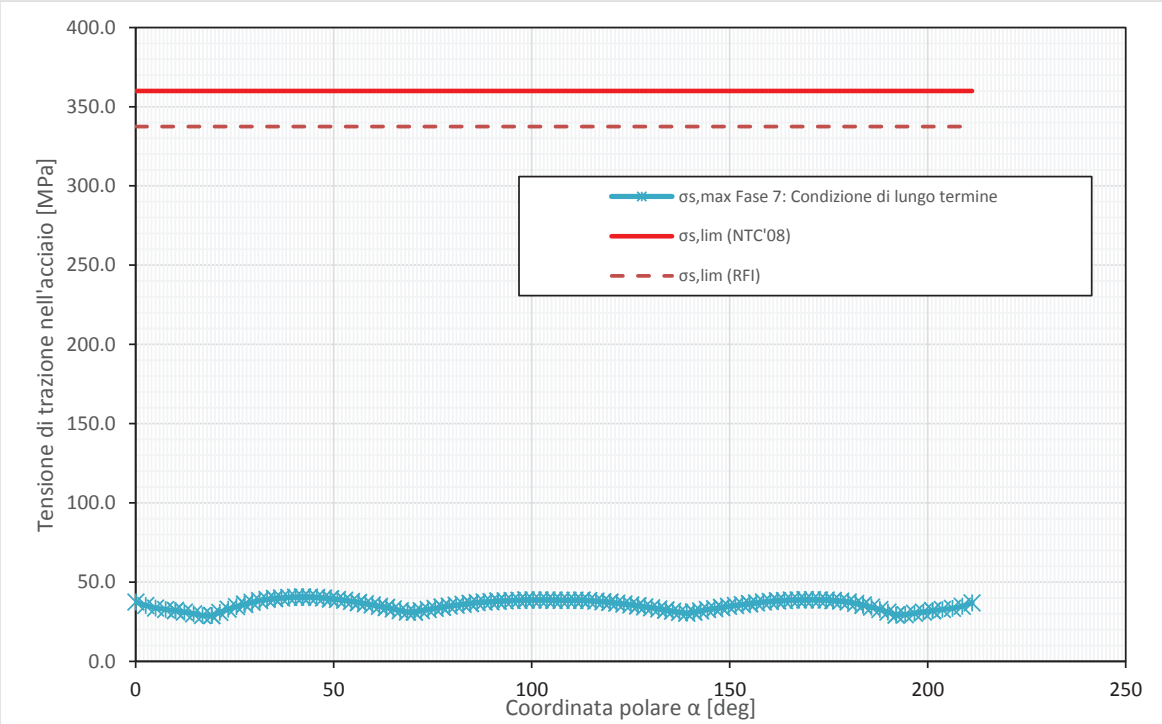


Figura 48 – Verifiche SLE tensione acciaio calotta – Fase 7

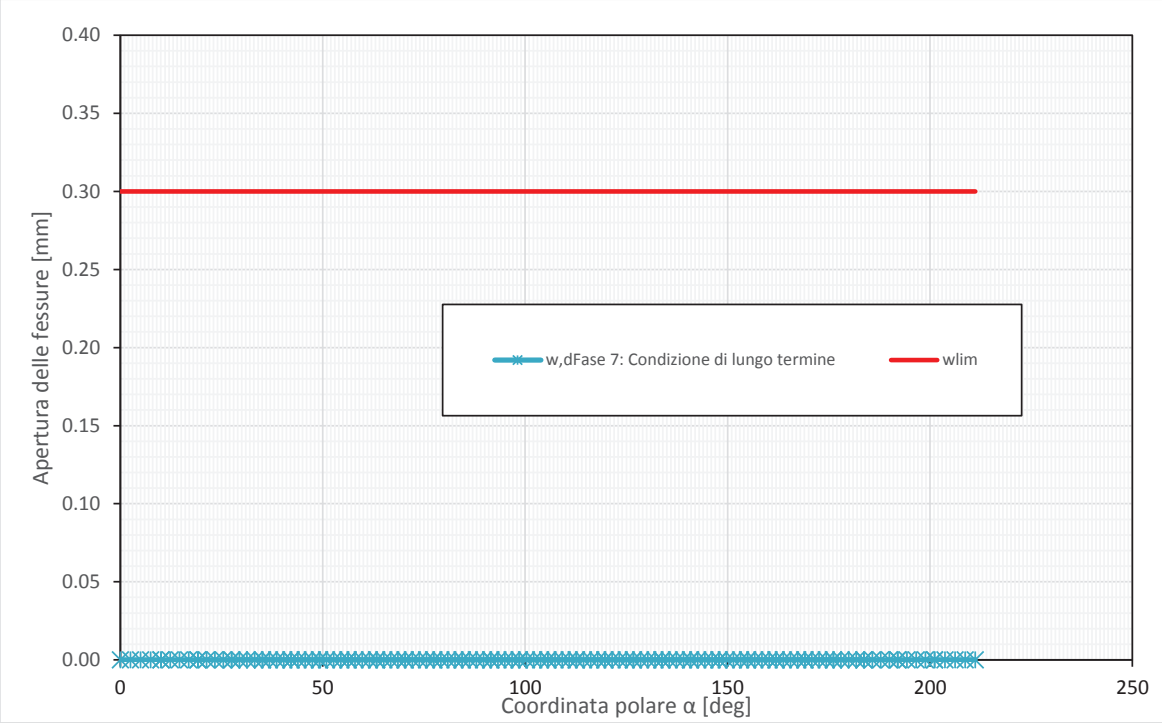


Figura 49 – Verifiche SLE fessurazione calotta – Fase 7

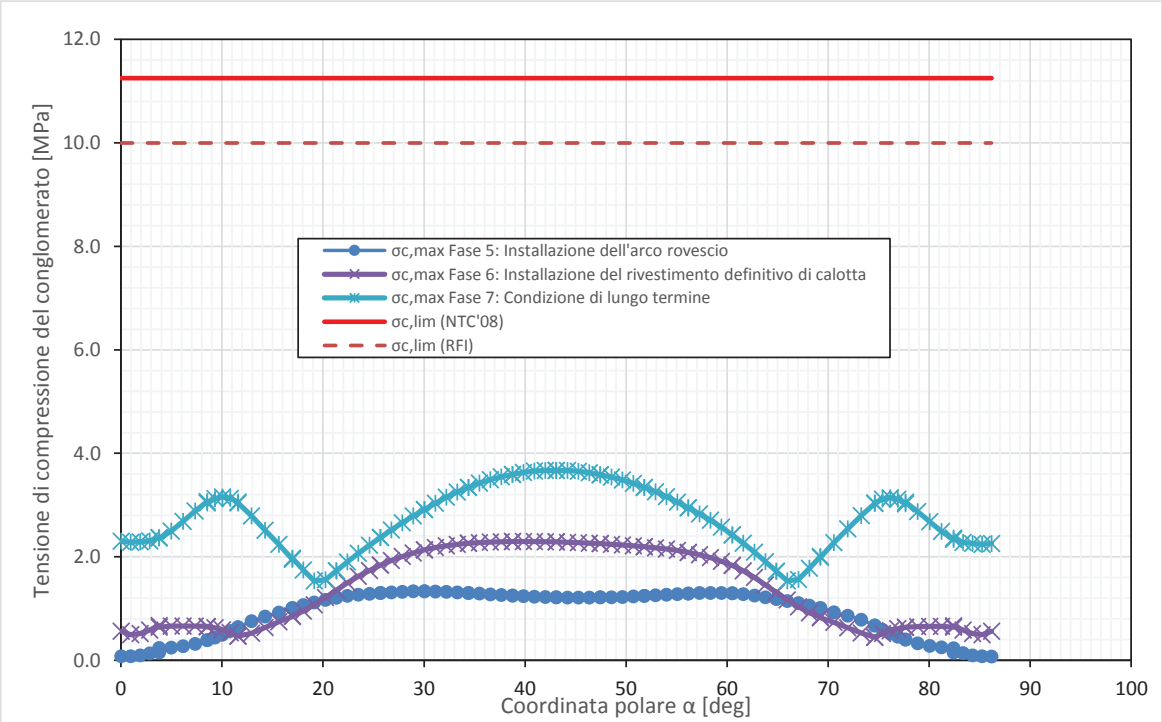


Figura 50 – Verifiche SLE tensione cls arco rovescio – Fase 5, 6 e 7

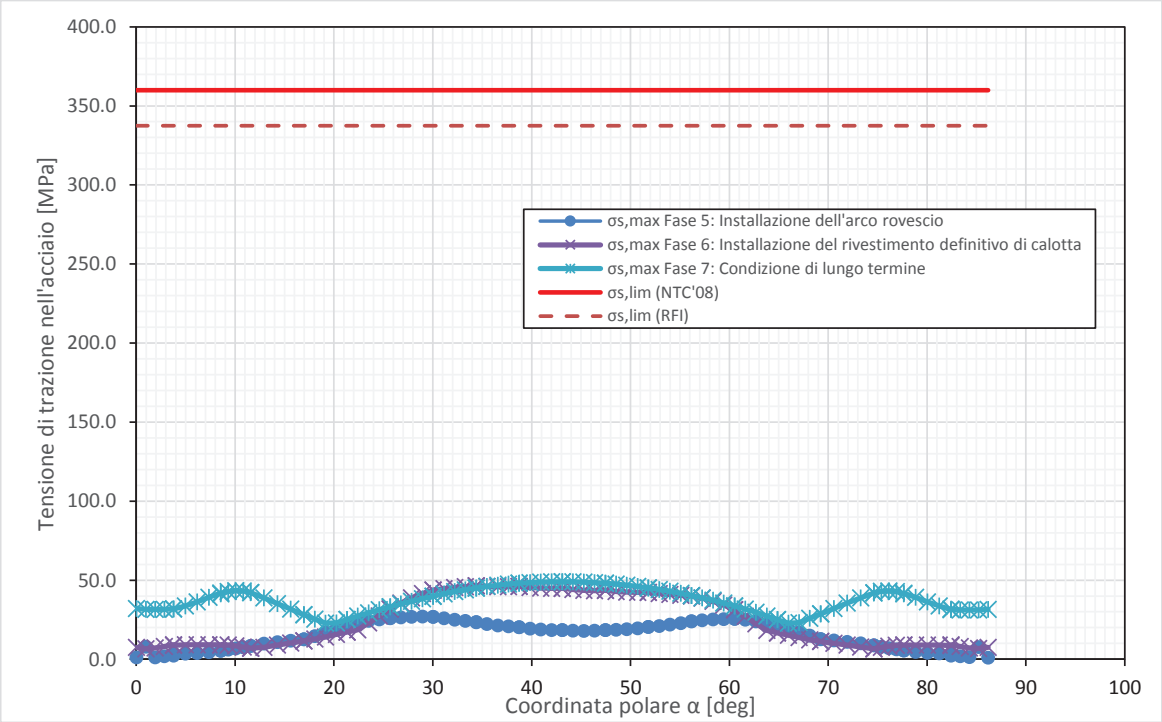


Figura 51 – Verifiche SLE tensione acciaio arco rovescio – Fase 5, 6 e 7

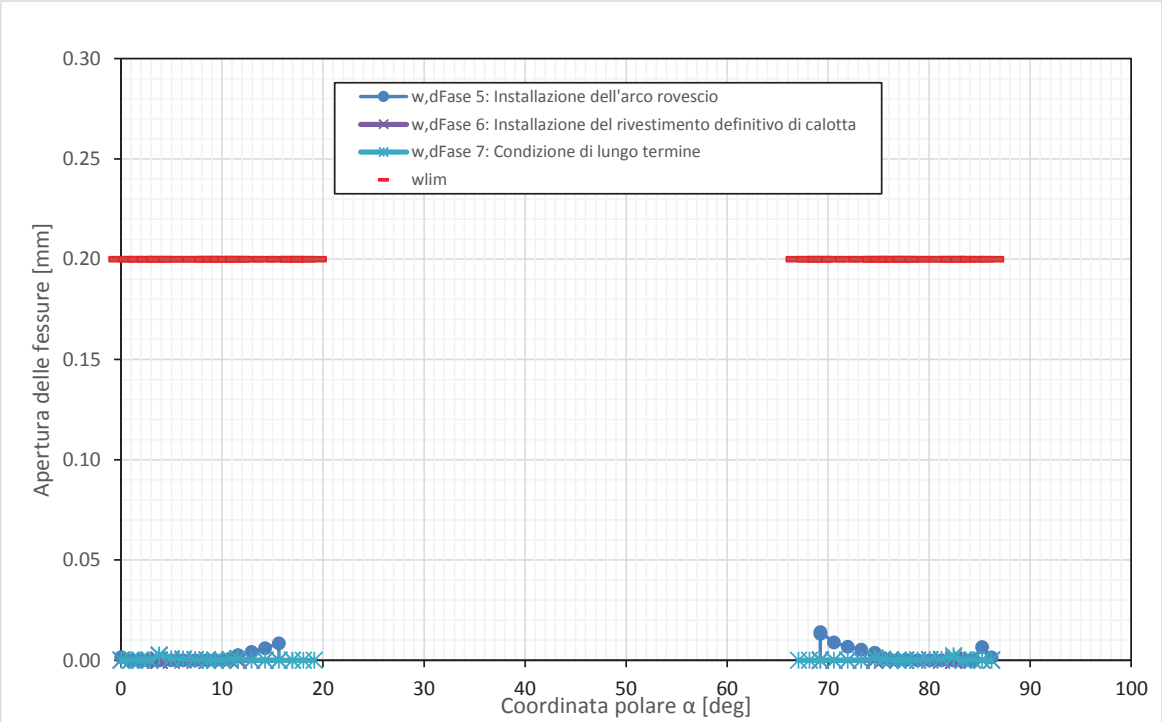


Figura 52 - Verifiche SLE fessurazione estradosso arco rovescio – Fase 5, 6 e 7

I risultati delle analisi sono tutti riassunti in tabelle; input e output grafici del modello di calcolo sono riportati integralmente in All. [3].

10.3.4 *Sezione C1m*

10.3.4.1 Stabilità del fronte e del cavo

Nel seguito si riassumono i dati di input utilizzati per le analisi di stabilità del fronte della sezione tipo C1 pk. 35+910 km (D3 in fase di diagnosi) eseguita con il metodo all'equilibrio limite di Tamez (1984).

Per quanto riguarda le dimensioni di scavo, tenendo conto della geometria tronco-conica della sezione tipo, si è assunta una larghezza *b* pari a 14.5 m, altezza *h* pari a 11.4 m e lunghezza del tratto non sostenuto *a* pari a 1 m. Si registra la presenza della falda alla quota del piano campagna. Le caratteristiche geotecniche sono riportate di seguito.

Sez. di calcolo	Unità	H [m]	γ [kN/m^3]	c'_{kp} [MPa]	φ'_{kp} [°]
C1m	bn	10.0	20.0	0.01	35

H = copertura rispetto al piano dei centri della galleria
γ = peso dell'unità di volume dell'ammasso
c'_{kp} = valore caratteristico della coesione efficace di picco dell'ammasso
φ'_{kp} = valore caratteristico dell'angolo di attrito di picco dell'ammasso

Di seguito i calcoli effettuati per la valutazione dell'incremento di coesione equivalente al fronte, ottenuto come media pesata tra l'incremento indotto dai microtrattamenti in jet-grouting armati con elementi strutturali in VTR, realizzati nei depositi incoerenti, e l'incremento indotto dal consolidamento in VTR, realizzato nei limi argillosi.

n_{jet}	L_A	φ_{jet}	τ_{bk}	σ_{3A}^{jet}	A_{VTR}	f_{tk}	σ_{3B}^{VTR}	σ_3	$\Delta c'_k$
[-]	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[m^2]	[MPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
32	11	0.3	250	1178	1.571E-03	450	321	321	309

n_{jet} = numero di microtrattamenti in jet-grouting armati in VTR
L_A = lunghezza minima di sovrapposizione micro-jet
ϕ_{jet} = diametro del micro-jet
τ_{bk} = tensione di aderenza all'interfaccia col terreno
σ_{3A}^{jet} = resistenza a sfilamento micro-jet
A_{VTR} = area del VTR
f_{tk} = resistenza a trazione del VTR
σ_{3B}^{VTR} = resistenza a rottura dell'elemento strutturale in VTR
σ_3 = tensione minima resistente al fronte
$\Delta c'_k$ = coesione caratteristica equivalente indotta dall'intervento di consolidamento del fronte

Tabella 30 - Effetti dei consolidamenti nelle bn

n_{VTR}	L_A	φ_{perf}	τ_{bk}	σ_{3A}^{VTR}	A_{VTR}	f_{tk}	σ_{3B}^{VTR}	σ_3	$\Delta c'_k$
[-]	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[m^2]	[MPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
17	11	0.1	0.15	181	7.200E-04	900	227	181	142

n_{VTR} = numero di VTR al fronte
L_A = lunghezza minima di sovrapposizione del VTR
ϕ_{perf} = diametro di perforazione
τ_{bk} = tensione di aderenza all'interfaccia col terreno
σ_{3A}^{VTR} = resistenza a sfilamento dell'elemento strutturale in VTR
A_{VTR} = area del VTR
f_{tk} = resistenza a trazione del VTR
σ_{3B}^{VTR} = resistenza a rottura dell'elemento strutturale in VTR
σ_3 = tensione minima resistente al fronte
$\Delta c'_k$ = coesione caratteristica equivalente indotta dall'intervento di consolidamento del fronte

Tabella 31 - Effetti dei consolidamenti nelle MDL3

Per ciò che concerne gli interventi di consolidamento al contorno si riportano nella tabella seguente lo spessore e le caratteristiche del materiale consolidato con colonne in jet-grouting.

$\sigma_{c,jet}$	φ'_k	c'_k	s_{jet}	
			calotta /piedritti	piede centina
[MPa]	[°]	[kPa]	[m]	

2.50	35	651	0.4	0.6

$\sigma_{c,jet}$ = *resistenza caratteristica a compressione monoassiale del jet-grouting*

φ'_K = *angolo d'attrito efficace caratteristico del materiale al contorno*

c'_k = *coesione caratteristica equivalente indotta dall'intervento di consolidamento al contorno*

s_{jet} = *spessore dell'intervento in jet-grouting*

In Tabella 32 oltre ai valori dei rapporti tra azioni sollecitanti e stabilizzanti (FSF e FSF_3), sono evidenziati anche i parametri equivalenti di progetto ($\gamma_{d,eq}$, $c'_{d,eq}$, $\varphi'_{d,eq}$) per il materiale presente al fronte di scavo e quello al di sopra della calotta, calcolati per omogeneizzazione sulla base della stratigrafia di calcolo, dell'effetto dei consolidamenti e dell'applicazione dei coefficienti parziali.

Sez. di calcolo	C	Parametri equivalenti al fronte			Parametri equivalenti sulla calotta			h1	FSF	FSF_3
		$\gamma_{d,eq}$	$c'_{d,eq}$	$\varphi'_{d,eq}$	$\gamma_{d,eq}$	$c'_{d,eq}$	$\varphi'_{d,eq}$			
	[m]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[m]	[-]	[-]
C1m	10.0	20.0	192.80	29.26	20.0	36.19	29.26	10.0	3.84	3.87

Tabella 32 - Verifica di stabilità del fronte con il metodo di Tamez

L'analisi evidenzia che, anche con l'applicazione dei coefficienti parziali corrispondenti alla combinazione A2+M2+R2 e quindi con i valori di progetto, i rapporti FSF e FSF_3 sono maggiori di 2: la verifica di stabilità del fronte è soddisfatta.

10.3.4.2 Interazione opera-terreno

Per le verifiche del rivestimento provvisorio e definitivo della sezione C1m si rimanda all'analisi riportata nella relazione geotecnica e di calcolo della Galleria Limata (Rif. [52]).

10.3.5 *Sezione C1bis*

10.3.5.1 Stabilità del fronte e del cavo

Nel seguito si riassumono i dati di input utilizzati per le analisi di stabilità del fronte della sezione tipo C1bis pk. 35+910 km (D3 in fase di diagnosi) eseguita con il metodo all'equilibrio limite di Tamez (1984).

Per quanto riguarda le dimensioni di scavo, tenendo conto della geometria tronco-conica della sezione tipo, si è assunta una larghezza *b* pari a 14.3 m, altezza *h* pari a 11.4 m e lunghezza del tratto non sostenuto *a* pari a 1 m. Si registra la presenza della falda alla quota del piano campagna. Le caratteristiche geotecniche sono riportate di seguito.

Sez. di calcolo	Unità	H [m]	γ [kN/m^3]	$c'_{k\,p}$ [MPa]	$\varphi'_{k\,p}$ [°]
C1bis	bn	10.0	20.0	0.01	35

H = copertura rispetto al piano dei centri della galleria

γ = peso dell'unità di volume dell'ammasso

$c'_{k\,p}$ = valore caratteristico della coesione efficace di picco dell'ammasso

$\varphi'_{k\,p}$ = valore caratteristico dell'angolo di attrito di picco dell'ammasso

Di seguito i calcoli effettuati per la valutazione dell'incremento di coesione equivalente al fronte, ottenuto come media pesata tra l'incremento indotto dai microtrattamenti in jet-grouting armati con elementi strutturali in VTR, realizzati nei depositi incoerenti, e l'incremento indotto dal consolidamento in VTR, realizzato nei limi argillosi.

n_{jet}	L_A	φ_{jet}	τ_{bk}	σ_{3A}^{jet}	A_{VTR}	f_{tk}	σ_{3B}^{VTR}	σ_3	$\Delta c'_k$
[-]	[m]	[m]	[kPa]	[kPa]	[m^2]	[MPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
50	9	0.3	250	883	1.571E-03	450	294	294	283

n_{jet} = *numero di microtrattamenti in jet-grouting armati in VTR*
L_A = *lunghezza minima di sovrapposizione micro-jet*
φ_{jet} = *diametro del micro-jet*
τ_{bk} = *tensione di aderenza all'interfaccia col terreno*
σ_{3A}^{jet} = *resistenza a sfilamento micro-jet*
A_{VTR} = *area del VTR*
f_{tk} = *resistenza a trazione del VTR*
σ_{3B}^{VTR} = *resistenza a rottura dell'elemento strutturale in VTR*
σ_3 = *tensione minima resistente al fronte*
$\Delta c'_k$ = *coesione caratteristica equivalente indotta dall'intervento di consolidamento del fronte*

Per ciò che concerne gli interventi di consolidamento al contorno si riportano nella tabella seguente lo spessore e le caratteristiche del materiale consolidato con colonne in jet-grouting.

$\sigma_{c,jet}$	φ'_K	c'_k	s_{jet}	
			calotta /piedritti	piede centina
[MPa]	[°]	[kPa]	[m]	
2.50	35	651	0.4	0.6

$\sigma_{c,jet}$ = *resistenza caratteristica a compressione monoassiale del jet-grouting*
φ'_K = *angolo d'attrito efficace caratteristico del materiale al contorno*
c'_k = *coesione caratteristica equivalente indotta dall'intervento di consolidamento al contorno*
s_{jet} = *spessore dell'intervento in jet-grouting*

In Tabella 33 oltre ai valori dei rapporti tra azioni sollecitanti e stabilizzanti (FSF e FSF_3), sono evidenziati anche i parametri equivalenti di progetto ($\gamma_{d,eq}$, $c'_{d,eq}$, $\varphi'_{d,eq}$) per il materiale presente al fronte di scavo e quello al di sopra della calotta, calcolati per omogeneizzazione sulla base della stratigrafia di calcolo, dell'effetto dei consolidamenti e dell'applicazione dei coefficienti parziali.

Sez. di calcolo	C	Parametri equivalenti al fronte			Parametri equivalenti sulla calotta			h1	FSF	FSF_3
		$\gamma_{d,eq}$	$c'_{d,eq}$	$\varphi'_{d,eq}$	$\gamma_{d,eq}$	$c'_{d,eq}$	$\varphi'_{d,eq}$			
	[m]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[m]	[-]	[-]

C1bis	10.0	20.0	234.40	29.26	20.0	28.51	29.26	10.0	4.51	3.05

Tabella 33 - Verifica di stabilità del fronte con il metodo di Tamez

L'analisi evidenzia che, anche con l'applicazione dei coefficienti parziali corrispondenti alla combinazione A2+M2+R2 e quindi con i valori di progetto, i rapporti FSF e FSF_3 sono maggiori di 2: la verifica di stabilità del fronte è soddisfatta.

10.3.5.2 Interazione opera-terreno

La sezione C1bis ha le medesime caratteristiche strutturali del rivestimento provvisorio e definitivo della sezione C1m, a cui si rimanda (paragrafo 10.3.4.2).

10.3.6 *Sezione C3*

10.3.6.1 Stabilità del fronte e del cavo

Nel seguito si riassumono i dati di input utilizzati per le analisi di stabilità del fronte della sezione tipo C3 pk. 36+050 km (D4 in fase di diagnosi) eseguita con il metodo all'equilibrio limite di Tamez (1984).

Per quanto riguarda le dimensioni di scavo, tenendo conto della geometria cilindrica della sezione tipo, si è assunta una larghezza *b* pari a 12.25 m, altezza *h* pari a 11.1 m e lunghezza del tratto non sostenuto *a* pari a 1 m. Si registra la presenza della falda alla quota del piano campagna. Le caratteristiche geotecniche sono riportate di seguito.

Sez. di calcolo	Unità	H [m]	γ [kN/m^3]	c'$_{k\,p}$ [MPa]	φ'$_{k\,p}$ [°]
C3	bn	10.0	20.0	0.01	35

H = copertura rispetto al piano dei centri della galleria
γ = peso dell'unità di volume dell'ammasso
c'$_{k\,p}$ = valore caratteristico della coesione efficace di picco dell'ammasso
φ'$_{k\,p}$ = valore caratteristico dell'angolo di attrito di picco dell'ammasso

La coesione equivalente al fronte e al contorno deriva dall'intervento di consolidamento che viene realizzato a partire dal piano campagna. L'incremento di coesione è quindi valutato in funzione della geometria delle colonne di jet grouting: si calcola la coesione efficace del jet a partire dalla σ_c pari a 2.5 MPa, e, per ottenere l'incremento al front, si media tale valore in funzione della porzione di area del fronte trattata sul totale, per ottenere, invece, l'incremento al contorno si media l'altezza della colonna di jet sulla copertura totale.

In Tabella 34 oltre ai valori dei rapporti tra azioni sollecitanti e stabilizzanti (FSF e FSF_3), sono evidenziati anche i parametri equivalenti di progetto ($\gamma_{d,eq}$, $c'_{d,eq}$, $\varphi'_{d,eq}$) per il materiale presente al fronte di scavo e quello al di sopra della calotta, calcolati per omogeneizzazione sulla base della stratigrafia di calcolo, dell'effetto dei consolidamenti e dell'applicazione dei coefficienti parziali.

Sez. di calcolo	C	Parametri equivalenti al fronte			Parametri equivalenti sulla calotta			h1	FSF	FSF_3
		$\gamma_{d,eq}$	$c'_{d,eq}$	$\varphi'_{d,eq}$	$\gamma_{d,eq}$	$c'_{d,eq}$	$\varphi'_{d,eq}$			
	[m]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[kN/m^3]	[kPa]	[°]	[m]	[-]	[-]

C3	10.0	20.0	403.61	29.26	20.0	227.65	29.26	10.0	9.61	24.62

Tabella 34 - Verifica di stabilità del fronte con il metodo di Tamez

L'analisi evidenzia che, anche con l'applicazione dei coefficienti parziali corrispondenti alla combinazione A2+M2+R2 e quindi con i valori di progetto, i rapporti FSF e FSF_3 sono maggiori di 2: la verifica di stabilità del fronte è soddisfatta.

10.3.6.2 Interazione opera-terreno

La sezione C3 ha le medesime caratteristiche strutturali del rivestimento provvisorio e definitivo della sezione C1 nella sua configurazione media, a cui si rimanda (paragrafo 10.3.3).

10.4 Rischi potenziali che incidono sulla realizzazione delle gallerie

Di seguito si descrivono le principali criticità, legate al contesto geologico, idrogeologico e geotecnico, che potrebbero avere ripercussioni sulla fase realizzativa delle gallerie, e si illustrano le relative possibili azioni di mitigazione o riduzione del rischio.

La mappatura dei diversi rischi individuati nella fase conoscitiva e la relativa gestione definita nella fase di terapia, sono illustrate in forma sintetica nell'elaborato del profilo geotecnico (Rif. [42]).

10.4.1 *Presenza di gas*

Il tracciato ferroviario del Lotto 2 Telese-San Lorenzo dista circa 2 km dall'abitato di Telese in cui sono presenti numerosi sinkhole, la cui genesi è da imputare soprattutto alla presenza di un reticolo carsico sotterraneo molto sviluppato, strettamente connesso ad oscillazioni del livello di base della falda e a fenomeni speleogenetici ipercarsici per miscelazione di acque ricche di CO2 e H2S e tracce di metano (Corniello & De Riso, 1986).

Alla luce di questo e delle formazioni attraversate dalle gallerie previste in progetto, si richiede una particolare attenzione volta alla problematica inerente la possibilità di intercettare gas naturali nel corso delle fasi di scavo delle opere in sotterraneo.

Preliminarmente, è stata condotta un'analisi bibliografica e storica volta a verificare, in relazione alle differenti unità geologiche individuate e direttamente interessate dal progetto, l'eventuale presenza di termini geologici favorevoli alla presenza di gas.

Successivamente sono state condotte indagini di approndimento (Rif. [14]). In particolare, sono stati eseguiti:

- rilievi di gas a bocca foro durante la perforazione dei sondaggi;
- monitoraggio dell'aria realizzata mediante analizzatore di gas a bocca foro in corrispondenza delle verticali di sondaggio;
- analisi gascromatografica su campioni di acqua prelevati da piezometro.

Un valido strumento che può essere utilizzato per l'approccio al problema legato alla presenza di gas in galleria è rappresentato dal documento redatto dalle regioni Emilia-Romagna e Toscana *"Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3a ed."*, che seppur riferito al solo problema metano, può essere un valido riferimento tecnico in merito al problema dello scavo di gallerie in presenza di gas. Questo documento, sviluppato nel corso e

con i riscontri diretti degli scavi effettuati nell'appennino Tosco Emiliano, durante la realizzazione delle gallerie dell'alta velocità ferroviaria Bologna Firenze, e la variante di valico autostradale, sempre tra Bologna e Firenze, può ragionevolmente essere considerato come "Linea guida per buone pratiche di lavoro nelle costruzioni in sotterraneo".

Nella citata Nota Interregionale, dedicata al problema dello scavo in terreni grisutuosi o sospetti tali, l'eventualità di rinvenire metano in galleria è differenziata in diverse classi (Tabella 35), in base al numero ed al peso attribuito ai parametri che concorrono a caratterizzare la formazione interessata dallo scavo della galleria.

classe 0	Gallerie/tratti per le quali tutti gli elementi oggettivi e documentati di valutazione portano ad escludere che la realizzazione dell'opera possa indurre flussi di grisù dagli ammassi attraversati dall'opera oppure da quelli lontani ma connessi idraulicamente alla galleria.
classe 1a	Gallerie/tratti per le quali tutti gli elementi portano a prevedere come remota la possibilità di flussi di grisù, in base all'assenza di indizi derivanti dalle indagini preliminari (studi e ricerche, analisi della storicità, sondaggi), alle informazioni ottenute nello scavo della porzione d'opera già realizzata, alle considerazioni geologiche e strutturali
classe 1b	Gallerie/tratti per le quali l'analisi geologica strutturale porta a prevedere flussi di grisù, ma non ci sono elementi di riscontro desunti dalle indagini preliminari (studi e ricerche, analisi della storicità, sondaggi) effettuate in fase di progetto e dalla porzione d'opera già realizzata. In definitiva le manifestazioni gassose sono possibili ma con portate prevedibilmente modeste o con modalità che si ritiene non portino a condizioni di rischio
classe 1c	Gallerie/tratti per le quali le indagini bibliografiche, storiche (storicità delle manifestazioni spontanee e degli interventi industriali per la produzione di idrocarburi, dei fenomeni registrati nell'esecuzione di altre opere, ecc.) e le indagini sperimentali di superficie e profonde (sondaggi, pozzi, cunicoli, indagini geofisiche, ecc.) fanno presumere che i lavori di scavo possano indurre flussi di grisù discontinui e poco frequenti e quindi tali da far ritenere l'emissione eccezionale. Situazioni del genere sono tipiche di serbatoi di idrocarburi isolati e di dimensioni limitate in collegamento idraulico con l'opera. Tali serbatoi hanno forma e dimensioni molto varie e distribuzione spaziale casuale ed imprevedibile e possono far affluire gas in galleria con portate molto varie non escluse quelle a carattere massivo.
classe 2	Gallerie/tratti per le quali le indagini bibliografiche, storiche (storicità delle manifestazioni spontanee e degli interventi industriali per la produzione di idrocarburi, dei fenomeni registrati nell'esecuzione di altre opere) e le indagini sperimentali di superficie e profonde (sondaggi, pozzi, cunicoli, indagini geofisiche, ecc.), fanno ritenere che, a causa della realizzazione degli scavi, siano probabili afflussi significativi di grisù in galleria in corrispondenza di strutture geologiche, tecnicamente note come potenziali trappole di idrocarburi (anticlinali, fasce di intensa fratturazione in corrispondenza delle zone di accavallamento tettonico, ecc.). Attraversando le trappole, o comunque a causa del collegamento idraulico con esse realizzato a seguito dello scavo, sono da attendersi flussi di grisù continui oppure discontinui ma con frequenza tale da non farli ritenere un evento eccezionale.

Tabella 35 - Classificazione delle gallerie sul rischio metano secondo la Nota Interregionale n. 28 "Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3ª edizione" (NIR 28)

In funzione dei risultati derivanti dall'analisi bibliografica e storica e dalle indagini di approfondimento, è stato possibile associare, quindi, ad ogni galleria di linea e uscita di emergenza della tratta una classe di rischio gas come definita in Tabella 35.

Lo scavo della galleria S. Lorenzo, che interessa principalmente i depositi alluvionali terrazzati (bn) poggianti sui depositi lacustri dell'unità di Maddaloni (MDL3), è caratterizzata da classe di rischio 1A.

Per le misure di sicurezza da adottare in fase di scavo e per gli interventi atti a mitigare il rischio di presenza di gas nella fase di realizzazione delle gallerie, si rimanda al *Piano di Sicurezza e Coordinamento* (PSC).

10.4.2 *Venute d'acqua/Carico idraulico elevato*

Il potenziale rischio di venute d'acqua in galleria in fase di scavo è stato definito in funzione dei principali caratteri idrogeologici delle formazioni di interesse. Tale rischio dipende dalla conducibilità idraulica dei materiali attraversati, dal carico idraulico e dall'eventuale presenza di zone di faglia e di discontinuità.

In corrispondenza dei terrazzi morfologici interessati dalla realizzazione della galleria S. Lorenzo, i dati piezometrici a disposizione hanno evidenziato la presenza di una falda freatica posta all'interno dei terreni ghiaio-sabbiosi e sabbio-limosi dei depositi alluvionali (bn), la cui quota del pelo libero segue l'andamento plano-altimetrico del contatto stratigrafico con i sottostanti depositi fluvio-lacustri in facies pelitica dell'Unità di Maddaloni (MDL3) (Rif. [14]). Difatti, la superficie piezometrica si presenta a quota cavo e, nei tratti dove il cavo intercetta i depositi pelitici, al di sopra della calotta.

Nonostante la medio-bassa permeabilità (paragrafi 8.3.1.3 e 8.3.2.3) che riduce il rischio di venute d'acqua, per consentire l'avanzamento in sicurezza nei tratti sopra descritti e per minimizzare ulteriormente il rischio di venute d'acqua, le sezioni tipo di scavo e consolidamento prevedono l'esecuzione di drenaggi al fronte (3+3) e l'impermeabilizzazione a tergo del rivestimento definitivo di calotta.

10.4.3 *Instabilità del fronte e del cavo*

Potenziali rischi di instabilità del fronte e del cavo possono interessare le tratte di galleria a basse coperture, che riguardano le zone di imbocco e di fondovalle, e quelle di transizione litologica.

In tali condizioni, l'avanzamento avverrà con l'esecuzione di interventi di preconsolidamento al fronte e al contorno in grado di controllare lo sviluppo dei fenomeni deformativi indotti dallo scavo e prevenire lo sviluppo di eventuali meccanismi di collasso. Nel caso di basse coperture, in cui siano presenti delle interferenze in superficie, dovrà essere implementato un opportuno piano di monitoraggio per il controllo dei cedimenti indotti a piano campagna e degli effetti deformativi sulle interferenze stesse, sulla base dei risultati delle analisi di interferenza (Rif. [53]).

10.4.4 *Fenomeni di subsidenza/interferenza con opere preesistenti*

Oltre all'interferenza con una viabilità locale a destinazione particolare in corrispondenza dell'imbocco lato Cancello che sormonterà in sistemazione definitiva il tratto di galleria artificiale scatolare, la galleria naturale S. Lorenzo sottoattraversa il torrente Ianare circa alla pk 35+970 km con coperture di circa 8 m.

Considerate le basse coperture che caratterizzano la galleria naturale in questo tratto, e la presenza del torrente Ianare, si prevede la predisposizione di un'opera idraulica che consenta, nella fase di scavo della galleria al di sotto dell'alveo originario, di poter deviare provvisoriamente il corso del torrente Ianare al di sopra del tratto di galleria già realizzata e rivestita (per i dettagli si rimanda agli elaborati di progetto Rif. [48], Rif. [49] e Rif. [50]).

Per ridurre i tempi di scavo e garantire lo spostamento del torrente, si prevede inoltre nel tratto tra la progressiva km 36+000 e km 36+110 la realizzazione di un intervento da p.c. mediante jet grouting propedeutico allo scavo della galleria di linea: il trattamento consiste in una maglia di colonne in jet grouting di tipo bifluido.

La galleria, inoltre, sottoattraversa edifici agricoli e civili abitazioni. La stima degli effetti prodotti sulle interferenze a piano campagna dalla realizzazione della galleria è stata condotta seguendo il metodo semplificato della trave equivalente (Rif. [31], Rif. [32]). Da tale metodo è possibile procedere alla valutazione del livello di danno sull'interferenza, a partire dal profilo dei cedimenti. Con riferimento alla deformazione limite di estensione, per la classificazione del danno si è fatto riferimento alle categorie di Boscardin e Cording (1989) (Rif. [33]). Per valori delle deformazioni di estensione entro i limiti della categoria di danno 2, sono attesi solo danni estetici e si garantisce la funzionalità dell'interferenza stessa. Gli edifici interferenti con lo scavo della galleria S. Lorenzo sono caratterizzati da categoria di danno pari a 0. Per maggiori dettagli si rimanda alla "Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie" (Rif. [53]).

11 FASE DI VERIFICA E MESSA A PUNTO DEL PROGETTO

11.1 Monitoraggio in corso d'opera

Nella fase realizzativa dovrà essere posto in opera un adeguato programma di monitoraggio che consenta di:

- confermare le sezioni tipo previste per le tratte omogenee, come da profilo geotecnico, secondo i criteri di applicazione definiti in progetto;
- definire le variazione degli interventi da effettuarsi nell'ambito delle variabilità previste in progetto sulla base di quanto riscontrato in fase di scavo;
- definire il passaggio tra una sezione tipo ed un'altra presente nel progetto all'interno delle tratte omogenee.

Se necessario, il piano di monitoraggio dovrà prevedere anche il controllo degli effetti prodotti dallo scavo in superficie.

Il piano di monitoraggio deve prevedere:

- il rilievo analitico e speditivo del fronte di scavo;
- il controllo della convergenza del cavo, mediante installazione di stazioni di convergenza con 5 mire. Il numero delle sezioni di misura è specificato in Tabella 36 per le diverse sezioni tipo. Le sezioni devono essere ubicate in prossimità del fronte scavo, la lettura di zero deve essere eseguita prima della ripresa dell'avanzamento per lo scavo del campo successivo, e le letture successive dovranno essere eseguite con frequenza almeno giornaliera fino alla completa stabilizzazione delle misure.
- il controllo dell'estrusione del fronte, mediante installazione di estrusometri con lunghezza e frequenza di misura indicate in Tabella 36;
- il monitoraggio dello sforzo assiale nelle centine del rivestimento di prima fase mediante celle di carico, come definito negli elaborati di progetto pertinenti;
- il monitoraggio delle deformazioni del rivestimento definitivo mediante barrette estensimetriche, come definito negli elaborati di progetto pertinenti;
- in corrispondenza degli imbocchi e nelle zone di bassa copertura, il controllo degli spostamenti del piano campagna, mediante installazione di sezioni di misura topografica disposte trasversalmente all'asse della galleria, costituite da almeno 5 capisaldi;
- il controllo topografico degli spostamenti degli edifici interferenti;
- il controllo delle deformazioni dell'ammasso al contorno della galleria mediante stazioni strumentate geotecniche costituite da inclinometri ed estensimetri;
- il controllo delle variazioni del regime delle pressioni interstiziali nel terreno al contorno della galleria mediante piezometri Casagrande o celle piezometriche, in funzione del contesto geotecnico.

I dati di monitoraggio dovranno essere inseriti in una piattaforma Web-GIS, in modo tale da garantire l'esame tempestivo e continuativo dei dati rilevati e la trasmissione sistematica dei dati e delle elaborazioni, avendo precedentemente definito ed assegnato le responsabilità per la lettura, l'elaborazione e l'interpretazione dei dati di monitoraggio, nonché per la loro distribuzione.

Le grandezze individuate come rappresentative dovranno essere rilevate e controllate con un sistema di misura che abbia un grado di precisione compatibile con i valori attesi per le grandezze sopra dette.

Gli strumenti di misura utilizzati dovranno permettere di garantire la precisione e l'affidabilità delle letture in modo da non essere influenzati in modo significativo da cambiamenti di temperatura, umidità, corrente elettrica e vibrazioni indotte.

La strumentazione di monitoraggio dovrà essere installata e predisposta all'uso con sufficiente anticipo rispetto all'arrivo degli scavi e dei consolidamenti in modo da poter effettuare le necessarie misure di zero.

<table>
<tr><th rowspan="2">Sezione tipo</th><th colspan="2">Misure di convergenza</th><th>Rilievi del fronte</th><th>Estrusometro</th></tr>
<tr><th>Frequenza sezioni</th><th>Frequenza misure</th><th>Frequenza (*)</th><th></th></tr>
<tr><td>B1</td><td>1 ogni campo</td><td>1 lettura al giorno nella settimana successiva alla lettura di "zero" e 1 lettura ogni 3 giorni fino al getto del rivestimento definitivo o a completa stabilizzazione delle misure</td><td>1 ogni campo</td><td>L=35m ogni 2 campi con 2 letture per ogni campo</td></tr>
<tr><td>C1</td><td>1 ogni campo</td><td rowspan="4">1 lettura al giorno oltre la lettura di "zero" fino al getto del rivestimento definitivo o a completa stabilizzazione delle misure</td><td>1 ogni campo</td><td>-</td></tr>
<tr><td>C1bis</td><td>1 ogni mezzo campo</td><td>1 ogni campo</td><td>-</td></tr>
<tr><td>C1m</td><td>1 ogni mezzo campo</td><td>1 ogni campo</td><td>L=35m ogni campo e 2 letture per ogni campo</td></tr>
<tr><td>C3</td><td>1 ogni campo</td><td>1 ogni campo</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5">(*) sempre al cambio di litologia</td></tr>
</table>

Tabella 36 - Programma di monitoraggio

11.2 Criteri generali per l'applicazione delle sezioni tipo

Sono di seguito illustrati i criteri che dovranno essere adottati in corso d'opera per l'applicazione delle sezioni tipo e la gestione delle variabilità, nell'ambito delle previsioni del progetto, che sono sintetizzate nei valori attesi delle grandezze caratteristiche. I valori attesi dei fenomeni deformativi al fronte, al cavo e al piano campagna (ove pertinente) sono individuati in funzione dei risultati delle analisi numeriche, di esperienze in contesti analoghi e di dati di letteratura (Tabella 37).

In corso d'opera, i rilievi del fronte e i dati di monitoraggio della risposta deformativa del fronte e del cavo, correlati alle fasi di avanzamento, sono confrontati con le previsioni progettuali (i valori attesi) per consentire la verifica e la messa a punto del progetto con i criteri di seguito descritti:

1. Le condizioni geologiche e geotecniche rilevabili al fronte corrispondono con quanto previsto in progetto e la risposta deformativa rientra nel campo dei valori attesi: la previsione progettuale è confermata, si procede con la sezione tipo media prevista per la tratta.

2. La risposta deformativa non rientra nel campo di accettabilità definito in progetto: la sezione tipo prevista per la tratta è ottimizzata secondo le definite variabilità, che consistono in: aumento/diminuzione (±20%) degli interventi di preconsolidamento, diminuzione/aumento dell'interasse delle centine (±20% del passo medio), diminuzione/aumento delle distanze del rivestimento definitivo dal fronte di scavo.

3. Le condizioni geologiche e geotecniche osservate sono sensibilmente differenti da quelle ipotizzate e la risposta deformativa non rientra nel campo di accettabilità definito in progetto: si passa ad una diversa sezione tipo, tra quelle definite in progetto come "sezioni eventuali" per quella tratta.

		VALORI ATTESI		
Sezione tipo	Formazione	Convergenza radiale(*) (mm)	Estrusione cumulativa totale (mm)	Cedimenti piano campagna (mm)
B1	bn	30	40	30
C1	bn	10	-	20
C1bis	bn	10	-	30
C1m	bn/MDL3	10	45	30
C3	bn	10	-	30
(*) convergenza radiale depurata della preconvergenza				

Tabella 37 - Previsioni progettuali

12 CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono state affrontate le problematiche progettuali connesse con la realizzazione della galleria S Lorenzo, inclusa nel raddoppio ferroviario della linea Cancello-Benevento sull'itinerario Napoli-Bari, ed in particolare nel secondo sublotto funzionale da Telese (km 27+700) fino all'impianto del PC di San Lorenzo (km 39+050) facente parte del secondo lotto funzionale della tratta compreso tra la Stazione di Frasso Telesino/Dugenta (km 16+500 km) e l'impianto di Vitulano (km 46+950.00).

La progettazione delle opere in sotterraneo, è stata condotta secondo il metodo ADECO-RS (Rif. [27]), articolandosi nelle seguenti fasi:

1. Fase conoscitiva (cap. 7): questa fase è stata dedicata allo studio e all'analisi del contesto geologico e geotecnico di inserimento in cui sarà realizzata la galleria, considerati anche i dati relativi alle precedenti fasi progettuali, ed ha portato alla definizione del modello geotecnico di sottosuolo utilizzato per le successive fasi del progetto.

2. Fase di diagnosi (cap. 8): in questa fase è stata eseguita la valutazione della risposta deformativa dell'ammasso allo scavo in assenza di interventi di stabilizzazione, per la determinazione delle categorie di comportamento; sulla base delle analisi condotte l'intero tracciato della galleria è stato suddiviso in tratte omogenenee distinguendo tratte con comportamento del nucleo-fronte di scavo di categoria C (instabile) e tratte con comportamento di categoria B (stabile a breve termine).

3. Fase di terapia (cap. 9): sulla base dei risultati delle precedenti fasi progettuali, per realizzare l'opera in condizioni di sicurezza sono state individuate 5 sezioni tipo di intervento denominate B1, C1, C1bis, C1m e C3. Tali soluzioni progettuali sono state analizzate verificandone adeguatezza ed efficacia in tutte le fasi costruttive previste ed in condizioni di esercizio.

Il progetto è completato dal piano di monitoraggio (cap. 10) da predisporre ed attuare nella fase realizzativa, nel quale sono individuati i valori delle grandezze fisiche a cui riferirsi in corso d'opera per controllare la risposta deformativa dell'ammasso e della galleria al procedere dello scavo, verificarne la rispondenza con le previsioni progettuali e mettere a punto le sezioni tipo individuate nell'ambito delle variabilità previste.

ALLEGATO 1

TITOLO	Analisi con il metodo dell'equilibrio limite per la fase di diagnosi e terapia
TIPO DI DOCUMENTO:	Documento - Formato A4
CODIFICA:	-
PAGINE:	19
DATA:	Dicembre 2017
SORGENTE:	U.O. Gallerie Italferr S.p.A.
NOTE:	-

1 DIAGNOSI

1.1 Sez. D1

Metodo di Tamez

DATI GEOMETRICI		
Z (m)	**70.0**	*copertura sulla calotta*
W (m)	**62.0**	*profondità superficie piezometrica da piano campagna; in assenza di falda indicare W=Z*
h (m)	**12.8**	*altezza dello scavo*
b (m)	**12.8**	*larghezza dello scavo*
a (m)	**1.0**	*lunghezza non sostenuta*
DATI GEOTECNICI		
γ_1 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h $_1$)*
γ_2 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
C_1 (kPa)	**32.0**	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
C_2 (kPa)	**32.0**	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h $_1$*
C_{2m} (kPa)	**32.0**	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
ϕ_m (°)	**37.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
ϕ (°)	**37.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h $_1$*
DATI PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI TERRENO POTENZIALMENTE INSTABILE		
ϕ_m (°)	37.00	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
C_{2m} (kPa)	32.00	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
σ_c (kPa)	128.4	$\sigma_c = 2c\sqrt{Kp}$
f	1.003	$f = \begin{cases} tg\varphi_m & \text{se c'} = 0 \\ tg\varphi_m + \dfrac{c'}{\sigma_c} & \text{se c'} \neq 0 \end{cases}$
l (m)	6.382	$l = h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
B (m)	25.564	$B = b + 2h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
h_1 (m)	21.760	$h_1 = 1.7B$ o $h_1 = Z$ *se h $_1$>Z*
s (m)	0.000	$S = Z - W - h_1$ *coefficiente che entra nel calcolo di* τ_{m2} *e* τ_{m3}
DATI PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI STABILITA'		
ϕ (°)	37.00	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h $_1$*
C_2 (kPa)	32.00	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h $_1$*
C_1 (kPa)	32.00	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
γ_w (kN/m^3)	10	*peso dell'unità di volume dell'acqua*
γ_1 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h $_1$)*
γ_2 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
K_0 (-)	**0.56**	*coefficiente di spinta a riposo* **0.398185**
K_A (-)	**0.4**	*coefficiente di spinta attiva* **0.249**
Z/h (-)	5.5	*discriminante galleria superficiale/galleria profonda Z/h=3*
U (kPa)	80	$U = \gamma_w (Z - W)$
γ*Z (kPa)	1400	

τ_{m2} (kPa)	**429**	$\tau_{m2}=\begin{cases}\bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] \\ \bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)+\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right]\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
τ_{m3} (kPa)	**205**	$\tau_{m3}=\begin{cases}\bar{C}_2 \\ \bar{C}_2+\{0.25[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)]-U\}\times \mathrm{tg}\varphi_m\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
A	1266.8	$A=\left[\frac{2(\tau_{m2}-\tau_{m3})}{(1+a/l)^2}+2\tau_{m3}\right]\times\frac{h_1}{b}$	
B	954.2	$B=\left[\frac{2\tau_{m3}}{(1+a/l)\times\sqrt{K_A}}\right]\times\frac{h_1}{h}$	
C	128.6	$C=\left[\frac{3.4C_1}{(1+a/l)^2\times\sqrt{K_A}}\right]$	
D	1527.6	$D=\left[1+\frac{2h}{3Z(1+a/l)^2}\right]\times(\gamma Z-P_E)$	

RISULTATI — **Galleria profonda**

P_E (kPa)	**0**	
F.S.F. (-)	**1.54**	$CS=\frac{(A+B+C)}{D}$
F.S.F.$_3$ (-)	**6.88**	$CS_3=\frac{2\cdot\tau_{m3}}{(\gamma Z-P_E)}\times\frac{h_1}{b}\times\left(1+\frac{b}{a}\right)$

1.2 Sez. D2

Metodo di Tamez

DATI GEOMETRICI		
Z (m)	**70.0**	*copertura sulla calotta*
W (m)	**62.0**	*profondità superficie piezometrica da piano campagna; in assenza di falda indicare W=Z*
h (m)	**12.8**	*altezza dello scavo*
b (m)	**12.8**	*larghezza dello scavo*
a (m)	**1.0**	*lunghezza non sostenuta*
DATI GEOTECNICI		
γ_1 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
C_1 (kPa)	**20.0**	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
C_2 (kPa)	**20.0**	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_{2m} (kPa)	**20.0**	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
ϕ_m (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
ϕ (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
DATI PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI TERRENO POTENZIALMENTE INSTABILE		
ϕ_m (°)	35.00	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
C_{2m} (kPa)	20.00	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
σ_c (kPa)	76.8	$\sigma_c = 2c\sqrt{Kp}$
f	0.960	$f = \begin{cases} tg\varphi_m & \text{se c'} = 0 \\ tg\varphi_m + \dfrac{c'}{\sigma_c} & \text{se c'} \neq 0 \end{cases}$
l (m)	6.663	$l = h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
B (m)	26.127	$B = b + 2h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
h_1 (m)	21.760	$h_1 = 1.7B$ o $h_1 = Z$ *se h_1>Z*
s (m)	0.000	$S = Z - W - h_1$ *coefficiente che entra nel calcolo di* τ_{m2} *e* τ_{m3}
DATI PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI STABILITA'		
ϕ (°)	35.00	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
C_2 (kPa)	20.00	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_1 (kPa)	20.00	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
γ_w (kN/m^3)	10	*peso dell'unità di volume dell'acqua*
γ_1 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
K_0 (-)	**0.56**	*coefficiente di spinta a riposo* **0.426424**
K_A (-)	**0.4**	*coefficiente di spinta attiva* **0.271**
Z/h (-)	5.5	*discriminante galleria superficiale/galleria profonda Z/h=3*
U (kPa)	80	$U = \gamma_w(Z - W)$
γ*Z (kPa)	1400	

τ_{m2} (kPa)	**393**	$\tau_{m2} = \begin{cases} \bar{C}_2 + \frac{K_0}{2}\left[\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}} - \frac{(\bar{\gamma}_2 - \gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] \\ \bar{C}_2 + \frac{K_0}{2}\left[W\bar{\gamma}_3 + (Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w) + \frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}} - \frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] \end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
τ_{m3} (kPa)	**181**	$\tau_{m3} = \begin{cases} \bar{C}_2 \\ \bar{C}_2 + \{0.25[W\bar{\gamma}_3 + (Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)] - U\}\times \mathrm{tg}\varphi_m \end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
A	1159.3	$A = \left[\frac{2(\tau_{m2}-\tau_{m3})}{(1+a/l)^2} + 2\tau_{m3}\right]\times\frac{h_1}{b}$	
B	846.3	$B = \left[\frac{2\tau_{m3}}{(1+a/l)\times\sqrt{K_A}}\right]\times\frac{h_1}{h}$	
C	81.3	$C = \left[\frac{3.4C_1}{(1+a/l)^2\times\sqrt{K_A}}\right]$	
D	1529.0	$D = \left[1+\frac{2h}{3Z(1+a/l)^2}\right]\times(\gamma Z - P_E)$	

RISULTATI — **Galleria profonda**

P_E (kPa)	**0**	
F.S.F. (-)	**1.36**	$CS = \frac{(A+B+C)}{D}$
F.S.F.$_3$ (-)	**6.07**	$CS_3 = \frac{2\cdot\tau_{m3}}{(\gamma Z - P_E)}\times\frac{h_1}{b}\times\left(1+\frac{b}{a}\right)$

1.3 Sez. D3

Metodo di Tamez

DATI GEOMETRICI		
Z (m)	**10.0**	*copertura sulla calotta*
W (m)	**0.0**	*profondità superficie piezometrica da piano campagna; in assenza di falda indicare W=Z*
h (m)	**12.8**	*altezza dello scavo*
b (m)	**12.8**	*larghezza dello scavo*
a (m)	**1.0**	*lunghezza non sostenuta*
DATI GEOTECNICI		
γ_1 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
C_1 (kPa)	**10.0**	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
C_2 (kPa)	**10.0**	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_{2m} (kPa)	**10.0**	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
ϕ_m (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
ϕ (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
DATI PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI TERRENO POTENZIALMENTE INSTABILE		
ϕ_m (°)	35.00	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
C_{2m} (kPa)	10.00	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
σ_c (kPa)	38.4	$\sigma_c = 2c\sqrt{Kp}$
f	0.960	$f = \begin{cases} tg\varphi_m & \text{se c'} = 0 \\ tg\varphi_m + \dfrac{\text{c'}}{\sigma_c} & \text{se c'} \neq 0 \end{cases}$
l (m)	6.663	$l = h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
B (m)	26.127	$B = b + 2h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
h_1 (m)	10.000	$h_1 = 1.7B$ o $h_1 = Z$ *se h_1>Z*
s (m)	0.000	$S = Z - W - h_1$ *coefficiente che entra nel calcolo di* τ_{m2} *e* τ_{m3}
DATI PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI STABILITA'		
ϕ (°)	35.00	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
C_2 (kPa)	10.00	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_1 (kPa)	10.00	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
γ_w (kN/m^3)	10	*peso dell'unità di volume dell'acqua*
γ_1 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
K_0 (-)	**0.56**	*coefficiente di spinta a riposo* **0.426424**
K_A (-)	**0.4**	*coefficiente di spinta attiva* **0.271**
Z/h (-)	0.8	*discriminante galleria superficiale/galleria profonda Z/h=3*
U (kPa)	100	$U = \gamma_w(Z - W)$
γ∗Z (kPa)	200	

τ_{m2} (kPa)	**11**	$\tau_{m2}=\begin{cases}\bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] \\ \bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)+\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right]\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
τ_{m3} (kPa)	**10**	$\tau_{m3}=\begin{cases}\bar{C}_2 \\ \bar{C}_2+\{0.25[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)]-U\}\times \mathrm{tg}\varphi_m\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
A	16.9	$A=\left[\frac{2(\tau_{m2}-\tau_{m3})}{(1+a/l)^2}+2\tau_{m3}\right]\times\frac{h_1}{b}$	
B	21.5	$B=\left[\frac{2\tau_{m3}}{(1+a/l)\times\sqrt{K_A}}\right]\times\frac{h_1}{h}$	
C	40.6	$C=\left[\frac{3.4C_1}{(1+a/l)^2\times\sqrt{K_A}}\right]$	
D	329.0	$D=\left[1+\frac{2h}{3Z(1+a/l)^2}\right]\times(\gamma Z-P_E)$	

RISULTATI — **Galleria superficiale**

P_E (kPa)	**0**	
F.S.F. (-)	**0.24**	$CS=\frac{(A+B+C)}{D}$
F.S.F.$_3$ (-)	**1.08**	$CS_3=\frac{2\cdot\tau_{m3}}{(\gamma Z-P_E)}\times\frac{h_1}{b}\times\left(1+\frac{b}{a}\right)$

1.4 Sez. D4

Metodo di Tamez

DATI GEOMETRICI		
Z (m)	**10.0**	*copertura sulla calotta*
W (m)	**0.0**	*profondità superficie piezometrica da piano campagna; in assenza di falda indicare W=Z*
h (m)	**12.8**	*altezza dello scavo*
b (m)	**12.8**	*larghezza dello scavo*
a (m)	**1.0**	*lunghezza non sostenuta*
DATI GEOTECNICI		
γ_1 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
C_1 (kPa)	**10.0**	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
C_2 (kPa)	**10.0**	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_{2m} (kPa)	**10.0**	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
ϕ_m (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
ϕ (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
DATI PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI TERRENO POTENZIALMENTE INSTABILE		
ϕ_m (°)	35.00	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
C_{2m} (kPa)	10.00	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
σ_c (kPa)	38.4	$\sigma_c = 2c\sqrt{Kp}$
f	0.960	$f = \begin{cases} tg\varphi_m & \text{se c'} = 0 \\ tg\varphi_m + \dfrac{\text{c'}}{\sigma_c} & \text{se c'} \neq 0 \end{cases}$
l (m)	6.663	$l = h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
B (m)	26.127	$B = b + 2h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
h_1 (m)	10.000	$h_1 = 1.7B$ o $h_1 = Z$ *se h_1>Z*
s (m)	0.000	$S = Z - W - h_1$ *coefficiente che entra nel calcolo di* τ_{m2} *e* τ_{m3}
DATI PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI STABILITA'		
ϕ (°)	35.00	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
C_2 (kPa)	10.00	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_1 (kPa)	10.00	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
γ_w (kN/m^3)	10	*peso dell'unità di volume dell'acqua*
γ_1 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
K_0 (-)	**0.56**	*coefficiente di spinta a riposo* **0.426424**
K_A (-)	**0.4**	*coefficiente di spinta attiva* **0.271**
Z/h (-)	0.8	*discriminante galleria superficiale/galleria profonda Z/h=3*
U (kPa)	100	$U = \gamma_w(Z - W)$
γ∗Z (kPa)	200	

τ_{m2} (kPa)	**11**	$\tau_{m2}=\begin{cases}\bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] \\ \bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)+\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right]\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
τ_{m3} (kPa)	**10**	$\tau_{m3}=\begin{cases}\bar{C}_2 \\ \bar{C}_2+\{0.25[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)]-U\}\times \mathrm{tg}\varphi_m\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
A	16.9	$A=\left[\frac{2(\tau_{m2}-\tau_{m3})}{(1+a/l)^2}+2\tau_{m3}\right]\times\frac{h_1}{b}$	
B	21.5	$B=\left[\frac{2\tau_{m3}}{(1+a/l)\times\sqrt{K_A}}\right]\times\frac{h_1}{h}$	
C	40.6	$C=\left[\frac{3.4C_1}{(1+a/l)^2\times\sqrt{K_A}}\right]$	
D	329.0	$D=\left[1+\frac{2h}{3Z(1+a/l)^2}\right]\times(\gamma Z-P_E)$	

RISULTATI — **Galleria superficiale**

P_E (kPa)	**0**	
F.S.F. (-)	**0.24**	$CS=\frac{(A+B+C)}{D}$
F.S.F.$_3$ (-)	**1.08**	$CS_3=\frac{2\cdot\tau_{m3}}{(\gamma Z-P_E)}\times\frac{h_1}{b}\times\left(1+\frac{b}{a}\right)$

2 TERAPIA

2.1 Sez. B1

Metodo di Tamez

DATI GEOMETRICI		
Z (m)	**70.0**	*copertura sulla calotta*
W (m)	**60.0**	*profondità superficie piezometrica da piano campagna; in assenza di falda indicare W=Z*
h (m)	**10.2**	*altezza dello scavo*
b (m)	**12.4**	*larghezza dello scavo*
a (m)	**1.0**	*lunghezza non sostenuta*
DATI GEOTECNICI		
γ_1 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h $_1$)*
γ_2 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
C_1 (kPa)	**169.0**	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
C_2 (kPa)	**30.0**	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h $_1$*
C_{2m} (kPa)	**30.0**	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
ϕ_m (°)	**37.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
ϕ (°)	**37.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h $_1$*
DATI PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI TERRENO POTENZIALMENTE INSTABILE		
ϕ_m (°)	31.08	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
C_{2m} (kPa)	24.00	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
σ_c (kPa)	85.0	$\sigma_c = 2c\sqrt{Kp}$
f	0.885	$f = \begin{cases} tg\varphi_m & \text{se c'} = 0 \\ tg\varphi_m + \dfrac{c'}{\sigma_c} & \text{se c'} \neq 0 \end{cases}$
l (m)	5.761	$l = h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
B (m)	23.922	$B = b + 2h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
h_1 (m)	21.080	$h_1 = 1.7B$ o $h_1 = Z$ *se h_1>Z*
s (m)	0.000	$S = Z - W - h_1$ *coefficiente che entra nel calcolo di* τ_{m2} *e* τ_{m3}
DATI PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI STABILITA'		
ϕ (°)	31.08	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h $_1$*
C_2 (kPa)	24.00	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h $_1$*
C_1 (kPa)	135.20	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
γ_w (kN/m^3)	10	*peso dell'unità di volume dell'acqua*
γ_1 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h $_1$)*
γ_2 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
K_0 (-)	**0.56**	*coefficiente di spinta a riposo* **0.483715**
K_A (-)	**0.4**	*coefficiente di spinta attiva* **0.319**
Z/h (-)	6.9	*discriminante galleria superficiale/galleria profonda Z/h=3*
U (kPa)	100	$U = \gamma_w (Z - W)$
γ∗Z (kPa)	1400	

τ_{m2} (kPa)	**574**	$\tau_{m2}=\begin{cases}\bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] \\ \bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)+\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right]\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
τ_{m3} (kPa)	**145**	$\tau_{m3}=\begin{cases}\bar{C}_2 \\ \bar{C}_2+\{0.25[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)]-U\}\times \mathrm{tg}\varphi_m\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
A	1551.3	$A=\left[\frac{2(\tau_{m2}-\tau_{m3})}{(1+a/l)^2}+2\tau_{m3}\right]\times\frac{h_1}{b}$	
B	805.1	$B=\left[\frac{2\tau_{m3}}{(1+a/l)\times\sqrt{K_A}}\right]\times\frac{h_1}{h}$	
C	527.7	$C=\left[\frac{3.4C_1}{(1+a/l)^2\times\sqrt{K_A}}\right]$	
D	1498.7	$D=\left[1+\frac{2h}{3Z(1+a/l)^2}\right]\times(\gamma Z-P_E)$	

RISULTATI — **Galleria profonda**

P_E (kPa)	**0**	
F.S.F. (-)	**1.92**	$CS=\frac{(A+B+C)}{D}$
F.S.F.$_3$ (-)	**4.70**	$CS_3=\frac{2\cdot\tau_{m3}}{(\gamma Z-P_E)}\times\frac{h_1}{b}\times\left(1+\frac{b}{a}\right)$

2.2 Sez. C1

Metodo di Tamez

DATI GEOMETRICI		
Z (m)	**70.0**	*copertura sulla calotta*
W (m)	**60.0**	*profondità superficie piezometrica da piano campagna; in assenza di falda indicare W=Z*
h (m)	**10.7**	*altezza dello scavo*
b (m)	**13.5**	*larghezza dello scavo*
a (m)	**1.0**	*lunghezza non sostenuta*
DATI GEOTECNICI		
γ_1 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
C_1 (kPa)	**190.0**	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
C_2 (kPa)	**31.0**	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_{2m} (kPa)	**20.0**	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
ϕ_m (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
ϕ (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
DATI PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI TERRENO POTENZIALMENTE INSTABILE		
ϕ_m (°)	29.26	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
C_{2m} (kPa)	16.00	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
σ_c (kPa)	54.6	$\sigma_c = 2c\sqrt{Kp}$
f	0.853	$f = \begin{cases} tg\varphi_m & \text{se c'} = 0 \\ tg\varphi_m + \dfrac{\text{c'}}{\sigma_c} & \text{se c'} \neq 0 \end{cases}$
l (m)	6.271	$l = h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
B (m)	26.041	$B = b + 2h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
h_1 (m)	22.950	$h_1 = 1.7B$ o $h_1 = Z$ *se h_1>Z*
s (m)	0.000	$S = Z - W - h_1$ *coefficiente che entra nel calcolo di* τ_{m2} *e* τ_{m3}
DATI PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI STABILITA'		
ϕ (°)	29.26	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
C_2 (kPa)	24.80	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_1 (kPa)	152.00	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
γ_w (kN/m^3)	10	*peso dell'unità di volume dell'acqua*
γ_1 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
K_0 (-)	**0.56**	*coefficiente di spinta a riposo* **0.511286**
K_A (-)	**0.4**	*coefficiente di spinta attiva* **0.343**
Z/h (-)	6.5	*discriminante galleria superficiale/galleria profonda Z/h=3*
U (kPa)	100	$U = \gamma_w(Z - W)$
γ*Z (kPa)	1400	

τ_{m2} (kPa)	**594**	$\tau_{m2}=\begin{cases}\bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] & \text{per gallerie superficiali } (Z/h<3)\\ \bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)+\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] & \text{per gallerie profonde } (Z/h\geq 3)\end{cases}$
τ_{m3} (kPa)	**137**	$\tau_{m3}=\begin{cases}\bar{C}_2 & \text{per gallerie superficiali } (Z/h<3)\\ \bar{C}_2+\{0.25[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)]-U\}\times \mathrm{tg}\varphi_m & \text{per gallerie profonde } (Z/h\geq 3)\end{cases}$
A	1620.7	$A=\left[\frac{2(\tau_{m2}-\tau_{m3})}{(1+a/l)^2}+2\tau_{m3}\right]\times\frac{h_1}{b}$
B	800.4	$B=\left[\frac{2\tau_{m3}}{(1+a/l)\times\sqrt{K_A}}\right]\times\frac{h_1}{h}$
C	607.8	$C=\left[\frac{3.4C_1}{(1+a/l)^2\times\sqrt{K_A}}\right]$
D	1506.1	$D=\left[1+\frac{2h}{3Z(1+a/l)^2}\right]\times(\gamma Z-P_E)$

RISULTATI

Galleria profonda

P_E (kPa)	**0**	
F.S.F. (-)	**2.01**	$CS=\frac{(A+B+C)}{D}$
F.S.F.$_3$ (-)	**4.82**	$CS_3=\frac{2\cdot\tau_{m3}}{(\gamma Z-P_E)}\times\frac{h_1}{b}\times\left(1+\frac{b}{a}\right)$

2.3 Sez. C1m

Metodo di Tamez

DATI GEOMETRICI		
Z (m)	**10.0**	*copertura sulla calotta*
W (m)	**0.0**	*profondità superficie piezometrica da piano campagna; in assenza di falda indicare W=Z*
h (m)	**11.4**	*altezza dello scavo*
b (m)	**14.5**	*larghezza dello scavo*
a (m)	**1.0**	*lunghezza non sostenuta*
DATI GEOTECNICI		
γ_1 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
C_1 (kPa)	**241.0**	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
C_2 (kPa)	**45.2**	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_{2m} (kPa)	**20.0**	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
ϕ_m (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
ϕ (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
DATI PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI TERRENO POTENZIALMENTE INSTABILE		
ϕ_m (°)	29.26	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
C_{2m} (kPa)	16.00	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
σ_c (kPa)	54.6	$\sigma_c = 2c\sqrt{Kp}$
f	0.853	$f = \begin{cases} tg\varphi_m & \text{se c'} = 0 \\ tg\varphi_m + \dfrac{\text{c'}}{\sigma_c} & \text{se c'} \neq 0 \end{cases}$
l (m)	6.681	$l = h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
B (m)	27.862	$B = b + 2h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
h_1 (m)	10.000	$h_1 = 1.7B$ o $h_1 = Z$ *se h_1>Z*
s (m)	0.000	$S = Z - W - h_1$ *coefficiente che entra nel calcolo di* τ_{m2} *e* τ_{m3}
DATI PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI STABILITA'		
ϕ (°)	29.26	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
C_2 (kPa)	36.19	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_1 (kPa)	192.80	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
γ_w (kN/m^3)	10	*peso dell'unità di volume dell'acqua*
γ_1 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
K_0 (-)	**0.56**	*coefficiente di spinta a riposo* **0.511286**
K_A (-)	**0.4**	*coefficiente di spinta attiva* **0.343**
Z/h (-)	0.9	*discriminante galleria superficiale/galleria profonda Z/h=3*
U (kPa)	100	$U = \gamma_w(Z - W)$
γ∗Z (kPa)	200	

τ_{m2} (kPa)	**312**	$\tau_{m2}=\begin{cases}\bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] \\ \bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)+\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right]\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
τ_{m3} (kPa)	**36**	$\tau_{m3}=\begin{cases}\bar{C}_2 \\ \bar{C}_2+\{0.25[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)]-U\}\times \mathrm{tg}\varphi_m\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
A	338.2	$A=\left[\frac{2(\tau_{m2}-\tau_{m3})}{(1+a/l)^2}+2\tau_{m3}\right]\times\frac{h_1}{b}$	
B	87.3	$B=\left[\frac{2\tau_{m3}}{(1+a/l)\times\sqrt{K_A}}\right]\times\frac{h_1}{h}$	
C	784.2	$C=\left[\frac{3.4C_1}{(1+a/l)^2\times\sqrt{K_A}}\right]$	
D	315.0	$D=\left[1+\frac{2h}{3Z(1+a/l)^2}\right]\times(\gamma Z-P_E)$	

RISULTATI — **Galleria superficiale**

P_E (kPa)	**0**	
F.S.F. (-)	**3.84**	$CS=\frac{(A+B+C)}{D}$
F.S.F.$_3$ (-)	**3.87**	$CS_3=\frac{2\cdot\tau_{m3}}{(\gamma Z-P_E)}\times\frac{h_1}{b}\times\left(1+\frac{b}{a}\right)$

2.4 Sez. C1bis

Metodo di Tamez

DATI GEOMETRICI		
Z (m)	**10.0**	*copertura sulla calotta*
W (m)	**0.0**	*profondità superficie piezometrica da piano campagna; in assenza di falda indicare W=Z*
h (m)	**11.4**	*altezza dello scavo*
b (m)	**14.3**	*larghezza dello scavo*
a (m)	**1.0**	*lunghezza non sostenuta*
DATI GEOTECNICI		
γ_1 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
C_1 (kPa)	**293.0**	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
C_2 (kPa)	**35.6**	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_{2m} (kPa)	**10.0**	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
ϕ_m (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
ϕ (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
DATI PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI TERRENO POTENZIALMENTE INSTABILE		
ϕ_m (°)	29.26	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
C_{2m} (kPa)	8.00	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
σ_c (kPa)	27.3	$\sigma_c = 2c\sqrt{Kp}$
f	0.853	$f = \begin{cases} tg\varphi_m & \text{se c'} = 0 \\ tg\varphi_m + \dfrac{\text{c'}}{\sigma_c} & \text{se c'} \neq 0 \end{cases}$
l (m)	6.681	$l = h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
B (m)	27.662	$B = b + 2h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
h_1 (m)	10.000	$h_1 = 1.7B$ o $h_1 = Z$ *se h_1>Z*
s (m)	0.000	$S = Z - W - h_1$ *coefficiente che entra nel calcolo di τ_{m2} e τ_{m3}*
DATI PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI STABILITA'		
ϕ (°)	29.26	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
C_2 (kPa)	28.51	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_1 (kPa)	234.40	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
γ_w (kN/m^3)	10	*peso dell'unità di volume dell'acqua*
γ_1 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
K_0 (-)	**0.56**	*coefficiente di spinta a riposo* **0.511286**
K_A (-)	**0.4**	*coefficiente di spinta attiva* **0.343**
Z/h (-)	0.9	*discriminante galleria superficiale/galleria profonda Z/h=3*
U (kPa)	100	$U = \gamma_w(Z - W)$
γ∗Z (kPa)	200	

τ_{m2} (kPa)	**367**	$\tau_{m2}=\begin{cases}\bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] \\ \bar{C}_2+\frac{K_0}{2}\left[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)+\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}}-\frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right]\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
τ_{m3} (kPa)	**29**	$\tau_{m3}=\begin{cases}\bar{C}_2 \\ \bar{C}_2+\{0.25[W\bar{\gamma}_3+(Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)]-U\}\times \mathrm{tg}\varphi_m\end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
A	398.4	$A=\left[\frac{2(\tau_{m2}-\tau_{m3})}{(1+a/l)^2}+2\tau_{m3}\right]\times\frac{h_1}{b}$	
B	68.8	$B=\left[\frac{2\tau_{m3}}{(1+a/l)\times\sqrt{K_A}}\right]\times\frac{h_1}{h}$	
C	953.3	$C=\left[\frac{3.4C_1}{(1+a/l)^2\times\sqrt{K_A}}\right]$	
D	315.0	$D=\left[1+\frac{2h}{3Z(1+a/l)^2}\right]\times(\gamma Z-P_E)$	

RISULTATI — **Galleria superficiale**

P_E (kPa)	**0**	
F.S.F. (-)	**4.51**	$CS=\frac{(A+B+C)}{D}$
F.S.F.$_3$ (-)	**3.05**	$CS_3=\frac{2\cdot\tau_{m3}}{(\gamma Z-P_E)}\times\frac{h_1}{b}\times\left(1+\frac{b}{a}\right)$

2.5 Sez. C3

Metodo di Tamez

DATI GEOMETRICI		
Z (m)	**20.0**	*copertura sulla calotta*
W (m)	**0.0**	*profondità superficie piezometrica da piano campagna; in assenza di falda indicare W=Z*
h (m)	**11.1**	*altezza dello scavo*
b (m)	**12.25**	*larghezza dello scavo*
a (m)	**1.0**	*lunghezza non sostenuta*
DATI GEOTECNICI		
γ_1 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	**20.0**	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
C_1 (kPa)	**504.5**	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
C_2 (kPa)	**284.6**	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_{2m} (kPa)	**284.6**	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
ϕ_m (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
ϕ (°)	**35.0**	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
DATI PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI TERRENO POTENZIALMENTE INSTABILE		
ϕ_m (°)	29.26	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio a piano campagna*
C_{2m} (kPa)	227.65	*valore medio della coesione dalla calotta a piano campagna*
σ_c (kPa)	776.9	$\sigma_c = 2c\sqrt{Kp}$
f	0.853	$f = \begin{cases} tg\varphi_m & \text{se c'} = 0 \\ tg\varphi_m + \dfrac{\text{c'}}{\sigma_c} & \text{se c'} \neq 0 \end{cases}$
l (m)	6.528	$l = h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
B (m)	25.307	$B = b + 2h \times tg\left(45° - \dfrac{\varphi_m}{2}\right)$
h_1 (m)	20.000	$h_1 = 1.7B$ o $h_1 = Z$ *se h_1>Z*
s (m)	0.000	$S = Z - W - h_1$ *coefficiente che entra nel calcolo di τ_{m2} e τ_{m3}*
DATI PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI STABILITA'		
ϕ (°)	29.26	*valore medio dell'angolo di attrito dei materiali presenti dall'arco rovescio fino a h_1*
C_2 (kPa)	227.65	*valore medio della coesione dalla calotta fino a h_1*
C_1 (kPa)	403.61	*valore medio della coesione al fronte (su h)*
γ_w (kN/m^3)	10	*peso dell'unità di volume dell'acqua*
γ_1 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra la calotta (su h_1)*
γ_2 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno da scavare (su h)*
γ_3 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sopra falda*
γ_4 (kN/m^3)	20.00	*peso medio dell'unità di volume del terreno sotto falda*
K_0 (-)	**0.56**	*coefficiente di spinta a riposo* **0.511286**
K_A (-)	**0.4**	*coefficiente di spinta attiva* **0.343**
Z/h (-)	1.8	*discriminante galleria superficiale/galleria profonda Z/h=3*
U (kPa)	200	$U = \gamma_w(Z - W)$
γ∗Z (kPa)	400	

τ_{m2} (kPa)	**807**	$\tau_{m2} = \begin{cases} \bar{C}_2 + \frac{K_0}{2}\left[\frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}} - \frac{(\bar{\gamma}_2 - \gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] \\ \bar{C}_2 + \frac{K_0}{2}\left[W\bar{\gamma}_3 + (Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w) + \frac{3.4\bar{C}_1}{\sqrt{K_A}} - \frac{(\bar{\gamma}_2-\gamma_w)\times(Z-W)}{2}\right] \end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
τ_{m3} (kPa)	**228**	$\tau_{m3} = \begin{cases} \bar{C}_2 \\ \bar{C}_2 + \{0.25[W\bar{\gamma}_3 + (Z-h_1-W)\times(\bar{\gamma}_1-\gamma_w)] - U\}\times \mathrm{tg}\varphi_m \end{cases}$	per gallerie superficiali $(Z/h<3)$ per gallerie profonde $(Z/h\geq 3)$
A	2166.4	$A = \left[\frac{2(\tau_{m2}-\tau_{m3})}{(1+a/l)^2} + 2\tau_{m3}\right]\times\frac{h_1}{b}$	
B	1120.8	$B = \left[\frac{2\tau_{m3}}{(1+a/l)\times\sqrt{K_A}}\right]\times\frac{h_1}{h}$	
C	1631.6	$C = \left[\frac{3.4C_1}{(1+a/l)^2\times\sqrt{K_A}}\right]$	
D	511.7	$D = \left[1+\frac{2h}{3Z(1+a/l)^2}\right]\times(\gamma Z - P_E)$	

RISULTATI — **Galleria superficiale**

P_E (kPa)	**0**	
F.S.F. (-)	**9.61**	$CS = \frac{(A+B+C)}{D}$
F.S.F.$_3$ (-)	**24.62**	$CS_3 = \frac{2\cdot\tau_{m3}}{(\gamma Z - P_E)}\times\frac{h_1}{b}\times\left(1+\frac{b}{a}\right)$

ALLEGATO 2

TITOLO	Analisi numerica per la verifica della sezione B1
TIPO DI DOCUMENTO:	Documento - Formato A4
CODIFICA:	-
PAGINE:	73
DATA:	Dicembre 2017
SORGENTE:	U.O. Gallerie Italferr S.p.A.
NOTE:	-

SEZIONE B1

Per comodità di lettura del presente allegato, nella tabella che segue è riportata una sintesi delle fasi di calcolo previste per l'analisi numerica.

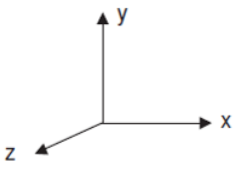
Fase	Descrizione	Rilascio forze di scavo
0	Inizializzazione stato tensionale geostatico	0.00
1	Rilascio a cavo libero in corrispondenza del fronte	0.70
2	Esecuzione dello sfondo elementare di 1 m	0.93
3	Installazione del rivestimento di prima fase (scarico a 18 m dal fronte)	0.95
4	Installazione dell'arco rovescio (scarico a 48 m dal fronte)	0.98
5	Installazione del rivestimento definitivo di calotta (scarico completo)	1.00
6	Condizione di lungo termine (decadimento del rivestimento di prima fase)	1.00

Le unità di misura principali attraverso le quali sono rappresentati i risultati dell'analisi nelle figure contenute nel presente documento sono le seguenti:

- "m" per le grandezze geometriche e gli spostamenti;
- "kN" per le forze.

CONVENZIONE DEI SEGNI PER I DATI DI OUTPUT DELLE ANALISI NUMERICHE

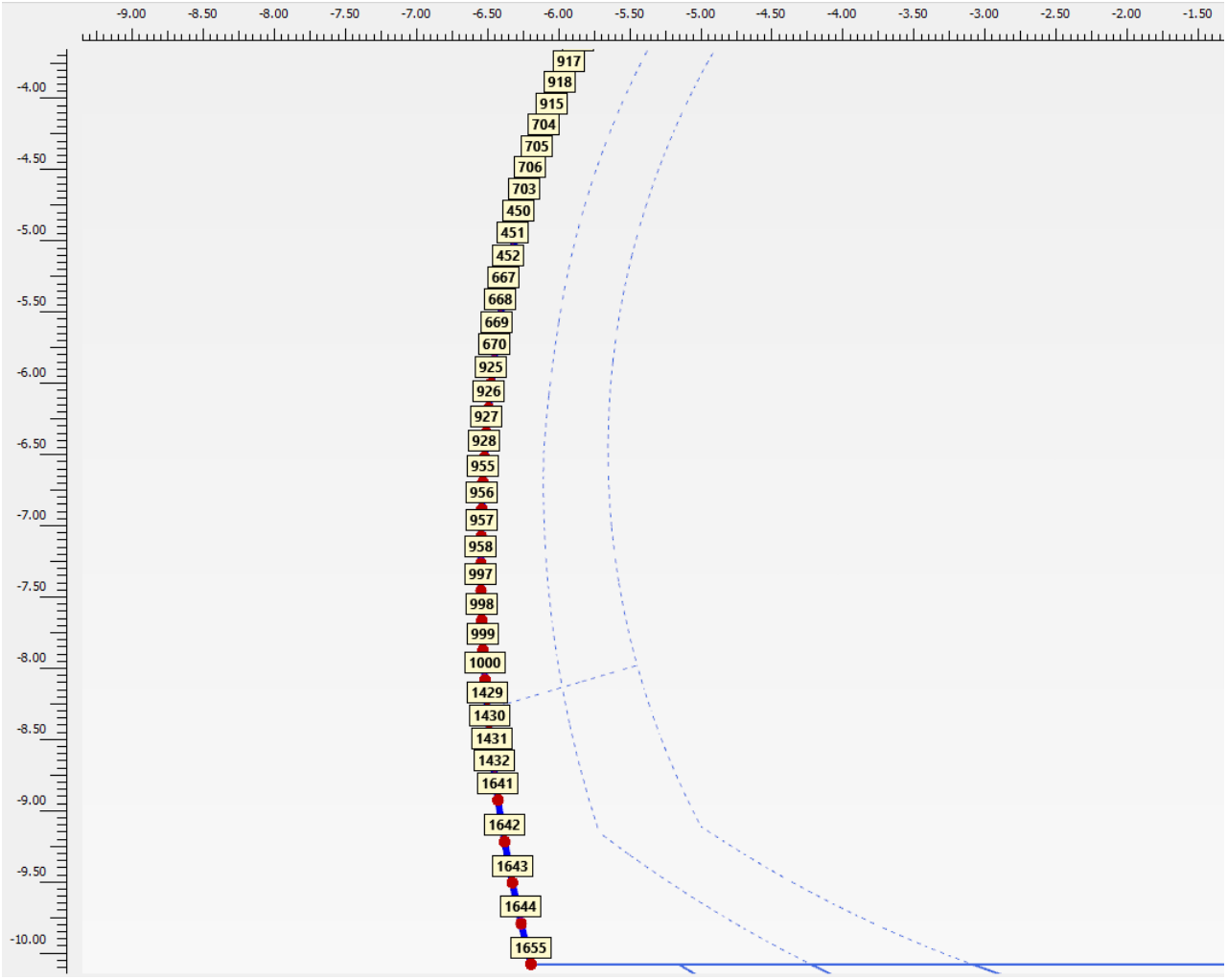
Il modello geometrico viene creato in Plaxis nel piano x-y del sistema di coordinate globali indicato nella figura seguente, dove z è la direzione uscente dal piano.



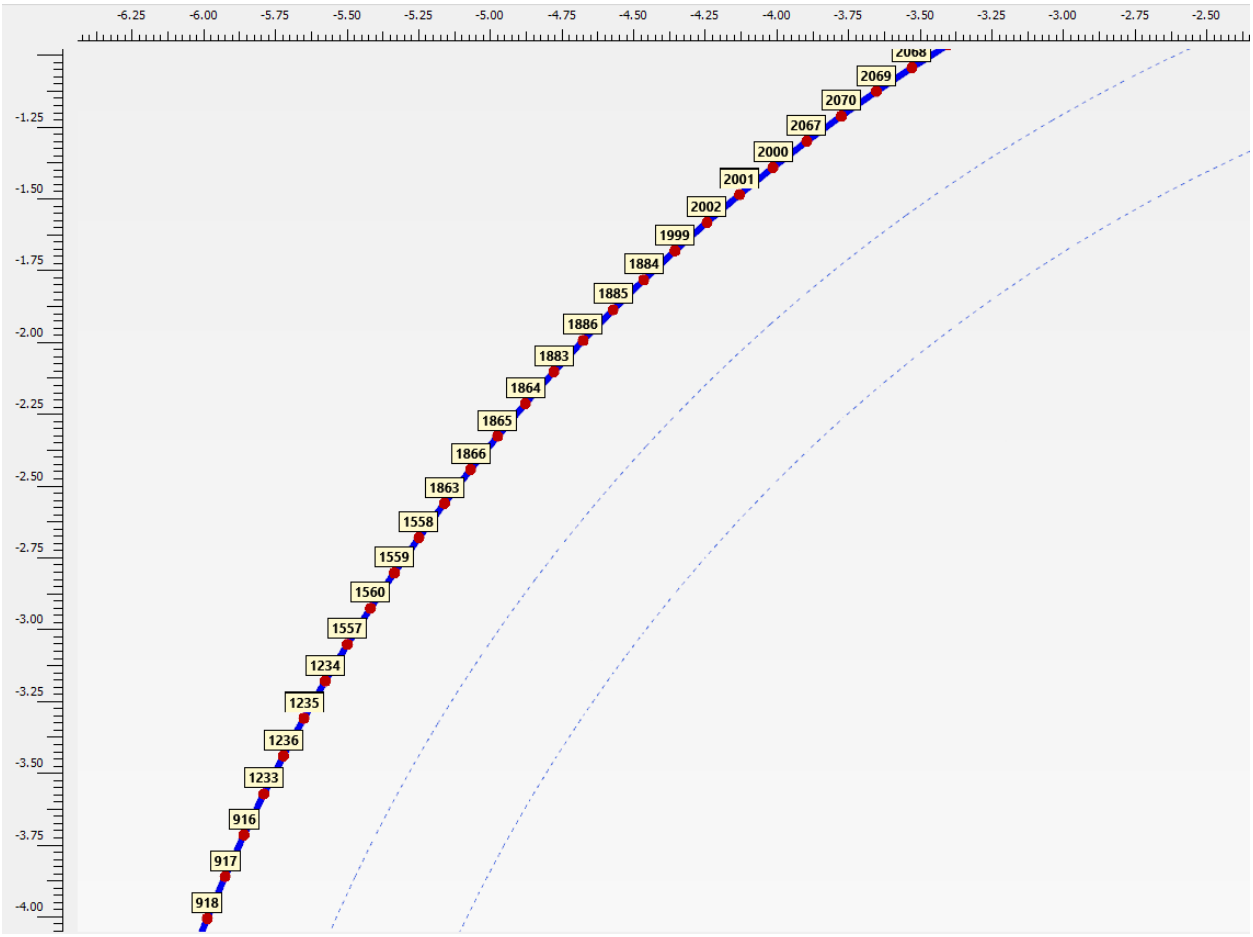
In tutti i valori di output le forze e le tensioni, comprese le pressioni neutre, sono considerate negative se di compressione.

I momenti sono positivi se di verso concorde con l'asse z uscente dal piano. Il diagramma del momento è sempre disegnato lato fibre tese. I momenti sono positivi se tendono le fibre di intradosso.

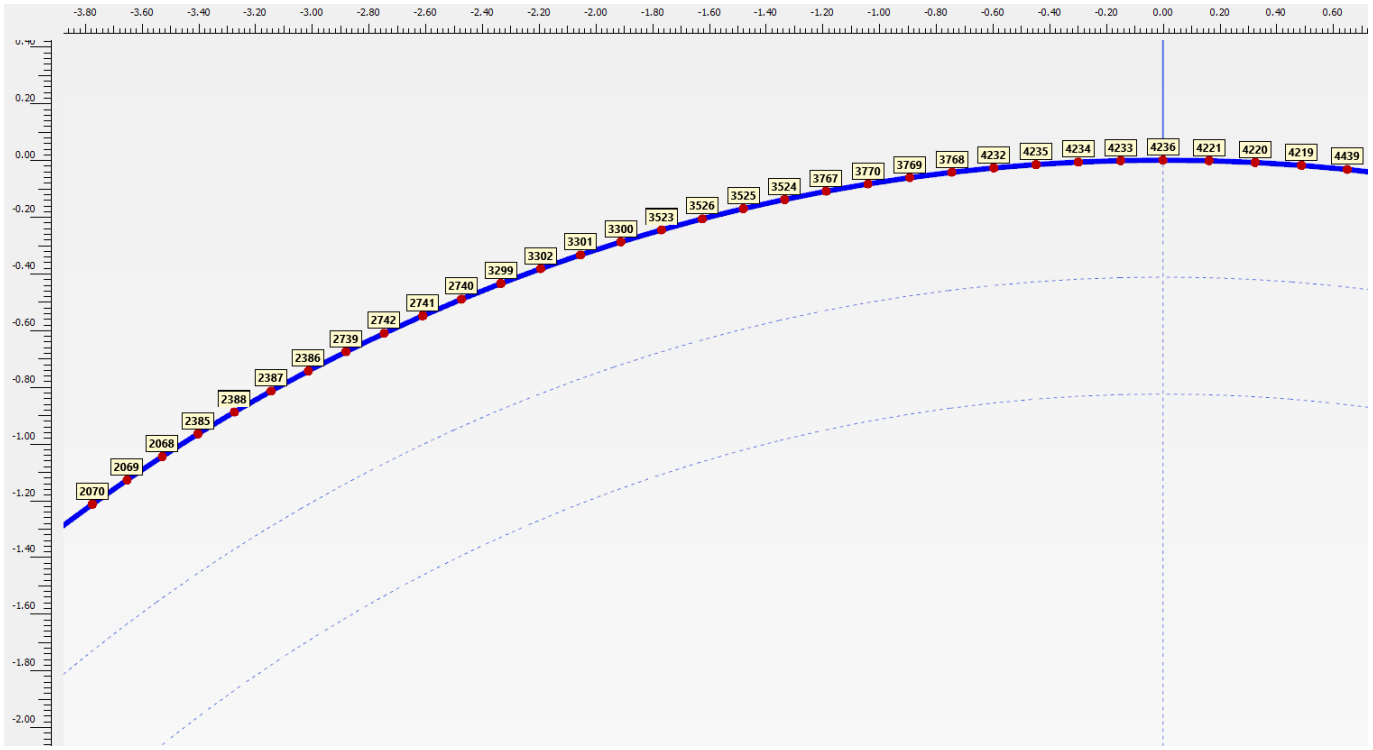
NUMERAZIONE NODI



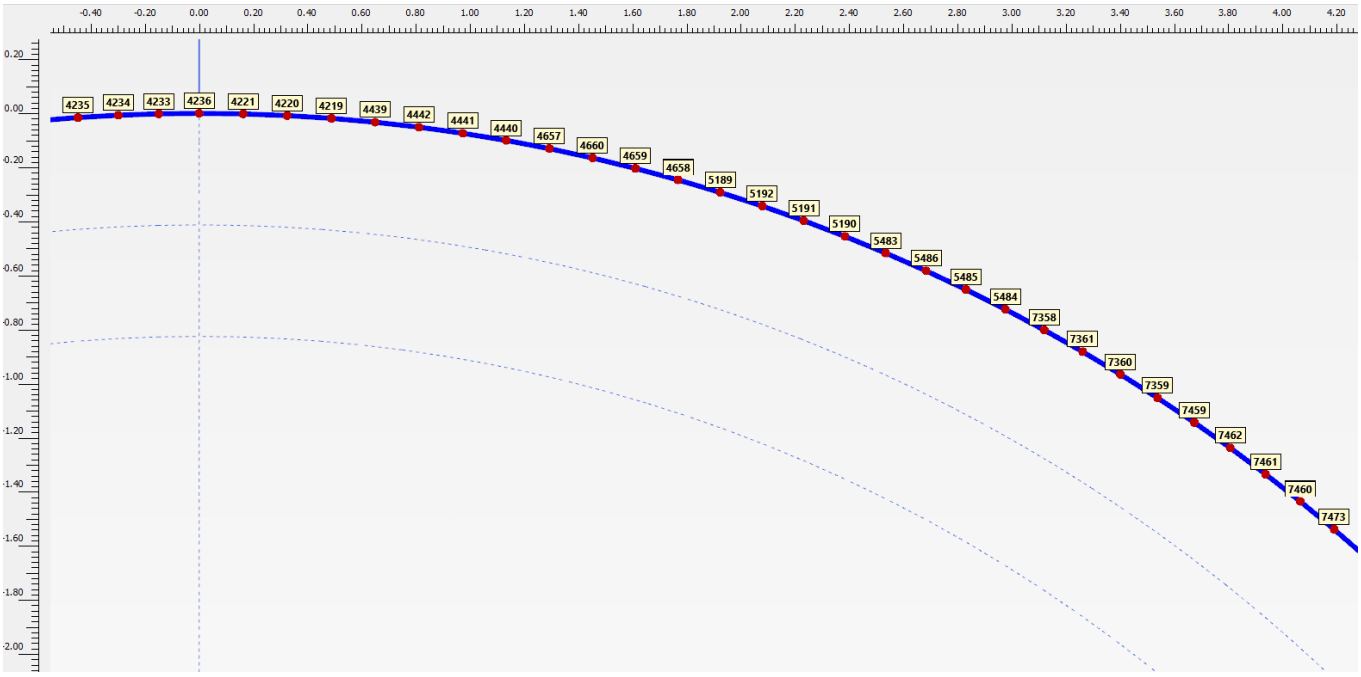
Fasi 3, 4 e 5 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona piedritto sinistro)



Fasi 3, 4 e 5 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona calotta sinistra)

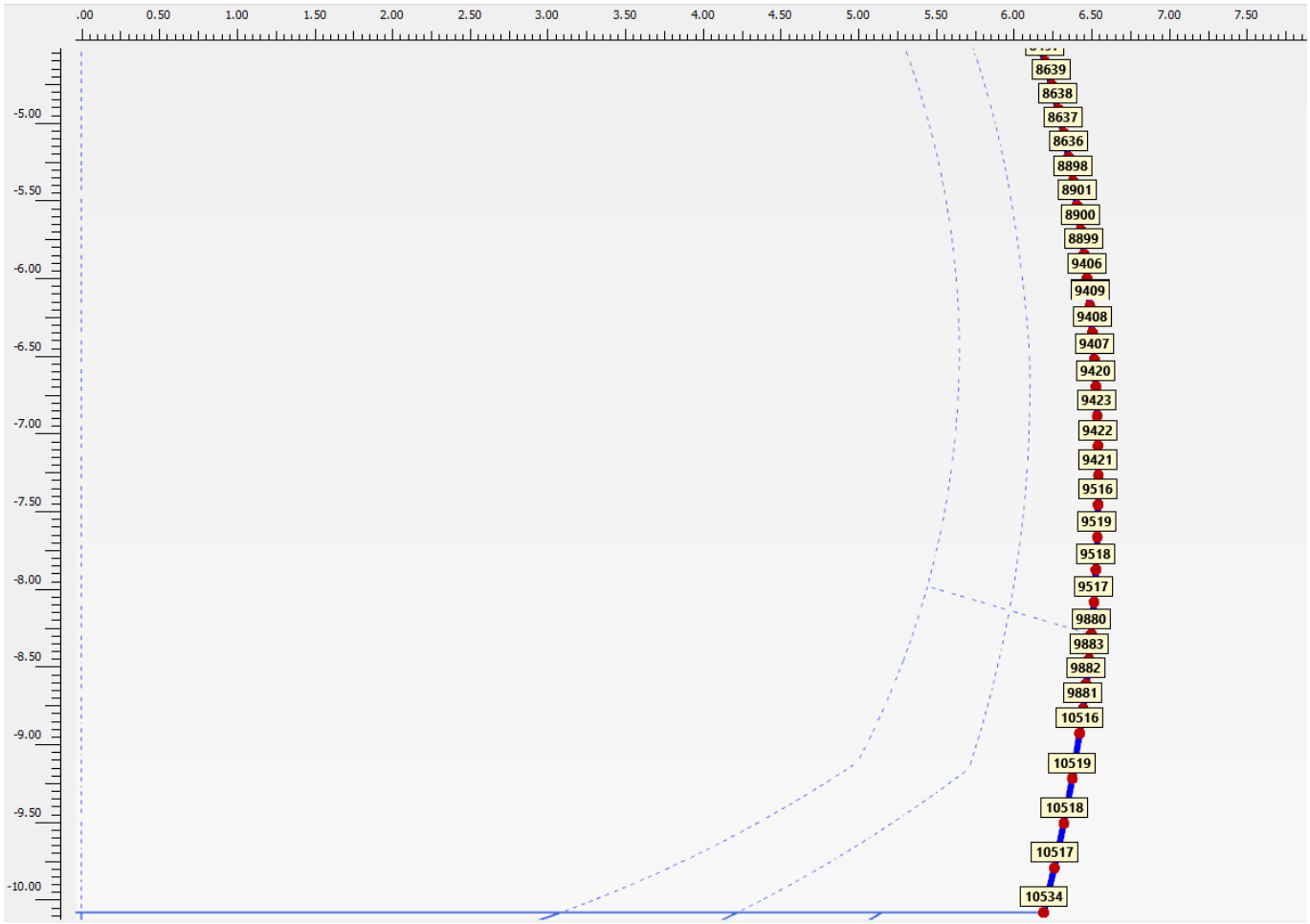


Fasi 3, 4 e 5 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona calotta superiore sinistra)

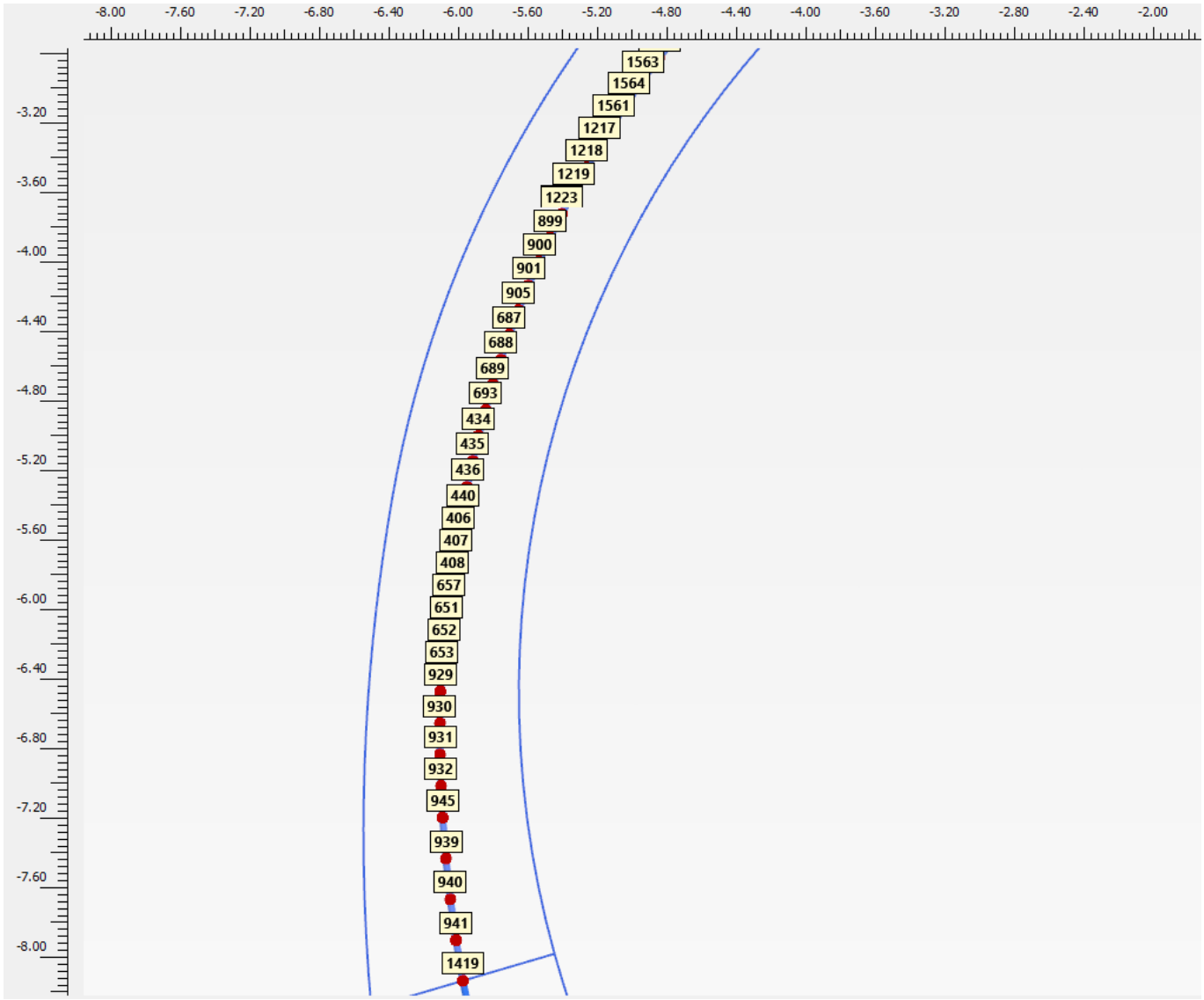


Fasi 3, 4 e 5 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona calotta superiore destra)

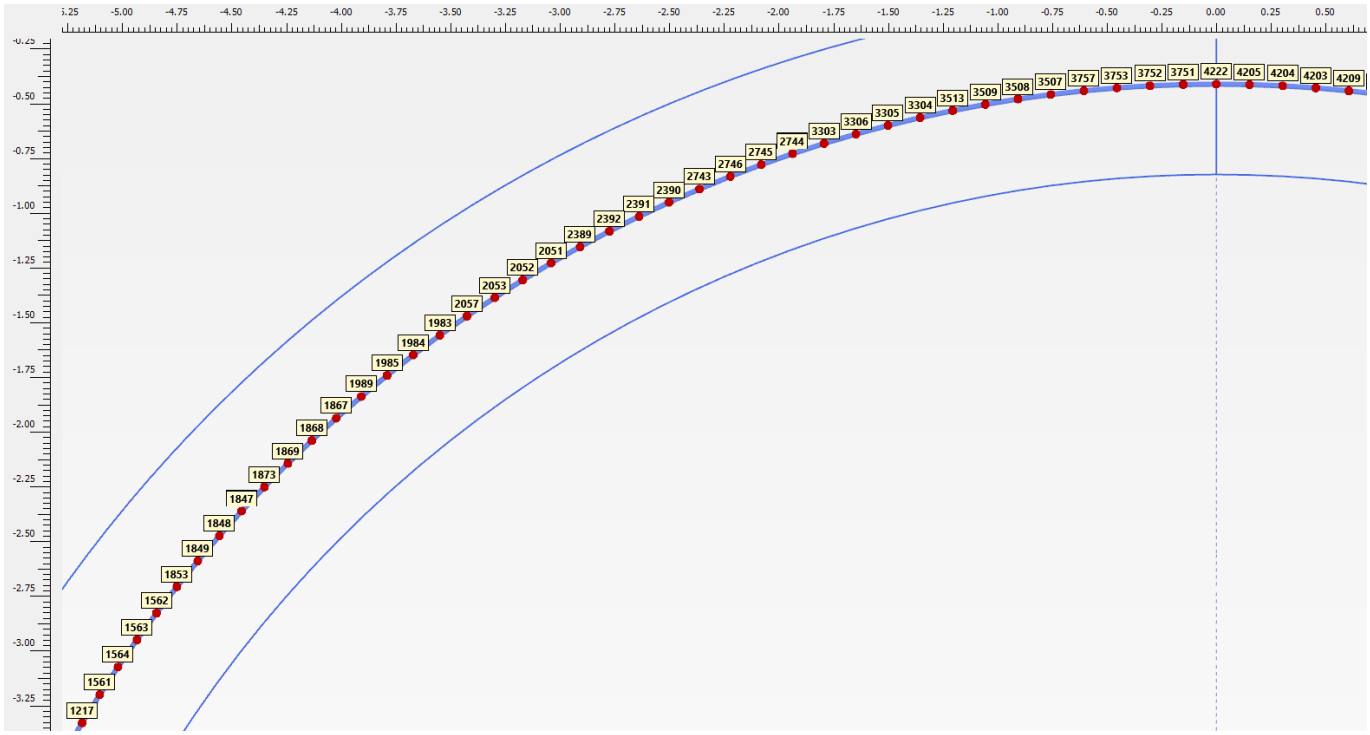
Fasi 3, 4 e 5 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona calotta destra)



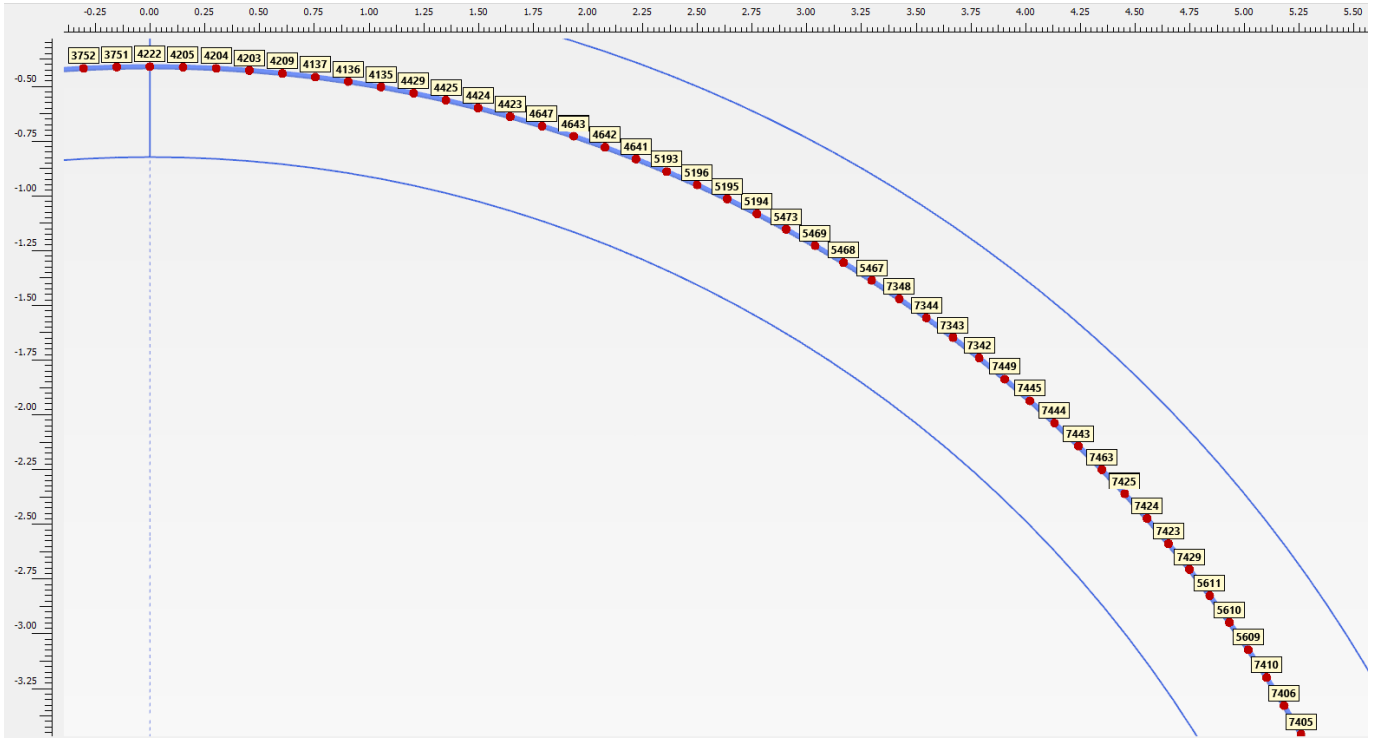
Fasi 3, 4 e 5 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona piedritto destro)



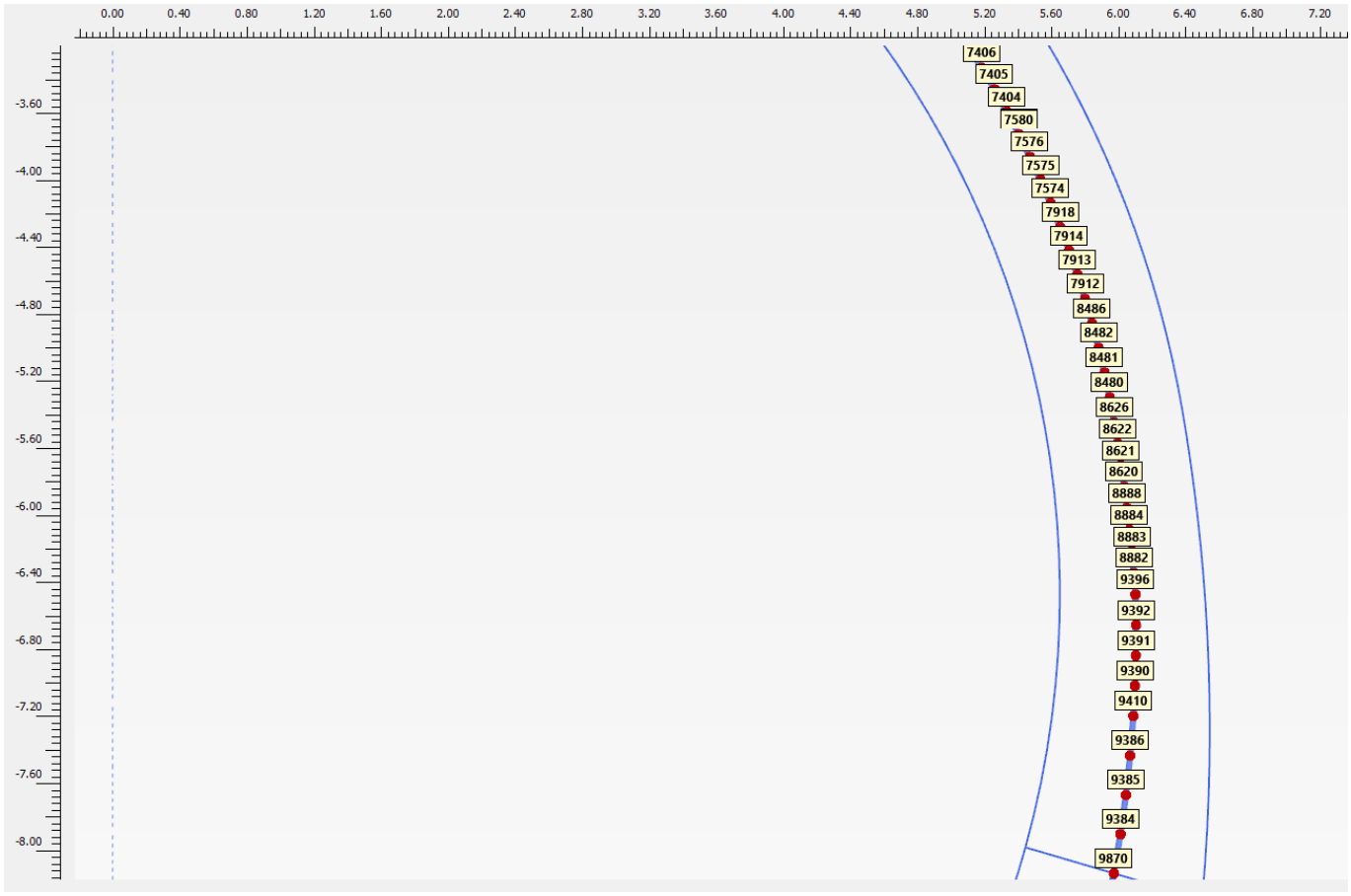
Fasi 5 e 6 – Numerazione nodi calotta e piedritti (muretta sinistra)



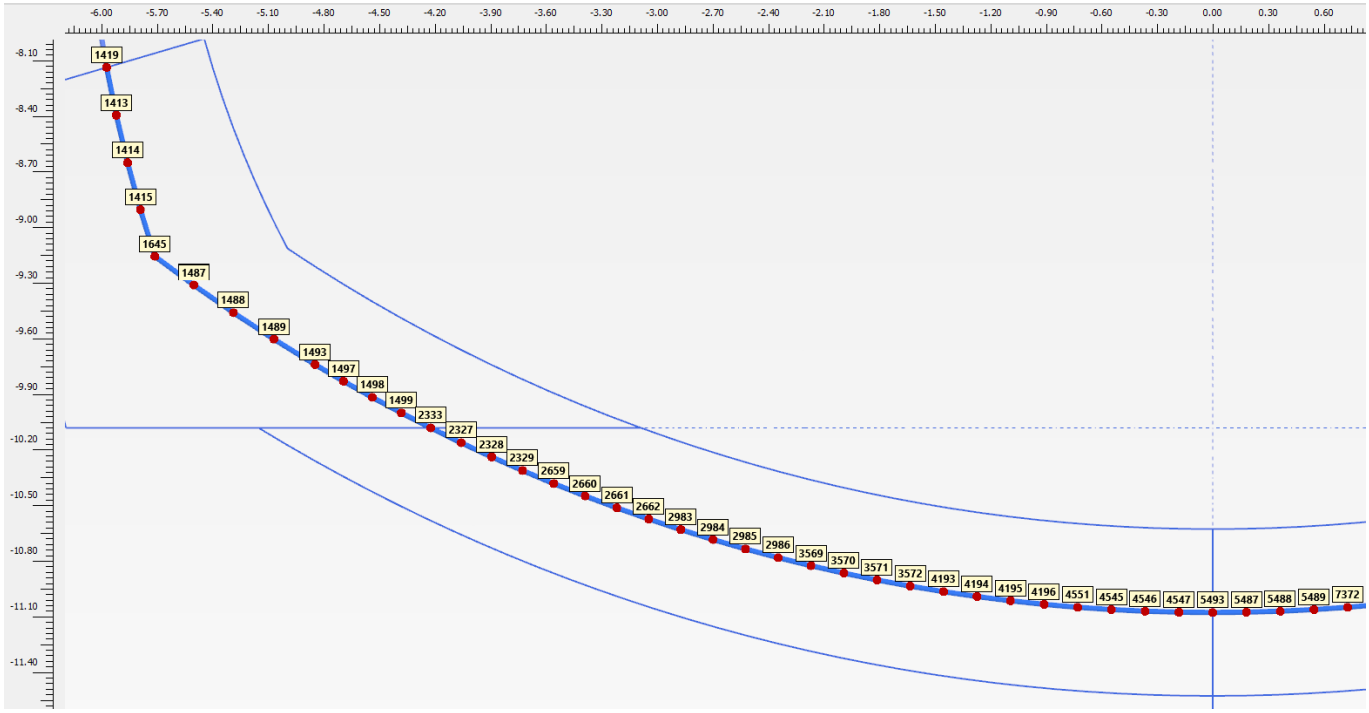
Fasi 5 e 6 – Numerazione nodi calotta e piedritti (calotta sinistra)



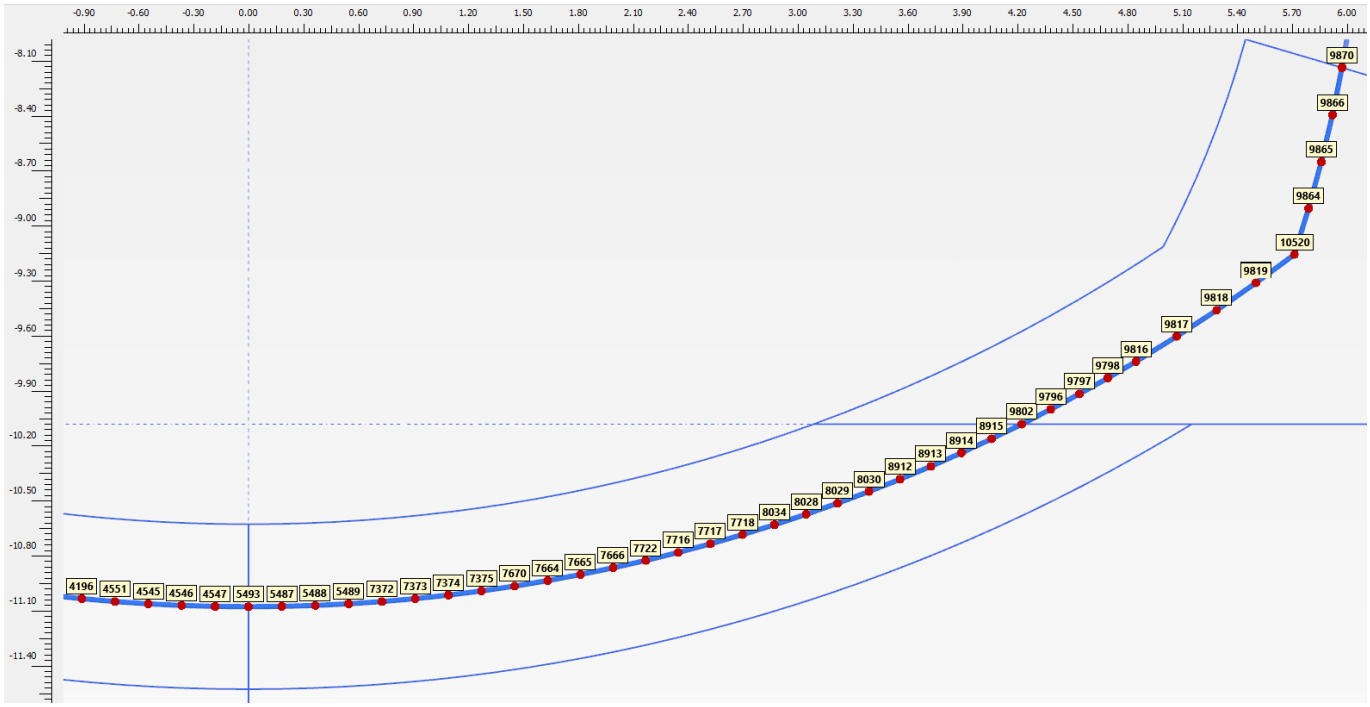
Fasi 5 e 6 – Numerazione nodi calotta e piedritti (calotta destra)



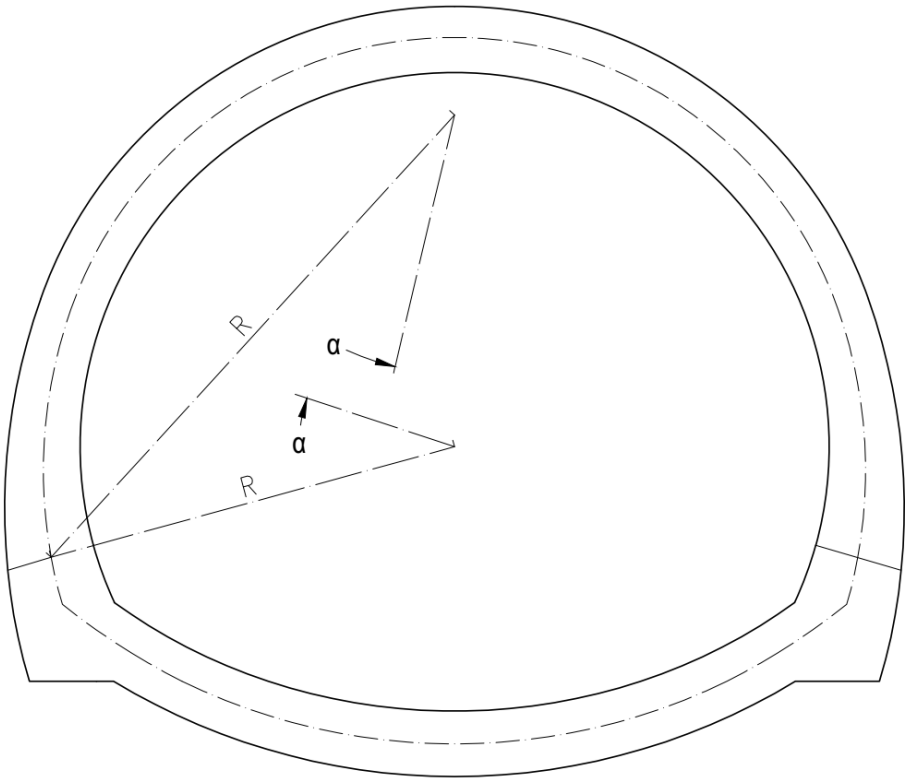
Fasi 5 e 6 – Numerazione nodi calotta e piedritti (muretta destra)



Fasi 4, 5 e 6 – Numerazione nodi a.r. (zona muretta sinistra e mezzeria)



Fasi 4, 5 e 6 – Numerazione nodi a.r. (zona muretta destra e mezzeria)



Fasi 4, 5 e 6 – S.d.r in coordinate polari per calotta/piedritti e arco rovescio

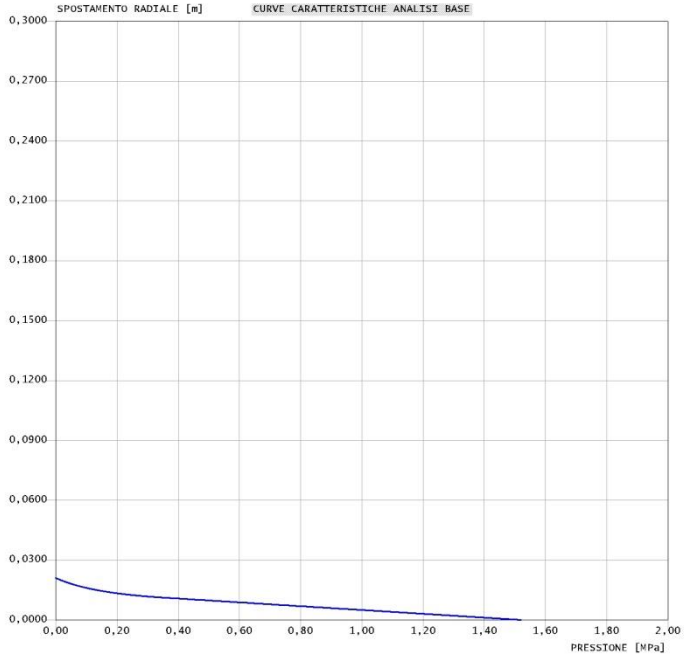
CURVA CARATTERISTICA E TASSO DI DECONFINAMENTO

Galleria S. Lorenzo
bn - B1 - z=70 m da calotta RILASCI TENSIONALI
z=70 m da calotta

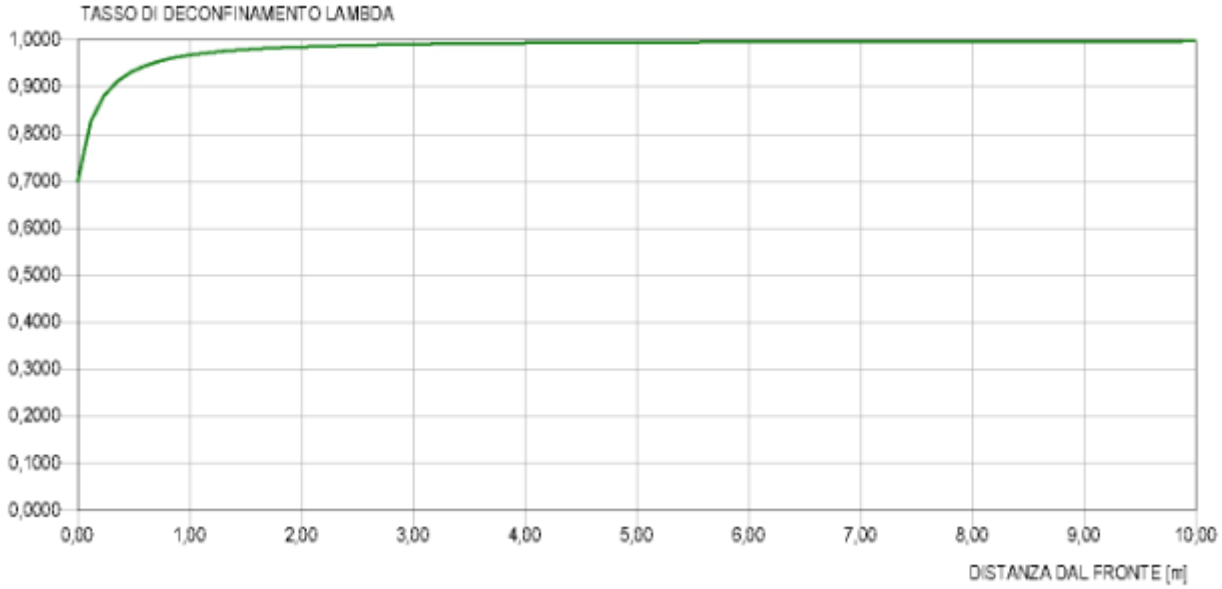
criterio di resistenza: MOHR COULOMB

Pressione Prerivestimento [MPa]: 0,00
Pressione Rivestimento [MPa]: 0,00

GALLERIA B.T.
GALLERIA L.T.
FRONTE SFERICO
PRERIVESTIMENTO
RIVESTIMENTO

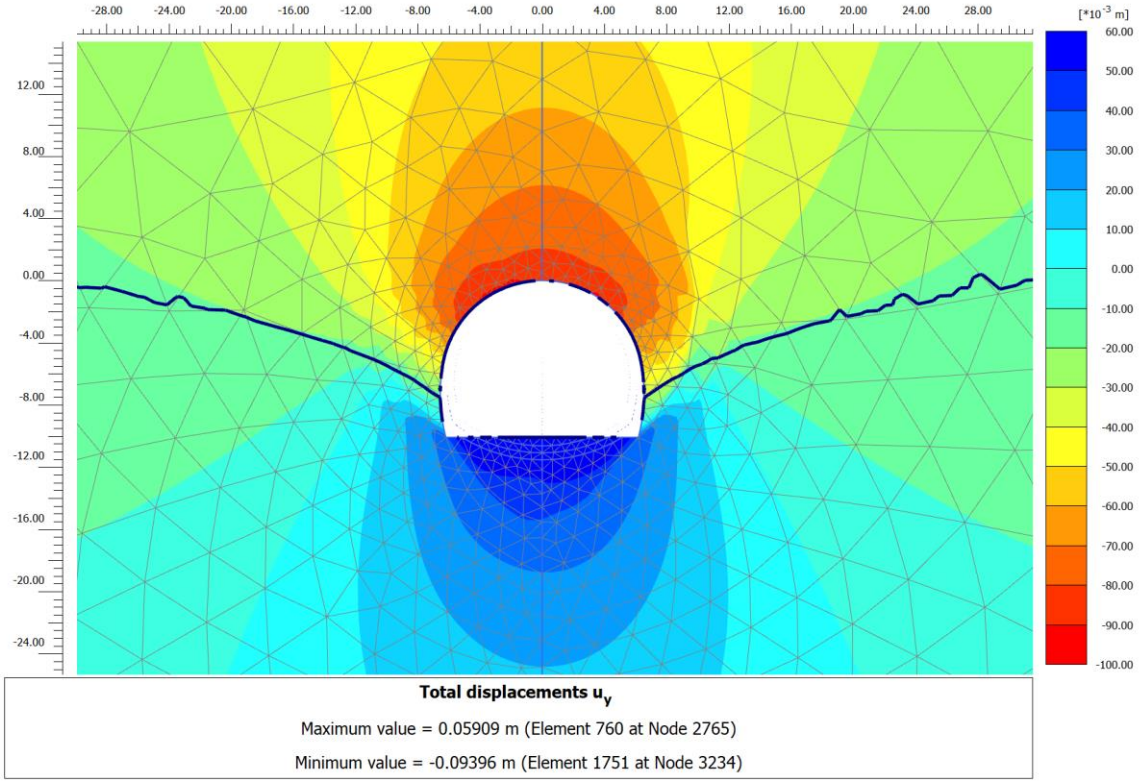


Curva caratteristica di convergenza cavo e fronte

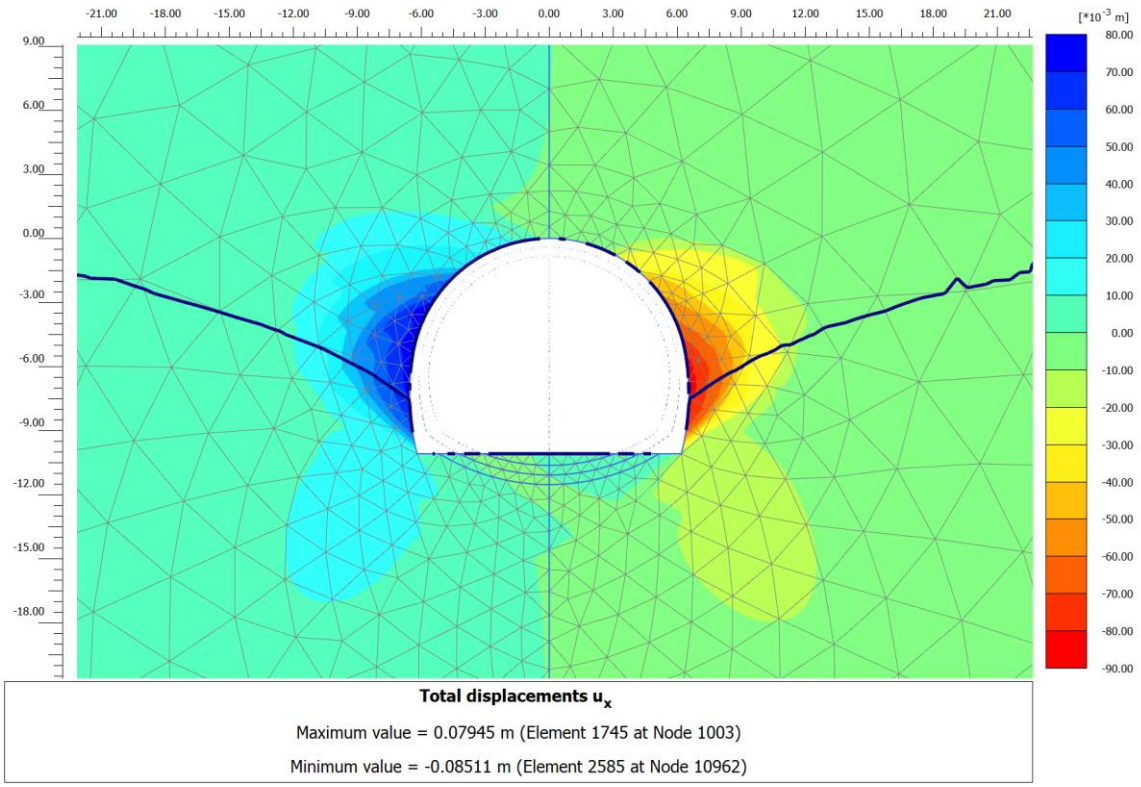


Tasso di deconfinamento

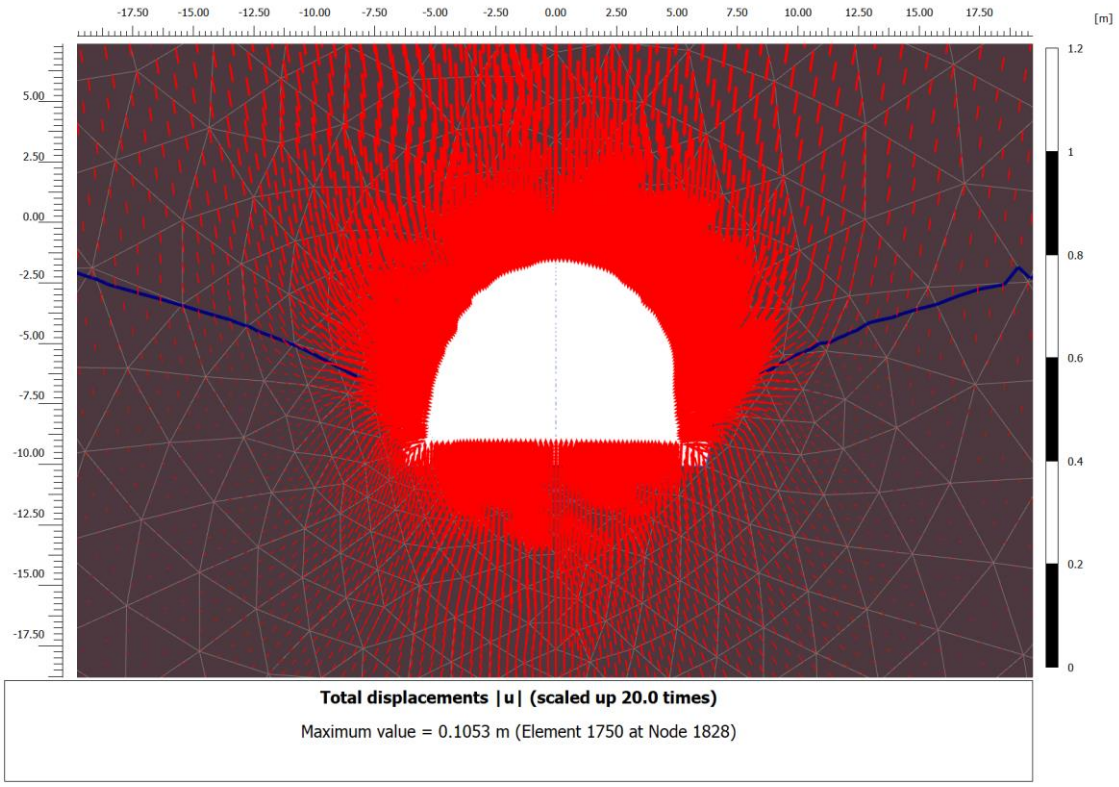
RISULTATI FASE 2 – Esecuzione dello sfondo elementare



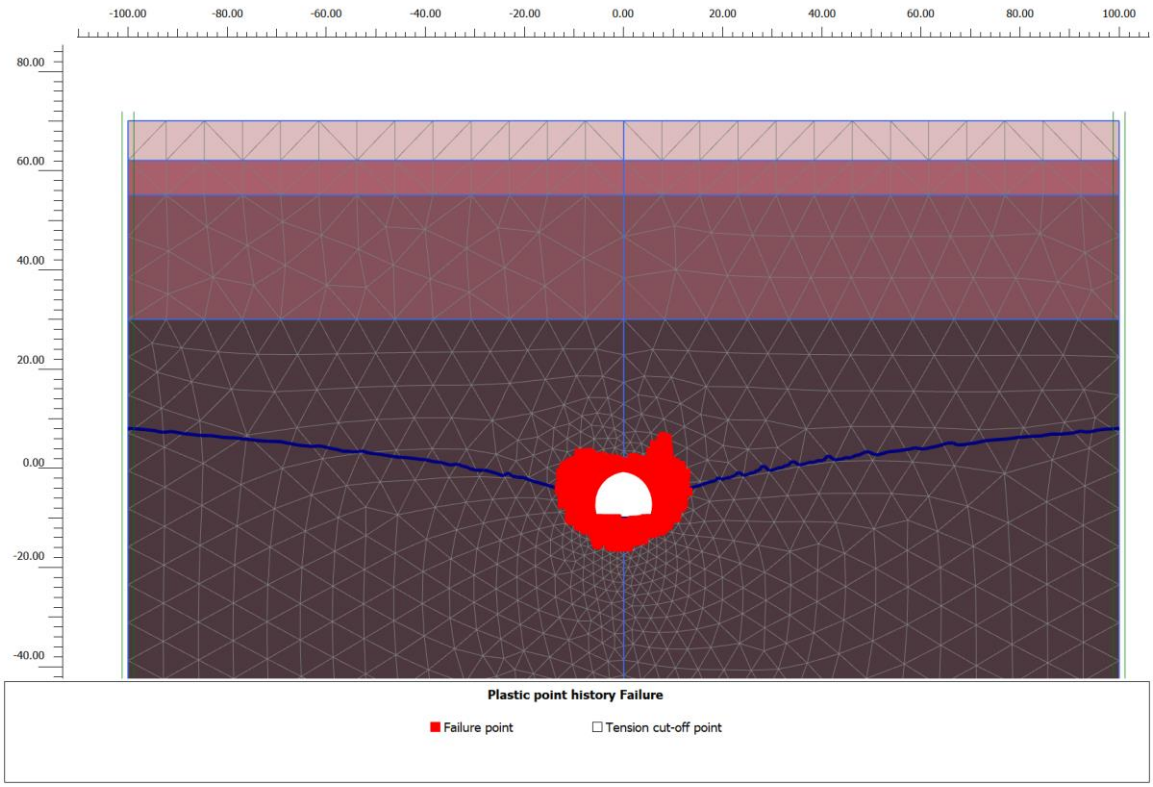
Fase 2 – Spostamenti verticali totali



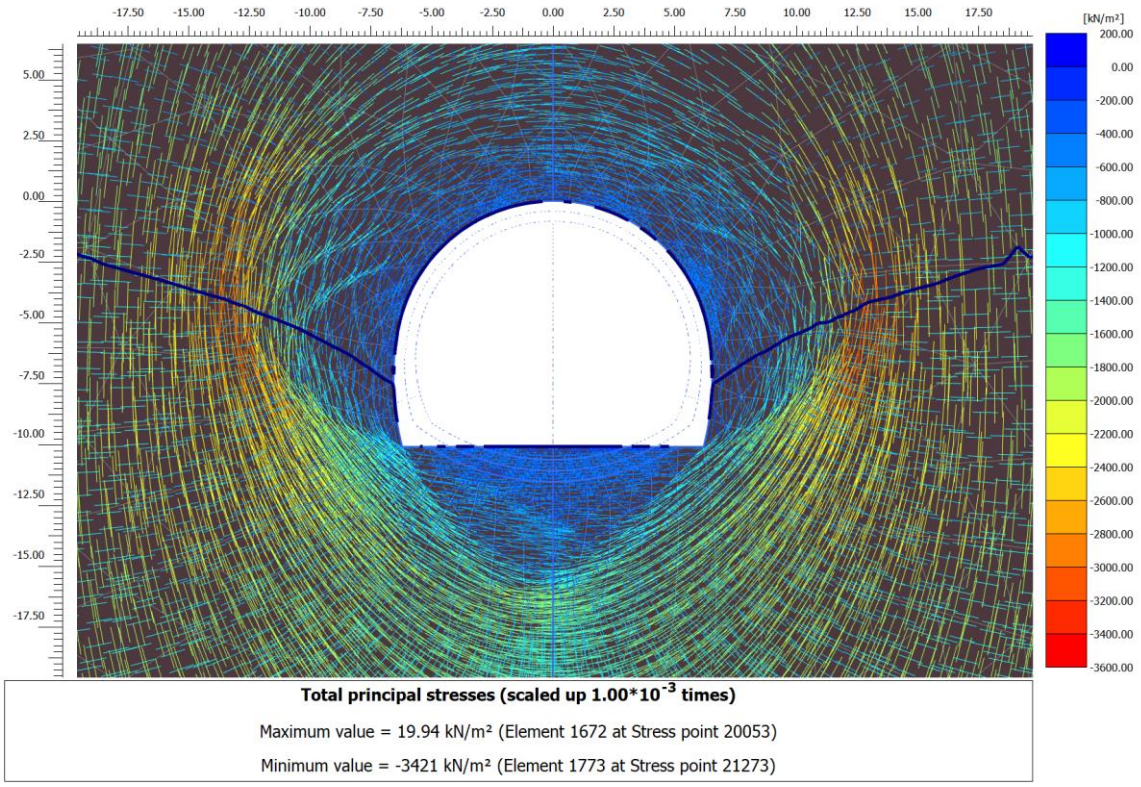
Fase 2 – Spostamenti orizzontali totali



Fase 2 – Vettori spostamento totale

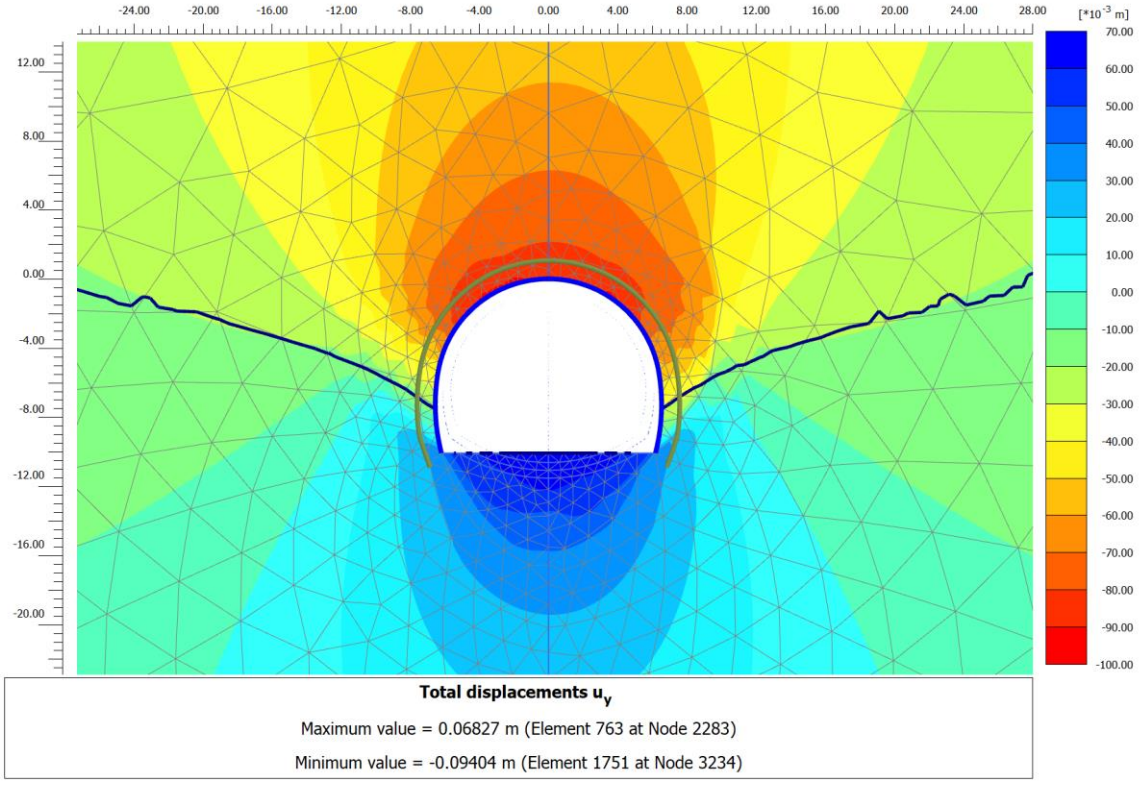


Fase 2 – Zone plastiche

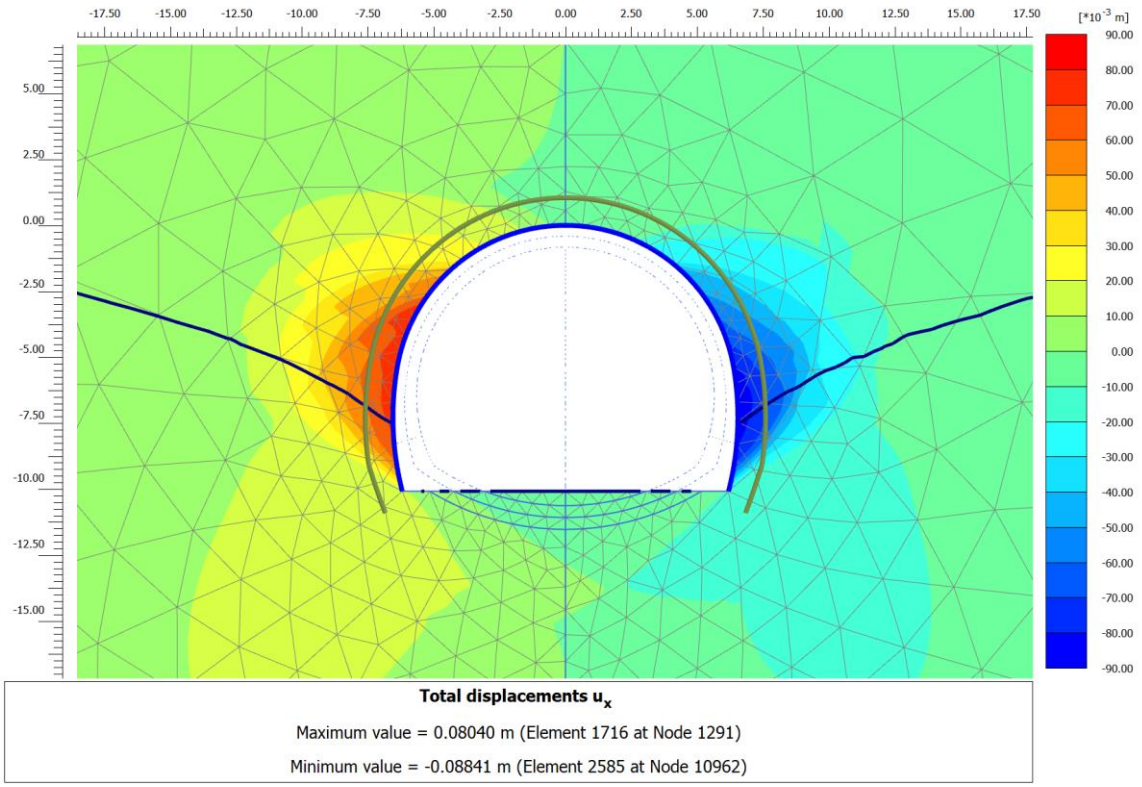


Fase 2 – Orientazione delle direzioni principali dello sforzo

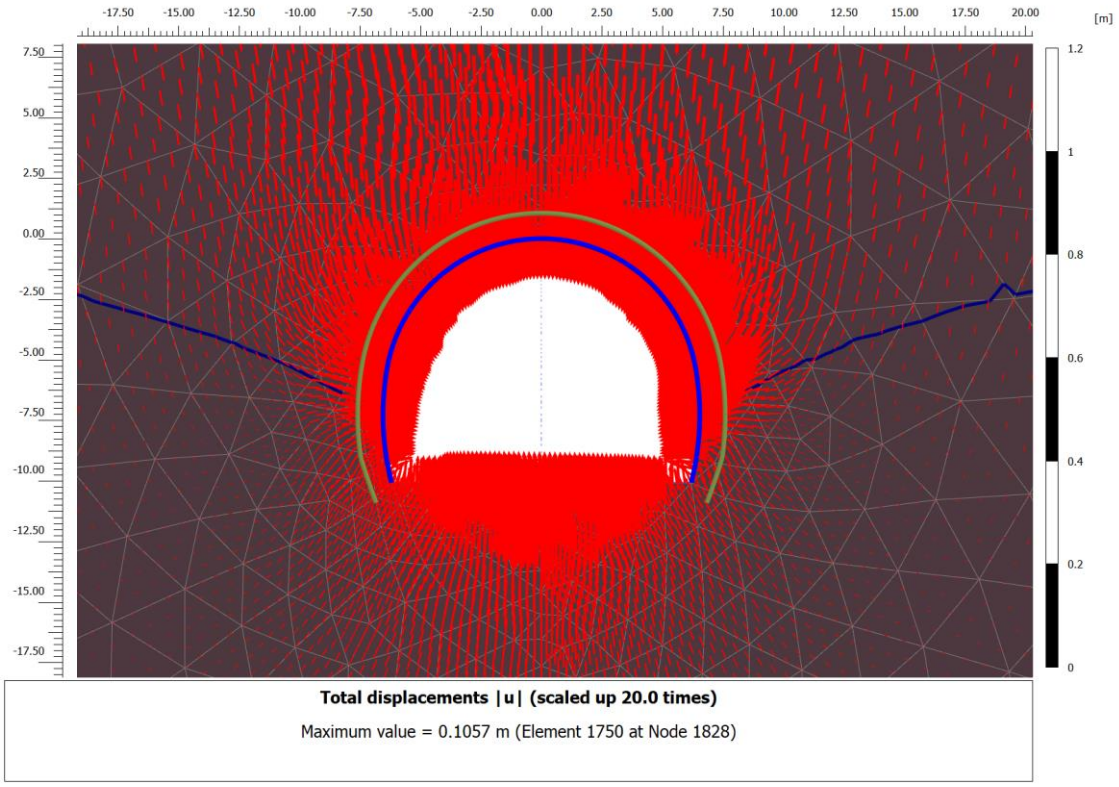
RISULTATI FASE 3 – Installazione rivestimento di prima fase



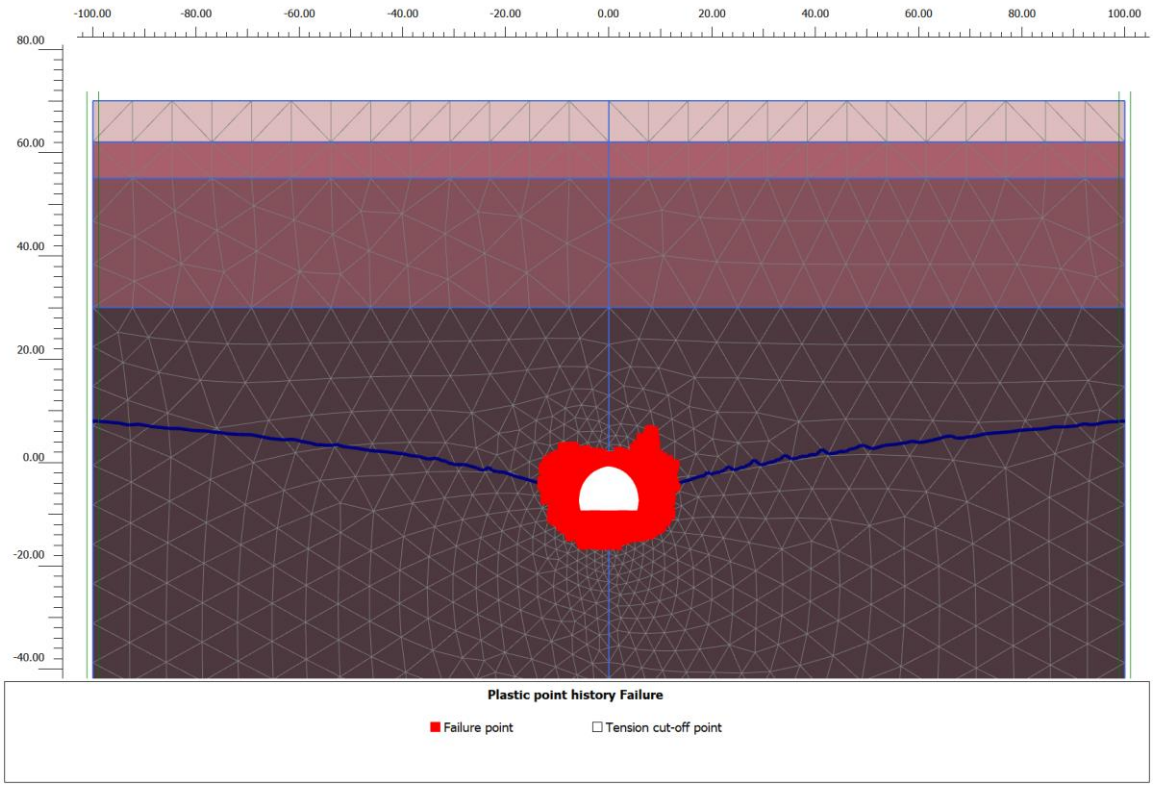
Fase 3 – Spostamenti verticali totali



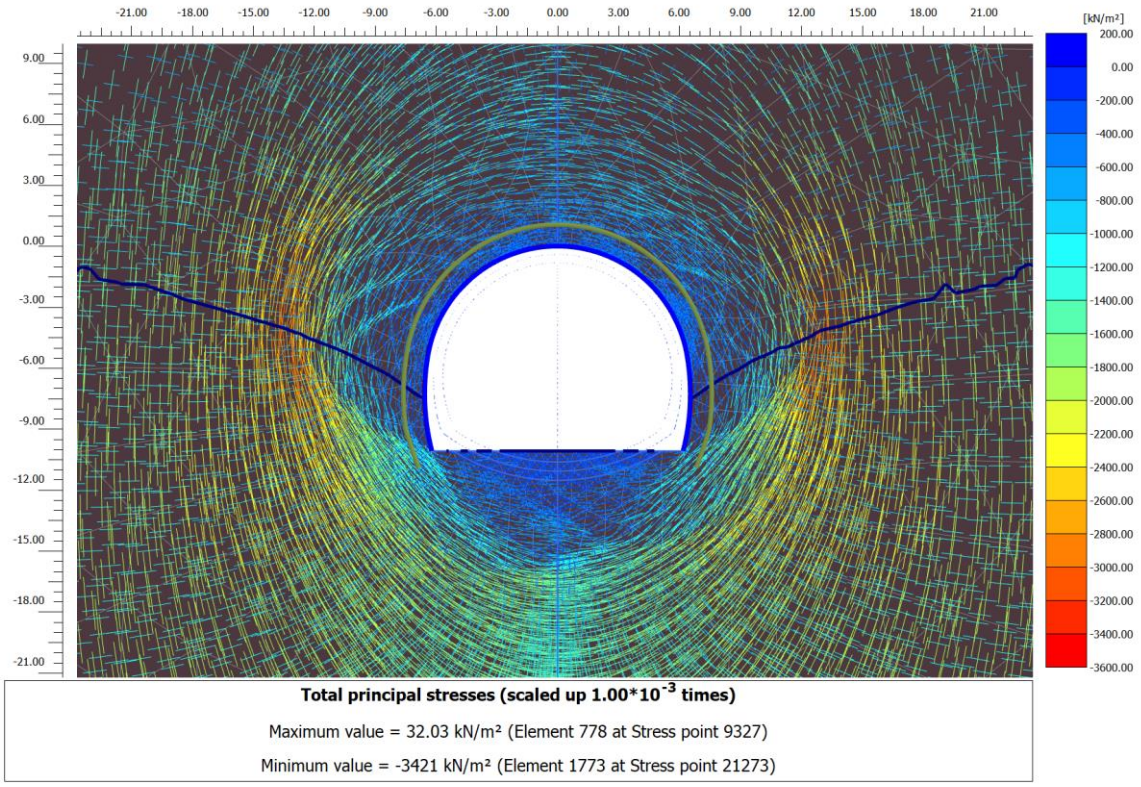
Fase 3 – Spostamenti orizzontali totali



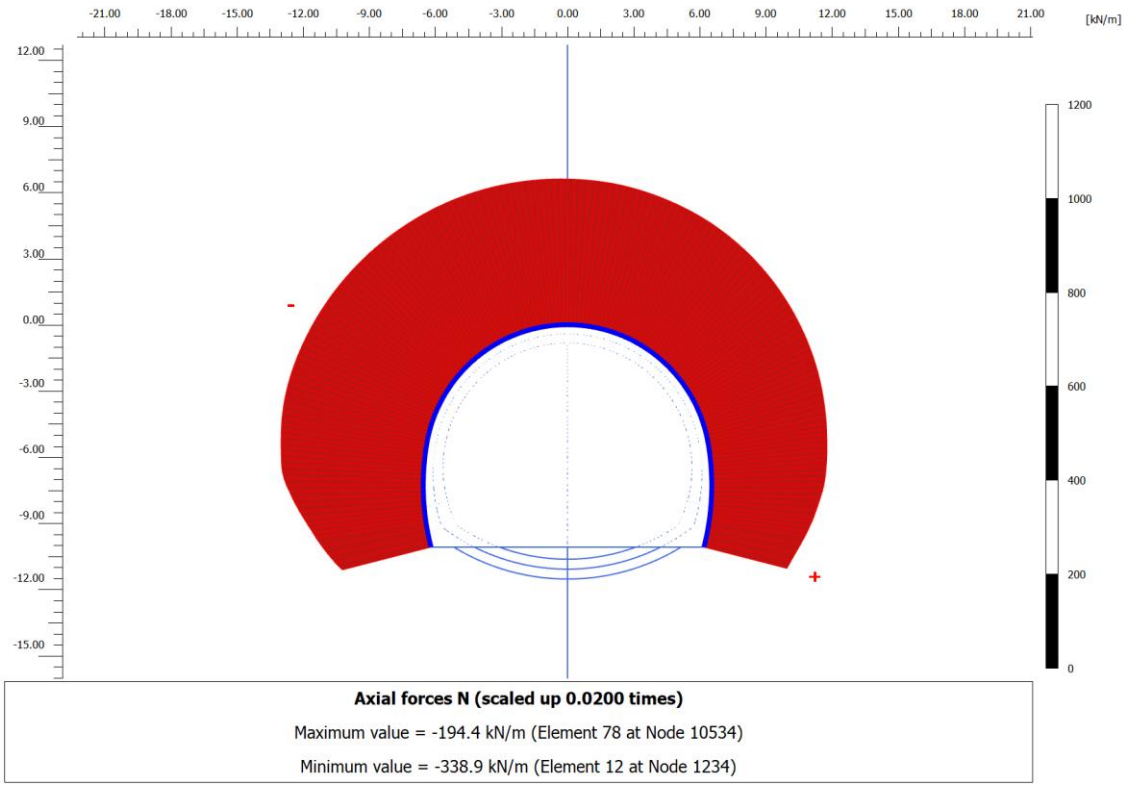
Fase 3 – Vettori spostamento totale



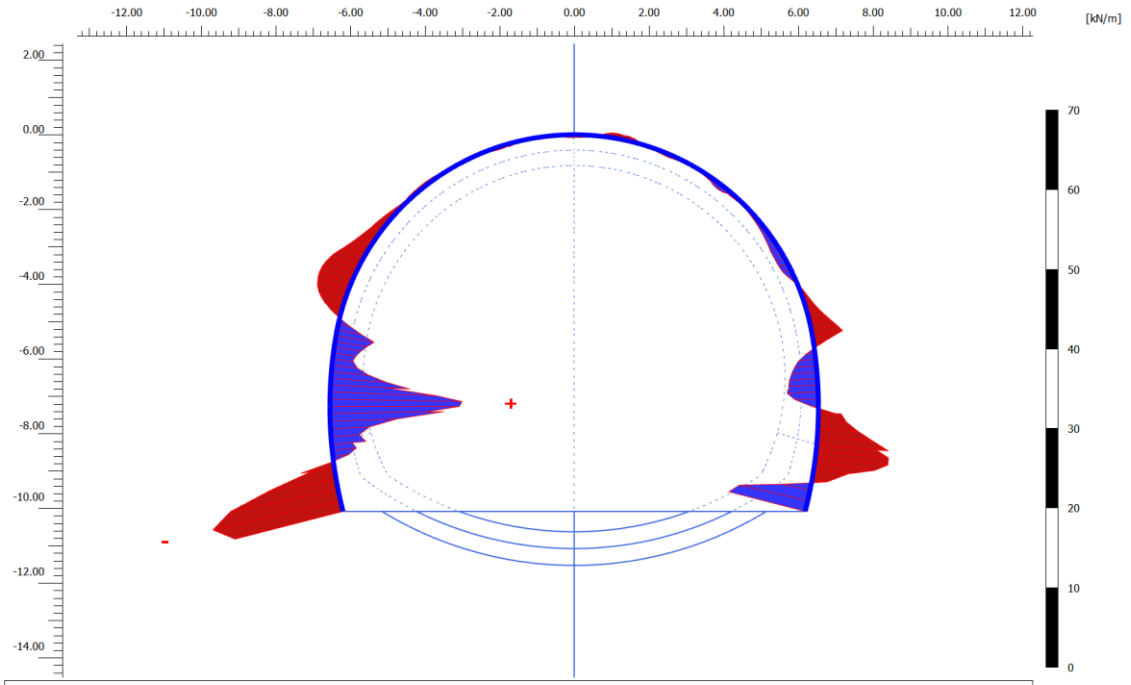
Fase 3 – Zone plastiche



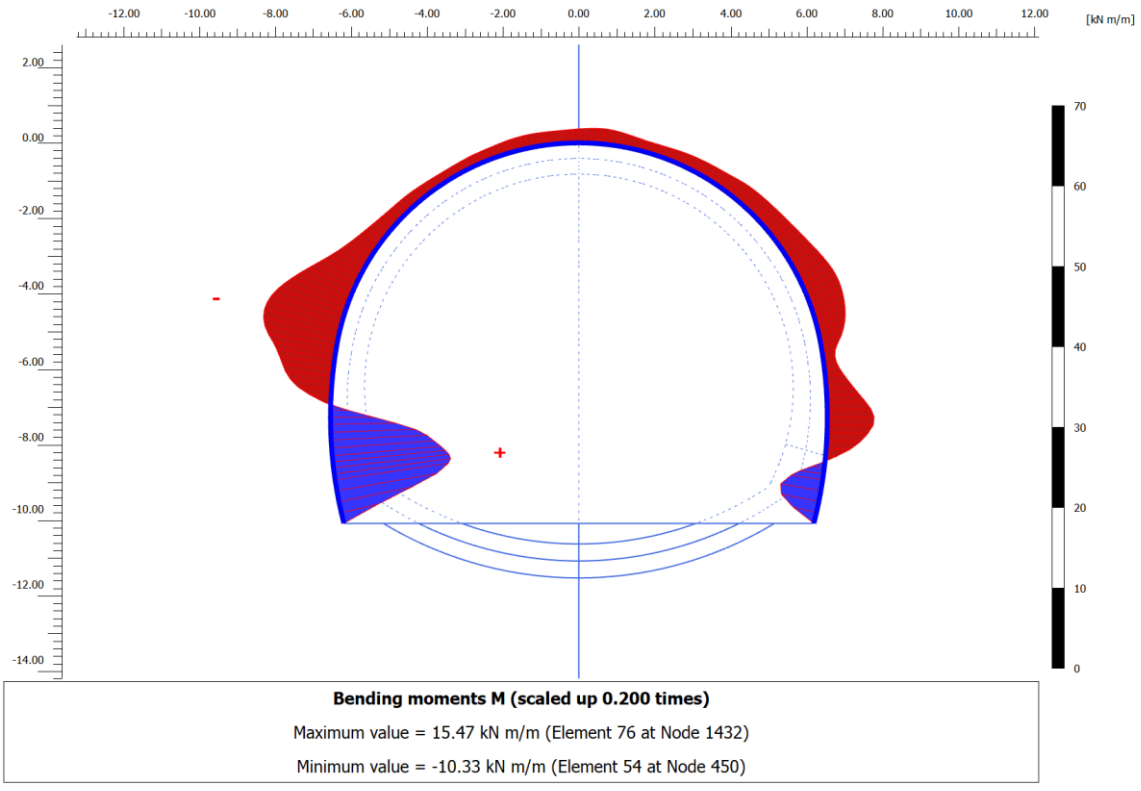
Fase 3 – Orientazione delle direzioni principali dello sforzo



Fase 3 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento di prima fase



Fase 3 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento di prima fase



Fase 3 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento di prima fase

FASE 3: Verifiche del rivestimento di prima fase

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
958	-261.7	-49.0	5.73	17.34	340.2	63.7	7.45	22.54	1.36	OK	26.95	7.03	29.57	OK
997	-255.9	-47.9	8.68	12.91	332.7	62.3	11.29	16.78	1.33	OK	35.70	5.23	36.83	OK
997	-256.1	-48.0	8.68	15.29	332.9	62.3	11.29	19.88	1.33	OK	35.70	6.20	37.28	OK
957	-266.4	-49.9	2.34	17.71	346.3	64.8	3.04	23.02	1.39	OK	16.81	7.18	20.91	OK
998	-250.2	-46.8	11.17	9.00	325.2	60.9	14.52	11.70	1.30	OK	43.05	3.65	43.51	OK
956	-269.8	-50.5	-0.78	14.30	350.7	65.7	1.01	18.59	1.40	OK	12.19	5.80	15.79	OK
955	-271.8	-50.9	-2.89	10.65	353.3	66.2	3.76	13.84	1.41	OK	18.70	4.32	20.14	OK
955	-271.8	-50.9	-2.89	7.41	353.4	66.2	3.76	9.64	1.41	OK	18.70	3.01	19.41	OK
999	-244.1	-45.7	12.62	5.22	317.3	59.4	16.40	6.79	1.27	OK	47.22	2.12	47.36	OK
928	-272.9	-51.1	-4.45	7.41	354.8	66.5	5.79	9.64	1.42	OK	23.47	3.01	24.04	OK
1000	-237.8	-44.5	13.52	3.81	309.1	57.9	17.57	4.95	1.24	OK	49.72	1.54	49.79	OK
927	-274.1	-51.3	-5.52	4.99	356.4	66.7	7.17	6.48	1.43	OK	26.75	2.02	26.97	OK
1429	-231.4	-43.3	14.36	2.78	300.8	56.3	18.67	3.61	1.20	OK	52.05	1.13	52.08	OK
1429	-231.1	-43.3	14.36	4.60	300.4	56.3	18.67	5.98	1.20	OK	52.04	1.87	52.14	OK
926	-275.4	-51.6	-6.24	3.43	358.0	67.0	8.11	4.45	1.43	OK	28.98	1.39	29.08	OK
1430	-226.1	-42.3	14.87	3.28	294.0	55.1	19.33	4.27	1.18	OK	53.40	1.33	53.45	OK
925	-276.7	-51.8	-6.76	2.78	359.7	67.4	8.79	3.62	1.44	OK	30.62	1.13	30.68	OK
925	-276.6	-51.8	-6.76	2.67	359.6	67.4	8.79	3.47	1.44	OK	30.62	1.08	30.68	OK
1431	-221.2	-41.4	15.32	2.14	287.5	53.8	19.92	2.78	1.15	OK	54.60	0.87	54.62	OK
670	-277.8	-52.0	-7.21	3.05	361.1	67.6	9.38	3.97	1.44	OK	32.03	1.24	32.10	OK
1432	-216.5	-40.6	15.47	-0.51	281.5	52.7	20.12	0.67	1.13	OK	54.89	0.21	54.90	OK
669	-278.8	-52.2	-7.74	3.63	362.5	67.9	10.06	4.72	1.45	OK	33.67	1.47	33.77	OK
1641	-212.3	-39.8	15.09	-3.17	276.0	51.7	19.61	4.12	1.10	OK	53.57	1.28	53.61	OK
1641	-212.3	-39.8	15.09	-4.52	275.9	51.7	19.61	5.87	1.10	OK	53.56	1.83	53.66	OK
668	-279.9	-52.4	-8.37	4.36	363.8	68.1	10.88	5.67	1.46	OK	35.63	1.77	35.76	OK
667	-280.8	-52.6	-9.13	5.17	365.1	68.4	11.87	6.72	1.46	OK	37.96	2.10	38.14	OK
667	-280.9	-52.6	-9.13	5.21	365.1	68.4	11.87	6.77	1.46	OK	37.96	2.11	38.14	OK
1642	-203.6	-38.1	13.35	-9.06	264.6	49.6	17.35	11.78	1.06	OK	47.96	3.67	48.38	OK
452	-281.8	-52.8	-9.80	3.35	366.4	68.6	12.75	4.35	1.47	OK	40.05	1.36	40.12	OK
1643	-194.7	-36.5	9.74	-14.71	253.1	47.4	12.66	19.13	1.01	OK	36.67	5.97	38.10	OK
451	-282.7	-52.9	-10.20	1.63	367.5	68.8	13.26	2.11	1.47	OK	41.28	0.66	41.29	OK
450	-283.4	-53.1	-10.33	0.02	368.4	69.0	13.42	0.03	1.47	OK	41.69	0.01	41.69	OK
1644	-185.3	-34.7	4.97	-17.53	240.9	45.1	6.46	22.79	0.96	OK	21.86	7.11	25.09	OK
703	-283.9	-53.2	-10.21	-1.43	369.1	69.1	13.28	1.87	1.48	OK	41.37	0.58	41.38	OK
703	-283.9	-53.2	-10.21	-1.42	369.1	69.1	13.28	1.84	1.48	OK	41.37	0.58	41.38	OK
706	-284.4	-53.3	-9.88	-2.67	369.7	69.2	12.85	3.47	1.48	OK	40.38	1.08	40.43	OK
1655	-175.2	-32.8	0.00	-14.93	227.7	42.6	0.00	19.41	0.91	OK	6.38	6.05	12.28	OK
705	-284.7	-53.3	-9.38	-3.57	370.1	69.3	12.20	4.64	1.48	OK	38.88	1.45	38.96	OK
704	-284.9	-53.4	-8.77	-4.14	370.4	69.4	11.40	5.38	1.48	OK	37.02	1.68	37.13	OK
915	-285.1	-53.4	-8.09	-4.41	370.6	69.4	10.51	5.73	1.48	OK	34.96	1.79	35.09	OK
915	-285.1	-53.4	-8.09	-4.38	370.6	69.4	10.51	5.70	1.48	OK	34.96	1.78	35.09	OK
918	-285.2	-53.4	-7.38	-4.50	370.8	69.4	9.59	5.85	1.48	OK	32.81	1.83	32.96	OK
917	-285.3	-53.4	-6.67	-4.44	370.9	69.5	8.67	5.77	1.48	OK	30.65	1.80	30.81	OK
916	-285.4	-53.4	-5.98	-4.22	371.0	69.5	7.77	5.49	1.48	OK	28.56	1.71	28.71	OK
1233	-285.4	-53.4	-5.33	-3.92	371.0	69.5	6.94	5.09	1.48	OK	26.61	1.59	26.75	OK
1233	-285.4	-53.4	-5.33	-3.86	371.0	69.5	6.94	5.02	1.48	OK	26.61	1.56	26.74	OK
1236	-285.4	-53.5	-4.78	-3.45	371.1	69.5	6.22	4.48	1.48	OK	24.94	1.40	25.05	OK
1235	-285.5	-53.5	-4.31	-2.99	371.1	69.5	5.60	3.89	1.48	OK	23.48	1.21	23.57	OK

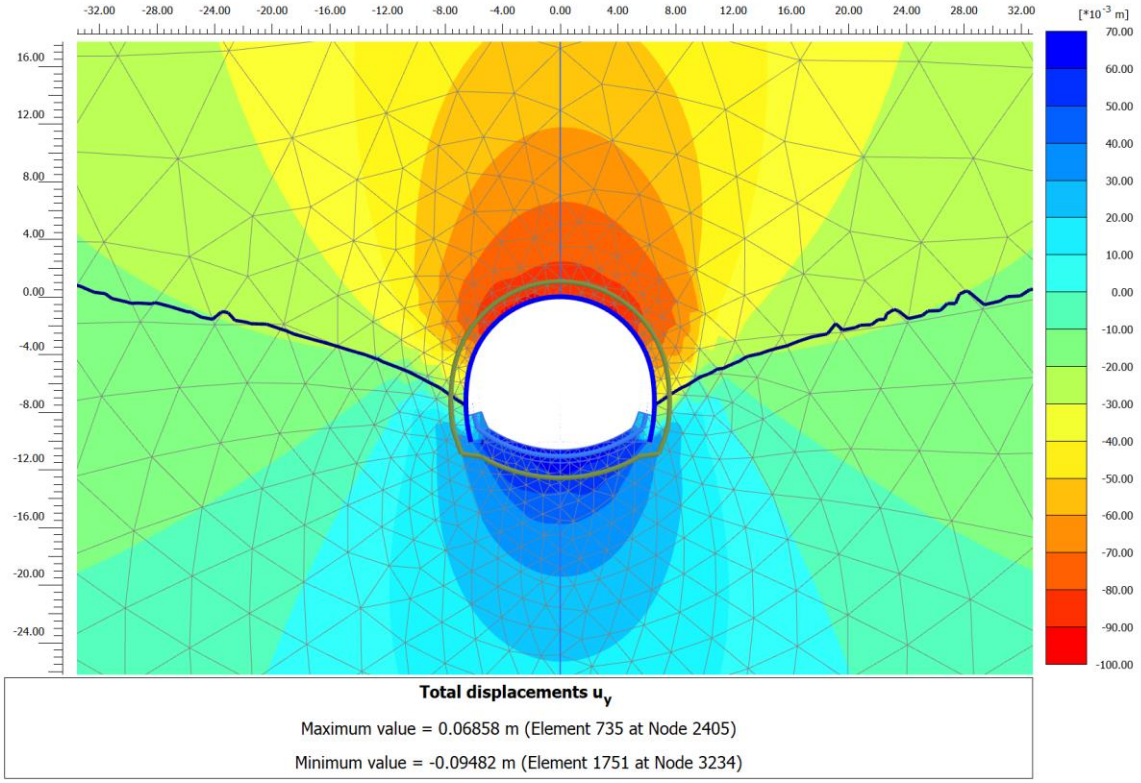
Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
1234	-285.5	-53.5	-3.89	-2.58	371.1	69.5	5.06	3.35	1.48	OK	22.22	1.04	22.29	OK
1557	-285.5	-53.5	-3.53	-2.23	371.1	69.5	4.59	2.90	1.48	OK	21.13	0.90	21.19	OK
1557	-285.5	-53.5	-3.53	-2.23	371.1	69.5	4.59	2.90	1.48	OK	21.13	0.90	21.19	OK
1560	-285.5	-53.5	-3.22	-1.93	371.1	69.5	4.19	2.51	1.48	OK	20.19	0.78	20.24	OK
1559	-285.4	-53.5	-2.95	-1.67	371.1	69.5	3.84	2.17	1.48	OK	19.38	0.68	19.41	OK
1558	-285.4	-53.4	-2.72	-1.44	371.0	69.5	3.54	1.87	1.48	OK	18.67	0.58	18.70	OK
1863	-285.4	-53.4	-2.52	-1.24	371.0	69.5	3.28	1.62	1.48	OK	18.07	0.50	18.09	OK
1863	-285.4	-53.4	-2.52	-1.27	371.0	69.5	3.28	1.65	1.48	OK	18.07	0.51	18.09	OK
1866	-285.3	-53.4	-2.35	-1.12	370.9	69.5	3.05	1.45	1.48	OK	17.52	0.45	17.54	OK
1865	-285.3	-53.4	-2.19	-0.95	370.8	69.4	2.85	1.24	1.48	OK	17.05	0.39	17.06	OK
1864	-285.2	-53.4	-2.06	-0.79	370.8	69.4	2.68	1.02	1.48	OK	16.66	0.32	16.66	OK
1883	-285.2	-53.4	-1.96	-0.63	370.7	69.4	2.54	0.82	1.48	OK	16.33	0.26	16.34	OK
1883	-285.2	-53.4	-1.96	-0.62	370.7	69.4	2.54	0.81	1.48	OK	16.33	0.25	16.34	OK
1886	-285.1	-53.4	-1.87	-0.46	370.6	69.4	2.44	0.60	1.48	OK	16.08	0.19	16.09	OK
1885	-285.1	-53.4	-1.82	-0.34	370.6	69.4	2.36	0.44	1.48	OK	15.91	0.14	15.91	OK
1884	-285.0	-53.4	-1.77	-0.29	370.5	69.4	2.30	0.38	1.48	OK	15.76	0.12	15.76	OK
1999	-284.9	-53.4	-1.72	-0.39	370.3	69.4	2.24	0.50	1.48	OK	15.61	0.16	15.61	OK
1999	-284.9	-53.4	-1.72	-0.37	370.4	69.4	2.24	0.48	1.48	OK	15.61	0.15	15.61	OK
2002	-284.8	-53.3	-1.66	-0.40	370.2	69.3	2.16	0.52	1.48	OK	15.43	0.16	15.43	OK
2001	-284.7	-53.3	-1.60	-0.42	370.1	69.3	2.08	0.55	1.48	OK	15.24	0.17	15.24	OK
2000	-284.6	-53.3	-1.54	-0.43	370.0	69.3	2.00	0.55	1.48	OK	15.04	0.17	15.05	OK
2067	-284.5	-53.3	-1.48	-0.40	369.8	69.3	1.92	0.52	1.48	OK	14.85	0.16	14.85	OK
2067	-284.5	-53.3	-1.48	-0.41	369.8	69.3	1.92	0.53	1.48	OK	14.85	0.17	14.85	OK
2070	-284.4	-53.3	-1.42	-0.36	369.7	69.2	1.84	0.47	1.48	OK	14.67	0.15	14.67	OK
2069	-284.3	-53.2	-1.37	-0.28	369.5	69.2	1.78	0.36	1.48	OK	14.52	0.11	14.52	OK
2068	-284.2	-53.2	-1.34	-0.15	369.4	69.2	1.74	0.20	1.48	OK	14.42	0.06	14.42	OK
2385	-284.0	-53.2	-1.33	0.01	369.3	69.2	1.72	0.01	1.48	OK	14.38	0.00	14.38	OK
2385	-284.0	-53.2	-1.33	0.00	369.3	69.2	1.72	0.00	1.48	OK	14.38	0.00	14.38	OK
2388	-283.9	-53.2	-1.33	0.05	369.1	69.1	1.73	0.06	1.48	OK	14.39	0.02	14.39	OK
2387	-283.8	-53.2	-1.34	0.10	369.0	69.1	1.74	0.13	1.48	OK	14.41	0.04	14.41	OK
2386	-283.7	-53.1	-1.36	0.15	368.8	69.1	1.77	0.20	1.48	OK	14.47	0.06	14.47	OK
2739	-283.5	-53.1	-1.39	0.21	368.6	69.0	1.80	0.27	1.47	OK	14.54	0.08	14.54	OK
2739	-283.5	-53.1	-1.39	0.22	368.6	69.0	1.80	0.28	1.47	OK	14.54	0.09	14.55	OK
2742	-283.4	-53.1	-1.41	0.16	368.4	69.0	1.84	0.21	1.47	OK	14.62	0.07	14.62	OK
2741	-283.2	-53.0	-1.43	0.12	368.2	69.0	1.86	0.15	1.47	OK	14.68	0.05	14.68	OK
2740	-283.0	-53.0	-1.45	0.11	367.9	68.9	1.89	0.14	1.47	OK	14.72	0.04	14.72	OK
3299	-282.8	-53.0	-1.47	0.14	367.6	68.8	1.91	0.18	1.47	OK	14.77	0.06	14.77	OK
3299	-282.8	-53.0	-1.47	0.17	367.6	68.8	1.91	0.22	1.47	OK	14.78	0.07	14.78	OK
3302	-282.6	-52.9	-1.51	0.31	367.3	68.8	1.96	0.41	1.47	OK	14.87	0.13	14.87	OK
3301	-282.3	-52.9	-1.56	0.39	367.0	68.7	2.03	0.50	1.47	OK	15.03	0.16	15.03	OK
3300	-282.1	-52.8	-1.62	0.37	366.7	68.7	2.10	0.48	1.47	OK	15.19	0.15	15.19	OK
3523	-281.8	-52.8	-1.67	0.28	366.3	68.6	2.17	0.36	1.47	OK	15.33	0.11	15.33	OK
3523	-281.8	-52.8	-1.67	0.43	366.3	68.6	2.17	0.55	1.47	OK	15.33	0.17	15.33	OK
3526	-281.5	-52.7	-1.72	0.27	366.0	68.5	2.23	0.35	1.46	OK	15.48	0.11	15.48	OK
3525	-281.2	-52.7	-1.75	0.14	365.6	68.5	2.27	0.18	1.46	OK	15.56	0.06	15.56	OK
3524	-280.9	-52.6	-1.76	0.05	365.2	68.4	2.29	0.06	1.46	OK	15.59	0.02	15.59	OK
3767	-280.6	-52.6	-1.76	-0.01	364.8	68.3	2.29	0.02	1.46	OK	15.59	0.01	15.59	OK
3767	-280.6	-52.6	-1.76	0.00	364.8	68.3	2.29	0.00	1.46	OK	15.59	0.00	15.59	OK
3770	-280.3	-52.5	-1.76	-0.06	364.4	68.2	2.29	0.08	1.46	OK	15.56	0.03	15.56	OK
3769	-280.0	-52.4	-1.75	-0.08	364.0	68.2	2.27	0.11	1.46	OK	15.51	0.03	15.51	OK
3768	-279.7	-52.4	-1.74	-0.07	363.7	68.1	2.26	0.09	1.45	OK	15.47	0.03	15.47	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
4232	-279.4	-52.3	-1.73	-0.04	363.3	68.0	2.25	0.06	1.45	OK	15.44	0.02	15.44	OK
4232	-279.4	-52.3	-1.73	0.00	363.3	68.0	2.25	0.00	1.45	OK	15.44	0.00	15.44	OK
4235	-279.2	-52.3	-1.74	0.13	362.9	68.0	2.26	0.16	1.45	OK	15.45	0.05	15.45	OK
4234	-278.9	-52.2	-1.77	0.27	362.6	67.9	2.30	0.35	1.45	OK	15.53	0.11	15.53	OK
4233	-278.6	-52.2	-1.81	0.36	362.2	67.8	2.36	0.47	1.45	OK	15.66	0.15	15.66	OK
4236	-278.3	-52.1	-1.87	0.35	361.9	67.8	2.43	0.45	1.45	OK	15.83	0.14	15.83	OK
4236	-278.3	-52.1	-1.87	0.39	361.8	67.8	2.43	0.50	1.45	OK	15.83	0.16	15.83	OK
4221	-278.1	-52.1	-1.93	0.35	361.5	67.7	2.51	0.46	1.45	OK	15.99	0.14	15.99	OK
4220	-277.8	-52.0	-1.98	0.30	361.1	67.6	2.58	0.39	1.44	OK	16.15	0.12	16.15	OK
4219	-277.5	-52.0	-2.02	0.19	360.8	67.6	2.63	0.24	1.44	OK	16.26	0.08	16.26	OK
4439	-277.2	-51.9	-2.04	0.01	360.4	67.5	2.65	0.01	1.44	OK	16.30	0.00	16.30	OK
4439	-277.2	-51.9	-2.04	-0.01	360.4	67.5	2.65	0.01	1.44	OK	16.30	0.00	16.30	OK
4442	-277.0	-51.9	-2.01	-0.38	360.1	67.4	2.61	0.49	1.44	OK	16.19	0.15	16.19	OK
4441	-276.7	-51.8	-1.92	-0.62	359.7	67.4	2.50	0.81	1.44	OK	15.93	0.25	15.93	OK
4440	-276.4	-51.8	-1.81	-0.70	359.3	67.3	2.36	0.91	1.44	OK	15.58	0.28	15.59	OK
4657	-275.9	-51.7	-1.71	-0.60	358.7	67.2	2.22	0.77	1.43	OK	15.24	0.24	15.24	OK
4657	-275.9	-51.7	-1.71	-0.59	358.7	67.2	2.22	0.76	1.43	OK	15.24	0.24	15.24	OK
4660	-275.4	-51.6	-1.60	-0.62	358.0	67.1	2.09	0.80	1.43	OK	14.91	0.25	14.92	OK
4659	-274.9	-51.5	-1.52	-0.46	357.4	66.9	1.97	0.59	1.43	OK	14.62	0.18	14.63	OK
4658	-274.4	-51.4	-1.46	-0.18	356.7	66.8	1.90	0.23	1.43	OK	14.44	0.07	14.44	OK
5189	-273.8	-51.3	-1.46	0.05	356.0	66.7	1.90	0.06	1.42	OK	14.41	0.02	14.41	OK
5189	-273.8	-51.3	-1.46	0.14	356.0	66.7	1.90	0.19	1.42	OK	14.41	0.06	14.42	OK
5192	-273.3	-51.2	-1.48	0.17	355.2	66.5	1.92	0.22	1.42	OK	14.45	0.07	14.45	OK
5191	-272.7	-51.1	-1.52	0.29	354.5	66.4	1.97	0.38	1.42	OK	14.54	0.12	14.54	OK
5190	-272.2	-51.0	-1.57	0.38	353.8	66.3	2.04	0.49	1.42	OK	14.69	0.15	14.69	OK
5483	-271.6	-50.9	-1.64	0.45	353.1	66.1	2.13	0.59	1.41	OK	14.87	0.18	14.87	OK
5483	-271.6	-50.9	-1.64	0.42	353.1	66.1	2.13	0.55	1.41	OK	14.87	0.17	14.87	OK
5486	-271.1	-50.8	-1.70	0.36	352.4	66.0	2.21	0.47	1.41	OK	15.05	0.15	15.05	OK
5485	-270.5	-50.7	-1.76	0.30	351.7	65.9	2.28	0.39	1.41	OK	15.19	0.12	15.19	OK
5484	-269.9	-50.6	-1.80	0.26	350.9	65.7	2.34	0.34	1.40	OK	15.31	0.11	15.31	OK
7358	-269.3	-50.4	-1.84	0.25	350.1	65.6	2.40	0.33	1.40	OK	15.41	0.10	15.41	OK
7358	-269.3	-50.4	-1.84	0.25	350.1	65.6	2.40	0.32	1.40	OK	15.41	0.10	15.41	OK
7361	-268.6	-50.3	-1.88	0.26	349.2	65.4	2.45	0.34	1.40	OK	15.52	0.11	15.52	OK
7360	-267.9	-50.2	-1.93	0.27	348.2	65.2	2.51	0.36	1.39	OK	15.62	0.11	15.62	OK
7359	-267.1	-50.0	-1.98	0.33	347.2	65.0	2.57	0.43	1.39	OK	15.74	0.13	15.74	OK
7459	-266.2	-49.9	-2.04	0.45	346.1	64.8	2.65	0.59	1.38	OK	15.89	0.18	15.90	OK
7459	-266.2	-49.9	-2.04	0.42	346.1	64.8	2.65	0.54	1.38	OK	15.90	0.17	15.90	OK
7462	-265.3	-49.7	-2.13	0.68	344.9	64.6	2.77	0.88	1.38	OK	16.14	0.28	16.15	OK
7461	-264.4	-49.5	-2.25	0.77	343.7	64.4	2.93	1.00	1.37	OK	16.47	0.31	16.48	OK
7460	-263.5	-49.3	-2.37	0.66	342.5	64.1	3.08	0.86	1.37	OK	16.80	0.27	16.81	OK
7473	-262.5	-49.2	-2.45	0.44	341.2	63.9	3.19	0.57	1.36	OK	17.02	0.18	17.03	OK
7473	-262.5	-49.2	-2.45	0.33	341.2	63.9	3.19	0.42	1.36	OK	17.02	0.13	17.02	OK
7477	-261.5	-49.0	-2.52	0.37	339.9	63.7	3.28	0.48	1.36	OK	17.19	0.15	17.19	OK
7476	-260.5	-48.8	-2.57	0.31	338.6	63.4	3.35	0.40	1.35	OK	17.31	0.12	17.31	OK
7475	-259.4	-48.6	-2.62	0.27	337.2	63.2	3.41	0.36	1.35	OK	17.42	0.11	17.42	OK
7474	-258.4	-48.4	-2.67	0.30	335.9	62.9	3.47	0.38	1.34	OK	17.52	0.12	17.52	OK
7474	-258.4	-48.4	-2.67	0.29	335.9	62.9	3.47	0.37	1.34	OK	17.52	0.12	17.52	OK
7442	-257.3	-48.2	-2.72	0.37	334.4	62.6	3.54	0.48	1.34	OK	17.64	0.15	17.64	OK
7441	-256.1	-48.0	-2.79	0.45	333.0	62.4	3.62	0.59	1.33	OK	17.80	0.18	17.80	OK
7440	-255.0	-47.8	-2.87	0.54	331.5	62.1	3.73	0.71	1.33	OK	18.00	0.22	18.01	OK
7439	-253.9	-47.5	-2.96	0.64	330.0	61.8	3.85	0.83	1.32	OK	18.26	0.26	18.26	OK

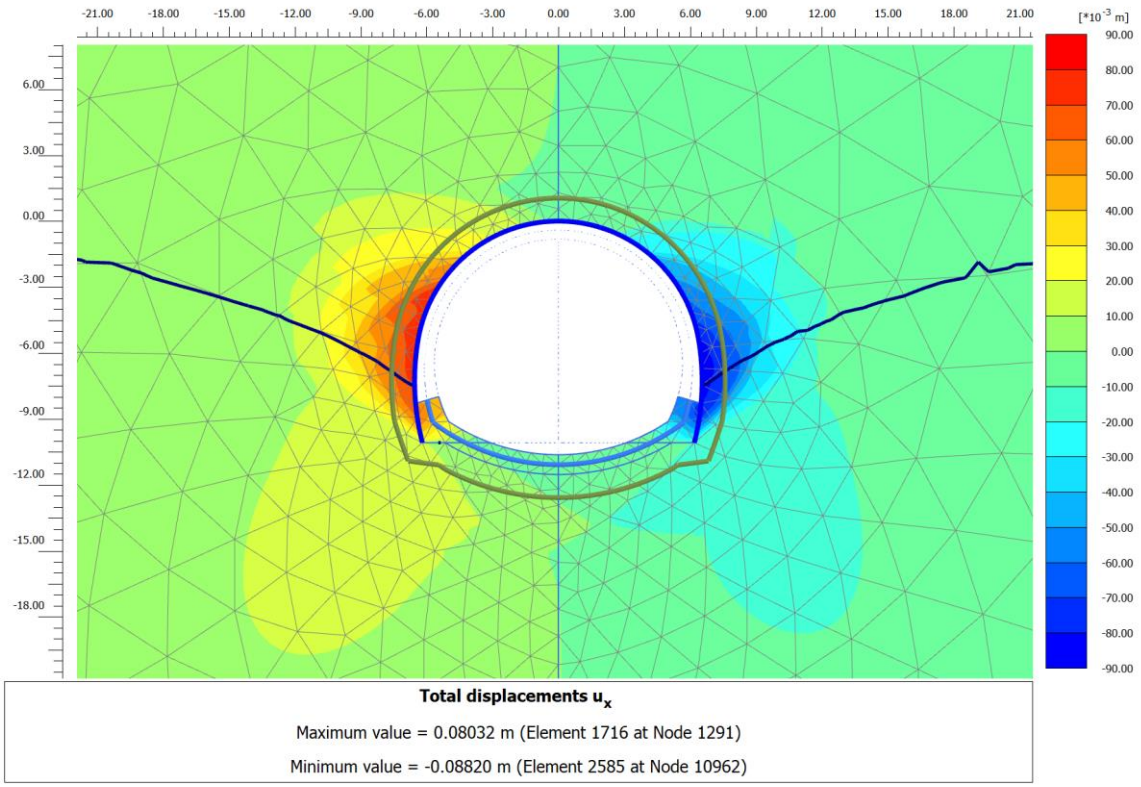
Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
7439	-253.9	-47.5	-2.96	0.64	330.0	61.8	3.85	0.83	1.32	OK	18.25	0.26	18.26	OK
7422	-252.7	-47.3	-3.08	0.76	328.5	61.5	4.00	0.99	1.31	OK	18.56	0.31	18.57	OK
7421	-251.5	-47.1	-3.21	0.89	327.0	61.2	4.18	1.16	1.31	OK	18.92	0.36	18.94	OK
7420	-250.3	-46.9	-3.37	1.03	325.4	60.9	4.38	1.34	1.30	OK	19.36	0.42	19.37	OK
7590	-249.1	-46.7	-3.55	1.17	323.9	60.7	4.61	1.52	1.30	OK	19.86	0.48	19.88	OK
7590	-249.1	-46.7	-3.55	1.19	323.9	60.7	4.61	1.55	1.30	OK	19.86	0.48	19.88	OK
7593	-247.9	-46.4	-3.75	1.23	322.3	60.4	4.87	1.60	1.29	OK	20.41	0.50	20.43	OK
7592	-246.7	-46.2	-3.95	1.25	320.7	60.1	5.13	1.63	1.28	OK	20.98	0.51	21.00	OK
7591	-245.5	-46.0	-4.15	1.23	319.1	59.8	5.40	1.60	1.28	OK	21.56	0.50	21.57	OK
7931	-244.3	-45.7	-4.35	1.14	317.6	59.5	5.65	1.48	1.27	OK	22.10	0.46	22.12	OK
7931	-244.3	-45.7	-4.35	1.14	317.6	59.5	5.65	1.49	1.27	OK	22.10	0.46	22.12	OK
7930	-243.1	-45.5	-4.50	0.84	316.0	59.2	5.86	1.09	1.26	OK	22.54	0.34	22.55	OK
7929	-241.9	-45.3	-4.61	0.45	314.5	58.9	5.99	0.59	1.26	OK	22.81	0.18	22.81	OK
7928	-240.6	-45.1	-4.65	0.04	312.8	58.6	6.04	0.05	1.25	OK	22.88	0.02	22.88	OK
8496	-239.4	-44.8	-4.62	-0.37	311.2	58.3	6.01	0.49	1.24	OK	22.76	0.15	22.76	OK
8496	-239.4	-44.8	-4.62	-0.36	311.2	58.3	6.01	0.47	1.24	OK	22.76	0.15	22.76	OK
8499	-238.0	-44.6	-4.54	-0.63	309.5	58.0	5.90	0.82	1.24	OK	22.47	0.25	22.47	OK
8498	-236.7	-44.3	-4.42	-0.90	307.8	57.6	5.75	1.18	1.23	OK	22.05	0.37	22.06	OK
10534	-163.7	-30.7	0.00	10.58	212.9	39.9	0.00	13.75	0.85	OK	5.97	4.29	9.53	OK
8497	-235.4	-44.1	-4.25	-1.23	306.1	57.3	5.53	1.60	1.22	OK	21.49	0.50	21.51	OK
8639	-234.1	-43.8	-4.03	-1.62	304.3	57.0	5.23	2.11	1.22	OK	20.76	0.66	20.79	OK
8639	-234.1	-43.8	-4.03	-1.63	304.3	57.0	5.23	2.11	1.22	OK	20.76	0.66	20.79	OK
10517	-168.2	-31.5	3.14	9.39	218.7	41.0	4.08	12.21	0.87	OK	15.66	3.81	16.99	OK
8638	-232.8	-43.6	-3.73	-2.16	302.7	56.7	4.85	2.80	1.21	OK	19.81	0.87	19.86	OK
8637	-231.5	-43.4	-3.34	-2.77	301.0	56.4	4.34	3.60	1.20	OK	18.57	1.12	18.67	OK
10518	-173.6	-32.5	5.04	3.92	225.7	42.3	6.55	5.09	0.90	OK	21.63	1.59	21.81	OK
8636	-230.3	-43.1	-2.84	-3.43	299.4	56.1	3.70	4.47	1.20	OK	17.03	1.39	17.20	OK
10519	-179.6	-33.6	5.39	-2.06	233.5	43.7	7.01	2.68	0.93	OK	22.92	0.83	22.96	OK
8898	-229.1	-42.9	-2.25	-4.12	297.8	55.8	2.92	5.36	1.19	OK	15.17	1.67	15.44	OK
8898	-229.0	-42.9	-2.25	-4.11	297.8	55.8	2.92	5.34	1.19	OK	15.17	1.67	15.44	OK
8901	-227.9	-42.7	-1.76	-2.02	296.3	55.5	2.29	2.62	1.19	OK	13.66	0.82	13.73	OK
10516	-185.5	-34.7	4.21	-4.90	241.1	45.2	5.48	6.37	0.96	OK	19.55	1.99	19.85	OK
10516	-185.7	-34.8	4.21	-4.76	241.4	45.2	5.48	6.19	0.97	OK	19.56	1.93	19.85	OK
8900	-226.8	-42.5	-1.59	-0.21	294.9	55.2	2.07	0.27	1.18	OK	13.10	0.08	13.10	OK
9881	-188.7	-35.3	3.15	-8.10	245.3	45.9	4.10	10.53	0.98	OK	16.45	3.29	17.40	OK
8899	-225.8	-42.3	-1.68	1.24	293.6	55.0	2.18	1.62	1.17	OK	13.32	0.50	13.35	OK
9882	-191.9	-35.9	1.70	-9.75	249.5	46.7	2.20	12.67	1.00	OK	12.15	3.95	13.94	OK
9406	-224.9	-42.1	-1.96	2.32	292.3	54.7	2.55	3.01	1.17	OK	14.16	0.94	14.25	OK
9406	-224.9	-42.1	-1.96	2.29	292.4	54.8	2.55	2.98	1.17	OK	14.16	0.93	14.25	OK
9883	-195.0	-36.5	0.11	-9.74	253.5	47.5	0.14	12.67	1.01	OK	7.45	3.95	10.11	OK
9409	-223.8	-41.9	-2.42	2.96	290.9	54.5	3.15	3.84	1.16	OK	15.52	1.20	15.66	OK
9880	-197.9	-37.1	-1.34	-9.65	257.3	48.2	1.74	12.54	1.03	OK	11.27	3.91	13.15	OK
9880	-197.9	-37.1	-1.34	-8.00	257.3	48.2	1.74	10.40	1.03	OK	11.27	3.24	12.59	OK
9408	-222.5	-41.7	-2.98	3.42	289.3	54.2	3.87	4.45	1.16	OK	17.16	1.39	17.33	OK
9517	-201.2	-37.7	-3.11	-7.37	261.6	49.0	4.05	9.58	1.05	OK	16.79	2.99	17.57	OK
9407	-221.2	-41.4	-3.60	3.74	287.5	53.8	4.69	4.86	1.15	OK	19.01	1.52	19.19	OK
9518	-204.6	-38.3	-4.43	-5.33	266.0	49.8	5.75	6.93	1.06	OK	20.90	2.16	21.23	OK
9420	-219.6	-41.1	-4.27	3.83	285.5	53.5	5.55	4.98	1.14	OK	20.98	1.55	21.15	OK
9420	-219.7	-41.1	-4.27	3.93	285.6	53.5	5.55	5.11	1.14	OK	20.98	1.59	21.16	OK
9423	-218.2	-40.9	-5.06	4.17	283.7	53.1	6.58	5.43	1.13	OK	23.32	1.69	23.50	OK
9519	-208.2	-39.0	-5.37	-3.80	270.6	50.7	6.99	4.93	1.08	OK	23.91	1.54	24.06	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
9422	-216.5	-40.6	-5.77	3.16	281.5	52.7	7.51	4.10	1.13	OK	25.43	1.28	25.53	OK
9516	-211.8	-39.7	-6.07	-3.03	275.4	51.6	7.89	3.94	1.10	OK	26.15	1.23	26.24	OK
9516	-211.9	-39.7	-6.07	-2.31	275.4	51.6	7.89	3.01	1.10	OK	26.15	0.94	26.20	OK
9421	-214.5	-40.2	-6.19	0.94	278.8	52.2	8.04	1.22	1.12	OK	26.60	0.38	26.61	OK

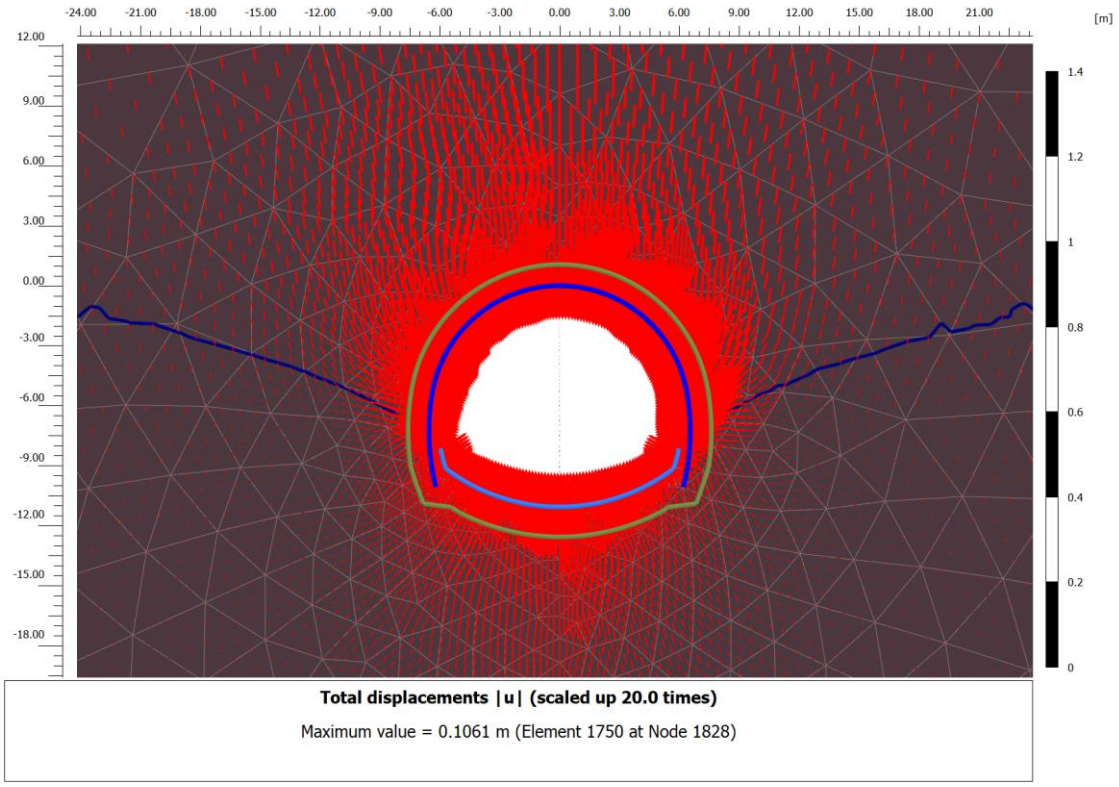
RISULTATI FASE 4 – Installazione arco rovescio



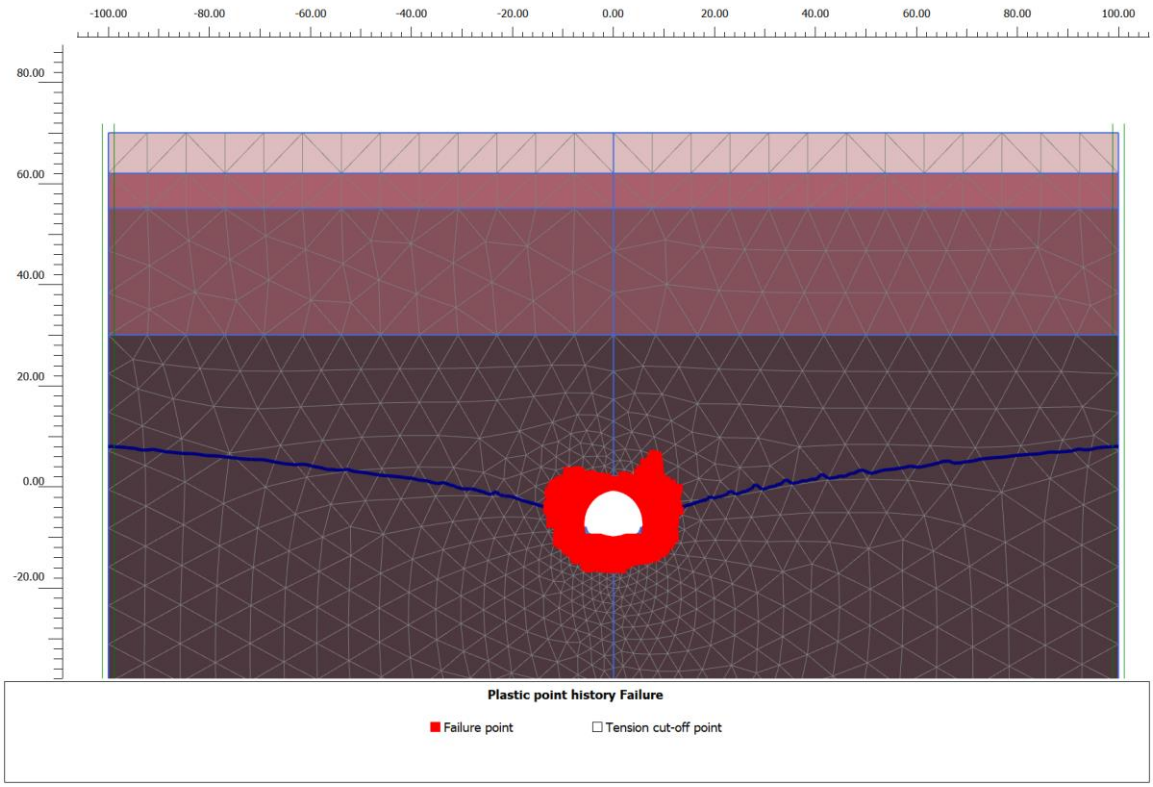
Fase 4 – Spostamenti verticali totali



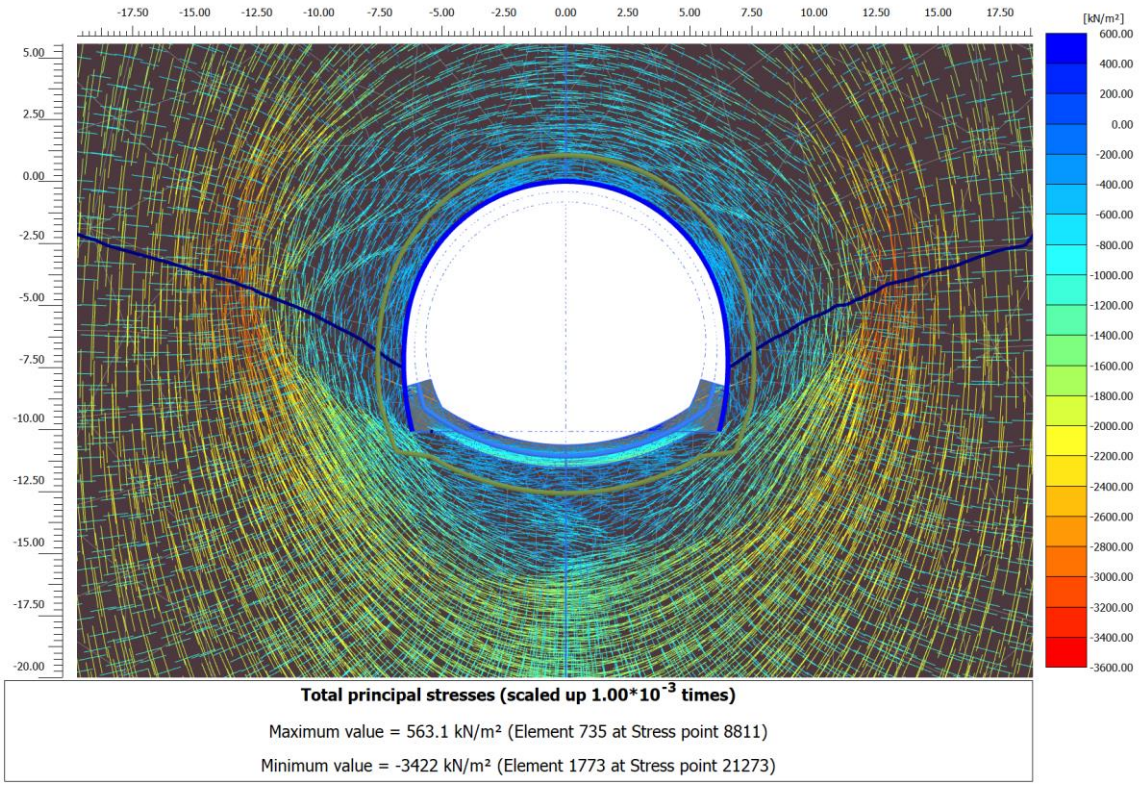
Fase 4 – Spostamenti orizzontali totali



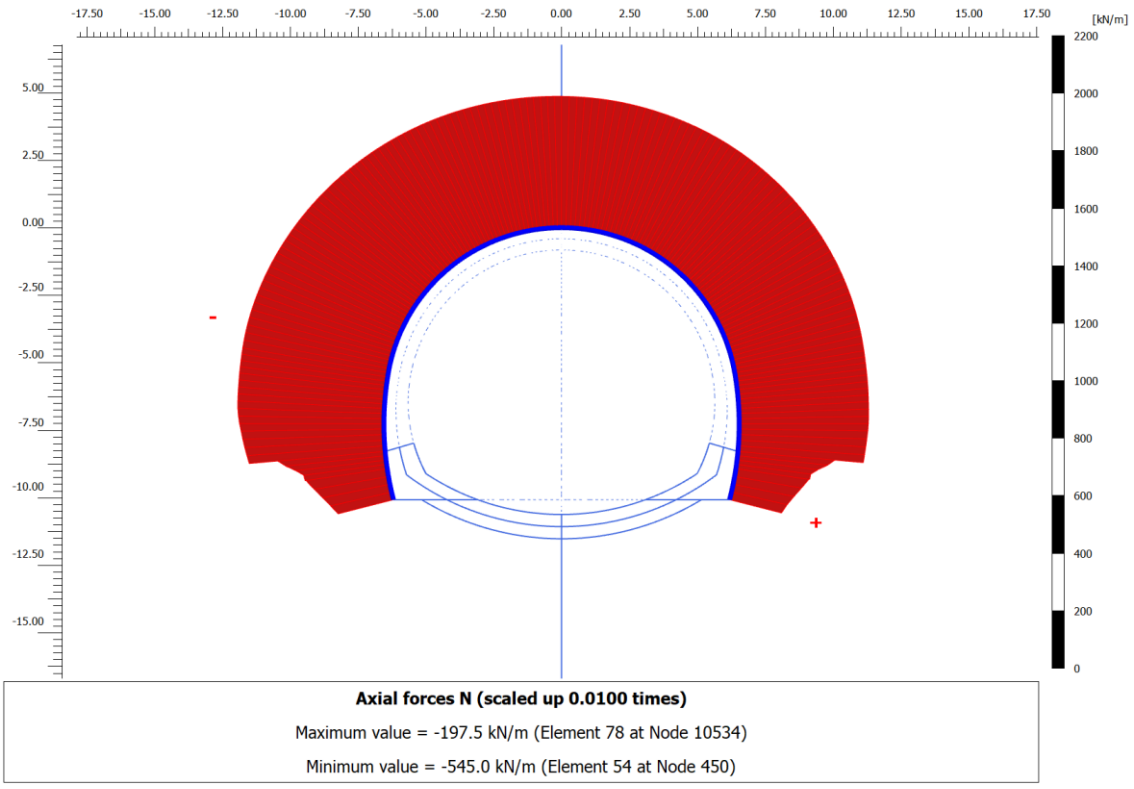
Fase 4 – Vettori spostamento totale



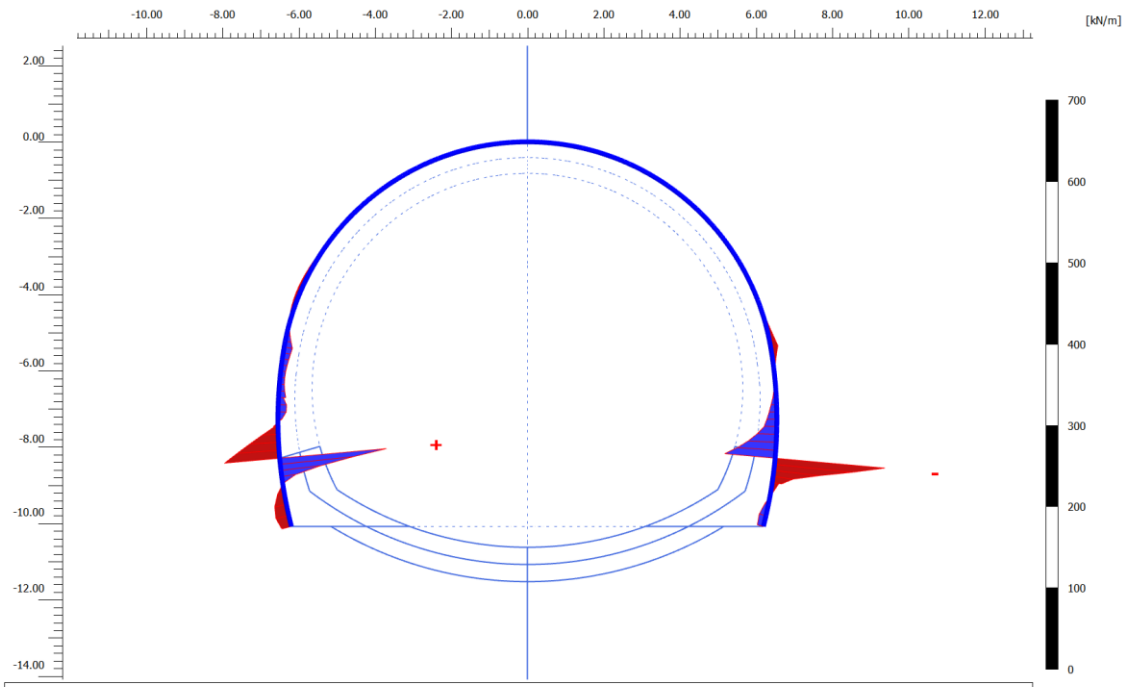
Fase 4 – Zone plastiche



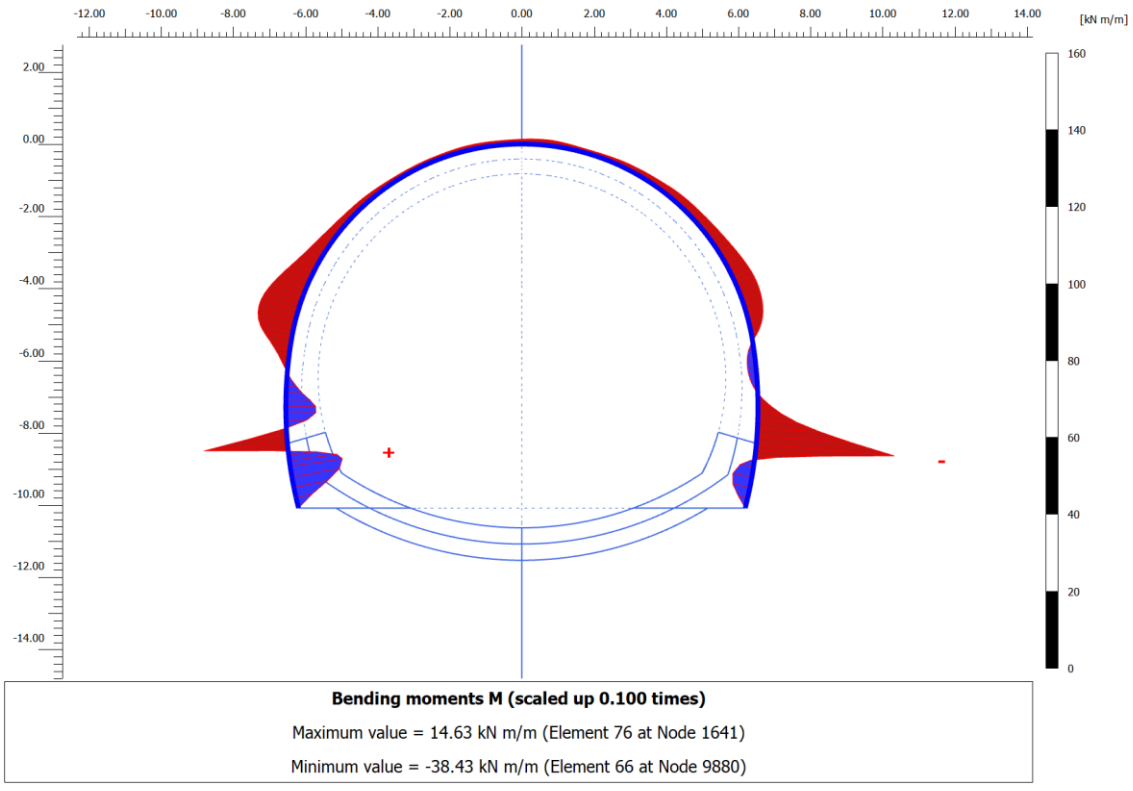
Fase 4 – Orientazione delle direzioni principali dello sforzo



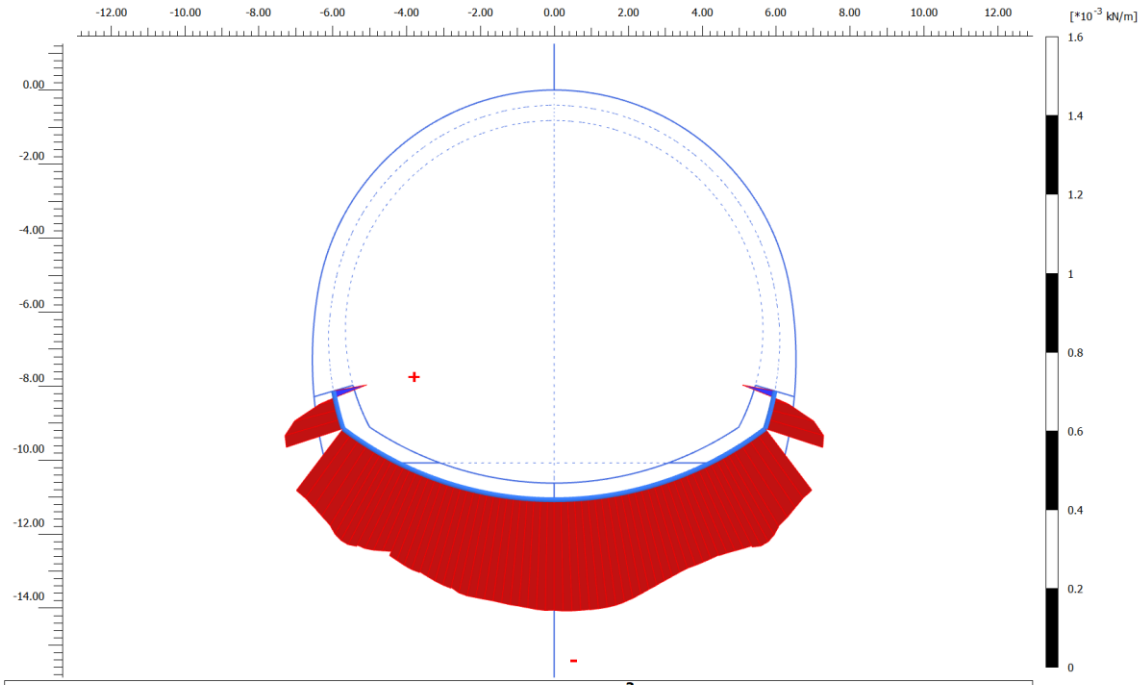
Fase 4 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento di prima fase



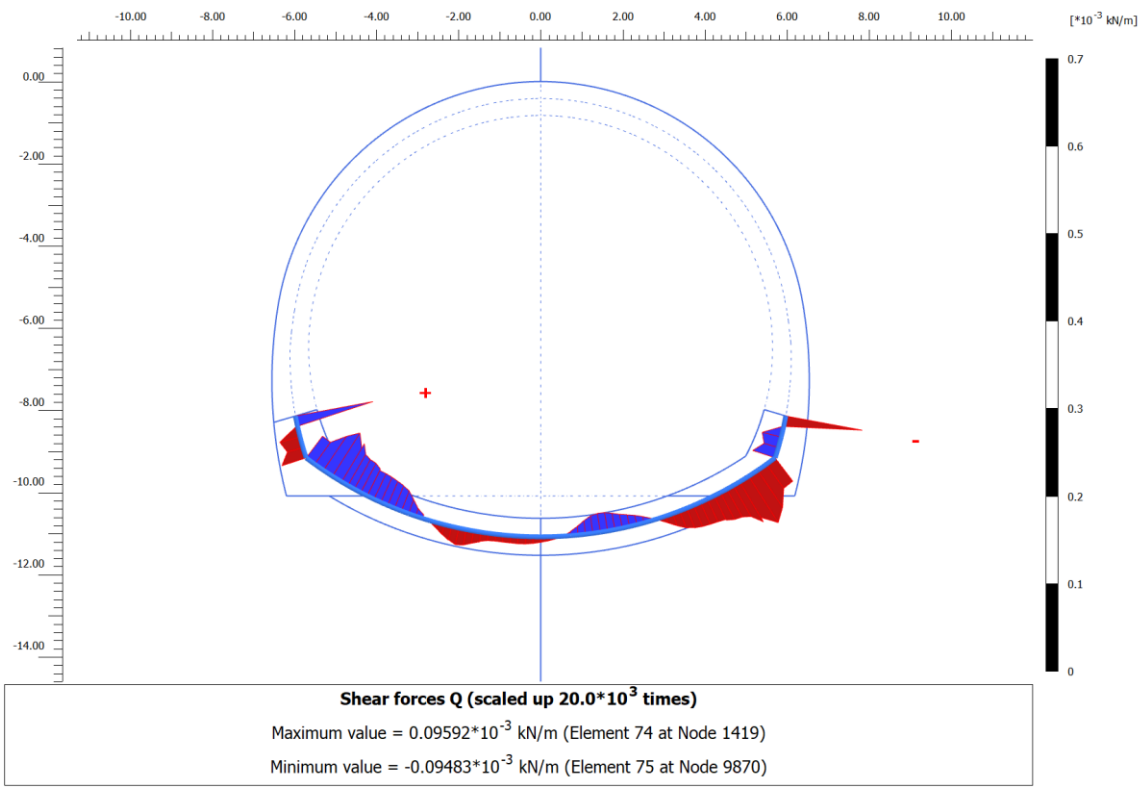
Fase 4 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento di prima fase



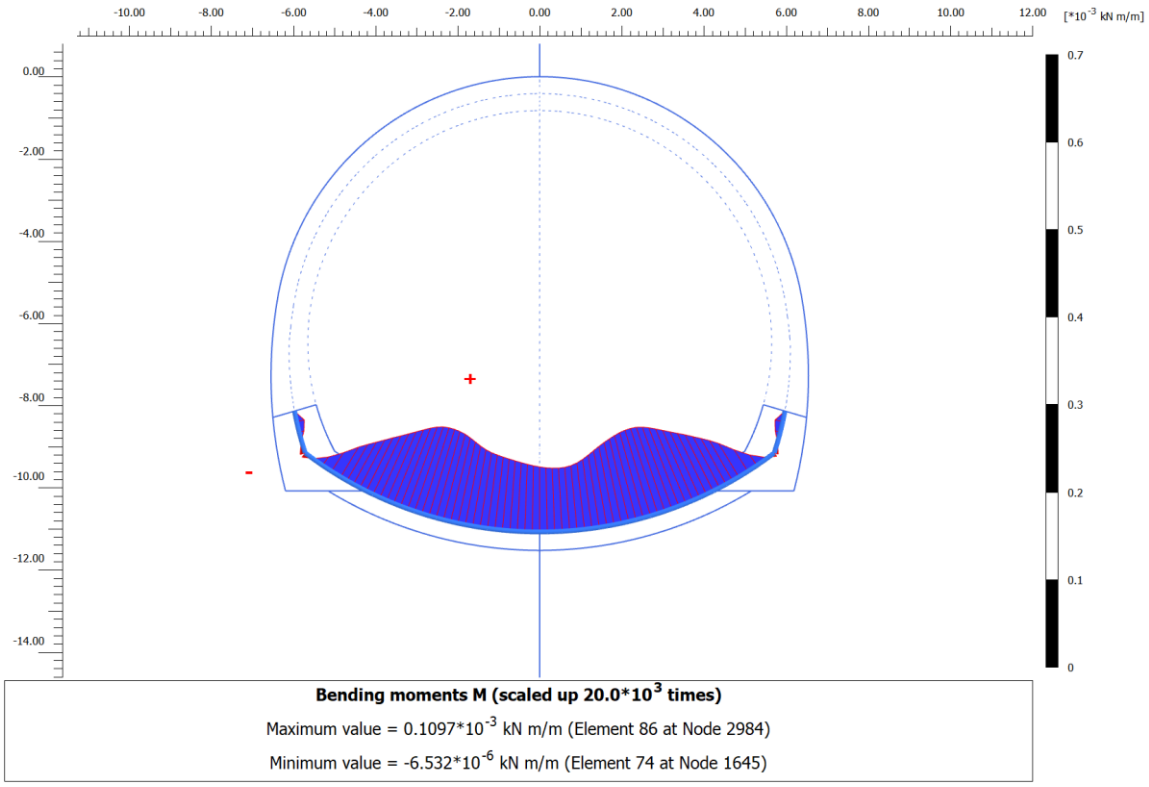
Fase 4 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento di prima fase



Fase 4 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento definitivo di arco rovescio



Fase 4 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento definitivo di arco rovescio



Fase 4 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento definitivo di arco rovescio

FASE 4: Verifiche del rivestimento di prima fase

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
958	-448.0	-83.9	8.29	5.15	582.4	109.1	10.78	6.70	2.33	OK	41.51	2.09	41.66	OK
997	-443.3	-83.0	8.29	-6.17	576.3	107.9	10.78	8.02	2.31	OK	41.34	2.50	41.56	OK
997	-443.4	-83.0	8.29	-3.92	576.4	107.9	10.78	5.09	2.31	OK	41.34	1.59	41.43	OK
957	-451.7	-84.6	6.69	10.74	587.2	110.0	8.70	13.96	2.35	OK	36.80	4.35	37.56	OK
998	-438.7	-82.2	5.75	-20.49	570.3	106.8	7.47	26.64	2.28	OK	33.44	8.31	36.41	OK
956	-454.3	-85.1	4.54	10.95	590.5	110.6	5.90	14.24	2.36	OK	30.34	4.44	31.30	OK
955	-455.3	-85.3	2.83	9.65	591.9	110.9	3.68	12.54	2.37	OK	25.20	3.91	26.10	OK
955	-455.4	-85.3	2.83	6.18	592.0	110.9	3.68	8.03	2.37	OK	25.20	2.51	25.57	OK
999	-433.8	-81.2	-0.29	-37.42	563.9	105.6	0.38	48.64	2.26	OK	16.70	15.17	31.14	OK
928	-455.8	-85.4	1.35	7.59	592.5	111.0	1.76	9.87	2.37	OK	20.71	3.08	21.39	OK
1000	-428.7	-80.3	-9.91	-54.76	557.3	104.4	12.89	71.18	2.23	OK	45.73	22.20	59.75	OK
927	-456.1	-85.4	0.14	6.47	593.0	111.1	0.18	8.41	2.37	OK	17.05	2.62	17.65	OK
1429	-334.3	-62.6	-23.20	140.66	434.6	81.4	30.16	182.86	1.74	OK	82.64	57.04	128.80	OK
1429	-423.4	-79.3	-23.20	-72.58	550.4	103.1	30.16	94.35	2.20	OK	85.89	29.43	99.88	OK
926	-456.5	-85.5	-0.95	6.19	593.5	111.1	1.23	8.05	2.37	OK	19.51	2.51	19.99	OK
1430	-311.6	-58.4	-4.05	96.51	405.1	75.9	5.27	125.46	1.62	OK	23.67	39.13	71.79	OK
925	-457.0	-85.6	-2.06	6.70	594.1	111.3	2.67	8.71	2.38	OK	22.90	2.72	23.38	OK
925	-457.0	-85.6	-2.06	6.54	594.1	111.3	2.67	8.51	2.38	OK	22.90	2.65	23.36	OK
1431	-281.9	-52.8	7.68	52.51	366.5	68.6	9.98	68.26	1.47	OK	33.59	21.29	49.88	OK
670	-457.4	-85.7	-3.17	7.53	594.6	111.4	4.12	9.79	2.38	OK	26.30	3.05	26.82	OK
1432	-259.3	-48.6	13.31	18.20	337.1	63.1	17.30	23.66	1.35	OK	49.88	7.38	51.49	OK
669	-457.8	-85.7	-4.45	8.62	595.1	111.5	5.78	11.21	2.38	OK	30.20	3.50	30.80	OK
1641	-254.8	-47.7	14.63	0.98	331.3	62.0	19.02	1.27	1.33	OK	53.73	0.40	53.74	OK
1641	-257.7	-48.3	14.63	3.13	335.0	62.7	19.02	4.07	1.34	OK	53.84	1.27	53.88	OK
668	-458.2	-85.8	-5.91	9.80	595.6	111.5	7.68	12.75	2.38	OK	34.64	3.98	35.32	OK
667	-458.4	-85.9	-7.56	11.11	596.0	111.6	9.83	14.44	2.38	OK	39.67	4.50	40.43	OK
667	-458.5	-85.9	-7.56	11.07	596.0	111.6	9.83	14.39	2.38	OK	39.68	4.49	40.43	OK
1642	-233.8	-43.8	13.36	-9.22	304.0	56.9	17.36	11.98	1.22	OK	49.09	3.74	49.51	OK
452	-458.9	-85.9	-9.06	7.84	596.5	111.7	11.78	10.20	2.39	OK	44.24	3.18	44.59	OK
1643	-213.2	-39.9	9.56	-15.67	277.1	51.9	12.43	20.37	1.11	OK	36.80	6.35	38.41	OK
451	-459.0	-86.0	-10.07	4.92	596.8	111.8	13.09	6.39	2.39	OK	47.31	1.99	47.44	OK
450	-459.1	-86.0	-10.64	2.34	596.8	111.8	13.83	3.04	2.39	OK	49.05	0.95	49.08	OK
1644	-194.0	-36.3	4.62	-17.27	252.2	47.2	6.00	22.45	1.01	OK	21.09	7.00	24.33	OK
703	-458.9	-85.9	-10.83	0.13	596.5	111.7	14.08	0.16	2.39	OK	49.62	0.05	49.62	OK
703	-458.9	-85.9	-10.83	0.12	596.5	111.7	14.08	0.15	2.39	OK	49.62	0.05	49.62	OK
706	-458.5	-85.9	-10.70	-1.73	596.1	111.6	13.90	2.25	2.38	OK	49.20	0.70	49.21	OK
1655	-177.5	-33.2	0.00	-12.95	230.7	43.2	0.00	16.83	0.92	OK	6.47	5.25	11.16	OK
705	-458.0	-85.8	-10.31	-3.10	595.4	111.5	13.40	4.03	2.38	OK	48.00	1.26	48.05	OK
704	-457.4	-85.7	-9.74	-4.00	594.7	111.4	12.66	5.20	2.38	OK	46.25	1.62	46.33	OK
915	-456.7	-85.5	-9.06	-4.49	593.8	111.2	11.78	5.84	2.38	OK	44.17	1.82	44.28	OK
915	-456.7	-85.5	-9.06	-4.45	593.8	111.2	11.78	5.78	2.38	OK	44.17	1.80	44.28	OK
918	-456.0	-85.4	-8.32	-4.74	592.7	111.0	10.82	6.17	2.37	OK	41.90	1.92	42.03	OK
917	-455.1	-85.2	-7.56	-4.79	591.6	110.8	9.83	6.23	2.37	OK	39.56	1.94	39.71	OK
916	-454.2	-85.1	-6.81	-4.64	590.5	110.6	8.86	6.04	2.36	OK	37.25	1.88	37.39	OK
1233	-453.3	-84.9	-6.10	-4.38	589.2	110.4	7.93	5.69	2.36	OK	35.05	1.78	35.18	OK
1233	-453.3	-84.9	-6.10	-4.30	589.3	110.4	7.93	5.59	2.36	OK	35.05	1.75	35.18	OK
1236	-452.4	-84.7	-5.48	-3.88	588.1	110.1	7.13	5.05	2.35	OK	33.14	1.57	33.25	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
1235	-451.4	-84.5	-4.94	-3.41	586.8	109.9	6.42	4.43	2.35	OK	31.46	1.38	31.55	OK
1234	-450.4	-84.4	-4.46	-2.98	585.6	109.7	5.80	3.87	2.34	OK	29.98	1.21	30.05	OK
1557	-449.4	-84.2	-4.05	-2.63	584.3	109.4	5.26	3.41	2.34	OK	28.67	1.07	28.73	OK
1557	-449.4	-84.2	-4.05	-2.62	584.3	109.4	5.26	3.41	2.34	OK	28.67	1.06	28.73	OK
1560	-448.4	-84.0	-3.68	-2.32	582.9	109.2	4.78	3.01	2.33	OK	27.52	0.94	27.57	OK
1559	-447.4	-83.8	-3.35	-2.03	581.6	108.9	4.36	2.64	2.33	OK	26.49	0.82	26.53	OK
1558	-446.3	-83.6	-3.07	-1.77	580.2	108.7	3.99	2.31	2.32	OK	25.59	0.72	25.62	OK
1863	-445.2	-83.4	-2.82	-1.55	578.8	108.4	3.67	2.01	2.32	OK	24.80	0.63	24.83	OK
1863	-445.2	-83.4	-2.82	-1.57	578.8	108.4	3.67	2.04	2.32	OK	24.80	0.64	24.83	OK
1866	-444.1	-83.2	-2.60	-1.40	577.4	108.1	3.38	1.81	2.31	OK	24.09	0.57	24.11	OK
1865	-443.0	-83.0	-2.41	-1.21	575.9	107.9	3.13	1.57	2.30	OK	23.46	0.49	23.48	OK
1864	-441.9	-82.8	-2.24	-1.02	574.5	107.6	2.91	1.33	2.30	OK	22.91	0.42	22.92	OK
1883	-440.8	-82.6	-2.10	-0.85	573.1	107.3	2.73	1.11	2.29	OK	22.45	0.35	22.46	OK
1883	-440.8	-82.6	-2.10	-0.85	573.1	107.3	2.73	1.10	2.29	OK	22.45	0.34	22.46	OK
1886	-439.7	-82.3	-1.99	-0.68	571.6	107.1	2.58	0.88	2.29	OK	22.06	0.28	22.07	OK
1885	-438.6	-82.1	-1.90	-0.54	570.2	106.8	2.47	0.70	2.28	OK	21.75	0.22	21.75	OK
1884	-437.5	-81.9	-1.82	-0.49	568.7	106.5	2.37	0.64	2.27	OK	21.48	0.20	21.48	OK
1999	-436.4	-81.7	-1.74	-0.58	567.3	106.2	2.27	0.75	2.27	OK	21.20	0.23	21.20	OK
1999	-436.4	-81.7	-1.74	-0.55	567.3	106.2	2.27	0.72	2.27	OK	21.20	0.22	21.20	OK
2002	-435.2	-81.5	-1.66	-0.60	565.8	106.0	2.16	0.77	2.26	OK	20.90	0.24	20.90	OK
2001	-434.1	-81.3	-1.57	-0.62	564.3	105.7	2.04	0.80	2.26	OK	20.58	0.25	20.59	OK
2000	-433.0	-81.1	-1.48	-0.61	562.9	105.4	1.92	0.80	2.25	OK	20.26	0.25	20.27	OK
2067	-431.9	-80.9	-1.38	-0.58	561.5	105.2	1.80	0.75	2.25	OK	19.95	0.23	19.95	OK
2067	-431.9	-80.9	-1.38	-0.59	561.5	105.2	1.80	0.77	2.25	OK	19.95	0.24	19.95	OK
2070	-430.8	-80.7	-1.30	-0.54	560.1	104.9	1.69	0.70	2.24	OK	19.65	0.22	19.66	OK
2069	-429.8	-80.5	-1.23	-0.45	558.7	104.6	1.59	0.58	2.23	OK	19.39	0.18	19.39	OK
2068	-428.7	-80.3	-1.17	-0.32	557.3	104.4	1.52	0.41	2.23	OK	19.17	0.13	19.18	OK
2385	-427.7	-80.1	-1.13	-0.16	556.0	104.1	1.47	0.20	2.22	OK	19.03	0.06	19.03	OK
2385	-427.7	-80.1	-1.13	-0.16	556.0	104.1	1.47	0.21	2.22	OK	19.03	0.07	19.03	OK
2388	-426.7	-79.9	-1.11	-0.12	554.7	103.9	1.45	0.15	2.22	OK	18.93	0.05	18.93	OK
2387	-425.7	-79.7	-1.10	-0.06	553.4	103.6	1.43	0.08	2.21	OK	18.85	0.02	18.85	OK
2386	-424.7	-79.5	-1.09	0.01	552.1	103.4	1.42	0.01	2.21	OK	18.80	0.00	18.80	OK
2739	-423.8	-79.4	-1.10	0.06	550.9	103.2	1.43	0.08	2.20	OK	18.79	0.03	18.79	OK
2739	-423.8	-79.4	-1.10	0.07	550.9	103.2	1.43	0.09	2.20	OK	18.79	0.03	18.79	OK
2742	-422.8	-79.2	-1.11	0.02	549.7	102.9	1.44	0.03	2.20	OK	18.77	0.01	18.77	OK
2741	-421.9	-79.0	-1.11	-0.01	548.5	102.7	1.44	0.02	2.19	OK	18.74	0.01	18.74	OK
2740	-421.0	-78.8	-1.11	-0.02	547.3	102.5	1.44	0.02	2.19	OK	18.70	0.01	18.70	OK
3299	-420.1	-78.7	-1.11	0.02	546.1	102.3	1.44	0.02	2.18	OK	18.67	0.01	18.67	OK
3299	-420.1	-78.7	-1.11	0.05	546.1	102.3	1.44	0.07	2.18	OK	18.67	0.02	18.67	OK
3302	-419.2	-78.5	-1.12	0.20	544.9	102.1	1.46	0.26	2.18	OK	18.69	0.08	18.69	OK
3301	-418.3	-78.3	-1.16	0.28	543.8	101.8	1.51	0.37	2.18	OK	18.77	0.11	18.78	OK
3300	-417.5	-78.2	-1.20	0.27	542.8	101.6	1.56	0.35	2.17	OK	18.87	0.11	18.87	OK
3523	-416.7	-78.0	-1.24	0.18	541.7	101.4	1.61	0.24	2.17	OK	18.95	0.07	18.95	OK
3523	-416.7	-78.0	-1.24	0.34	541.7	101.4	1.61	0.44	2.17	OK	18.95	0.14	18.95	OK
3526	-415.9	-77.9	-1.28	0.18	540.7	101.3	1.66	0.24	2.16	OK	19.04	0.07	19.04	OK
3525	-415.1	-77.7	-1.29	0.06	539.7	101.1	1.68	0.08	2.16	OK	19.06	0.02	19.06	OK
3524	-414.4	-77.6	-1.30	-0.02	538.8	100.9	1.69	0.03	2.16	OK	19.04	0.01	19.04	OK
3767	-413.8	-77.5	-1.29	-0.08	537.9	100.7	1.68	0.10	2.15	OK	19.00	0.03	19.00	OK
3767	-413.8	-77.5	-1.29	-0.07	537.9	100.7	1.68	0.09	2.15	OK	19.00	0.03	19.00	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
3770	-413.1	-77.4	-1.27	-0.12	537.1	100.6	1.66	0.16	2.15	OK	18.93	0.05	18.93	OK
3769	-412.5	-77.3	-1.25	-0.14	536.3	100.4	1.63	0.18	2.15	OK	18.84	0.06	18.84	OK
3768	-412.0	-77.2	-1.23	-0.11	535.6	100.3	1.60	0.14	2.14	OK	18.77	0.04	18.77	OK
4232	-411.5	-77.1	-1.22	-0.08	535.0	100.2	1.59	0.10	2.14	OK	18.71	0.03	18.71	OK
4232	-411.5	-77.1	-1.22	-0.04	535.0	100.2	1.59	0.05	2.14	OK	18.71	0.01	18.71	OK
4235	-411.1	-77.0	-1.22	0.10	534.4	100.1	1.59	0.13	2.14	OK	18.70	0.04	18.70	OK
4234	-410.7	-76.9	-1.25	0.25	533.9	100.0	1.63	0.33	2.14	OK	18.77	0.10	18.77	OK
4233	-410.3	-76.8	-1.30	0.36	533.4	99.9	1.69	0.46	2.13	OK	18.89	0.14	18.90	OK
4236	-410.0	-76.8	-1.35	0.36	533.1	99.8	1.76	0.46	2.13	OK	19.06	0.14	19.06	OK
4236	-410.0	-76.8	-1.35	0.39	533.1	99.8	1.76	0.51	2.13	OK	19.06	0.16	19.06	OK
4221	-409.8	-76.7	-1.41	0.38	532.7	99.8	1.84	0.49	2.13	OK	19.23	0.15	19.23	OK
4220	-409.6	-76.7	-1.47	0.35	532.5	99.7	1.92	0.45	2.13	OK	19.41	0.14	19.41	OK
4219	-409.4	-76.7	-1.52	0.26	532.3	99.7	1.98	0.34	2.13	OK	19.55	0.11	19.55	OK
4439	-409.4	-76.7	-1.56	0.15	532.2	99.7	2.02	0.19	2.13	OK	19.64	0.06	19.64	OK
4439	-409.4	-76.7	-1.56	0.10	532.2	99.7	2.02	0.14	2.13	OK	19.64	0.04	19.64	OK
4442	-409.4	-76.7	-1.54	-0.26	532.2	99.7	2.01	0.34	2.13	OK	19.61	0.11	19.61	OK
4441	-409.4	-76.7	-1.48	-0.53	532.2	99.7	1.92	0.69	2.13	OK	19.41	0.22	19.41	OK
4440	-409.4	-76.7	-1.38	-0.64	532.2	99.7	1.79	0.83	2.13	OK	19.11	0.26	19.12	OK
4657	-409.4	-76.7	-1.28	-0.56	532.2	99.7	1.66	0.72	2.13	OK	18.81	0.23	18.81	OK
4657	-409.4	-76.7	-1.28	-0.53	532.2	99.7	1.66	0.70	2.13	OK	18.81	0.22	18.81	OK
4660	-409.3	-76.7	-1.19	-0.57	532.1	99.7	1.54	0.74	2.13	OK	18.52	0.23	18.52	OK
4659	-409.3	-76.7	-1.11	-0.39	532.1	99.7	1.44	0.51	2.13	OK	18.28	0.16	18.28	OK
4658	-409.3	-76.7	-1.06	-0.10	532.1	99.7	1.38	0.13	2.13	OK	18.15	0.04	18.15	OK
5189	-409.4	-76.7	-1.08	0.14	532.2	99.7	1.40	0.18	2.13	OK	18.19	0.06	18.19	OK
5189	-409.4	-76.7	-1.08	0.23	532.3	99.7	1.40	0.30	2.13	OK	18.19	0.09	18.19	OK
5192	-409.5	-76.7	-1.11	0.27	532.3	99.7	1.44	0.35	2.13	OK	18.29	0.11	18.29	OK
5191	-409.6	-76.7	-1.16	0.40	532.5	99.7	1.51	0.52	2.13	OK	18.47	0.16	18.47	OK
5190	-409.8	-76.7	-1.24	0.50	532.8	99.8	1.61	0.65	2.13	OK	18.70	0.20	18.70	OK
5483	-410.0	-76.8	-1.32	0.58	533.1	99.8	1.72	0.75	2.13	OK	18.97	0.23	18.97	OK
5483	-410.1	-76.8	-1.32	0.54	533.1	99.8	1.72	0.71	2.13	OK	18.97	0.22	18.97	OK
5486	-410.3	-76.8	-1.41	0.49	533.4	99.9	1.83	0.64	2.13	OK	19.24	0.20	19.24	OK
5485	-410.6	-76.9	-1.48	0.43	533.8	100.0	1.93	0.55	2.14	OK	19.48	0.17	19.48	OK
5484	-410.9	-77.0	-1.55	0.38	534.2	100.0	2.02	0.50	2.14	OK	19.68	0.16	19.69	OK
7358	-411.2	-77.0	-1.61	0.37	534.5	100.1	2.09	0.48	2.14	OK	19.88	0.15	19.88	OK
7358	-411.2	-77.0	-1.61	0.36	534.5	100.1	2.09	0.47	2.14	OK	19.88	0.15	19.88	OK
7361	-411.4	-77.1	-1.67	0.37	534.9	100.2	2.17	0.49	2.14	OK	20.07	0.15	20.07	OK
7360	-411.7	-77.1	-1.73	0.40	535.2	100.2	2.25	0.52	2.14	OK	20.27	0.16	20.27	OK
7359	-411.8	-77.1	-1.80	0.46	535.4	100.3	2.34	0.60	2.14	OK	20.49	0.19	20.49	OK
7459	-412.0	-77.2	-1.89	0.59	535.6	100.3	2.45	0.77	2.14	OK	20.75	0.24	20.75	OK
7459	-412.0	-77.2	-1.89	0.55	535.6	100.3	2.45	0.72	2.14	OK	20.75	0.22	20.75	OK
7462	-412.2	-77.2	-2.00	0.84	535.8	100.3	2.60	1.09	2.14	OK	21.10	0.34	21.11	OK
7461	-412.3	-77.2	-2.15	0.94	536.0	100.4	2.80	1.23	2.14	OK	21.56	0.38	21.57	OK
7460	-412.4	-77.2	-2.30	0.84	536.2	100.4	2.99	1.09	2.14	OK	22.01	0.34	22.02	OK
7473	-412.6	-77.3	-2.41	0.61	536.3	100.4	3.13	0.79	2.15	OK	22.36	0.25	22.36	OK
7473	-412.6	-77.3	-2.41	0.49	536.3	100.4	3.13	0.64	2.15	OK	22.36	0.20	22.36	OK
7477	-412.7	-77.3	-2.50	0.54	536.5	100.5	3.25	0.70	2.15	OK	22.64	0.22	22.65	OK
7476	-412.8	-77.3	-2.59	0.48	536.6	100.5	3.36	0.63	2.15	OK	22.90	0.20	22.90	OK
7475	-412.9	-77.3	-2.66	0.46	536.7	100.5	3.46	0.60	2.15	OK	23.13	0.19	23.14	OK
7474	-413.0	-77.3	-2.74	0.50	536.8	100.5	3.56	0.66	2.15	OK	23.37	0.20	23.38	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
7474	-413.0	-77.3	-2.74	0.49	536.8	100.5	3.56	0.64	2.15	OK	23.37	0.20	23.38	OK
7442	-413.0	-77.3	-2.83	0.60	536.9	100.6	3.68	0.78	2.15	OK	23.64	0.24	23.65	OK
7441	-413.0	-77.4	-2.93	0.70	537.0	100.6	3.81	0.91	2.15	OK	23.97	0.28	23.97	OK
7440	-413.1	-77.4	-3.06	0.81	537.0	100.6	3.97	1.05	2.15	OK	24.34	0.33	24.35	OK
7439	-413.1	-77.4	-3.20	0.91	537.0	100.6	4.16	1.18	2.15	OK	24.76	0.37	24.77	OK
7439	-413.1	-77.4	-3.20	0.91	537.0	100.6	4.16	1.19	2.15	OK	24.77	0.37	24.77	OK
7422	-413.0	-77.4	-3.36	1.06	536.9	100.6	4.36	1.38	2.15	OK	25.25	0.43	25.26	OK
7421	-413.0	-77.3	-3.54	1.23	536.9	100.5	4.61	1.59	2.15	OK	25.82	0.50	25.83	OK
7420	-412.9	-77.3	-3.76	1.40	536.8	100.5	4.88	1.81	2.15	OK	26.46	0.57	26.48	OK
7590	-412.8	-77.3	-4.00	1.57	536.7	100.5	5.20	2.04	2.15	OK	27.19	0.64	27.22	OK
7590	-412.8	-77.3	-4.00	1.59	536.7	100.5	5.20	2.06	2.15	OK	27.19	0.64	27.22	OK
7593	-412.7	-77.3	-4.26	1.66	536.5	100.5	5.54	2.15	2.15	OK	27.99	0.67	28.01	OK
7592	-412.6	-77.3	-4.54	1.70	536.4	100.4	5.90	2.21	2.15	OK	28.81	0.69	28.84	OK
7591	-412.4	-77.2	-4.81	1.69	536.2	100.4	6.26	2.19	2.14	OK	29.65	0.68	29.67	OK
7931	-412.3	-77.2	-5.08	1.59	535.9	100.4	6.60	2.06	2.14	OK	30.46	0.64	30.48	OK
7931	-412.3	-77.2	-5.08	1.59	535.9	100.4	6.60	2.07	2.14	OK	30.46	0.65	30.48	OK
7930	-412.1	-77.2	-5.31	1.23	535.7	100.3	6.90	1.60	2.14	OK	31.13	0.50	31.15	OK
7929	-411.8	-77.1	-5.47	0.77	535.4	100.3	7.10	1.00	2.14	OK	31.61	0.31	31.61	OK
7928	-411.5	-77.1	-5.55	0.23	535.0	100.2	7.21	0.30	2.14	OK	31.84	0.09	31.84	OK
8496	-411.1	-77.0	-5.54	-0.36	534.5	100.1	7.20	0.47	2.14	OK	31.80	0.15	31.80	OK
8496	-411.1	-77.0	-5.54	-0.33	534.5	100.1	7.20	0.44	2.14	OK	31.80	0.14	31.80	OK
8499	-410.7	-76.9	-5.44	-0.83	533.9	100.0	7.08	1.08	2.14	OK	31.50	0.34	31.51	OK
8498	-410.2	-76.8	-5.27	-1.44	533.3	99.9	6.85	1.87	2.13	OK	30.94	0.58	30.96	OK
10534	-166.3	-31.1	0.00	8.32	216.2	40.5	0.00	10.81	0.86	OK	6.06	3.37	8.42	OK
8497	-409.7	-76.7	-4.98	-2.20	532.6	99.7	6.47	2.85	2.13	OK	30.06	0.89	30.09	OK
8639	-409.2	-76.6	-4.56	-3.15	531.9	99.6	5.93	4.10	2.13	OK	28.76	1.28	28.84	OK
8639	-409.1	-76.6	-4.56	-3.14	531.9	99.6	5.93	4.08	2.13	OK	28.76	1.27	28.84	OK
10517	-177.3	-33.2	2.76	9.18	230.5	43.2	3.59	11.93	0.92	OK	14.85	3.72	16.19	OK
8638	-408.6	-76.5	-3.96	-4.39	531.2	99.5	5.15	5.71	2.12	OK	26.93	1.78	27.11	OK
8637	-408.0	-76.4	-3.15	-5.91	530.4	99.3	4.09	7.68	2.12	OK	24.43	2.40	24.78	OK
10518	-192.7	-36.1	4.85	4.92	250.5	46.9	6.31	6.39	1.00	OK	21.76	1.99	22.03	OK
8636	-407.4	-76.3	-2.07	-7.67	529.6	99.2	2.70	9.97	2.12	OK	21.15	3.11	21.82	OK
10519	-210.6	-39.4	5.40	-1.90	273.8	51.3	7.02	2.47	1.10	OK	24.09	0.77	24.12	OK
8898	-406.7	-76.2	-0.70	-9.64	528.7	99.0	0.91	12.53	2.11	OK	16.96	3.91	18.26	OK
8898	-406.7	-76.2	-0.70	-9.63	528.7	99.0	0.91	12.52	2.11	OK	16.96	3.91	18.26	OK
8901	-406.2	-76.1	0.60	-6.84	528.0	98.9	0.78	8.90	2.11	OK	16.62	2.78	17.30	OK
10516	-231.7	-43.4	3.78	-12.41	301.2	56.4	4.91	16.13	1.20	OK	19.91	5.03	21.74	OK
10516	-228.9	-42.9	3.78	-8.73	297.6	55.7	4.91	11.35	1.19	OK	19.81	3.54	20.74	OK
8900	-405.7	-76.0	1.49	-4.45	527.5	98.8	1.93	5.79	2.11	OK	19.31	1.81	19.56	OK
9881	-232.4	-43.5	1.03	-26.55	302.1	56.6	1.34	34.52	1.21	OK	11.60	10.77	21.96	OK
8899	-405.4	-75.9	2.03	-2.50	527.0	98.7	2.64	3.25	2.11	OK	20.95	1.01	21.02	OK
9882	-253.6	-47.5	-5.83	-59.43	329.6	61.7	7.58	77.26	1.32	OK	26.94	24.10	49.68	OK
9406	-405.1	-75.9	2.31	-0.93	526.7	98.6	3.00	1.21	2.11	OK	21.77	0.38	21.78	OK
9406	-405.1	-75.9	2.31	-1.04	526.7	98.6	3.00	1.35	2.11	OK	21.77	0.42	21.78	OK
9883	-281.4	-52.7	-18.55	-101.85	365.8	68.5	24.11	132.41	1.46	OK	66.59	41.30	97.73	OK
9409	-404.8	-75.8	2.37	0.17	526.2	98.5	3.09	0.23	2.10	OK	21.96	0.07	21.96	OK
9880	-390.7	-73.2	-38.43	66.38	507.9	95.1	49.96	86.29	2.03	OK	130.96	26.92	139.01	OK
9880	-302.0	-56.6	-38.43	-144.62	392.6	73.5	49.96	188.00	1.57	OK	127.73	58.64	163.19	OK
9408	-404.3	-75.7	2.24	1.40	525.6	98.4	2.91	1.81	2.10	OK	21.54	0.57	21.56	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
9517	-392.6	-73.5	-26.29	50.36	510.4	95.6	34.17	65.47	2.04	OK	94.15	20.42	100.58	OK
9407	-403.8	-75.6	1.88	2.80	524.9	98.3	2.44	3.64	2.10	OK	20.42	1.14	20.51	OK
9518	-394.7	-73.9	-17.23	36.74	513.2	96.1	22.40	47.77	2.05	OK	66.71	14.90	71.53	OK
9420	-403.1	-75.5	1.25	4.55	524.0	98.1	1.63	5.92	2.10	OK	18.49	1.85	18.77	OK
9420	-403.1	-75.5	1.25	4.46	524.1	98.2	1.63	5.80	2.10	OK	18.49	1.81	18.76	OK
9423	-402.7	-75.4	0.12	7.25	523.5	98.0	0.16	9.43	2.09	OK	15.05	2.94	15.89	OK
9519	-397.0	-74.4	-10.78	25.35	516.1	96.7	14.02	32.95	2.06	OK	47.23	10.28	50.47	OK
9422	-402.0	-75.3	-1.51	9.98	522.6	97.9	1.97	12.98	2.09	OK	19.24	4.05	20.48	OK
9516	-399.4	-74.8	-6.50	15.99	519.2	97.2	8.45	20.78	2.08	OK	34.30	6.48	36.09	OK
9516	-399.5	-74.8	-6.50	16.56	519.4	97.3	8.45	21.53	2.08	OK	34.31	6.72	36.23	OK
9421	-400.9	-75.1	-3.70	13.00	521.2	97.6	4.81	16.90	2.08	OK	25.85	5.27	27.41	OK

FASE 4: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLE

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
1419	0.461	8.833	-92	0	96	-2.43	0.00	11.25	10.00	OK	-36.4	-36.4	360.0	337.5	OK	0.06	0.20	OK
1413	1.818	8.990	43	-10	-2	0.00	0.12	11.25	10.00	OK	-0.3	1.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1414	3.161	9.145	121	-6	-26	0.09	0.17	11.25	10.00	OK	1.4	2.4	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1415	4.491	9.298	156	1	-20	0.18	0.16	11.25	10.00	OK	2.6	2.4	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1645	5.809	9.449	210	7	33	0.27	0.18	11.25	10.00	OK	3.9	2.8	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1645	5.809	9.449	162	7	-31	0.22	0.13	11.25	10.00	OK	3.1	2.0	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1487	7.392	9.449	212	-1	33	0.22	0.23	11.25	10.00	OK	3.3	3.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1488	8.975	9.449	218	-12	50	0.15	0.32	11.25	10.00	OK	2.5	4.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1489	10.558	9.449	227	-27	62	0.06	0.43	11.25	10.00	OK	1.4	5.9	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1493	12.140	9.449	237	-42	54	0.00	0.55	11.25	10.00	OK	0.2	7.4	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1493	12.140	9.449	237	-42	48	0.00	0.55	11.25	10.00	OK	0.2	7.4	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1497	13.219	9.449	250	-51	44	0.00	0.63	11.25	10.00	OK	-0.6	8.4	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1498	14.298	9.449	258	-58	41	0.00	0.71	11.25	10.00	OK	-1.7	9.3	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1499	15.377	9.449	258	-66	40	0.00	0.79	11.25	10.00	OK	-3.3	10.2	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
2333	16.456	9.449	248	-72	34	0.00	0.88	11.25	10.00	OK	-6.3	11.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2333	16.456	9.449	252	-72	36	0.00	0.88	11.25	10.00	OK	-6.0	11.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2327	17.562	9.449	247	-79	34	0.00	0.98	11.25	10.00	OK	-9.2	12.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2328	18.668	9.449	242	-85	33	0.00	1.09	11.25	10.00	OK	-13.4	13.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2329	19.774	9.449	234	-91	32	0.00	1.20	11.25	10.00	OK	-18.7	14.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2659	20.880	9.449	226	-97	30	0.00	1.32	11.25	10.00	OK	-24.7	15.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2659	20.880	9.449	238	-97	29	0.00	1.29	11.25	10.00	OK	-22.0	15.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2660	21.986	9.449	243	-102	26	0.00	1.38	11.25	10.00	OK	-24.9	16.0	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2661	23.092	9.449	248	-106	18	0.00	1.44	11.25	10.00	OK	-26.8	16.6	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2662	24.198	9.449	253	-108	10	0.00	1.48	11.25	10.00	OK	-27.9	17.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2983	25.304	9.449	251	-110	3	0.00	1.50	11.25	10.00	OK	-29.2	17.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2983	25.304	9.449	254	-110	4	0.00	1.50	11.25	10.00	OK	-28.7	17.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2984	26.410	9.449	258	-110	-1	0.00	1.50	11.25	10.00	OK	-27.8	17.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2985	27.516	9.449	264	-109	-6	0.00	1.47	11.25	10.00	OK	-25.9	17.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2986	28.62	9.44	269	-107	-12	0.00	1.43	11.25	10.00	OK	-23.6	16.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
	2	9																
3569	29.728	9.449	270	-105	-17	0.00	1.38	11.25	10.00	OK	-21.5	16.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3569	29.728	9.449	272	-105	-17	0.00	1.38	11.25	10.00	OK	-21.0	16.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3570	30.834	9.449	279	-101	-21	0.00	1.31	11.25	10.00	OK	-17.3	15.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3571	31.940	9.449	283	-98	-19	0.00	1.24	11.25	10.00	OK	-14.6	15.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3572	33.046	9.449	283	-94	-15	0.00	1.19	11.25	10.00	OK	-12.7	14.6	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4193	34.152	9.449	284	-92	-12	0.00	1.15	11.25	10.00	OK	-11.4	14.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4193	34.152	9.449	284	-92	-11	0.00	1.15	11.25	10.00	OK	-11.4	14.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4194	35.258	9.449	285	-90	-9	0.00	1.12	11.25	10.00	OK	-10.4	14.0	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4195	36.364	9.449	287	-89	-8	0.00	1.09	11.25	10.00	OK	-9.3	13.7	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4196	37.470	9.449	290	-87	-9	0.00	1.06	11.25	10.00	OK	-8.4	13.5	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4551	38.576	9.449	292	-85	-9	0.00	1.04	11.25	10.00	OK	-7.6	13.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4551	38.576	9.449	291	-85	-9	0.00	1.04	11.25	10.00	OK	-7.6	13.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4545	39.682	9.449	294	-84	-9	0.00	1.01	11.25	10.00	OK	-6.7	13.0	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4546	40.788	9.449	298	-82	-9	0.00	0.99	11.25	10.00	OK	-5.8	12.7	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4547	41.894	9.449	300	-80	-8	0.00	0.97	11.25	10.00	OK	-5.2	12.5	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5493	43.000	9.449	299	-79	-7	0.00	0.95	11.25	10.00	OK	-4.8	12.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5493	43.000	9.449	299	-79	-7	0.00	0.95	11.25	10.00	OK	-4.8	12.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5487	44.106	9.449	301	-78	-5	0.00	0.94	11.25	10.00	OK	-4.3	12.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5488	45.212	9.449	302	-77	-3	0.00	0.93	11.25	10.00	OK	-4.1	12.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5489	46.318	9.449	301	-77	0	0.00	0.93	11.25	10.00	OK	-4.1	12.0	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7372	47.424	9.449	301	-77	5	0.00	0.93	11.25	10.00	OK	-4.2	12.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7372	47.424	9.449	301	-77	5	0.00	0.93	11.25	10.00	OK	-4.2	12.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7373	48.530	9.449	301	-79	10	0.00	0.95	11.25	10.00	OK	-4.6	12.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7374	49.636	9.449	299	-81	17	0.00	0.98	11.25	10.00	OK	-5.5	12.6	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7375	50.742	9.449	297	-85	21	0.00	1.03	11.25	10.00	OK	-6.9	13.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7670	51.848	9.449	292	-89	23	0.00	1.09	11.25	10.00	OK	-9.1	13.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7670	51.848	9.449	291	-89	23	0.00	1.09	11.25	10.00	OK	-9.1	13.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7664	52.954	9.449	285	-93	23	0.00	1.16	11.25	10.00	OK	-11.8	14.5	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7665	54.060	9.449	278	-97	20	0.00	1.24	11.25	10.00	OK	-15.1	15.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7666	55.16	9.44	270	-101	17	0.00	1.31	11.25	10.00	OK	-18.6	15.7	360.0	337.5	OK	-	-	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
	6	9																
7722	56.272	9.449	263	-103	15	0.00	1.37	11.25	10.00	OK	-21.8	16.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7722	56.272	9.449	263	-103	15	0.00	1.37	11.25	10.00	OK	-21.9	16.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7716	57.378	9.449	257	-106	12	0.00	1.43	11.25	10.00	OK	-25.0	16.6	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7717	58.484	9.449	251	-108	8	0.00	1.47	11.25	10.00	OK	-27.8	16.9	360.0	337.5	OK	-	-	OK
7718	59.590	9.449	246	-109	3	0.00	1.50	11.25	10.00	OK	-29.8	17.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
8034	60.696	9.449	241	-109	-2	0.00	1.51	11.25	10.00	OK	-31.0	17.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
8034	60.696	9.449	241	-109	-2	0.00	1.51	11.25	10.00	OK	-31.0	17.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
8028	61.802	9.449	241	-108	-9	0.00	1.49	11.25	10.00	OK	-30.3	17.0	360.0	337.5	OK	-	-	OK
8029	62.908	9.449	240	-106	-16	0.00	1.46	11.25	10.00	OK	-28.7	16.6	360.0	337.5	OK	-	-	OK
8030	64.014	9.449	238	-102	-22	0.00	1.40	11.25	10.00	OK	-26.3	16.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
8912	65.120	9.449	238	-98	-26	0.00	1.32	11.25	10.00	OK	-22.9	15.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
8912	65.120	9.449	237	-98	-25	0.00	1.32	11.25	10.00	OK	-23.2	15.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
8913	66.226	9.449	240	-93	-28	0.00	1.23	11.25	10.00	OK	-18.9	14.6	360.0	337.5	OK	-	-	OK
8914	67.332	9.449	244	-88	-29	0.00	1.13	11.25	10.00	OK	-14.8	13.7	360.0	337.5	OK	-	-	OK
8915	68.438	9.449	247	-82	-30	0.00	1.03	11.25	10.00	OK	-11.0	12.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
9802	69.544	9.449	254	-76	-33	0.00	0.94	11.25	10.00	OK	-7.4	11.8	360.0	337.5	OK	0.01	0.20	OK
9802	69.544	9.449	251	-76	-32	0.00	0.94	11.25	10.00	OK	-7.8	11.8	360.0	337.5	OK	0.01	0.20	OK
9796	70.623	9.449	263	-70	-37	0.00	0.84	11.25	10.00	OK	-4.4	10.9	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9797	71.702	9.449	262	-64	-39	0.00	0.76	11.25	10.00	OK	-2.7	10.0	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9798	72.781	9.449	253	-56	-43	0.00	0.68	11.25	10.00	OK	-1.4	9.0	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9816	73.860	9.449	239	-48	-50	0.00	0.59	11.25	10.00	OK	-0.4	7.9	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9816	73.860	9.449	240	-48	-57	0.00	0.59	11.25	10.00	OK	-0.4	7.9	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9817	75.442	9.449	231	-31	-67	0.03	0.46	11.25	10.00	OK	1.1	6.3	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9818	77.025	9.449	221	-16	-54	0.13	0.34	11.25	10.00	OK	2.2	4.8	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9819	78.608	9.449	212	-3	-36	0.20	0.25	11.25	10.00	OK	3.1	3.7	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
10520	80.191	9.449	164	5	29	0.21	0.14	11.25	10.00	OK	3.1	2.2	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
10520	80.191	9.449	209	5	-36	0.26	0.19	11.25	10.00	OK	3.8	2.9	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9864	81.509	9.298	156	0	18	0.17	0.16	11.25	10.00	OK	2.5	2.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9865	82.839	9.145	120	-6	24	0.08	0.17	11.25	10.00	OK	1.4	2.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9866	84.18	8.99	43	-10	1	0.00	0.12	11.25	10.00	OK	-0.3	1.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK

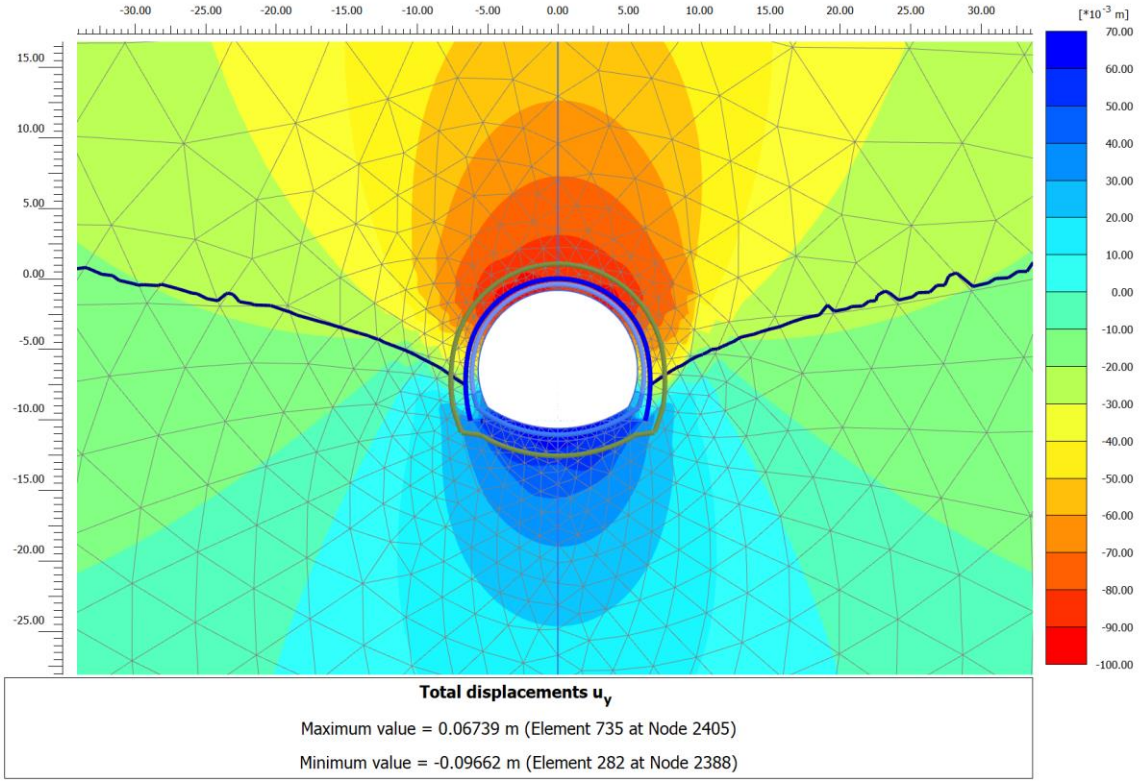
NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
	2	0																
9870	85.539	8.833	-89	0	-95	0.00	-2.37	11.25	10.00	OK	-35.6	-35.6	360.0	337.5	OK	0.06	0.20	OK

FASE 4: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLU

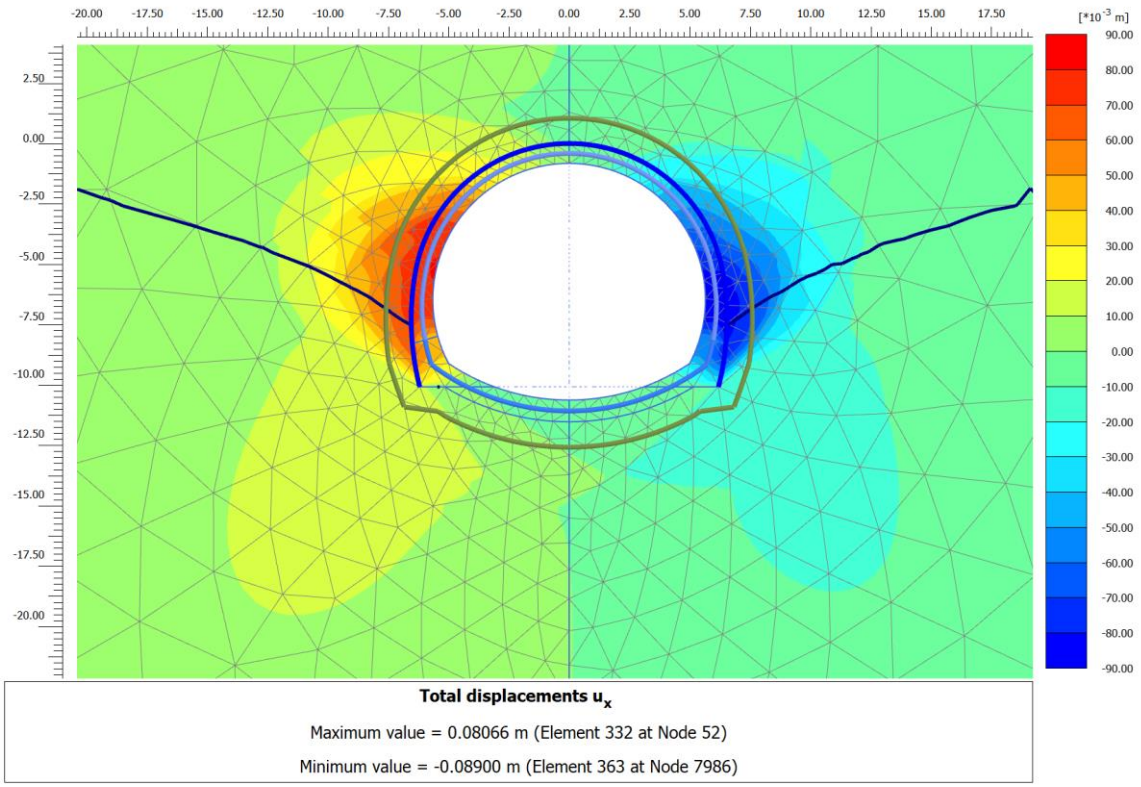
NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
1419	0.461	8.833	-119	0	125	360	OK	245	OK	779	3166	OK
1413	1.818	8.990	55.43	-12.50	-3.11	-426	OK	269	OK	779	3173	OK
1414	3.161	9.145	156.86	-7.84	-33.18	-464	OK	282	OK	779	3188	OK
1415	4.491	9.298	202.72	1.66	-25.58	481	OK	289	OK	779	3194	OK
1645	5.809	9.449	272.57	8.49	43.06	507	OK	298	OK	779	3204	OK
1645	5.809	9.449	210.46	8.49	-40.35	484	OK	290	OK	779	3195	OK
1487	7.392	9.449	275.50	-1.57	42.71	-509	OK	299	OK	779	3204	OK
1488	8.975	9.449	283.91	-16.20	64.94	-512	OK	300	OK	779	3205	OK
1489	10.558	9.449	295.46	-34.94	81.03	-516	OK	301	OK	779	3207	OK
1493	12.140	9.449	308.38	-55.04	70.17	-521	OK	303	OK	779	3209	OK
1493	12.140	9.449	307.79	-55.04	62.29	-521	OK	303	OK	779	3209	OK
1497	13.219	9.449	325.25	-66.08	56.73	-527	OK	305	OK	779	3211	OK
1498	14.298	9.449	334.79	-75.89	53.15	-531	OK	307	OK	779	3213	OK
1499	15.377	9.449	335.90	-85.16	52.30	-531	OK	307	OK	779	3213	OK
2333	16.456	9.449	322.97	-94.17	44.75	-526	OK	305	OK	779	3211	OK
2333	16.456	9.449	327.51	-94.17	47.05	-528	OK	306	OK	779	3212	OK
2327	17.562	9.449	321.71	-102.36	44.77	-526	OK	305	OK	779	3211	OK
2328	18.668	9.449	314.23	-110.42	43.49	-523	OK	304	OK	779	3210	OK
2329	19.774	9.449	303.78	-118.17	41.32	-519	OK	302	OK	779	3208	OK
2659	20.880	9.449	293.60	-125.46	38.63	-515	OK	301	OK	779	3207	OK
2659	20.880	9.449	309.22	-125.46	38.29	-521	OK	303	OK	779	3209	OK
2660	21.986	9.449	315.69	-132.24	34.12	-524	OK	304	OK	779	3210	OK
2661	23.092	9.449	322.96	-137.48	23.86	-526	OK	305	OK	779	3211	OK
2662	24.198	9.449	328.45	-140.89	12.69	-528	OK	306	OK	779	3212	OK
2983	25.304	9.449	326.87	-142.43	3.57	-528	OK	306	OK	779	3212	OK
2983	25.304	9.449	329.58	-142.43	5.82	-529	OK	306	OK	779	3212	OK
2984	26.410	9.449	335.05	-142.65	-1.64	-531	OK	307	OK	779	3213	OK
2985	27.516	9.449	342.88	-141.72	-8.42	-534	OK	308	OK	779	3214	OK
2986	28.622	9.449	349.40	-139.55	-15.61	-536	OK	309	OK	779	3215	OK
3569	29.728	9.449	350.45	-136.08	-21.53	-537	OK	309	OK	779	3215	OK
3569	29.728	9.449	353.64	-136.08	-22.09	-538	OK	309	OK	779	3215	OK
3570	30.834	9.449	363.28	-131.50	-26.83	-542	OK	310	OK	779	3217	OK
3571	31.940	9.449	367.76	-126.78	-24.90	-543	OK	311	OK	779	3217	OK
3572	33.046	9.449	368.24	-122.61	-19.77	-543	OK	311	OK	779	3217	OK
4193	34.152	9.449	369.06	-119.47	-15.48	-544	OK	311	OK	779	3217	OK
4193	34.152	9.449	369.02	-119.47	-14.65	-544	OK	311	OK	779	3217	OK
4194	35.258	9.449	370.00	-117.11	-11.72	-544	OK	311	OK	779	3218	OK
4195	36.364	9.449	373.31	-115.06	-10.92	-545	OK	312	OK	779	3218	OK
4196	37.470	9.449	376.88	-113.07	-11.21	-547	OK	312	OK	779	3219	OK
4551	38.576	9.449	379.05	-110.97	-11.36	-547	OK	313	OK	779	3219	OK
4551	38.576	9.449	378.62	-110.97	-11.57	-547	OK	313	OK	779	3219	OK
4545	39.682	9.449	382.52	-108.82	-12.03	-549	OK	313	OK	779	3219	OK
4546	40.788	9.449	386.89	-106.65	-11.70	-550	OK	314	OK	779	3220	OK
4547	41.894	9.449	389.66	-104.60	-10.55	-551	OK	314	OK	779	3220	OK
5493	43.000	9.449	388.90	-102.83	-8.67	-551	OK	314	OK	779	3220	OK
5493	43.000	9.449	388.34	-102.83	-8.77	-551	OK	314	OK	779	3220	OK
5487	44.106	9.449	391.65	-101.45	-6.54	-552	OK	314	OK	779	3221	OK
5488	45.212	9.449	392.19	-100.48	-3.75	-552	OK	314	OK	779	3221	OK
5489	46.318	9.449	391.58	-100.16	0.29	-552	OK	314	OK	779	3221	OK
7372	47.424	9.449	391.73	-100.70	6.51	-552	OK	314	OK	779	3221	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
7372	47.424	9.449	390.84	-100.70	6.10	-552	OK	314	OK	779	3221	OK
7373	48.530	9.449	390.68	-102.49	13.64	-552	OK	314	OK	779	3220	OK
7374	49.636	9.449	389.02	-105.75	21.58	-551	OK	314	OK	779	3220	OK
7375	50.742	9.449	385.57	-110.26	27.83	-550	OK	313	OK	779	3220	OK
7670	51.848	9.449	379.19	-115.62	29.89	-548	OK	313	OK	779	3219	OK
7670	51.848	9.449	378.49	-115.62	30.29	-547	OK	313	OK	779	3219	OK
7664	52.954	9.449	370.79	-121.14	29.55	-544	OK	311	OK	779	3218	OK
7665	54.060	9.449	360.99	-126.24	26.39	-541	OK	310	OK	779	3216	OK
7666	55.166	9.449	350.93	-130.72	22.40	-537	OK	309	OK	779	3215	OK
7722	56.272	9.449	342.45	-134.47	19.15	-534	OK	308	OK	779	3214	OK
7722	56.272	9.449	341.84	-134.47	18.91	-533	OK	308	OK	779	3214	OK
7716	57.378	9.449	333.74	-137.62	15.29	-530	OK	306	OK	779	3212	OK
7717	58.484	9.449	326.14	-139.96	10.26	-528	OK	305	OK	779	3211	OK
7718	59.590	9.449	319.39	-141.29	4.15	-525	OK	304	OK	779	3210	OK
8034	60.696	9.449	313.88	-141.43	-2.70	-523	OK	304	OK	779	3210	OK
8034	60.696	9.449	313.61	-141.43	-2.90	-523	OK	304	OK	779	3210	OK
8028	61.802	9.449	312.93	-140.20	-11.21	-523	OK	304	OK	779	3210	OK
8029	62.908	9.449	311.51	-137.26	-20.47	-522	OK	303	OK	779	3209	OK
8030	64.014	9.449	309.65	-132.81	-28.44	-521	OK	303	OK	779	3209	OK
8912	65.120	9.449	309.72	-127.12	-33.50	-521	OK	303	OK	779	3209	OK
8912	65.120	9.449	307.67	-127.12	-32.91	-521	OK	303	OK	779	3209	OK
8913	66.226	9.449	312.24	-120.72	-36.38	-522	OK	304	OK	779	3209	OK
8914	67.332	9.449	316.65	-113.93	-38.13	-524	OK	304	OK	779	3210	OK
8915	68.438	9.449	321.65	-106.83	-39.60	-526	OK	305	OK	779	3211	OK
9802	69.544	9.449	330.81	-99.44	-42.86	-529	OK	306	OK	779	3212	OK
9802	69.544	9.449	325.93	-99.44	-41.66	-528	OK	305	OK	779	3211	OK
9796	70.623	9.449	341.33	-91.20	-48.06	-533	OK	307	OK	779	3214	OK
9797	71.702	9.449	340.07	-82.59	-50.25	-533	OK	307	OK	779	3213	OK
9798	72.781	9.449	329.45	-73.08	-56.41	-529	OK	306	OK	779	3212	OK
9816	73.860	9.449	310.79	-61.79	-65.57	-522	OK	303	OK	779	3209	OK
9816	73.860	9.449	311.90	-61.79	-73.57	-522	OK	303	OK	779	3209	OK
9817	75.442	9.449	300.48	-40.39	-86.86	-518	OK	302	OK	779	3208	OK
9818	77.025	9.449	287.11	-20.17	-70.48	-513	OK	300	OK	779	3206	OK
9819	78.608	9.449	275.73	-4.23	-46.79	-509	OK	299	OK	779	3204	OK
10520	80.191	9.449	213.16	6.72	37.47	485	OK	290	OK	779	3196	OK
10520	80.191	9.449	271.41	6.72	-46.17	507	OK	298	OK	779	3204	OK
9864	81.509	9.298	203.36	0.49	23.48	481	OK	289	OK	779	3194	OK
9865	82.839	9.145	156.35	-8.41	31.02	-464	OK	282	OK	779	3188	OK
9866	84.182	8.990	55.38	-12.59	1.60	-426	OK	269	OK	779	3173	OK
9870	85.539	8.833	-116.33	0.00	-123.27	-361	OK	245	OK	779	3166	OK

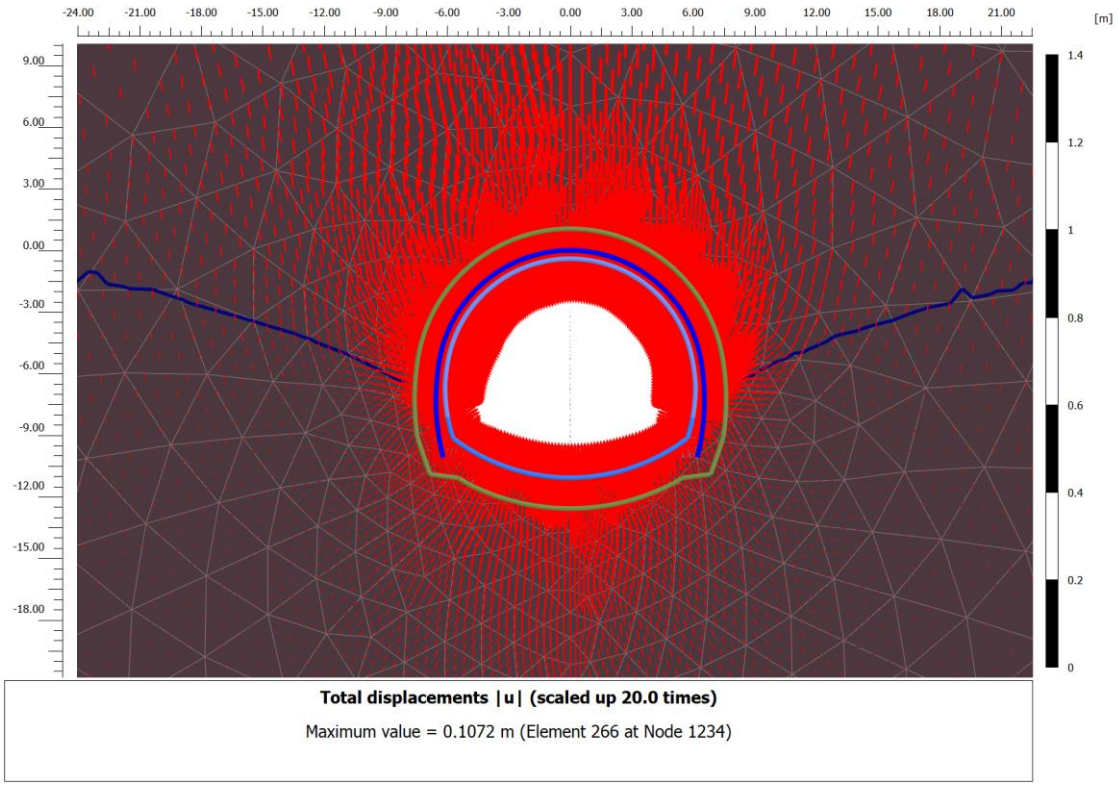
RISULTATI FASE 5 – Installazione rivestimento definitivo di calotta



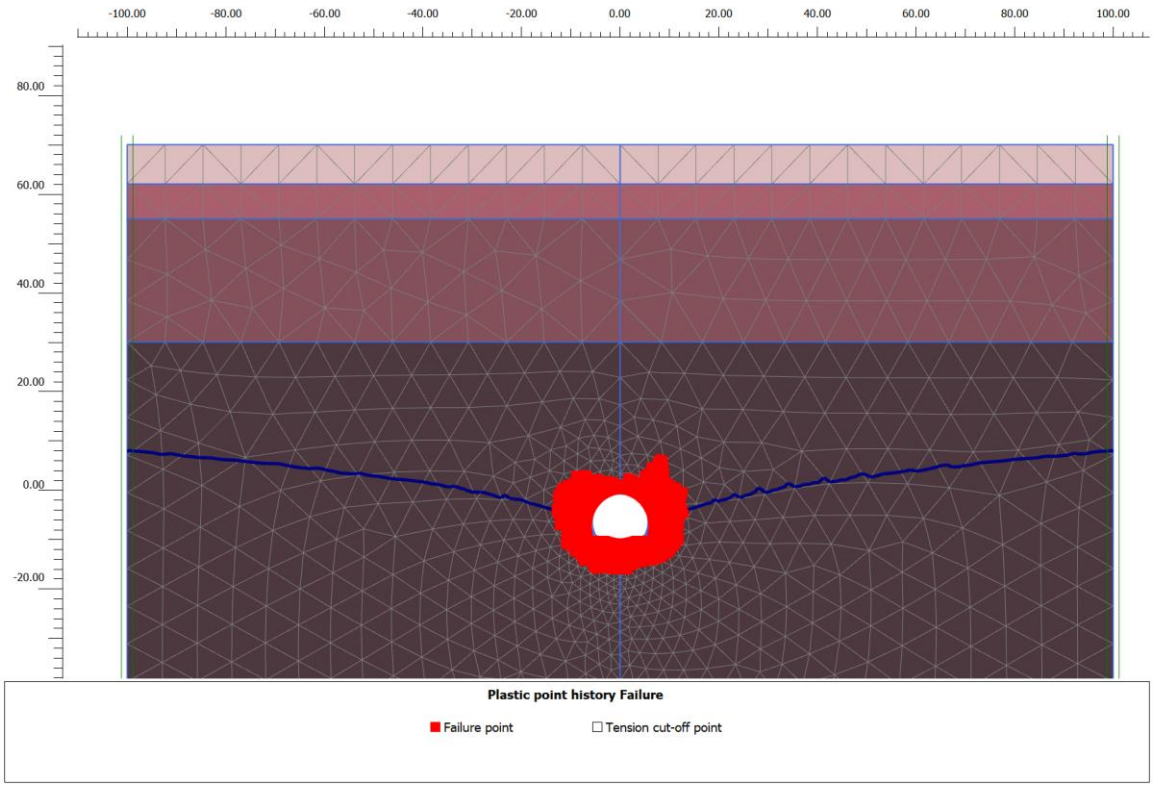
Fase 5 – Spostamenti verticali totali



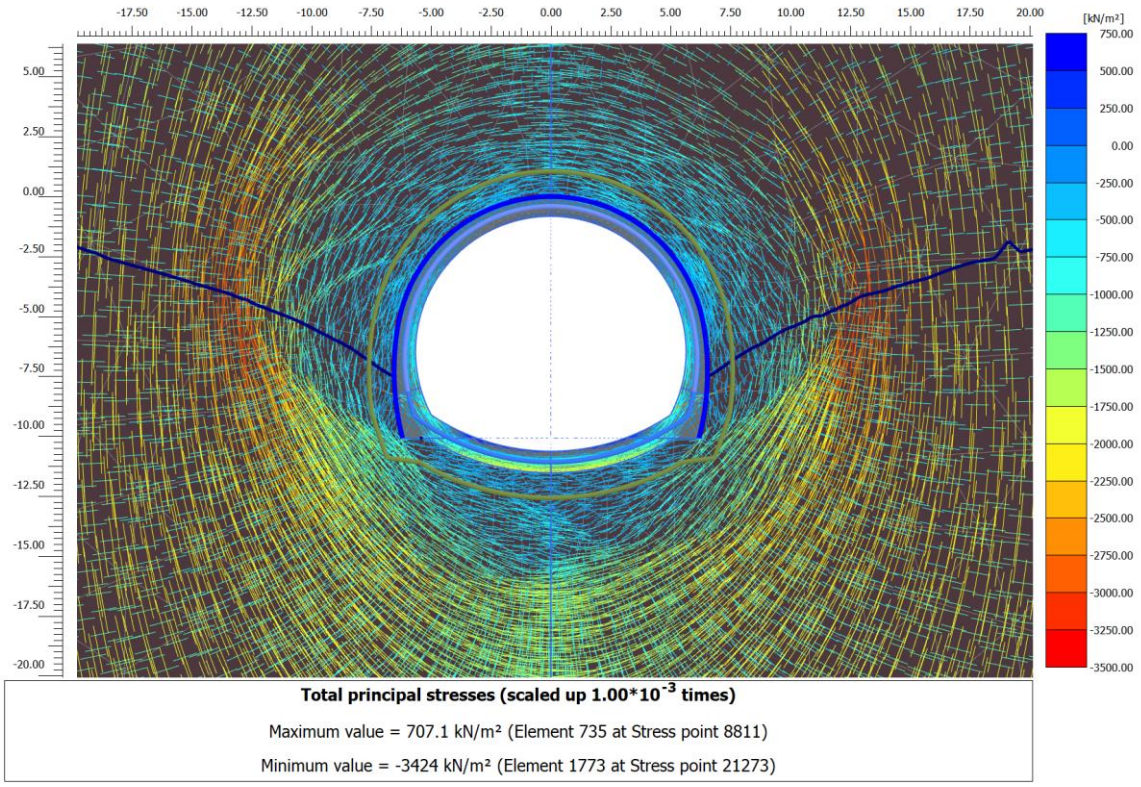
Fase 5 – Spostamenti orizzontali totali



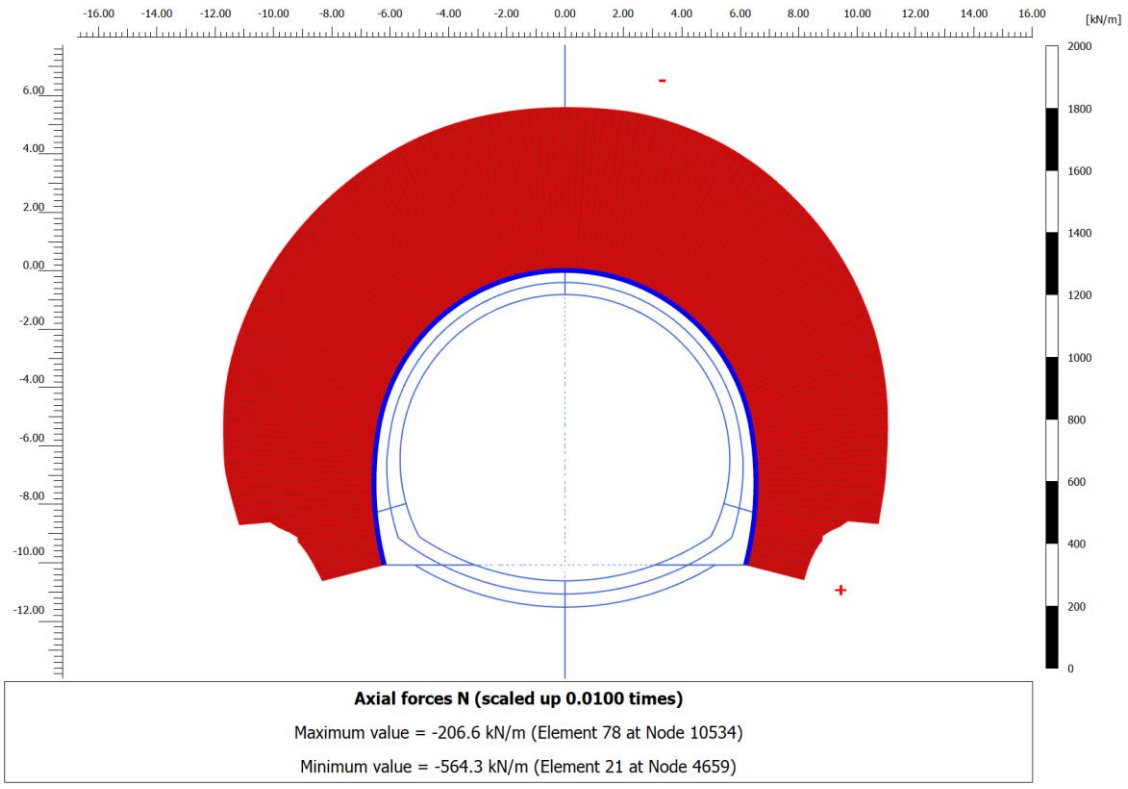
Fase 5 – Vettori spostamento totale



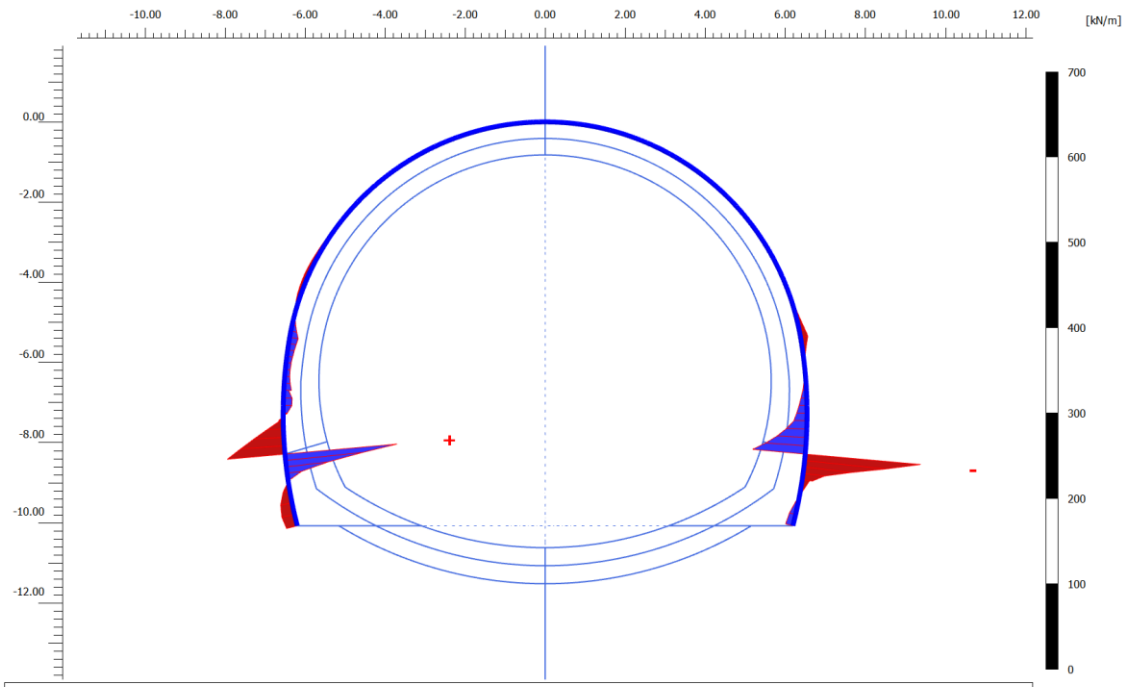
Fase 5 – Zone plastiche



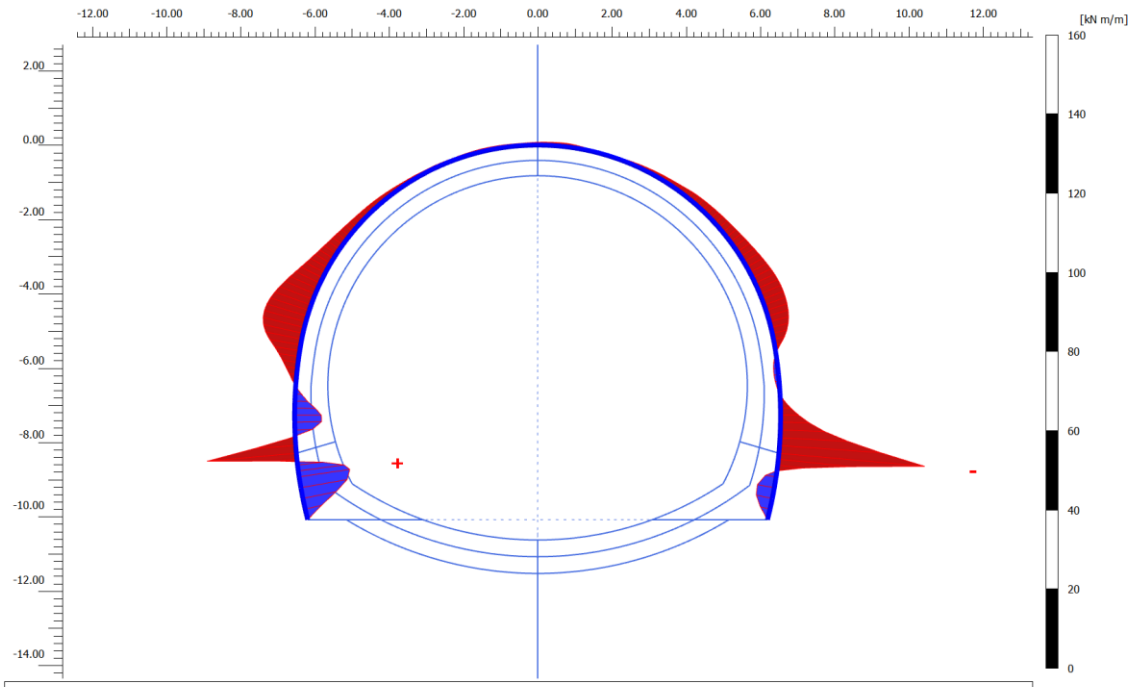
Fase 5 – Orientazione delle direzioni principali dello sforzo



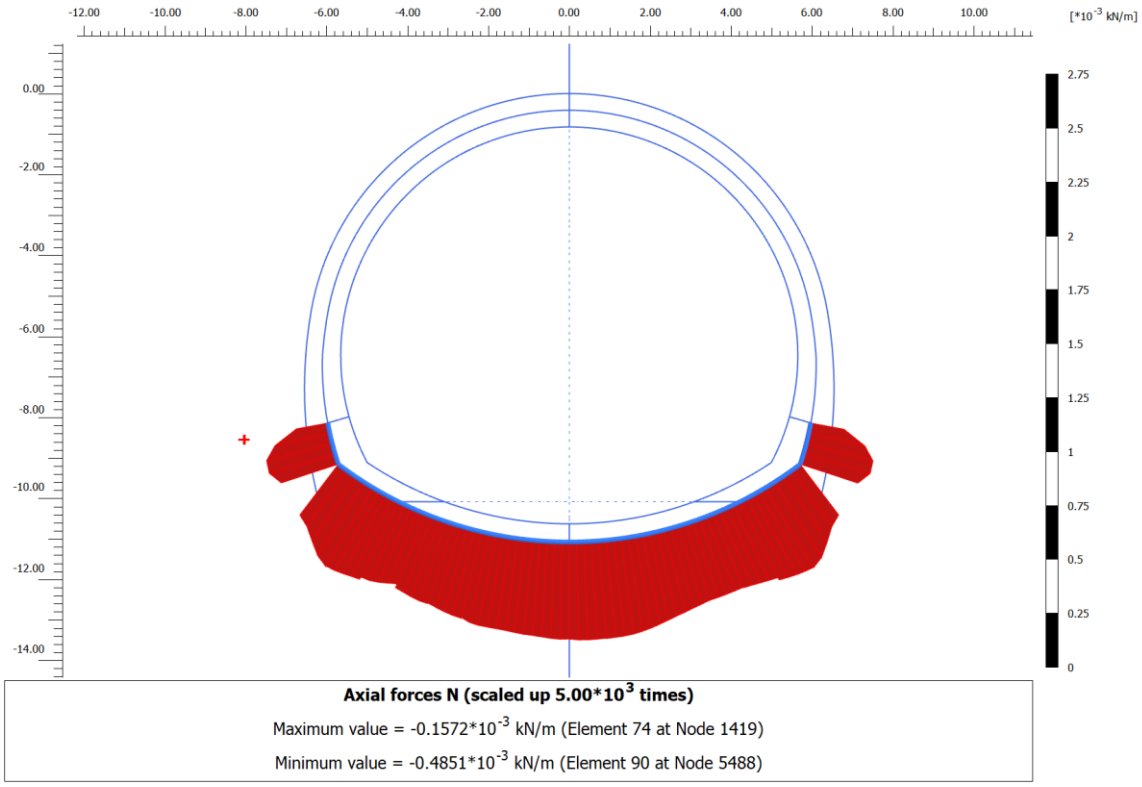
Fase 5 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento di prima fase



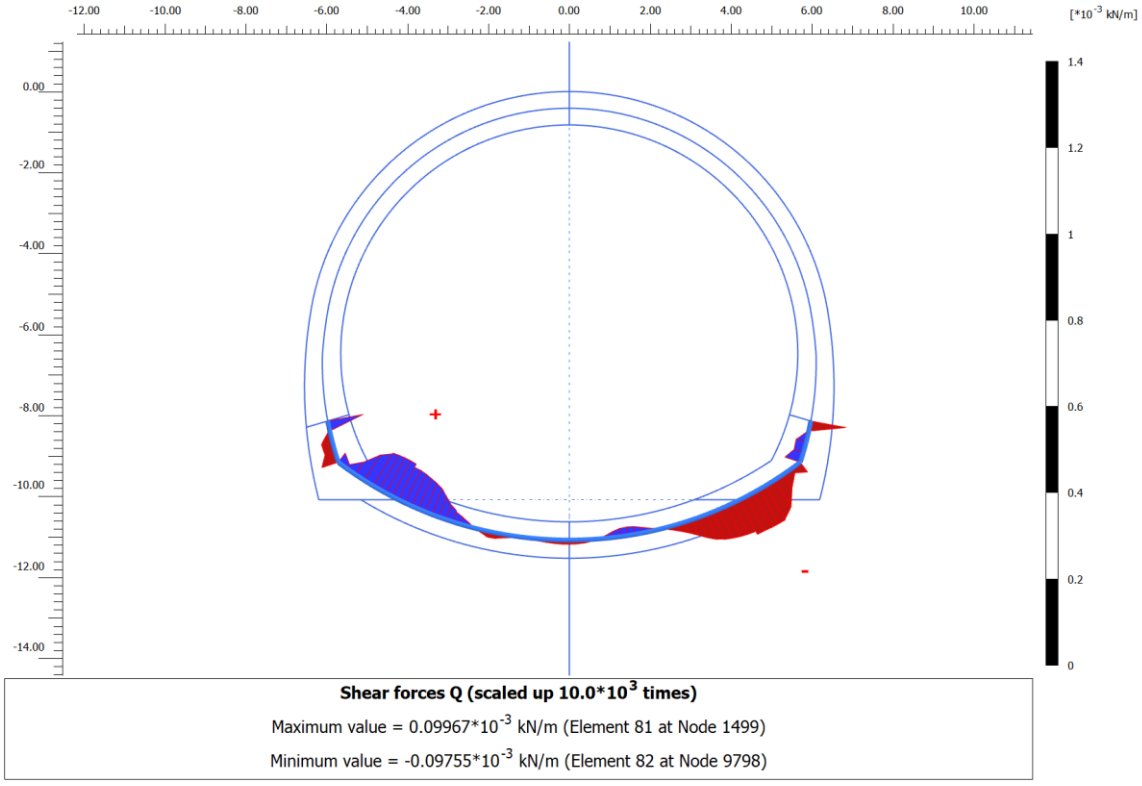
Fase 5 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento di prima fase



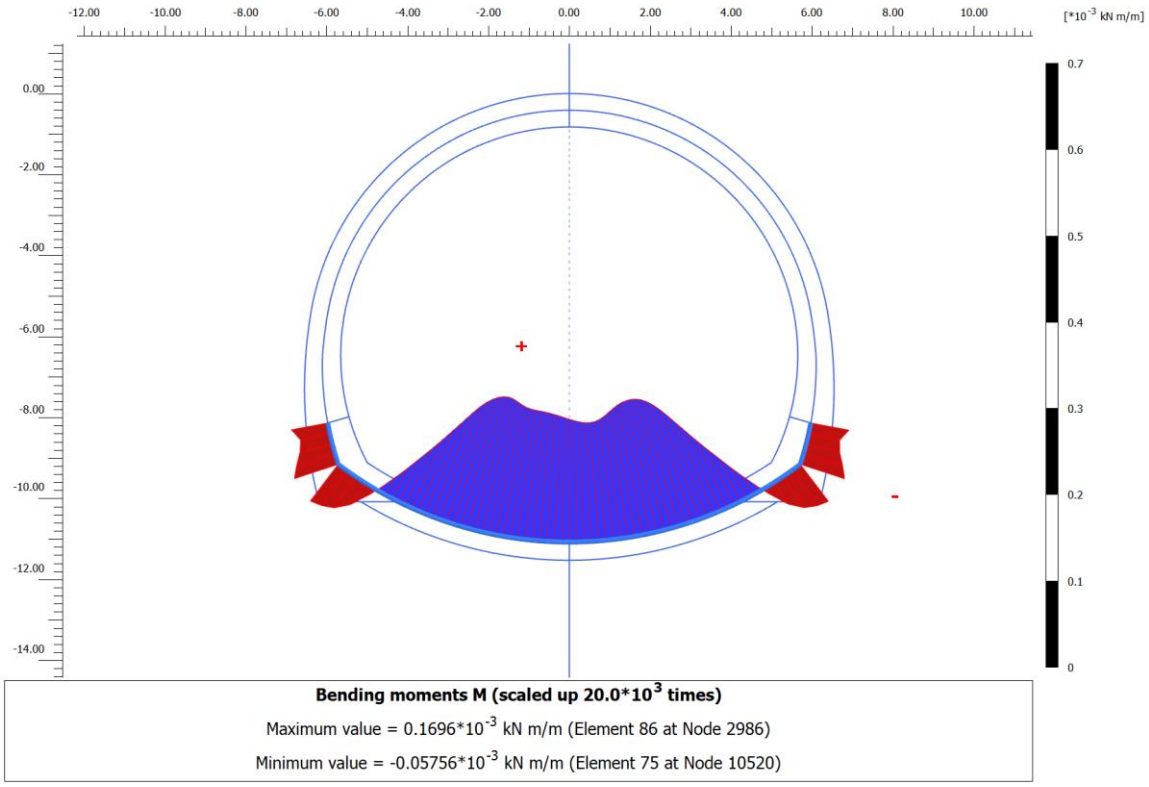
Fase 5 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento di prima fase



Fase 5 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento definitivo di arco rovescio



Fase 5 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento definitivo di arco rovescio



Fase 5 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento definitivo rovescio

FASE 5: Verifiche del rivestimento di prima fase

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
958	-422.3	-79.1	7.20	5.25	549.0	102.8	9.36	6.82	2.20	OK	37.26	2.13	37.45	OK
997	-416.4	-78.0	7.22	-6.04	541.4	101.4	9.39	7.86	2.17	OK	37.12	2.45	37.36	OK
997	-416.5	-78.0	7.22	-3.78	541.4	101.4	9.39	4.91	2.17	OK	37.12	1.53	37.21	OK
957	-427.4	-80.0	5.59	10.79	555.6	104.0	7.27	14.03	2.22	OK	32.56	4.38	33.43	OK
998	-410.7	-76.9	4.71	-20.36	533.9	100.0	6.12	26.47	2.14	OK	29.26	8.26	32.57	OK
956	-431.5	-80.8	3.43	10.97	560.9	105.0	4.46	14.25	2.24	OK	26.14	4.45	27.25	OK
955	-434.3	-81.3	1.73	9.63	564.6	105.7	2.25	12.52	2.26	OK	21.08	3.90	22.13	OK
955	-434.4	-81.4	1.73	6.15	564.7	105.8	2.25	7.99	2.26	OK	21.08	2.49	21.52	OK
999	-405.0	-75.9	-1.30	-37.27	526.5	98.6	1.70	48.45	2.11	OK	18.72	15.11	32.18	OK
928	-436.5	-81.7	0.25	7.54	567.4	106.3	0.33	9.80	2.27	OK	16.67	3.06	17.49	OK
1000	-399.4	-74.8	-10.89	-54.59	519.3	97.2	14.16	70.97	2.08	OK	47.63	22.14	61.15	OK
927	-438.7	-82.2	-0.95	6.37	570.3	106.8	1.23	8.28	2.28	OK	18.86	2.58	19.38	OK
1429	-304.8	-57.1	-24.14	140.81	396.3	74.2	31.38	183.06	1.59	OK	84.43	57.10	130.04	OK
1429	-393.9	-73.8	-24.14	-72.43	512.1	95.9	31.38	94.16	2.05	OK	87.68	29.37	101.37	OK
926	-441.0	-82.6	-2.01	6.05	573.3	107.4	2.62	7.87	2.29	OK	22.18	2.45	22.59	OK
1430	-282.1	-52.8	-4.97	96.65	366.7	68.7	6.46	125.65	1.47	OK	25.38	39.19	72.47	OK
925	-443.5	-83.1	-3.10	6.54	576.5	108.0	4.02	8.50	2.31	OK	25.56	2.65	25.97	OK
925	-443.4	-83.0	-3.10	6.37	576.4	108.0	4.02	8.28	2.31	OK	25.56	2.58	25.95	OK
1431	-252.7	-47.3	6.78	52.66	328.5	61.5	8.81	68.46	1.31	OK	29.80	21.35	47.50	OK
670	-445.6	-83.5	-4.18	7.34	579.3	108.5	5.43	9.54	2.32	OK	28.94	2.98	29.40	OK
1432	-230.8	-43.2	12.44	18.39	300.0	56.2	16.17	23.91	1.20	OK	46.20	7.46	47.97	OK
669	-447.8	-83.9	-5.43	8.40	582.2	109.0	7.05	10.92	2.33	OK	32.80	3.40	33.33	OK
1641	-228.1	-42.7	13.80	1.45	296.6	55.5	17.94	1.88	1.19	OK	50.23	0.59	50.24	OK
1641	-230.7	-43.2	13.80	3.41	299.9	56.2	17.94	4.43	1.20	OK	50.33	1.38	50.38	OK
668	-450.0	-84.3	-6.85	9.54	585.0	109.6	8.90	12.41	2.34	OK	37.20	3.87	37.80	OK
667	-452.1	-84.7	-8.46	10.83	587.7	110.1	10.99	14.08	2.35	OK	42.16	4.39	42.84	OK
667	-452.1	-84.7	-8.46	10.79	587.8	110.1	10.99	14.02	2.35	OK	42.17	4.37	42.84	OK
1642	-211.8	-39.7	12.64	-8.65	275.4	51.6	16.43	11.24	1.10	OK	46.10	3.51	46.50	OK
452	-454.2	-85.1	-9.92	7.62	590.4	110.6	12.89	9.90	2.36	OK	46.68	3.09	46.98	OK
1643	-200.4	-37.5	9.13	-14.51	260.5	48.8	11.87	18.86	1.04	OK	35.03	5.88	36.49	OK
451	-456.0	-85.4	-10.89	4.69	592.8	111.0	14.16	6.10	2.37	OK	49.70	1.90	49.81	OK
450	-457.7	-85.7	-11.43	2.10	595.0	111.4	14.85	2.74	2.38	OK	51.38	0.85	51.41	OK
1644	-191.9	-35.9	4.51	-16.21	249.4	46.7	5.86	21.07	1.00	OK	20.69	6.57	23.62	OK
703	-459.1	-86.0	-11.58	-0.08	596.9	111.8	15.05	0.11	2.39	OK	51.91	0.03	51.91	OK
703	-459.1	-86.0	-11.58	-0.12	596.9	111.8	15.05	0.15	2.39	OK	51.91	0.05	51.91	OK
706	-460.4	-86.2	-11.41	-1.96	598.5	112.1	14.83	2.54	2.39	OK	51.43	0.79	51.45	OK
1655	-184.5	-34.5	0.00	-13.80	239.8	44.9	0.00	17.93	0.96	OK	6.72	5.59	11.79	OK
705	-461.5	-86.4	-10.98	-3.33	599.9	112.3	14.28	4.33	2.40	OK	50.18	1.35	50.23	OK
704	-462.5	-86.6	-10.38	-4.24	601.2	112.6	13.49	5.51	2.40	OK	48.37	1.72	48.46	OK
915	-463.4	-86.8	-9.66	-4.73	602.4	112.8	12.56	6.14	2.41	OK	46.24	1.92	46.36	OK
915	-463.4	-86.8	-9.66	-4.66	602.4	112.8	12.56	6.06	2.41	OK	46.24	1.89	46.36	OK
918	-464.2	-86.9	-8.89	-4.97	603.4	113.0	11.56	6.46	2.41	OK	43.92	2.01	44.06	OK
917	-464.9	-87.1	-8.10	-5.02	604.3	113.2	10.52	6.53	2.42	OK	41.53	2.04	41.68	OK
916	-465.5	-87.2	-7.31	-4.88	605.2	113.3	9.50	6.34	2.42	OK	39.16	1.98	39.31	OK
1233	-466.2	-87.3	-6.56	-4.62	606.0	113.5	8.52	6.00	2.42	OK	36.91	1.87	37.05	OK
1233	-466.2	-87.3	-6.56	-4.53	606.0	113.5	8.52	5.88	2.42	OK	36.91	1.84	37.04	OK
1236	-466.7	-87.4	-5.91	-4.11	606.7	113.6	7.68	5.34	2.43	OK	34.95	1.66	35.07	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
1235	-467.2	-87.5	-5.33	-3.63	607.3	113.7	6.93	4.72	2.43	OK	33.22	1.47	33.32	OK
1234	-467.6	-87.6	-4.82	-3.21	607.9	113.8	6.27	4.17	2.43	OK	31.69	1.30	31.77	OK
1557	-468.0	-87.7	-4.37	-2.85	608.5	113.9	5.68	3.70	2.43	OK	30.33	1.15	30.40	OK
1557	-468.0	-87.7	-4.37	-2.85	608.5	113.9	5.68	3.70	2.43	OK	30.33	1.15	30.40	OK
1560	-468.4	-87.7	-3.97	-2.54	608.9	114.0	5.16	3.30	2.44	OK	29.13	1.03	29.18	OK
1559	-468.8	-87.8	-3.61	-2.26	609.4	114.1	4.69	2.93	2.44	OK	28.05	0.91	28.10	OK
1558	-469.1	-87.9	-3.29	-2.00	609.8	114.2	4.28	2.59	2.44	OK	27.10	0.81	27.14	OK
1863	-469.4	-87.9	-3.01	-1.76	610.2	114.3	3.92	2.29	2.44	OK	26.26	0.71	26.29	OK
1863	-469.4	-87.9	-3.01	-1.79	610.2	114.3	3.92	2.32	2.44	OK	26.26	0.72	26.29	OK
1866	-469.7	-88.0	-2.76	-1.61	610.6	114.3	3.59	2.09	2.44	OK	25.50	0.65	25.53	OK
1865	-469.9	-88.0	-2.53	-1.42	610.9	114.4	3.29	1.85	2.44	OK	24.82	0.58	24.84	OK
1864	-470.2	-88.1	-2.34	-1.24	611.2	114.5	3.04	1.61	2.44	OK	24.23	0.50	24.25	OK
1883	-470.4	-88.1	-2.17	-1.06	611.5	114.5	2.81	1.38	2.45	OK	23.72	0.43	23.73	OK
1883	-470.4	-88.1	-2.17	-1.05	611.5	114.5	2.81	1.37	2.45	OK	23.72	0.43	23.73	OK
1886	-470.7	-88.1	-2.02	-0.89	611.9	114.6	2.63	1.15	2.45	OK	23.29	0.36	23.30	OK
1885	-470.9	-88.2	-1.90	-0.75	612.2	114.6	2.47	0.97	2.45	OK	22.93	0.30	22.94	OK
1884	-471.1	-88.2	-1.79	-0.70	612.4	114.7	2.33	0.91	2.45	OK	22.61	0.28	22.62	OK
1999	-471.3	-88.3	-1.68	-0.77	612.7	114.7	2.19	1.01	2.45	OK	22.29	0.31	22.30	OK
1999	-471.3	-88.3	-1.68	-0.75	612.7	114.7	2.19	0.98	2.45	OK	22.29	0.30	22.30	OK
2002	-471.5	-88.3	-1.57	-0.80	613.0	114.8	2.04	1.04	2.45	OK	21.95	0.32	21.95	OK
2001	-471.8	-88.3	-1.45	-0.81	613.3	114.9	1.88	1.06	2.45	OK	21.59	0.33	21.60	OK
2000	-472.0	-88.4	-1.33	-0.81	613.6	114.9	1.72	1.06	2.45	OK	21.23	0.33	21.24	OK
2067	-472.3	-88.4	-1.21	-0.78	613.9	115.0	1.57	1.01	2.46	OK	20.87	0.32	20.88	OK
2067	-472.3	-88.4	-1.21	-0.80	613.9	115.0	1.57	1.04	2.46	OK	20.87	0.33	20.88	OK
2070	-472.6	-88.5	-1.09	-0.77	614.3	115.0	1.41	1.00	2.46	OK	20.53	0.31	20.54	OK
2069	-472.9	-88.6	-0.98	-0.68	614.7	115.1	1.27	0.88	2.46	OK	20.21	0.27	20.22	OK
2068	-473.2	-88.6	-0.89	-0.52	615.1	115.2	1.16	0.67	2.46	OK	19.95	0.21	19.95	OK
2385	-473.5	-88.7	-0.83	-0.29	615.5	115.3	1.08	0.38	2.46	OK	19.77	0.12	19.77	OK
2385	-473.5	-88.7	-0.83	-0.31	615.6	115.3	1.08	0.41	2.46	OK	19.77	0.13	19.77	OK
2388	-473.9	-88.7	-0.78	-0.37	616.0	115.4	1.01	0.48	2.46	OK	19.63	0.15	19.63	OK
2387	-474.2	-88.8	-0.72	-0.33	616.5	115.5	0.94	0.42	2.47	OK	19.48	0.13	19.48	OK
2386	-474.5	-88.9	-0.68	-0.20	616.8	115.5	0.89	0.26	2.47	OK	19.37	0.08	19.37	OK
2739	-474.6	-88.9	-0.67	-0.04	617.0	115.6	0.86	0.06	2.47	OK	19.32	0.02	19.32	OK
2739	-474.7	-88.9	-0.67	-0.03	617.1	115.6	0.86	0.04	2.47	OK	19.32	0.01	19.32	OK
2742	-474.8	-88.9	-0.65	-0.11	617.3	115.6	0.85	0.14	2.47	OK	19.29	0.05	19.29	OK
2741	-474.9	-88.9	-0.63	-0.17	617.4	115.6	0.82	0.22	2.47	OK	19.23	0.07	19.23	OK
2740	-475.0	-88.9	-0.60	-0.20	617.4	115.6	0.79	0.27	2.47	OK	19.14	0.08	19.15	OK
3299	-474.8	-88.9	-0.57	-0.21	617.3	115.6	0.75	0.28	2.47	OK	19.05	0.09	19.05	OK
3299	-474.9	-88.9	-0.57	-0.19	617.3	115.6	0.75	0.25	2.47	OK	19.05	0.08	19.05	OK
3302	-474.7	-88.9	-0.58	0.17	617.2	115.6	0.75	0.22	2.47	OK	19.05	0.07	19.05	OK
3301	-474.5	-88.9	-0.61	0.27	616.9	115.5	0.79	0.35	2.47	OK	19.14	0.11	19.14	OK
3300	-474.2	-88.8	-0.65	0.19	616.4	115.4	0.84	0.25	2.47	OK	19.24	0.08	19.24	OK
3523	-473.8	-88.7	-0.66	0.07	615.9	115.3	0.86	0.09	2.46	OK	19.29	0.03	19.29	OK
3523	-473.8	-88.7	-0.66	0.58	616.0	115.4	0.86	0.75	2.46	OK	19.29	0.23	19.29	OK
3526	-473.3	-88.6	-0.72	0.17	615.3	115.2	0.93	0.22	2.46	OK	19.43	0.07	19.43	OK
3525	-472.8	-88.5	-0.73	-0.01	614.6	115.1	0.95	0.01	2.46	OK	19.44	0.00	19.44	OK
3524	-472.3	-88.4	-0.72	-0.06	613.9	115.0	0.94	0.08	2.46	OK	19.40	0.02	19.40	OK
3767	-471.7	-88.3	-0.71	-0.10	613.3	114.9	0.92	0.13	2.45	OK	19.35	0.04	19.35	OK
3767	-471.7	-88.3	-0.71	-0.10	613.2	114.8	0.92	0.13	2.45	OK	19.35	0.04	19.35	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
3770	-471.4	-88.3	-0.69	-0.15	612.8	114.8	0.90	0.20	2.45	OK	19.28	0.06	19.28	OK
3769	-471.0	-88.2	-0.67	-0.16	612.3	114.7	0.87	0.21	2.45	OK	19.19	0.07	19.19	OK
3768	-470.7	-88.1	-0.64	-0.17	611.9	114.6	0.83	0.22	2.45	OK	19.10	0.07	19.10	OK
4232	-470.4	-88.1	-0.62	-0.25	611.5	114.5	0.80	0.32	2.45	OK	19.02	0.10	19.02	OK
4232	-470.4	-88.1	-0.62	-0.19	611.5	114.5	0.80	0.25	2.45	OK	19.01	0.08	19.02	OK
4235	-470.3	-88.1	-0.61	0.11	611.4	114.5	0.79	0.14	2.45	OK	18.98	0.04	18.98	OK
4234	-470.1	-88.0	-0.64	0.35	611.2	114.5	0.84	0.45	2.44	OK	19.09	0.14	19.09	OK
4233	-470.0	-88.0	-0.70	0.42	611.0	114.4	0.91	0.55	2.44	OK	19.26	0.17	19.26	OK
4236	-470.0	-88.0	-0.76	0.25	611.1	114.4	0.98	0.33	2.44	OK	19.43	0.10	19.43	OK
4236	-470.0	-88.0	-0.76	0.29	611.0	114.4	0.98	0.37	2.44	OK	19.43	0.12	19.43	OK
4221	-470.3	-88.1	-0.80	0.27	611.4	114.5	1.04	0.35	2.45	OK	19.57	0.11	19.57	OK
4220	-470.6	-88.1	-0.84	0.27	611.8	114.6	1.10	0.35	2.45	OK	19.72	0.11	19.72	OK
4219	-471.1	-88.2	-0.89	0.24	612.4	114.7	1.15	0.32	2.45	OK	19.86	0.10	19.86	OK
4439	-471.5	-88.3	-0.92	0.48	613.0	114.8	1.20	0.63	2.45	OK	19.99	0.20	19.99	OK
4439	-471.6	-88.3	-0.92	0.21	613.1	114.8	1.20	0.27	2.45	OK	19.99	0.08	19.99	OK
4442	-472.4	-88.5	-0.92	-0.38	614.2	115.0	1.20	0.50	2.46	OK	20.02	0.16	20.03	OK
4441	-473.3	-88.6	-0.82	-0.79	615.3	115.2	1.07	1.03	2.46	OK	19.76	0.32	19.76	OK
4440	-474.2	-88.8	-0.68	-0.87	616.4	115.4	0.89	1.13	2.47	OK	19.36	0.35	19.37	OK
4657	-474.8	-88.9	-0.55	-0.76	617.3	115.6	0.71	0.99	2.47	OK	18.98	0.31	18.98	OK
4657	-474.8	-88.9	-0.55	-0.84	617.3	115.6	0.71	1.09	2.47	OK	18.98	0.34	18.99	OK
4660	-475.2	-89.0	-0.43	-0.61	617.7	115.7	0.56	0.79	2.47	OK	18.63	0.25	18.63	OK
4659	-475.3	-89.0	-0.36	-0.29	617.8	115.7	0.46	0.38	2.47	OK	18.40	0.12	18.41	OK
4658	-475.1	-89.0	-0.34	0.09	617.7	115.7	0.44	0.12	2.47	OK	18.35	0.04	18.35	OK
5189	-474.8	-88.9	-0.39	0.16	617.3	115.6	0.51	0.21	2.47	OK	18.49	0.07	18.49	OK
5189	-474.9	-88.9	-0.39	0.54	617.4	115.6	0.51	0.70	2.47	OK	18.49	0.22	18.50	OK
5192	-474.5	-88.9	-0.42	0.24	616.9	115.5	0.54	0.32	2.47	OK	18.57	0.10	18.57	OK
5191	-474.1	-88.8	-0.48	0.45	616.4	115.4	0.62	0.59	2.47	OK	18.73	0.18	18.73	OK
5190	-473.7	-88.7	-0.57	0.67	615.8	115.3	0.74	0.87	2.46	OK	18.99	0.27	18.99	OK
5483	-473.2	-88.6	-0.69	0.69	615.2	115.2	0.89	0.90	2.46	OK	19.33	0.28	19.34	OK
5483	-473.3	-88.6	-0.69	0.77	615.2	115.2	0.89	1.00	2.46	OK	19.33	0.31	19.34	OK
5486	-472.9	-88.6	-0.79	0.56	614.7	115.1	1.02	0.73	2.46	OK	19.62	0.23	19.62	OK
5485	-472.3	-88.4	-0.88	0.57	614.0	115.0	1.14	0.74	2.46	OK	19.88	0.23	19.88	OK
5484	-471.5	-88.3	-0.97	0.59	613.0	114.8	1.26	0.77	2.45	OK	20.13	0.24	20.14	OK
7358	-470.6	-88.1	-1.06	0.50	611.8	114.6	1.38	0.65	2.45	OK	20.39	0.20	20.39	OK
7358	-470.6	-88.1	-1.06	0.52	611.8	114.6	1.38	0.67	2.45	OK	20.39	0.21	20.39	OK
7361	-469.6	-87.9	-1.15	0.55	610.5	114.3	1.50	0.71	2.44	OK	20.61	0.22	20.61	OK
7360	-468.4	-87.7	-1.24	0.59	608.9	114.0	1.62	0.77	2.44	OK	20.85	0.24	20.85	OK
7359	-467.0	-87.5	-1.34	0.66	607.1	113.7	1.75	0.86	2.43	OK	21.10	0.27	21.11	OK
7459	-465.5	-87.2	-1.46	0.78	605.1	113.3	1.90	1.01	2.42	OK	21.40	0.31	21.41	OK
7459	-465.5	-87.2	-1.46	0.68	605.1	113.3	1.90	0.88	2.42	OK	21.40	0.27	21.41	OK
7462	-463.9	-86.9	-1.61	1.11	603.1	112.9	2.09	1.44	2.41	OK	21.79	0.45	21.81	OK
7461	-462.2	-86.6	-1.81	1.31	600.9	112.5	2.35	1.70	2.40	OK	22.35	0.53	22.37	OK
7460	-460.5	-86.2	-2.01	1.14	598.7	112.1	2.62	1.49	2.39	OK	22.90	0.46	22.91	OK
7473	-458.8	-85.9	-2.16	0.84	596.5	111.7	2.80	1.10	2.39	OK	23.27	0.34	23.28	OK
7473	-458.8	-85.9	-2.16	0.51	596.4	111.7	2.80	0.66	2.39	OK	23.27	0.21	23.27	OK
7477	-457.1	-85.6	-2.29	0.77	594.2	111.3	2.97	1.00	2.38	OK	23.61	0.31	23.61	OK
7476	-455.4	-85.3	-2.41	0.72	592.0	110.9	3.13	0.94	2.37	OK	23.91	0.29	23.92	OK
7475	-453.7	-85.0	-2.52	0.71	589.8	110.4	3.28	0.92	2.36	OK	24.20	0.29	24.21	OK
7474	-451.9	-84.6	-2.64	0.74	587.5	110.0	3.43	0.96	2.35	OK	24.49	0.30	24.50	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
7474	-451.9	-84.6	-2.64	0.73	587.5	110.0	3.43	0.95	2.35	OK	24.49	0.30	24.50	OK
7442	-450.1	-84.3	-2.77	0.84	585.2	109.6	3.60	1.10	2.34	OK	24.82	0.34	24.83	OK
7441	-448.3	-84.0	-2.92	0.95	582.8	109.1	3.79	1.24	2.33	OK	25.20	0.39	25.21	OK
7440	-446.5	-83.6	-3.08	1.06	580.4	108.7	4.00	1.38	2.32	OK	25.63	0.43	25.64	OK
7439	-444.6	-83.3	-3.26	1.16	578.0	108.2	4.24	1.51	2.31	OK	26.11	0.47	26.13	OK
7439	-444.6	-83.3	-3.26	1.17	578.0	108.2	4.24	1.53	2.31	OK	26.11	0.48	26.13	OK
7422	-442.7	-82.9	-3.47	1.33	575.4	107.8	4.51	1.73	2.30	OK	26.66	0.54	26.68	OK
7421	-440.7	-82.5	-3.70	1.50	572.9	107.3	4.81	1.95	2.29	OK	27.29	0.61	27.31	OK
7420	-438.6	-82.1	-3.95	1.67	570.2	106.8	5.14	2.17	2.28	OK	28.00	0.68	28.02	OK
7590	-436.6	-81.8	-4.24	1.84	567.6	106.3	5.51	2.39	2.27	OK	28.80	0.75	28.82	OK
7590	-436.6	-81.8	-4.24	1.87	567.6	106.3	5.51	2.43	2.27	OK	28.80	0.76	28.83	OK
7593	-434.5	-81.4	-4.55	1.94	564.8	105.8	5.92	2.52	2.26	OK	29.65	0.79	29.69	OK
7592	-432.3	-81.0	-4.87	1.99	562.0	105.2	6.33	2.58	2.25	OK	30.55	0.81	30.58	OK
7591	-430.1	-80.6	-5.19	1.97	559.2	104.7	6.75	2.56	2.24	OK	31.45	0.80	31.48	OK
7931	-427.9	-80.1	-5.51	1.87	556.3	104.2	7.16	2.43	2.23	OK	32.33	0.76	32.35	OK
7931	-427.9	-80.1	-5.51	1.89	556.3	104.2	7.16	2.45	2.23	OK	32.33	0.77	32.35	OK
7930	-425.7	-79.7	-5.78	1.53	553.4	103.6	7.51	1.99	2.21	OK	33.07	0.62	33.09	OK
7929	-423.4	-79.3	-5.99	1.05	550.5	103.1	7.78	1.37	2.20	OK	33.61	0.43	33.62	OK
7928	-421.1	-78.9	-6.11	0.51	547.5	102.5	7.94	0.66	2.19	OK	33.91	0.21	33.91	OK
8496	-418.8	-78.4	-6.15	-0.09	544.4	102.0	7.99	0.12	2.18	OK	33.93	0.04	33.93	OK
8496	-418.8	-78.4	-6.15	-0.05	544.4	102.0	7.99	0.06	2.18	OK	33.93	0.02	33.93	OK
8499	-416.3	-78.0	-6.10	-0.54	541.2	101.4	7.93	0.71	2.16	OK	33.70	0.22	33.70	OK
8498	-413.8	-77.5	-5.97	-1.16	538.0	100.7	7.76	1.50	2.15	OK	33.20	0.47	33.21	OK
10534	-174.1	-32.6	0.00	9.46	226.3	42.4	0.00	12.29	0.91	OK	6.34	3.83	9.18	OK
8497	-411.3	-77.0	-5.72	-1.93	534.7	100.1	7.44	2.51	2.14	OK	32.38	0.78	32.40	OK
8639	-408.8	-76.6	-5.35	-2.90	531.5	99.5	6.95	3.76	2.13	OK	31.14	1.17	31.20	OK
8639	-408.8	-76.6	-5.35	-2.86	531.5	99.5	6.95	3.72	2.13	OK	31.14	1.16	31.20	OK
10517	-175.3	-32.8	2.68	8.04	227.9	42.7	3.48	10.46	0.91	OK	14.52	3.26	15.58	OK
8638	-406.2	-76.1	-4.79	-4.12	528.1	98.9	6.23	5.35	2.11	OK	29.37	1.67	29.51	OK
8637	-403.7	-75.6	-4.02	-5.65	524.8	98.3	5.23	7.34	2.10	OK	26.93	2.29	27.22	OK
10518	-179.3	-33.6	4.42	3.66	233.1	43.7	5.74	4.75	0.93	OK	19.96	1.48	20.12	OK
8636	-401.1	-75.1	-2.99	-7.41	521.5	97.7	3.89	9.63	2.09	OK	23.70	3.00	24.26	OK
10519	-187.4	-35.1	4.65	-2.51	243.6	45.6	6.05	3.26	0.97	OK	20.96	1.02	21.03	OK
8898	-398.5	-74.6	-1.66	-9.32	518.1	97.0	2.16	12.11	2.07	OK	19.57	3.78	20.64	OK
8898	-398.5	-74.6	-1.66	-9.32	518.1	97.0	2.16	12.11	2.07	OK	19.57	3.78	20.64	OK
8901	-395.9	-74.1	-0.41	-6.55	514.7	96.4	0.53	8.52	2.06	OK	15.67	2.66	16.34	OK
10516	-203.0	-38.0	2.91	-12.70	263.9	49.4	3.78	16.51	1.06	OK	16.23	5.15	18.52	OK
10516	-200.6	-37.6	2.91	-9.24	260.8	48.8	3.78	12.01	1.04	OK	16.15	3.75	17.40	OK
8900	-393.4	-73.7	0.44	-4.20	511.5	95.8	0.57	5.47	2.05	OK	15.67	1.70	15.94	OK
9881	-202.0	-37.8	0.12	-26.76	262.7	49.2	0.16	34.79	1.05	OK	7.74	10.85	20.33	OK
8899	-391.1	-73.2	0.95	-2.30	508.4	95.2	1.23	2.99	2.03	OK	17.13	0.93	17.20	OK
9882	-222.3	-41.6	-6.76	-59.60	289.0	54.1	8.79	77.48	1.16	OK	28.65	24.17	50.72	OK
9406	-388.9	-72.8	1.19	-0.75	505.5	94.7	1.55	0.98	2.02	OK	17.79	0.31	17.79	OK
9406	-388.9	-72.8	1.19	-0.85	505.5	94.7	1.55	1.11	2.02	OK	17.79	0.35	17.80	OK
9883	-249.7	-46.8	-19.51	-102.01	324.6	60.8	25.36	132.61	1.30	OK	68.36	41.36	99.02	OK
9409	-386.4	-72.4	1.23	0.32	502.3	94.1	1.60	0.41	2.01	OK	17.81	0.13	17.81	OK
9880	-358.9	-67.2	-39.42	66.21	466.5	87.4	51.24	86.08	1.87	OK	132.81	26.85	140.71	OK
9880	-270.2	-50.6	-39.42	-144.78	351.3	65.8	51.24	188.21	1.41	OK	129.57	58.71	164.71	OK
9408	-383.9	-71.9	1.07	1.50	499.1	93.5	1.40	1.94	2.00	OK	17.25	0.61	17.28	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
9517	-360.9	-67.6	-27.31	50.17	469.1	87.9	35.51	65.22	1.88	OK	96.11	20.34	102.37	OK
9407	-381.5	-71.4	0.70	2.85	495.9	92.9	0.91	3.71	1.98	OK	16.02	1.16	16.15	OK
9518	-363.4	-68.0	-18.29	36.57	472.4	88.5	23.78	47.54	1.89	OK	68.80	14.83	73.44	OK
9420	-379.0	-71.0	0.07	4.57	492.7	92.3	0.09	5.94	1.97	OK	14.02	1.85	14.38	OK
9420	-379.1	-71.0	0.07	4.47	492.8	92.3	0.09	5.80	1.97	OK	14.02	1.81	14.36	OK
9423	-376.8	-70.6	-1.06	7.23	489.9	91.7	1.38	9.40	1.96	OK	16.96	2.93	17.70	OK
9519	-366.3	-68.6	-11.88	25.19	476.2	89.2	15.45	32.75	1.90	OK	49.44	10.22	52.51	OK
9422	-374.6	-70.2	-2.69	9.91	487.0	91.2	3.49	12.88	1.95	OK	21.81	4.02	22.89	OK
9516	-369.6	-69.2	-7.63	15.82	480.5	90.0	9.92	20.57	1.92	OK	36.65	6.41	38.30	OK
9516	-369.7	-69.2	-7.63	16.41	480.7	90.0	9.92	21.34	1.92	OK	36.66	6.65	38.43	OK
9421	-372.2	-69.7	-4.86	12.88	483.9	90.6	6.31	16.75	1.94	OK	28.31	5.22	29.72	OK

FASE 5: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLE

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
1419	0.461	8.833	157	46	89	0.56	0.00	11.25	10.00	OK	7.1	-3.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1413	1.818	8.990	277	37	-4	0.55	0.04	11.25	10.00	OK	7.5	1.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1414	3.161	9.145	335	41	-28	0.64	0.08	11.25	10.00	OK	8.8	1.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1415	4.491	9.298	339	49	-26	0.70	0.02	11.25	10.00	OK	9.6	1.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1645	5.809	9.449	315	57	29	0.73	0.00	11.25	10.00	OK	9.9	0.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1645	5.809	9.449	296	57	-43	0.72	0.00	11.25	10.00	OK	9.6	-0.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1487	7.392	9.449	339	53	12	0.73	0.00	11.25	10.00	OK	9.9	1.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1488	8.975	9.449	384	47	37	0.73	0.09	11.25	10.00	OK	10.1	2.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1489	10.558	9.449	429	33	74	0.68	0.23	11.25	10.00	OK	9.6	4.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1493	12.140	9.449	451	10	95	0.55	0.41	11.25	10.00	OK	8.1	6.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1493	12.140	9.449	455	10	92	0.55	0.42	11.25	10.00	OK	8.1	6.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1497	13.219	9.449	449	-7	98	0.43	0.53	11.25	10.00	OK	6.6	7.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1498	14.298	9.449	443	-25	99	0.30	0.64	11.25	10.00	OK	5.0	9.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1499	15.377	9.449	435	-42	100	0.17	0.76	11.25	10.00	OK	3.4	10.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2333	16.456	9.449	416	-60	89	0.03	0.86	11.25	10.00	OK	1.6	11.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2333	16.456	9.449	429	-60	99	0.04	0.87	11.25	10.00	OK	1.8	11.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2327	17.562	9.449	413	-77	90	0.00	0.98	11.25	10.00	OK	0.0	13.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2328	18.668	9.449	402	-93	87	0.00	1.12	11.25	10.00	OK	-2.9	14.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2329	19.774	9.449	388	-108	82	0.00	1.31	11.25	10.00	OK	-8.0	16.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2659	20.880	9.449	373	-122	77	0.00	1.53	11.25	10.00	OK	-15.8	19.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2659	20.880	9.449	394	-122	76	0.00	1.51	11.25	10.00	OK	-13.4	19.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2660	21.986	9.449	400	-136	69	0.00	1.72	11.25	10.00	OK	-19.4	21.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2661	23.092	9.449	408	-147	54	0.00	1.90	11.25	10.00	OK	-24.9	22.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2662	24.198	9.449	414	-156	39	0.00	2.04	11.25	10.00	OK	-29.5	24.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2983	25.304	9.449	410	-162	26	0.00	2.15	11.25	10.00	OK	-34.5	25.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2983	25.304	9.449	414	-162	29	0.00	2.14	11.25	10.00	OK	-33.7	25.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2984	26.410	9.449	419	-166	19	0.00	2.21	11.25	10.00	OK	-35.6	26.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2985	27.516	9.449	428	-169	10	0.00	2.24	11.25	10.00	OK	-35.8	26.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2986	28.622	9.449	435	-170	1	0.00	2.25	11.25	10.00	OK	-35.2	26.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
3569	29.728	9.449	435	-169	-7	0.00	2.24	11.25	10.00	OK	-34.8	26.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3569	29.728	9.449	439	-169	-8	0.00	2.23	11.25	10.00	OK	-34.0	26.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3570	30.834	9.449	450	-167	-15	0.00	2.17	11.25	10.00	OK	-30.5	26.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3571	31.940	9.449	455	-164	-14	0.00	2.12	11.25	10.00	OK	-27.9	25.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3572	33.046	9.449	456	-162	-9	0.00	2.08	11.25	10.00	OK	-26.4	25.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4193	34.152	9.449	457	-161	-6	0.00	2.06	11.25	10.00	OK	-25.5	25.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4193	34.152	9.449	456	-161	-5	0.00	2.06	11.25	10.00	OK	-25.5	25.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4194	35.258	9.449	458	-160	-2	0.00	2.04	11.25	10.00	OK	-24.9	24.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4195	36.364	9.449	463	-160	-2	0.00	2.03	11.25	10.00	OK	-24.0	24.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4196	37.470	9.449	467	-159	-4	0.00	2.02	11.25	10.00	OK	-23.0	24.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4551	38.576	9.449	469	-158	-6	0.00	2.00	11.25	10.00	OK	-22.3	24.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4551	38.576	9.449	468	-158	-6	0.00	2.00	11.25	10.00	OK	-22.3	24.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4545	39.682	9.449	473	-157	-8	0.00	1.97	11.25	10.00	OK	-21.0	24.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4546	40.788	9.449	478	-155	-9	0.00	1.94	11.25	10.00	OK	-19.5	24.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4547	41.894	9.449	481	-154	-10	0.00	1.91	11.25	10.00	OK	-18.2	23.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5493	43.000	9.449	480	-152	-10	0.00	1.88	11.25	10.00	OK	-17.4	23.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5493	43.000	9.449	479	-152	-11	0.00	1.88	11.25	10.00	OK	-17.5	23.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5487	44.106	9.449	484	-150	-10	0.00	1.85	11.25	10.00	OK	-16.0	23.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5488	45.212	9.449	485	-148	-8	0.00	1.82	11.25	10.00	OK	-15.2	22.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5489	46.318	9.449	484	-147	-5	0.00	1.80	11.25	10.00	OK	-14.7	22.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7372	47.424	9.449	484	-146	1	0.00	1.79	11.25	10.00	OK	-14.5	22.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7372	47.424	9.449	483	-146	0	0.00	1.80	11.25	10.00	OK	-14.7	22.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7373	48.530	9.449	482	-147	7	0.00	1.81	11.25	10.00	OK	-15.0	22.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7374	49.636	9.449	480	-149	15	0.00	1.84	11.25	10.00	OK	-16.2	23.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7375	50.742	9.449	476	-152	20	0.00	1.89	11.25	10.00	OK	-18.2	23.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7670	51.848	9.449	469	-156	21	0.00	1.97	11.25	10.00	OK	-21.1	24.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7670	51.848	9.449	468	-156	22	0.00	1.97	11.25	10.00	OK	-21.2	24.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7664	52.954	9.449	460	-160	19	0.00	2.04	11.25	10.00	OK	-24.6	24.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7665	54.060	9.449	449	-163	14	0.00	2.11	11.25	10.00	OK	-28.2	25.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7666	55.166	9.449	438	-165	9	0.00	2.17	11.25	10.00	OK	-31.7	25.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
7722	56.272	9.449	428	-166	3	0.00	2.20	11.25	10.00	OK	-34.3	26.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7722	56.272	9.449	428	-166	3	0.00	2.20	11.25	10.00	OK	-34.4	26.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7716	57.378	9.449	419	-167	-2	0.00	2.22	11.25	10.00	OK	-36.3	26.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7717	58.484	9.449	410	-165	-10	0.00	2.22	11.25	10.00	OK	-37.2	26.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7718	59.590	9.449	403	-163	-18	0.00	2.18	11.25	10.00	OK	-36.9	25.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8034	60.696	9.449	396	-159	-28	0.00	2.12	11.25	10.00	OK	-35.0	24.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8034	60.696	9.449	396	-159	-28	0.00	2.12	11.25	10.00	OK	-35.1	24.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8028	61.802	9.449	396	-152	-40	0.00	2.01	11.25	10.00	OK	-30.7	23.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8029	62.908	9.449	395	-144	-53	0.00	1.86	11.25	10.00	OK	-25.1	22.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8030	64.014	9.449	394	-133	-65	0.00	1.68	11.25	10.00	OK	-18.8	20.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8912	65.120	9.449	395	-120	-73	0.00	1.48	11.25	10.00	OK	-12.3	18.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8912	65.120	9.449	392	-120	-73	0.00	1.48	11.25	10.00	OK	-12.5	18.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8913	66.226	9.449	399	-107	-79	0.00	1.28	11.25	10.00	OK	-6.7	16.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8914	67.332	9.449	405	-92	-83	0.00	1.11	11.25	10.00	OK	-2.7	14.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8915	68.438	9.449	412	-76	-85	0.00	0.97	11.25	10.00	OK	0.0	13.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
9802	69.544	9.449	432	-61	-96	0.05	0.88	11.25	10.00	OK	1.8	12.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9802	69.544	9.449	419	-61	-87	0.03	0.87	11.25	10.00	OK	1.6	11.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9796	70.623	9.449	441	-44	-96	0.17	0.77	11.25	10.00	OK	3.4	10.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9797	71.702	9.449	449	-26	-97	0.30	0.66	11.25	10.00	OK	5.0	9.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9798	72.781	9.449	455	-9	-98	0.42	0.55	11.25	10.00	OK	6.5	8.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9816	73.860	9.449	462	8	-95	0.55	0.44	11.25	10.00	OK	8.1	6.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9816	73.860	9.449	458	8	-97	0.55	0.43	11.25	10.00	OK	8.0	6.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9817	75.442	9.449	438	32	-77	0.69	0.25	11.25	10.00	OK	9.7	4.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9818	77.025	9.449	390	46	-40	0.74	0.10	11.25	10.00	OK	10.1	2.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9819	78.608	9.449	340	54	-13	0.73	0.00	11.25	10.00	OK	10.0	1.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
10520	80.191	9.449	300	58	40	0.72	0.00	11.25	10.00	OK	9.7	-0.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
10520	80.191	9.449	314	58	-30	0.74	0.00	11.25	10.00	OK	9.9	0.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9864	81.509	9.298	344	50	24	0.71	0.02	11.25	10.00	OK	9.7	1.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9865	82.839	9.145	341	43	26	0.66	0.07	11.25	10.00	OK	9.0	1.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9866	84.182	8.990	284	39	2	0.57	0.04	11.25	10.00	OK	7.8	1.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK

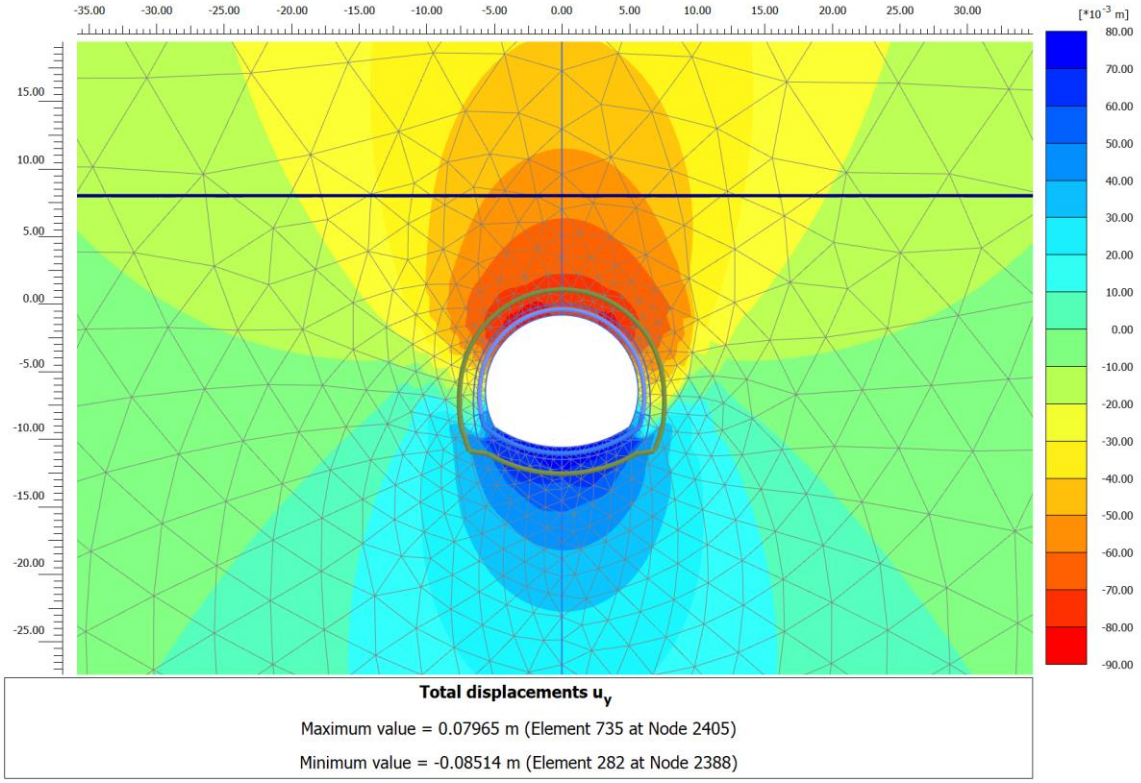
NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
9870	85.539	8.833	167	48	-89	0.58	0.00	11.25	10.00	OK	7.4	-4.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK

FASE 5: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLU

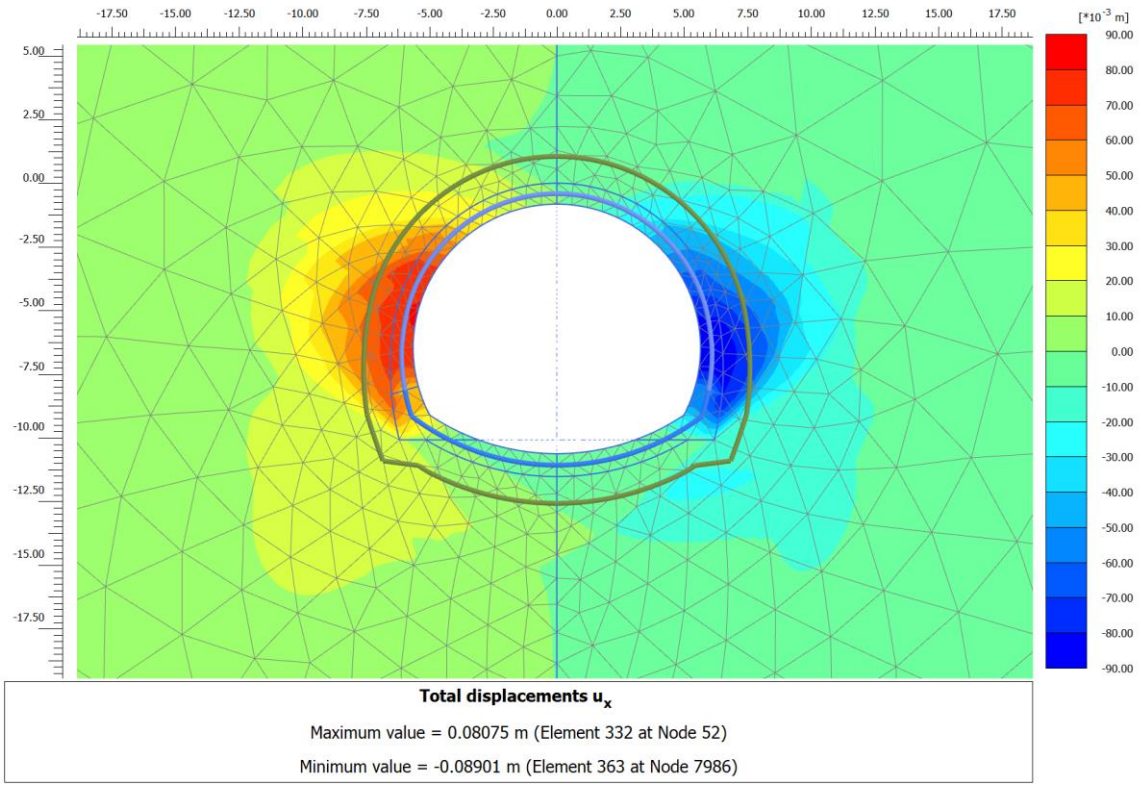
NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
1419	0.461	8.833	157	59	116	464	OK	282	OK	779	3188	OK
1413	1.818	8.990	277.18	48.07	-5.44	509.16	OK	298.75	OK	778.6752	3204.514	OK
1414	3.161	9.145	335.31	53.39	-36.27	531.03	OK	306.65	OK	778.6752	3212.691	OK
1415	4.491	9.298	339.07	64.23	-33.74	532.44	OK	307.16	OK	778.6752	3213.221	OK
1645	5.809	9.449	314.71	74.13	37.42	523.28	OK	303.85	OK	778.6752	3209.794	OK
1645	5.809	9.449	296.04	74.13	-55.42	516.26	OK	301.31	OK	778.6752	3207.167	OK
1487	7.392	9.449	338.86	69.26	15.76	532.36	OK	307.13	OK	778.6752	3213.192	OK
1488	8.975	9.449	383.71	60.57	48.61	549.21	OK	313.23	OK	778.6752	3219.502	OK
1489	10.558	9.449	429.14	42.57	96.52	566.25	OK	319.41	OK	778.6752	3225.893	OK
1493	12.140	9.449	450.98	12.89	123.12	574.43	OK	322.38	OK	778.6752	3228.965	OK
1493	12.140	9.449	455.03	12.89	120.05	575.94	OK	322.93	OK	778.6752	3229.535	OK
1497	13.219	9.449	448.83	-9.38	126.99	-573.62	OK	322.09	OK	778.6752	3228.663	OK
1498	14.298	9.449	442.60	-32.20	129.17	-571.29	OK	321.24	OK	778.6752	3227.787	OK
1499	15.377	9.449	434.98	-55.25	129.57	-568.43	OK	320.21	OK	778.6752	3226.715	OK
2333	16.456	9.449	415.97	-78.20	116.03	-561.31	OK	317.62	OK	778.6752	3224.04	OK
2333	16.456	9.449	428.64	-78.20	128.15	-566.06	OK	319.34	OK	778.6752	3225.823	OK
2327	17.562	9.449	413.18	-99.52	116.62	-560.26	OK	317.24	OK	778.6752	3223.647	OK
2328	18.668	9.449	402.38	-120.45	112.73	-556.21	OK	315.77	OK	778.6752	3222.128	OK
2329	19.774	9.449	387.69	-140.49	106.35	-550.70	OK	313.77	OK	778.6752	3220.061	OK
2659	20.880	9.449	373.22	-159.23	99.49	-545.27	OK	311.81	OK	778.6752	3218.025	OK
2659	20.880	9.449	393.56	-159.23	98.89	-552.90	OK	314.57	OK	778.6752	3220.887	OK
2660	21.986	9.449	400.10	-176.69	89.46	-555.35	OK	315.46	OK	778.6752	3221.807	OK
2661	23.092	9.449	407.97	-191.20	70.52	-558.31	OK	316.53	OK	778.6752	3222.915	OK
2662	24.198	9.449	413.68	-202.35	50.55	-560.45	OK	317.31	OK	778.6752	3223.718	OK
2983	25.304	9.449	410.04	-210.18	34.41	-559.08	OK	316.81	OK	778.6752	3223.205	OK
2983	25.304	9.449	413.71	-210.18	38.00	-560.46	OK	317.31	OK	778.6752	3223.722	OK
2984	26.410	9.449	419.32	-215.63	24.86	-562.56	OK	318.08	OK	778.6752	3224.511	OK
2985	27.516	9.449	428.12	-219.12	13.49	-565.86	OK	319.27	OK	778.6752	3225.749	OK
2986	28.622	9.449	435.11	-220.52	1.53	-568.48	OK	320.22	OK	778.6752	3226.733	OK
3569	29.728	9.449	434.92	-219.73	-8.89	-568.41	OK	320.20	OK	778.6752	3226.705	OK
3569	29.728	9.449	438.99	-219.73	-9.80	-569.94	OK	320.75	OK	778.6752	3227.278	OK
3570	30.834	9.449	450.06	-216.91	-19.09	-574.08	OK	322.26	OK	778.6752	3228.835	OK
3571	31.940	9.449	455.14	-213.52	-18.00	-575.98	OK	322.95	OK	778.6752	3229.551	OK
3572	33.046	9.449	455.58	-210.64	-11.98	-576.15	OK	323.01	OK	778.6752	3229.613	OK
4193	34.152	9.449	456.78	-209.00	-7.42	-576.60	OK	323.17	OK	778.6752	3229.782	OK
4193	34.152	9.449	456.39	-209.00	-6.09	-576.45	OK	323.12	OK	778.6752	3229.727	OK
4194	35.258	9.449	458.41	-208.22	-3.11	-577.21	OK	323.39	OK	778.6752	3230.011	OK
4195	36.364	9.449	462.59	-207.66	-3.24	-578.77	OK	323.96	OK	778.6752	3230.599	OK
4196	37.470	9.449	466.66	-206.93	-5.15	-580.30	OK	324.52	OK	778.6752	3231.172	OK
4551	38.576	9.449	468.67	-205.77	-7.21	-581.05	OK	324.79	OK	778.6752	3231.454	OK
4551	38.576	9.449	468.36	-205.77	-7.52	-580.94	OK	324.75	OK	778.6752	3231.411	OK
4545	39.682	9.449	472.64	-204.17	-10.21	-582.53	OK	325.33	OK	778.6752	3232.012	OK
4546	40.788	9.449	477.72	-202.09	-12.33	-584.44	OK	326.02	OK	778.6752	3232.727	OK
4547	41.894	9.449	480.89	-199.72	-13.54	-585.62	OK	326.45	OK	778.6752	3233.174	OK
5493	43.000	9.449	479.69	-197.22	-13.57	-585.17	OK	326.29	OK	778.6752	3233.005	OK
5493	43.000	9.449	479.13	-197.22	-13.77	-584.96	OK	326.21	OK	778.6752	3232.926	OK
5487	44.106	9.449	484.19	-194.79	-12.92	-586.86	OK	326.90	OK	778.6752	3233.637	OK
5488	45.212	9.449	485.12	-192.58	-10.82	-587.20	OK	327.03	OK	778.6752	3233.768	OK
5489	46.318	9.449	484.08	-190.97	-6.63	-586.82	OK	326.88	OK	778.6752	3233.623	OK
7372	47.424	9.449	484.01	-190.34	0.96	-586.79	OK	326.87	OK	778.6752	3233.613	OK
7372	47.424	9.449	482.68	-190.34	0.29	-586.29	OK	326.69	OK	778.6752	3233.425	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
7373	48.530	9.449	482.29	-191.24	9.71	-586.15	OK	326.64	OK	778.6752	3233.37	OK
7374	49.636	9.449	480.12	-193.98	19.49	-585.34	OK	326.35	OK	778.6752	3233.066	OK
7375	50.742	9.449	476.21	-198.19	26.64	-583.87	OK	325.81	OK	778.6752	3232.516	OK
7670	51.848	9.449	469.25	-203.28	27.53	-581.27	OK	324.87	OK	778.6752	3231.536	OK
7670	51.848	9.449	468.50	-203.28	28.20	-580.99	OK	324.77	OK	778.6752	3231.43	OK
7664	52.954	9.449	460.23	-208.23	25.14	-577.89	OK	323.64	OK	778.6752	3230.267	OK
7665	54.060	9.449	449.32	-212.23	18.77	-573.81	OK	322.16	OK	778.6752	3228.732	OK
7666	55.166	9.449	437.88	-215.00	11.18	-569.52	OK	320.60	OK	778.6752	3227.123	OK
7722	56.272	9.449	428.03	-216.38	4.49	-565.83	OK	319.26	OK	778.6752	3225.736	OK
7722	56.272	9.449	427.56	-216.38	4.21	-565.65	OK	319.20	OK	778.6752	3225.671	OK
7716	57.378	9.449	418.63	-216.51	-3.25	-562.31	OK	317.98	OK	778.6752	3224.414	OK
7717	58.484	9.449	410.16	-215.07	-12.74	-559.13	OK	316.83	OK	778.6752	3223.223	OK
7718	59.590	9.449	402.59	-211.76	-23.96	-556.29	OK	315.80	OK	778.6752	3222.158	OK
8034	60.696	9.449	396.35	-206.25	-36.61	-553.95	OK	314.95	OK	778.6752	3221.279	OK
8034	60.696	9.449	396.30	-206.25	-36.95	-553.93	OK	314.95	OK	778.6752	3221.273	OK
8028	61.802	9.449	395.93	-198.20	-52.27	-553.79	OK	314.90	OK	778.6752	3221.221	OK
8029	62.908	9.449	394.85	-187.03	-69.45	-553.39	OK	314.75	OK	778.6752	3221.068	OK
8030	64.014	9.449	393.53	-172.98	-84.72	-552.89	OK	314.57	OK	778.6752	3220.882	OK
8912	65.120	9.449	394.67	-156.51	-95.45	-553.32	OK	314.72	OK	778.6752	3221.044	OK
8912	65.120	9.449	392.44	-156.51	-94.33	-552.48	OK	314.42	OK	778.6752	3220.73	OK
8913	66.226	9.449	398.98	-138.48	-102.07	-554.93	OK	315.31	OK	778.6752	3221.649	OK
8914	67.332	9.449	405.38	-119.36	-107.26	-557.34	OK	316.18	OK	778.6752	3222.55	OK
8915	68.438	9.449	412.49	-99.43	-111.08	-560.00	OK	317.15	OK	778.6752	3223.55	OK
9802	69.544	9.449	432.48	-78.92	-124.41	-567.50	OK	319.87	OK	778.6752	3226.363	OK
9802	69.544	9.449	418.90	-78.92	-113.55	-562.41	OK	318.02	OK	778.6752	3224.453	OK
9796	70.623	9.449	441.01	-56.78	-124.84	-570.69	OK	321.03	OK	778.6752	3227.563	OK
9797	71.702	9.449	449.11	-34.45	-125.96	-573.73	OK	322.13	OK	778.6752	3228.703	OK
9798	72.781	9.449	455.38	-11.96	-126.82	-576.07	OK	322.98	OK	778.6752	3229.584	OK
9816	73.860	9.449	462.23	10.60	-123.88	578.64	OK	323.91	OK	778.6752	3230.548	OK
9816	73.860	9.449	458.38	10.60	-126.45	577.20	OK	323.39	OK	778.6752	3230.007	OK
9817	75.442	9.449	437.92	41.40	-100.71	569.54	OK	320.61	OK	778.6752	3227.129	OK
9818	77.025	9.449	389.52	60.29	-51.48	551.39	OK	314.02	OK	778.6752	3220.318	OK
9819	78.608	9.449	340.49	69.58	-17.29	532.97	OK	307.36	OK	778.6752	3213.421	OK
10520	80.191	9.449	299.61	74.82	52.65	517.60	OK	301.80	OK	778.6752	3207.67	OK
10520	80.191	9.449	314.32	74.82	-39.22	523.14	OK	303.80	OK	778.6752	3209.739	OK
9864	81.509	9.298	343.69	65.55	31.35	534.18	OK	307.79	OK	778.6752	3213.87	OK
9865	82.839	9.145	340.71	55.43	33.51	533.06	OK	307.39	OK	778.6752	3213.451	OK
9866	84.182	8.990	284.00	50.75	3.24	511.73	OK	299.67	OK	778.6752	3205.474	OK
9870	85.539	8.833	166.90	62.30	-115.32	467.61	OK	283.75	OK	778.6752	3188.998	OK

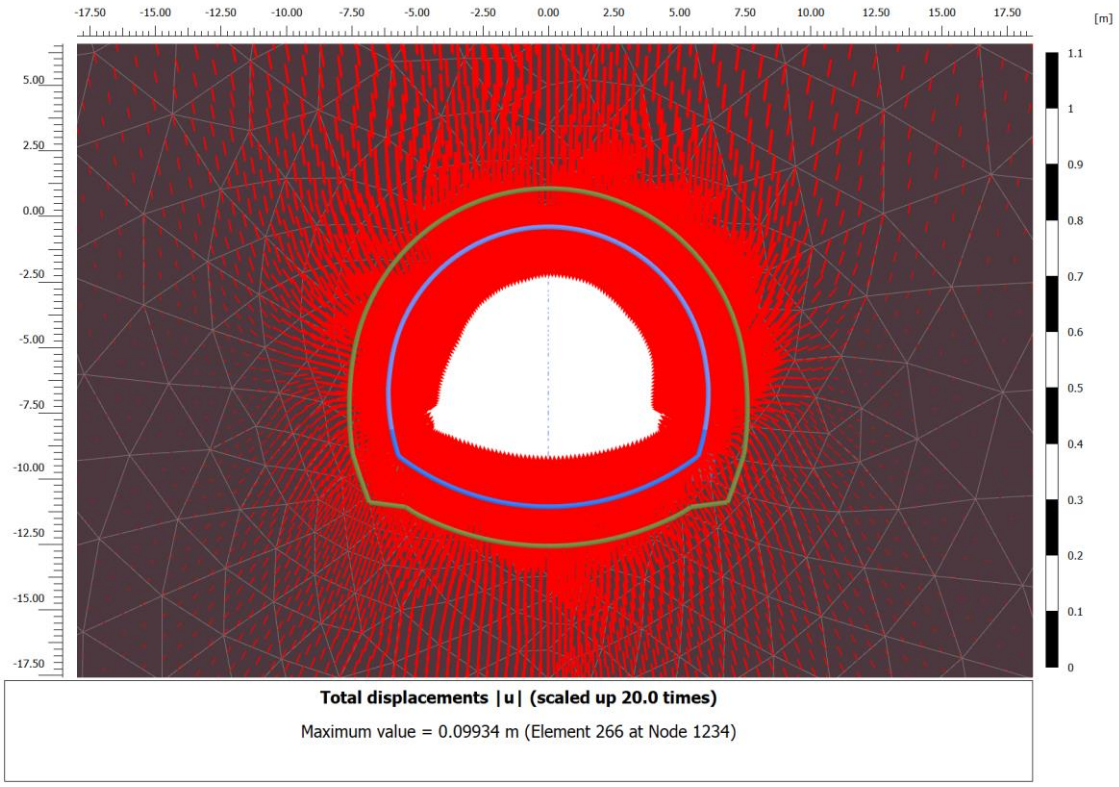
RISULTATI FASE 6 – Condizione di lungo termine



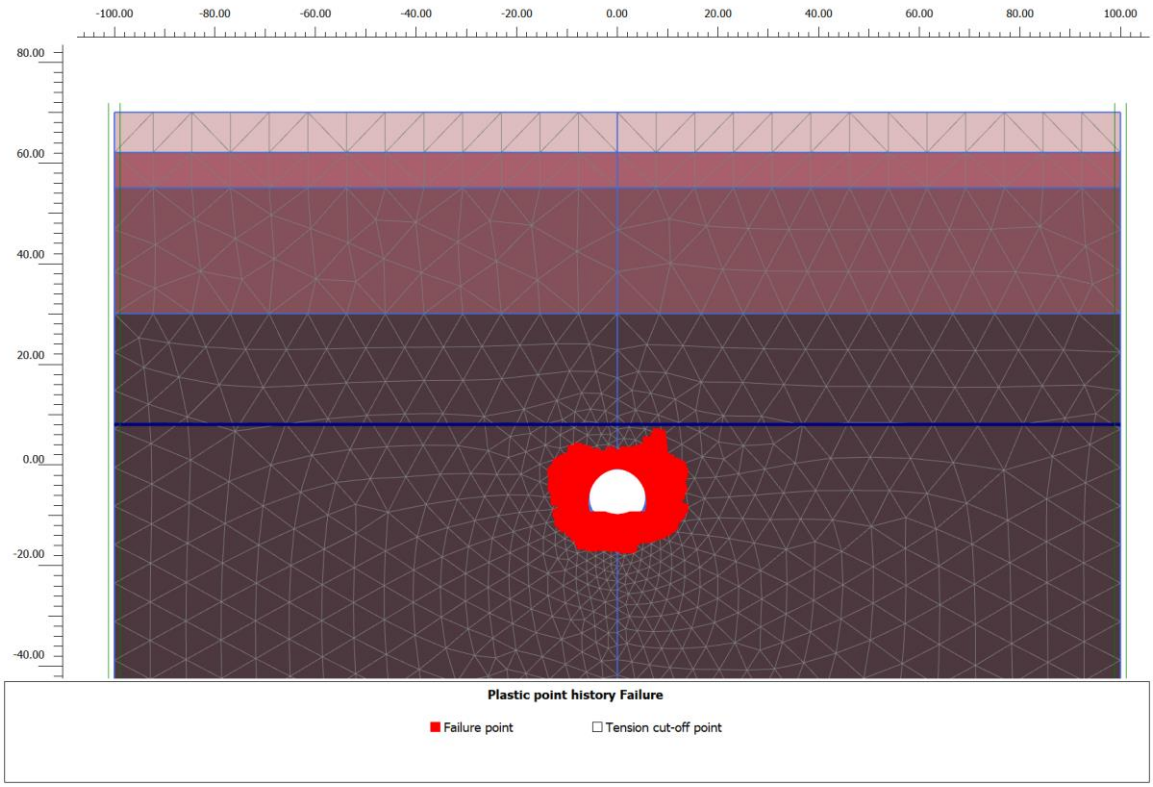
Fase 6 – Spostamenti verticali totali



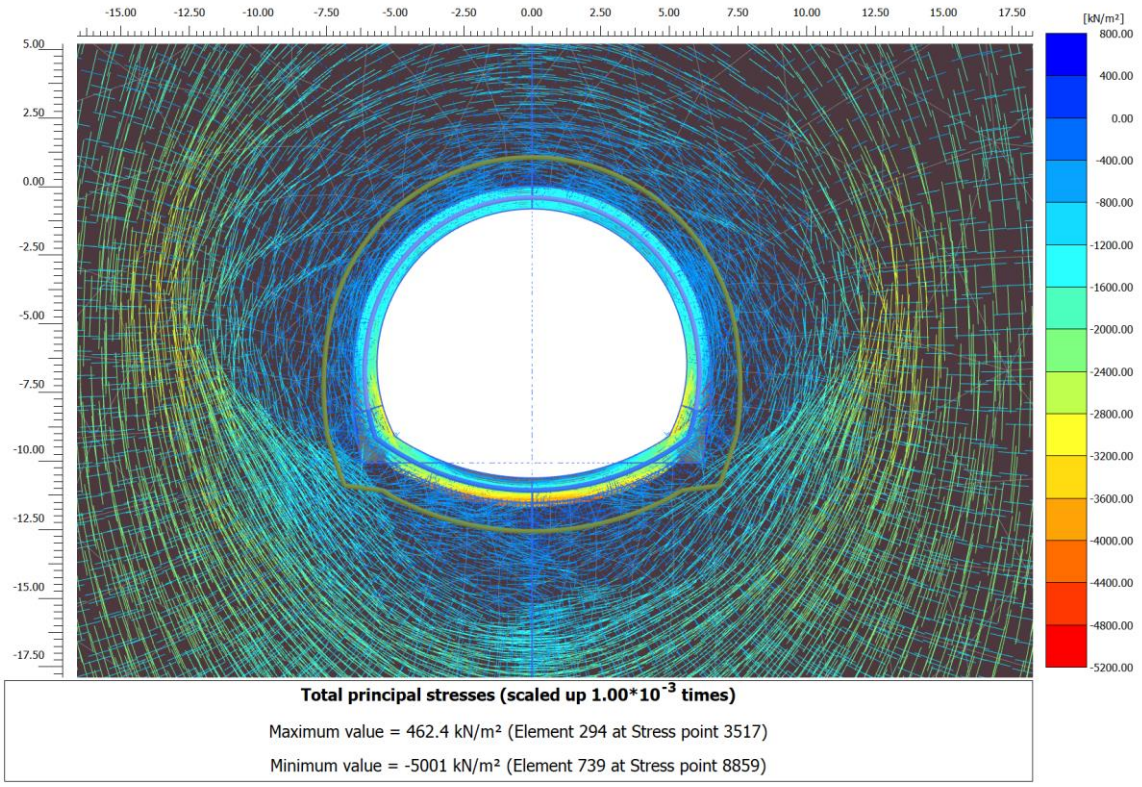
Fase 6 – Spostamenti orizzontali totali



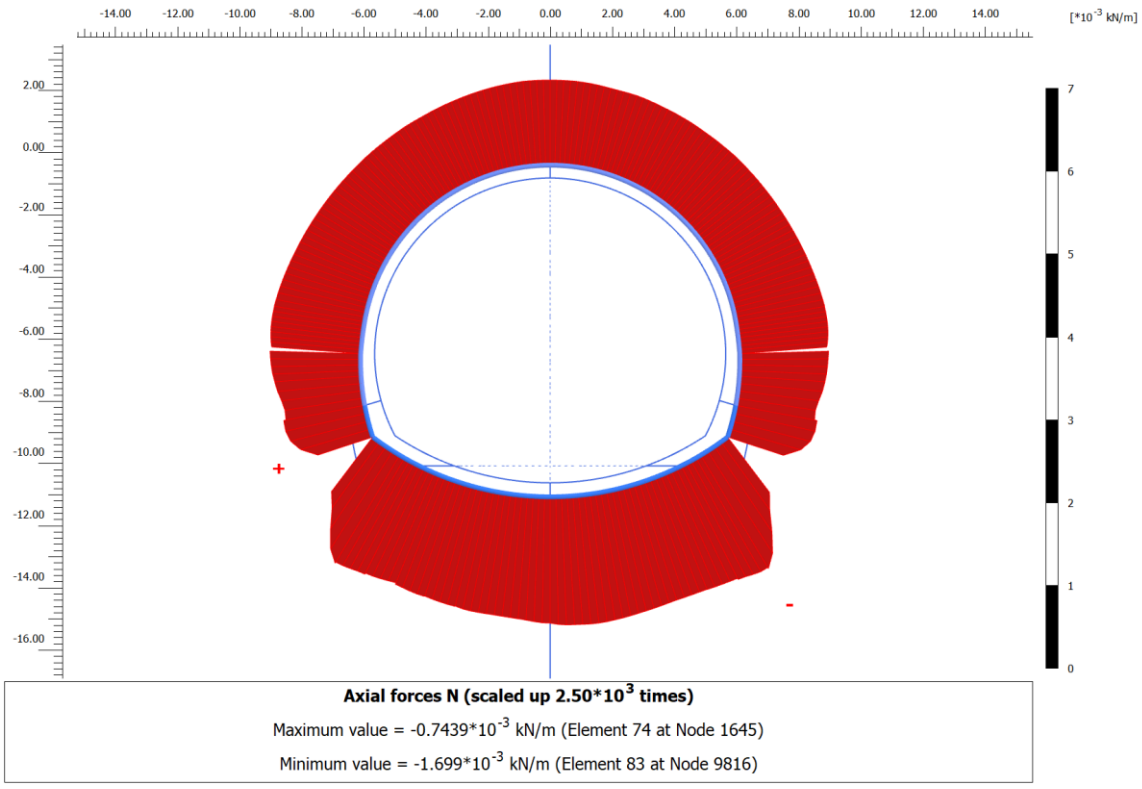
Fase 6 – Vettori spostamento totale



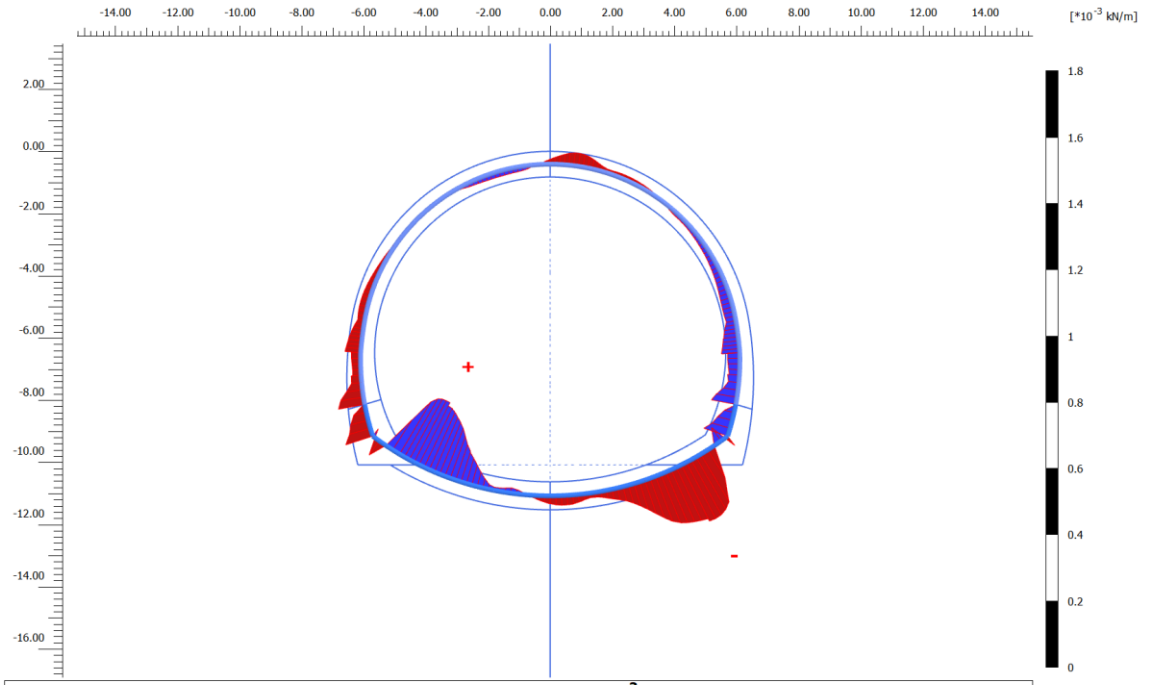
Fase 6 – Zone plastiche



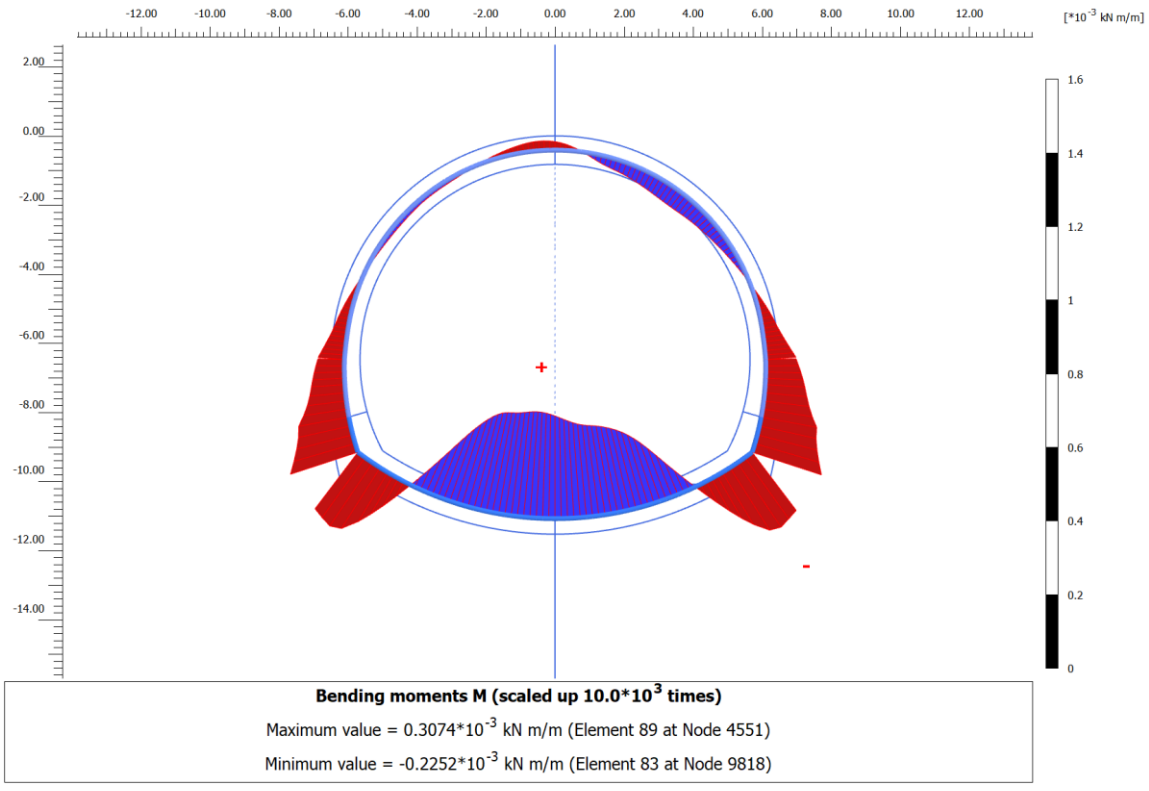
Fase 6 – Orientazione delle direzioni principali dello sforzo



Fase 6 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento definitivo



Fase 6 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento definitivo



Fase 6 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento definitivo

FASE 6: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLE

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
1419	0.461	8.833	1061	148	-4	2.15	0.12	11.25	10.00	OK	29.4	4.6	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1413	1.818	8.990	1062	155	-41	2.20	0.07	11.25	10.00	OK	30.0	4.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1414	3.161	9.145	1031	168	-58	2.25	0.00	11.25	10.00	OK	30.6	2.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1415	4.491	9.298	935	185	-70	2.31	0.00	11.25	10.00	OK	30.9	-1.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1645	5.809	9.449	879	205	30	2.48	0.00	11.25	10.00	OK	32.6	-7.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1645	5.809	9.449	744	205	-92	2.48	0.00	11.25	10.00	OK	31.8	-14.7	360.0	337.50	OK	0.01	0.20	OK
1487	7.392	9.449	1044	214	-56	2.64	0.00	11.25	10.00	OK	35.3	-2.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1488	8.975	9.449	1274	221	0	2.89	0.00	11.25	10.00	OK	39.1	1.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1489	10.558	9.449	1491	209	113	3.03	0.16	11.25	10.00	OK	41.4	6.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1493	12.140	9.449	1602	166	196	2.85	0.58	11.25	10.00	OK	39.6	11.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1493	12.140	9.449	1619	166	197	2.87	0.59	11.25	10.00	OK	39.8	12.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1497	13.219	9.449	1596	129	216	2.59	0.82	11.25	10.00	OK	36.4	14.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1498	14.298	9.449	1581	90	223	2.31	1.07	11.25	10.00	OK	32.9	17.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1499	15.377	9.449	1565	50	223	2.02	1.33	11.25	10.00	OK	29.3	20.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2333	16.456	9.449	1543	10	212	1.72	1.58	11.25	10.00	OK	25.6	23.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2333	16.456	9.449	1558	10	224	1.73	1.60	11.25	10.00	OK	25.8	24.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2327	17.562	9.449	1537	-29	210	1.45	1.84	11.25	10.00	OK	22.2	27.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2328	18.668	9.449	1524	-66	202	1.17	2.08	11.25	10.00	OK	18.9	30.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2329	19.774	9.449	1509	-102	191	0.91	2.32	11.25	10.00	OK	15.6	32.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2659	20.880	9.449	1494	-136	180	0.66	2.53	11.25	10.00	OK	12.6	35.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2659	20.880	9.449	1514	-136	179	0.68	2.55	11.25	10.00	OK	12.9	35.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2660	21.986	9.449	1522	-168	165	0.47	2.78	11.25	10.00	OK	10.3	38.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2661	23.092	9.449	1529	-196	144	0.29	2.98	11.25	10.00	OK	8.1	40.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2662	24.198	9.449	1534	-220	121	0.13	3.15	11.25	10.00	OK	6.2	43.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2983	25.304	9.449	1529	-240	100	0.00	3.29	11.25	10.00	OK	4.4	44.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2983	25.304	9.449	1534	-240	102	0.00	3.29	11.25	10.00	OK	4.5	44.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2984	26.410	9.449	1538	-257	84	0.00	3.42	11.25	10.00	OK	3.0	46.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2985	27.516	9.449	1546	-271	67	0.00	3.53	11.25	10.00	OK	1.7	47.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2986	28.62	9.44	1551	-281	48	0.00	3.61	11.25	10.00	OK	0.7	48.7	360.0	337.5	OK	-	-	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
	2	9												0				
3569	29.728	9.449	1548	-288	31	0.00	3.67	11.25	10.00	OK	-0.2	49.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3569	29.728	9.449	1552	-288	30	0.00	3.67	11.25	10.00	OK	-0.1	49.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3570	30.834	9.449	1563	-292	15	0.00	3.71	11.25	10.00	OK	-0.4	49.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3571	31.940	9.449	1568	-295	10	0.00	3.74	11.25	10.00	OK	-0.6	50.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3572	33.046	9.449	1568	-296	11	0.00	3.75	11.25	10.00	OK	-0.8	50.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4193	34.152	9.449	1569	-299	14	0.00	3.77	11.25	10.00	OK	-1.1	50.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4193	34.152	9.449	1568	-299	14	0.00	3.77	11.25	10.00	OK	-1.1	50.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4194	35.258	9.449	1569	-302	17	0.00	3.80	11.25	10.00	OK	-1.5	50.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4195	36.364	9.449	1572	-305	14	0.00	3.83	11.25	10.00	OK	-1.7	51.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4196	37.470	9.449	1578	-307	8	0.00	3.85	11.25	10.00	OK	-1.9	51.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4551	38.576	9.449	1584	-307	1	0.00	3.86	11.25	10.00	OK	-1.8	51.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4551	38.576	9.449	1585	-307	0	0.00	3.86	11.25	10.00	OK	-1.8	51.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4545	39.682	9.449	1596	-307	-7	0.00	3.86	11.25	10.00	OK	-1.5	51.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4546	40.788	9.449	1610	-305	-14	0.00	3.86	11.25	10.00	OK	-0.9	51.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4547	41.894	9.449	1622	-302	-21	0.00	3.84	11.25	10.00	OK	-0.2	51.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5493	43.000	9.449	1626	-297	-25	0.00	3.81	11.25	10.00	OK	0.4	51.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5493	43.000	9.449	1625	-297	-26	0.00	3.81	11.25	10.00	OK	0.4	51.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5487	44.106	9.449	1643	-292	-29	0.00	3.78	11.25	10.00	OK	1.4	51.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5488	45.212	9.449	1651	-287	-31	0.00	3.75	11.25	10.00	OK	2.1	50.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5489	46.318	9.449	1654	-281	-31	0.00	3.71	11.25	10.00	OK	2.8	50.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7372	47.424	9.449	1658	-276	-28	0.00	3.67	11.25	10.00	OK	3.4	49.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7372	47.424	9.449	1657	-276	-30	0.00	3.67	11.25	10.00	OK	3.3	49.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7373	48.530	9.449	1661	-271	-25	0.00	3.64	11.25	10.00	OK	3.9	49.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7374	49.636	9.449	1661	-267	-19	0.00	3.61	11.25	10.00	OK	4.2	49.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7375	50.742	9.449	1656	-264	-15	0.00	3.58	11.25	10.00	OK	4.4	48.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7670	51.848	9.449	1648	-261	-16	0.00	3.56	11.25	10.00	OK	4.5	48.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7670	51.848	9.449	1647	-261	-15	0.00	3.56	11.25	10.00	OK	4.5	48.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7664	52.954	9.449	1640	-258	-19	0.00	3.53	11.25	10.00	OK	4.7	47.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7665	54.060	9.449	1630	-254	-25	0.00	3.49	11.25	10.00	OK	4.9	47.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7666	55.16	9.44	1620	-248	-33	0.02	3.44	11.25	10.00	OK	5.1	46.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
	6	9												0				
7722	56.272	9.449	1611	-242	-39	0.06	3.39	11.25	10.00	OK	5.6	46.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7722	56.272	9.449	1611	-242	-39	0.06	3.39	11.25	10.00	OK	5.6	46.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7716	57.378	9.449	1603	-234	-48	0.11	3.32	11.25	10.00	OK	6.1	45.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7717	58.484	9.449	1595	-224	-60	0.16	3.25	11.25	10.00	OK	6.8	44.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
7718	59.590	9.449	1587	-212	-75	0.24	3.16	11.25	10.00	OK	7.7	43.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8034	60.696	9.449	1581	-197	-93	0.34	3.04	11.25	10.00	OK	8.9	41.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8034	60.696	9.449	1582	-197	-93	0.34	3.04	11.25	10.00	OK	8.9	41.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8028	61.802	9.449	1581	-178	-113	0.47	2.91	11.25	10.00	OK	10.4	40.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8029	62.908	9.449	1581	-155	-136	0.62	2.76	11.25	10.00	OK	12.3	38.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8030	64.014	9.449	1582	-129	-155	0.81	2.58	11.25	10.00	OK	14.6	36.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8912	65.120	9.449	1587	-99	-169	1.02	2.38	11.25	10.00	OK	17.2	33.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8912	65.120	9.449	1585	-99	-168	1.01	2.38	11.25	10.00	OK	17.1	33.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8913	66.226	9.449	1595	-67	-177	1.24	2.17	11.25	10.00	OK	19.9	31.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8914	67.332	9.449	1602	-35	-184	1.48	1.95	11.25	10.00	OK	22.8	28.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
8915	68.438	9.449	1610	-1	-189	1.72	1.73	11.25	10.00	OK	25.8	25.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
9802	69.544	9.449	1633	34	-202	1.98	1.51	11.25	10.00	OK	29.1	23.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9802	69.544	9.449	1618	34	-194	1.97	1.49	11.25	10.00	OK	28.8	23.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9796	70.623	9.449	1646	71	-204	2.25	1.28	11.25	10.00	OK	32.3	20.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9797	71.702	9.449	1668	107	-202	2.52	1.05	11.25	10.00	OK	35.7	17.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9798	72.781	9.449	1684	142	-194	2.78	0.82	11.25	10.00	OK	38.9	15.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9816	73.860	9.449	1699	175	-176	3.02	0.61	11.25	10.00	OK	41.9	12.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9816	73.860	9.449	1682	175	-178	3.00	0.59	11.25	10.00	OK	41.7	12.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9817	75.442	9.449	1559	214	-104	3.14	0.19	11.25	10.00	OK	43.0	7.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9818	77.025	9.449	1325	225	2	2.97	0.00	11.25	10.00	OK	40.2	2.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9819	78.608	9.449	1076	218	53	2.70	0.00	11.25	10.00	OK	36.1	-2.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
10520	80.191	9.449	755	211	80	2.55	0.00	11.25	10.00	OK	32.7	-15.9	360.0	337.50	OK	0.01	0.20	OK
10520	80.191	9.449	893	211	-38	2.54	0.00	11.25	10.00	OK	33.4	-7.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9864	81.509	9.298	947	193	60	2.39	0.00	11.25	10.00	OK	31.9	-2.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9865	82.839	9.145	1040	179	48	2.35	0.00	11.25	10.00	OK	31.7	1.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9866	84.18	8.99	1067	168	32	2.30	0.00	11.25	10.00	OK	31.2	3.0	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	**α** **[°]**	**R** **[m]**	**N** **[kN]**	**M** **[kNm]**	**T** **[kN]**	**$\sigma_{c,sup}$** **[MPa]**	**$\sigma_{c,inf}$** **[MPa]**	**$\sigma_{c,lim}$** **[MPa]**	**$\sigma_{c,lim,RFI}$** **[MPa]**	**Esito verifica**	**$\sigma_{s,sup}$** **[MPa]**	**$\sigma_{s,inf}$** **[MPa]**	**$\sigma_{s,lim}$** **[MPa]**	**$\sigma_{s,lim,RFI}$** **[MPa]**	**Esito verifica**	**w_{max}** **[mm]**	**w_{lim}** **[mm]**	**Esito verifica**
	2	0												0				
9870	85.539	8.833	1065	164	-2	2.26	0.01	11.25	10.00	OK	30.8	3.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK

FASE 6: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLU

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
1419	0.461	8.833	1061	192	-5	799	OK	405	OK	779	3315	OK
1413	1.818	8.990	1062.13	201.07	-53.35	799.67	OK	405.50	OK	778.6752	3314.947	OK
1414	3.161	9.145	1030.57	217.83	-75.30	788.28	OK	401.21	OK	778.6752	3310.508	OK
1415	4.491	9.298	934.95	240.11	-90.64	753.58	OK	388.20	OK	778.6752	3297.055	OK
1645	5.809	9.449	878.62	266.96	39.04	733.01	OK	380.54	OK	778.6752	3289.13	OK
1645	5.809	9.449	743.92	266.96	-118.98	683.45	OK	362.22	OK	778.6752	3270.179	OK
1487	7.392	9.449	1044.00	277.90	-72.87	793.13	OK	403.03	OK	778.6752	3312.398	OK
1488	8.975	9.449	1273.91	287.20	0.56	875.27	OK	434.30	OK	778.6752	3344.743	OK
1489	10.558	9.449	1491.27	271.22	147.54	951.11	OK	463.86	OK	778.6752	3375.323	OK
1493	12.140	9.449	1602.23	215.18	255.25	989.07	OK	478.95	OK	778.6752	3390.935	OK
1493	12.140	9.449	1619.00	215.18	256.33	994.76	OK	481.23	OK	778.6752	3393.294	OK
1497	13.219	9.449	1596.05	167.20	280.20	986.97	OK	478.11	OK	778.6752	3390.065	OK
1498	14.298	9.449	1580.88	116.48	289.41	981.81	OK	476.05	OK	778.6752	3387.931	OK
1499	15.377	9.449	1565.28	64.68	290.54	976.49	OK	473.93	OK	778.6752	3385.737	OK
2333	16.456	9.449	1543.43	13.04	275.74	969.03	OK	470.96	OK	778.6752	3382.662	OK
2333	16.456	9.449	1557.80	13.04	291.20	973.94	OK	472.91	OK	778.6752	3384.683	OK
2327	17.562	9.449	1536.53	-37.16	273.00	-966.66	OK	470.02	OK	778.6752	3381.691	OK
2328	18.668	9.449	1524.10	-86.07	262.93	-962.40	OK	468.33	OK	778.6752	3379.943	OK
2329	19.774	9.449	1508.99	-132.83	248.76	-957.21	OK	466.27	OK	778.6752	3377.817	OK
2659	20.880	9.449	1494.04	-176.79	233.70	-952.07	OK	464.24	OK	778.6752	3375.714	OK
2659	20.880	9.449	1513.63	-176.79	233.03	-958.81	OK	466.90	OK	778.6752	3378.47	OK
2660	21.986	9.449	1521.56	-217.89	214.67	-961.53	OK	467.98	OK	778.6752	3379.584	OK
2661	23.092	9.449	1529.41	-254.43	186.63	-964.22	OK	469.05	OK	778.6752	3380.69	OK
2662	24.198	9.449	1534.38	-285.87	156.85	-965.93	OK	469.72	OK	778.6752	3381.389	OK
2983	25.304	9.449	1528.69	-312.10	129.60	-963.97	OK	468.95	OK	778.6752	3380.588	OK
2983	25.304	9.449	1533.62	-312.10	133.23	-965.67	OK	469.62	OK	778.6752	3381.281	OK
2984	26.410	9.449	1538.20	-333.99	109.57	-967.24	OK	470.24	OK	778.6752	3381.926	OK
2985	27.516	9.449	1545.63	-351.87	86.58	-969.78	OK	471.26	OK	778.6752	3382.972	OK
2986	28.622	9.449	1550.52	-365.50	62.47	-971.45	OK	471.92	OK	778.6752	3383.66	OK
3569	29.728	9.449	1547.85	-374.72	40.12	-970.54	OK	471.56	OK	778.6752	3383.283	OK
3569	29.728	9.449	1552.41	-374.72	39.07	-972.10	OK	472.18	OK	778.6752	3383.925	OK
3570	30.834	9.449	1563.28	-379.92	20.07	-975.81	OK	473.65	OK	778.6752	3385.454	OK
3571	31.940	9.449	1568.05	-382.93	13.58	-977.44	OK	474.30	OK	778.6752	3386.126	OK
3572	33.046	9.449	1568.06	-385.33	14.74	-977.44	OK	474.30	OK	778.6752	3386.127	OK
4193	34.152	9.449	1569.17	-388.35	17.64	-977.82	OK	474.46	OK	778.6752	3386.284	OK
4193	34.152	9.449	1567.62	-388.35	18.54	-977.29	OK	474.25	OK	778.6752	3386.065	OK
4194	35.258	9.449	1568.65	-392.23	22.20	-977.64	OK	474.38	OK	778.6752	3386.209	OK
4195	36.364	9.449	1572.50	-395.96	18.38	-978.95	OK	474.91	OK	778.6752	3386.752	OK
4196	37.470	9.449	1578.25	-398.66	10.10	-980.91	OK	475.69	OK	778.6752	3387.56	OK
4551	38.576	9.449	1584.29	-399.59	1.03	-982.97	OK	476.51	OK	778.6752	3388.41	OK
4551	38.576	9.449	1584.96	-399.59	0.37	-983.20	OK	476.60	OK	778.6752	3388.505	OK
4545	39.682	9.449	1595.56	-398.79	-9.58	-986.80	OK	478.05	OK	778.6752	3389.996	OK
4546	40.788	9.449	1610.01	-396.19	-18.69	-991.71	OK	480.01	OK	778.6752	3392.028	OK
4547	41.894	9.449	1621.72	-392.04	-26.67	-995.68	OK	481.60	OK	778.6752	3393.677	OK
5493	43.000	9.449	1625.65	-386.51	-32.85	-997.01	OK	482.14	OK	778.6752	3394.229	OK
5493	43.000	9.449	1624.81	-386.51	-33.91	-996.73	OK	482.02	OK	778.6752	3394.111	OK
5487	44.106	9.449	1643.23	-379.97	-38.12	-1002.96	OK	484.53	OK	778.6752	3396.703	OK
5488	45.212	9.449	1651.28	-372.80	-40.20	-1005.67	OK	485.62	OK	778.6752	3397.835	OK
5489	46.318	9.449	1654.24	-365.44	-40.01	-1006.67	OK	486.03	OK	778.6752	3398.252	OK
7372	47.424	9.449	1657.51	-358.28	-37.04	-1007.77	OK	486.47	OK	778.6752	3398.712	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
7372	47.424	9.449	1656.57	-358.28	-38.45	-1007.46	OK	486.34	OK	778.6752	3398.58	OK
7373	48.530	9.449	1661.49	-351.84	-32.29	-1009.12	OK	487.01	OK	778.6752	3399.272	OK
7374	49.636	9.449	1660.68	-346.72	-24.82	-1008.84	OK	486.90	OK	778.6752	3399.158	OK
7375	50.742	9.449	1655.82	-342.66	-19.41	-1007.20	OK	486.24	OK	778.6752	3398.474	OK
7670	51.848	9.449	1647.66	-339.17	-20.82	-1004.45	OK	485.13	OK	778.6752	3397.326	OK
7670	51.848	9.449	1647.30	-339.17	-19.78	-1004.33	OK	485.08	OK	778.6752	3397.276	OK
7664	52.954	9.449	1639.94	-335.16	-25.01	-1001.84	OK	484.08	OK	778.6752	3396.239	OK
7665	54.060	9.449	1630.06	-329.86	-33.12	-998.50	OK	482.74	OK	778.6752	3394.85	OK
7666	55.166	9.449	1619.75	-323.02	-42.27	-995.01	OK	481.34	OK	778.6752	3393.4	OK
7722	56.272	9.449	1611.10	-314.51	-50.62	-992.08	OK	480.16	OK	778.6752	3392.183	OK
7722	56.272	9.449	1611.00	-314.51	-51.25	-992.05	OK	480.14	OK	778.6752	3392.168	OK
7716	57.378	9.449	1603.33	-304.29	-61.83	-989.44	OK	479.10	OK	778.6752	3391.089	OK
7717	58.484	9.449	1595.07	-291.62	-77.62	-986.64	OK	477.98	OK	778.6752	3389.928	OK
7718	59.590	9.449	1587.29	-275.72	-97.56	-983.99	OK	476.92	OK	778.6752	3388.833	OK
8034	60.696	9.449	1581.05	-255.86	-120.60	-981.87	OK	476.07	OK	778.6752	3387.955	OK
8034	60.696	9.449	1581.70	-255.86	-121.07	-982.09	OK	476.16	OK	778.6752	3388.046	OK
8028	61.802	9.449	1581.17	-231.49	-147.51	-981.91	OK	476.09	OK	778.6752	3387.972	OK
8029	62.908	9.449	1580.94	-201.84	-176.36	-981.83	OK	476.06	OK	778.6752	3387.939	OK
8030	64.014	9.449	1582.00	-167.35	-201.96	-982.19	OK	476.20	OK	778.6752	3388.088	OK
8912	65.120	9.449	1587.41	-128.77	-219.99	-984.03	OK	476.94	OK	778.6752	3388.85	OK
8912	65.120	9.449	1585.32	-128.77	-218.64	-983.32	OK	476.65	OK	778.6752	3388.555	OK
8913	66.226	9.449	1595.15	-87.66	-230.41	-986.66	OK	477.99	OK	778.6752	3389.938	OK
8914	67.332	9.449	1602.46	-44.86	-238.74	-989.15	OK	478.98	OK	778.6752	3390.967	OK
8915	68.438	9.449	1609.98	-0.65	-245.60	-991.70	OK	480.01	OK	778.6752	3392.024	OK
9802	69.544	9.449	1633.48	44.69	-262.83	999.66	OK	483.20	OK	778.6752	3395.33	OK
9802	69.544	9.449	1618.31	44.69	-251.61	994.53	OK	481.14	OK	778.6752	3393.197	OK
9796	70.623	9.449	1646.45	91.76	-265.69	1004.04	OK	484.97	OK	778.6752	3397.156	OK
9797	71.702	9.449	1667.70	138.90	-262.59	1011.21	OK	487.86	OK	778.6752	3400.145	OK
9798	72.781	9.449	1684.09	184.75	-251.60	1016.71	OK	490.08	OK	778.6752	3402.451	OK
9816	73.860	9.449	1698.90	227.84	-228.97	1021.69	OK	492.10	OK	778.6752	3404.536	OK
9816	73.860	9.449	1682.47	227.84	-230.81	1016.17	OK	489.87	OK	778.6752	3402.224	OK
9817	75.442	9.449	1558.97	278.80	-134.76	974.34	OK	473.07	OK	778.6752	3384.848	OK
9818	77.025	9.449	1324.63	292.73	2.56	893.14	OK	441.20	OK	778.6752	3351.879	OK
9819	78.608	9.449	1075.88	283.62	68.98	804.63	OK	407.37	OK	778.6752	3316.882	OK
10520	80.191	9.449	754.52	274.52	104.61	687.37	OK	363.66	OK	778.6752	3271.67	OK
10520	80.191	9.449	892.69	274.52	-49.52	738.16	OK	382.45	OK	778.6752	3291.109	OK
9864	81.509	9.298	947.32	251.14	77.89	758.08	OK	389.88	OK	778.6752	3298.796	OK
9865	82.839	9.145	1039.94	232.27	62.59	791.66	OK	402.48	OK	778.6752	3311.826	OK
9866	84.182	8.990	1067.40	218.71	41.55	801.57	OK	406.22	OK	778.6752	3315.69	OK
9870	85.539	8.833	1064.75	212.67	-2.36	800.62	OK	405.86	OK	778.6752	3315.317	OK

FASE 6: Verifiche del rivestimento definitivo di calotta

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO: Sezione non armata				
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,max}$ [MPa]	$\tau_{c,max}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\tau_{c,lim}$ [MPa]	Esito verifica
1419	0.481	6.198	1031	148	-86	2.53	0.10	6.25	0.38	OK
941	2.664	6.178	1023	129	-74	2.35	0.09	6.25	0.38	OK
940	4.855	6.161	1049	114	-52	2.26	0.06	6.25	0.38	OK
939	7.053	6.145	1087	104	-33	2.21	0.04	6.25	0.38	OK
945	9.258	6.131	1114	97	-27	2.19	0.03	6.25	0.38	OK
945	9.258	6.131	1115	97	-32	2.19	0.04	6.25	0.38	OK
932	10.951	6.122	1134	92	-26	2.17	0.03	6.25	0.38	OK
931	12.647	6.114	1149	87	-28	2.14	0.03	6.25	0.38	OK
930	14.346	6.107	1159	82	-29	2.11	0.04	6.25	0.38	OK
929	16.047	6.101	1149	77	-51	2.05	0.06	6.25	0.38	OK
929	16.047	6.101	1167	77	-30	2.07	0.04	6.25	0.38	OK
653	17.261	6.092	1162	70	-48	2.01	0.06	6.25	0.38	OK
652	18.477	6.085	1171	64	-45	1.97	0.05	6.25	0.38	OK
651	19.695	6.078	1178	59	-43	1.93	0.05	6.25	0.38	OK
657	20.915	6.073	1182	53	-39	1.89	0.05	6.25	0.38	OK
657	20.915	6.073	1183	53	-41	1.89	0.05	6.25	0.38	OK
408	22.136	6.069	1184	48	-36	1.85	0.04	6.25	0.38	OK
407	23.359	6.066	1183	44	-32	1.81	0.04	6.25	0.38	OK
406	24.582	6.064	1181	40	-28	1.77	0.03	6.25	0.38	OK
440	25.805	6.063	1177	37	-22	1.74	0.03	6.25	0.38	OK
440	25.805	6.063	1180	37	-22	1.74	0.03	6.25	0.38	OK
436	27.237	6.063	1171	33	-24	1.70	0.03	6.25	0.38	OK
435	28.670	6.064	1163	29	-25	1.66	0.03	6.25	0.38	OK
434	30.103	6.064	1155	25	-26	1.61	0.03	6.25	0.38	OK
693	31.535	6.064	1146	22	-26	1.57	0.03	6.25	0.38	OK
693	31.535	6.064	1147	22	-26	1.57	0.03	6.25	0.38	OK
689	32.968	6.064	1138	18	-25	1.52	0.03	6.25	0.38	OK
688	34.400	6.064	1129	14	-24	1.48	0.03	6.25	0.38	OK
687	35.833	6.064	1121	10	-23	1.44	0.03	6.25	0.38	OK
905	37.265	6.064	1113	7	-21	1.40	0.03	6.25	0.38	OK
905	37.265	6.064	1114	7	-21	1.40	0.03	6.25	0.38	OK
901	38.698	6.064	1106	4	-19	1.37	0.02	6.25	0.38	OK
900	40.130	6.065	1099	1	-17	1.33	0.02	6.25	0.38	OK
899	41.563	6.065	1093	-1	-16	1.33	0.02	6.25	0.38	OK
1223	42.995	6.065	1087	-4	-14	1.34	0.02	6.25	0.38	OK
1223	42.995	6.065	1087	-4	-14	1.34	0.02	6.25	0.38	OK
1219	44.427	6.065	1081	-6	-12	1.35	0.01	6.25	0.38	OK
1218	45.860	6.065	1076	-7	-11	1.36	0.01	6.25	0.38	OK
1217	47.292	6.065	1071	-9	-9	1.37	0.01	6.25	0.38	OK
1561	48.724	6.065	1067	-10	-7	1.37	0.01	6.25	0.38	OK
1561	48.724	6.065	1067	-10	-7	1.37	0.01	6.25	0.38	OK
1564	50.156	6.065	1063	-11	-6	1.38	0.01	6.25	0.38	OK
1563	51.589	6.065	1059	-12	-5	1.38	0.01	6.25	0.38	OK
1562	53.021	6.066	1056	-13	-4	1.38	0.00	6.25	0.38	OK
1853	54.453	6.066	1052	-13	-3	1.38	0.00	6.25	0.38	OK
1853	54.453	6.066	1052	-13	-3	1.38	0.00	6.25	0.38	OK
1849	55.885	6.066	1049	-13	-2	1.38	0.00	6.25	0.38	OK
1848	57.317	6.066	1046	-13	0	1.38	0.00	6.25	0.38	OK
1847	58.749	6.066	1044	-13	1	1.37	0.00	6.25	0.38	OK
1873	60.181	6.066	1042	-13	3	1.37	0.00	6.25	0.38	OK
1873	60.181	6.066	1042	-13	3	1.37	0.00	6.25	0.38	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO: Sezione non armata				
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,max}$ [MPa]	$\tau_{c,max}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\tau_{c,lim}$ [MPa]	Esito verifica
1869	61.614	6.066	1042	-13	4	1.36	0.00	6.25	0.38	OK
1868	63.046	6.066	1042	-12	3	1.36	0.00	6.25	0.38	OK
1867	64.478	6.066	1041	-12	3	1.35	0.00	6.25	0.38	OK
1989	65.910	6.066	1039	-11	2	1.35	0.00	6.25	0.38	OK
1989	65.910	6.066	1039	-11	2	1.35	0.00	6.25	0.38	OK
1985	67.342	6.066	1039	-11	1	1.35	0.00	6.25	0.38	OK
1984	68.773	6.066	1038	-11	1	1.34	0.00	6.25	0.38	OK
1983	70.205	6.067	1039	-11	1	1.34	0.00	6.25	0.38	OK
2057	71.637	6.067	1040	-10	2	1.34	0.00	6.25	0.38	OK
2057	71.637	6.067	1039	-10	2	1.34	0.00	6.25	0.38	OK
2053	73.069	6.067	1041	-10	2	1.34	0.00	6.25	0.38	OK
2052	74.501	6.067	1042	-10	2	1.34	0.00	6.25	0.38	OK
2051	75.933	6.067	1041	-9	4	1.34	0.00	6.25	0.38	OK
2389	77.365	6.067	1041	-8	7	1.33	0.01	6.25	0.38	OK
2389	77.365	6.067	1041	-8	7	1.33	0.01	6.25	0.38	OK
2392	78.797	6.067	1044	-7	10	1.32	0.01	6.25	0.38	OK
2391	80.229	6.067	1047	-5	13	1.31	0.02	6.25	0.38	OK
2390	81.660	6.067	1050	-3	14	1.29	0.02	6.25	0.38	OK
2743	83.092	6.067	1052	-1	15	1.28	0.02	6.25	0.38	OK
2743	83.092	6.067	1052	-1	15	1.28	0.02	6.25	0.38	OK
2746	84.524	6.067	1055	1	16	1.28	0.02	6.25	0.38	OK
2745	85.956	6.067	1058	4	17	1.31	0.02	6.25	0.38	OK
2744	87.388	6.067	1062	6	17	1.34	0.02	6.25	0.38	OK
3303	88.819	6.067	1067	9	17	1.36	0.02	6.25	0.38	OK
3303	88.819	6.067	1066	9	17	1.36	0.02	6.25	0.38	OK
3306	90.251	6.067	1070	12	17	1.39	0.02	6.25	0.38	OK
3305	91.683	6.067	1074	14	17	1.42	0.02	6.25	0.38	OK
3304	93.115	6.067	1078	17	17	1.45	0.02	6.25	0.38	OK
3513	94.546	6.067	1082	19	16	1.47	0.02	6.25	0.38	OK
3513	94.546	6.067	1082	19	16	1.47	0.02	6.25	0.38	OK
3509	95.978	6.067	1085	22	15	1.50	0.02	6.25	0.38	OK
3508	97.410	6.067	1089	24	14	1.52	0.02	6.25	0.38	OK
3507	98.841	6.067	1093	26	11	1.54	0.01	6.25	0.38	OK
3757	100.273	6.067	1096	27	7	1.56	0.01	6.25	0.38	OK
3757	100.273	6.067	1096	27	6	1.56	0.01	6.25	0.38	OK
3753	101.705	6.067	1096	28	2	1.56	0.00	6.25	0.38	OK
3752	103.137	6.067	1096	28	-4	1.56	0.00	6.25	0.38	OK
3751	104.568	6.067	1095	27	-10	1.55	0.01	6.25	0.38	OK
4222	106.000	6.067	1096	25	-16	1.53	0.02	6.25	0.38	OK
4222	106.000	6.067	1095	25	-16	1.53	0.02	6.25	0.38	OK
4205	107.432	6.067	1095	22	-22	1.51	0.03	6.25	0.38	OK
4204	108.863	6.067	1095	18	-28	1.47	0.03	6.25	0.38	OK
4203	110.295	6.067	1095	13	-34	1.43	0.04	6.25	0.38	OK
4209	111.727	6.067	1094	8	-38	1.38	0.05	6.25	0.38	OK
4209	111.727	6.067	1096	8	-39	1.39	0.05	6.25	0.38	OK
4137	113.159	6.067	1092	2	-41	1.33	0.05	6.25	0.38	OK
4136	114.590	6.067	1089	-5	-42	1.35	0.05	6.25	0.38	OK
4135	116.022	6.067	1085	-11	-40	1.40	0.05	6.25	0.38	OK
4429	117.454	6.067	1080	-17	-36	1.45	0.04	6.25	0.38	OK
4429	117.454	6.067	1080	-17	-36	1.45	0.04	6.25	0.38	OK
4425	118.885	6.067	1076	-22	-30	1.49	0.04	6.25	0.38	OK
4424	120.317	6.067	1075	-26	-23	1.52	0.03	6.25	0.38	OK
4423	121.749	6.067	1075	-29	-17	1.55	0.02	6.25	0.38	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO: Sezione non armata				
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,max}$ [MPa]	$\tau_{c,max}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\tau_{c,lim}$ [MPa]	Esito verifica
4647	123.181	6.067	1076	-31	-13	1.57	0.02	6.25	0.38	OK
4647	123.181	6.067	1076	-31	-13	1.57	0.02	6.25	0.38	OK
4643	124.612	6.067	1077	-33	-12	1.58	0.01	6.25	0.38	OK
4642	126.044	6.067	1075	-35	-13	1.60	0.02	6.25	0.38	OK
4641	127.476	6.067	1071	-37	-14	1.61	0.02	6.25	0.38	OK
5193	128.908	6.067	1067	-39	-14	1.62	0.02	6.25	0.38	OK
5193	128.908	6.067	1068	-39	-14	1.63	0.02	6.25	0.38	OK
5196	130.340	6.067	1065	-41	-14	1.64	0.02	6.25	0.38	OK
5195	131.771	6.067	1063	-43	-13	1.66	0.02	6.25	0.38	OK
5194	133.203	6.067	1062	-45	-13	1.67	0.02	6.25	0.38	OK
5473	134.635	6.067	1059	-47	-12	1.68	0.01	6.25	0.38	OK
5473	134.635	6.067	1060	-47	-11	1.69	0.01	6.25	0.38	OK
5469	136.067	6.067	1059	-49	-10	1.70	0.01	6.25	0.38	OK
5468	137.499	6.067	1057	-50	-9	1.71	0.01	6.25	0.38	OK
5467	138.931	6.067	1056	-51	-6	1.72	0.01	6.25	0.38	OK
7348	140.363	6.067	1053	-52	-3	1.72	0.00	6.25	0.38	OK
7348	140.363	6.067	1052	-52	-4	1.72	0.00	6.25	0.38	OK
7344	141.795	6.067	1052	-52	0	1.72	0.00	6.25	0.38	OK
7343	143.227	6.066	1053	-52	3	1.72	0.00	6.25	0.38	OK
7342	144.658	6.066	1053	-51	6	1.72	0.01	6.25	0.38	OK
7449	146.090	6.066	1053	-50	9	1.71	0.01	6.25	0.38	OK
7449	146.090	6.066	1053	-50	8	1.71	0.01	6.25	0.38	OK
7445	147.522	6.066	1056	-49	10	1.70	0.01	6.25	0.38	OK
7444	148.954	6.066	1057	-47	11	1.68	0.01	6.25	0.38	OK
7443	150.386	6.066	1057	-45	11	1.67	0.01	6.25	0.38	OK
7463	151.819	6.066	1056	-44	10	1.65	0.01	6.25	0.38	OK
7463	151.819	6.066	1056	-44	11	1.65	0.01	6.25	0.38	OK
7425	153.251	6.066	1056	-42	11	1.64	0.01	6.25	0.38	OK
7424	154.683	6.066	1056	-41	12	1.63	0.01	6.25	0.38	OK
7423	156.115	6.066	1057	-39	13	1.61	0.02	6.25	0.38	OK
7429	157.547	6.066	1058	-37	14	1.59	0.02	6.25	0.38	OK
7429	157.547	6.066	1057	-37	14	1.59	0.02	6.25	0.38	OK
5611	158.979	6.066	1059	-34	15	1.58	0.02	6.25	0.38	OK
5610	160.411	6.065	1062	-32	16	1.56	0.02	6.25	0.38	OK
5609	161.844	6.065	1064	-30	17	1.54	0.02	6.25	0.38	OK
7410	163.276	6.065	1066	-27	18	1.52	0.02	6.25	0.38	OK
7410	163.276	6.065	1066	-27	18	1.52	0.02	6.25	0.38	OK
7406	164.708	6.065	1069	-24	19	1.50	0.02	6.25	0.38	OK
7405	166.140	6.065	1073	-21	20	1.48	0.02	6.25	0.38	OK
7404	167.573	6.065	1076	-18	21	1.46	0.03	6.25	0.38	OK
7580	169.005	6.065	1080	-15	23	1.43	0.03	6.25	0.38	OK
7580	169.005	6.065	1080	-15	23	1.43	0.03	6.25	0.38	OK
7576	170.437	6.065	1085	-11	24	1.41	0.03	6.25	0.38	OK
7575	171.870	6.065	1090	-8	26	1.38	0.03	6.25	0.38	OK
7574	173.302	6.064	1095	-4	27	1.35	0.03	6.25	0.38	OK
7918	174.735	6.064	1102	1	29	1.33	0.03	6.25	0.38	OK
7918	174.735	6.064	1101	1	28	1.33	0.03	6.25	0.38	OK
7914	176.167	6.064	1107	5	30	1.38	0.04	6.25	0.38	OK
7913	177.600	6.064	1114	10	32	1.43	0.04	6.25	0.38	OK
7912	179.032	6.064	1121	15	33	1.48	0.04	6.25	0.38	OK
8486	180.465	6.064	1129	20	34	1.53	0.04	6.25	0.38	OK
8486	180.465	6.064	1129	20	34	1.53	0.04	6.25	0.38	OK
8482	181.897	6.064	1137	25	34	1.59	0.04	6.25	0.38	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO: Sezione non armata				
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,max}$ [MPa]	$\tau_{c,max}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\tau_{c,lim}$ [MPa]	Esito verifica
8481	183.330	6.064	1145	30	34	1.64	0.04	6.25	0.38	OK
8480	184.763	6.063	1152	35	33	1.69	0.04	6.25	0.38	OK
8626	186.195	6.063	1161	40	31	1.75	0.04	6.25	0.38	OK
8626	186.195	6.063	1158	40	31	1.74	0.04	6.25	0.38	OK
8622	187.418	6.064	1162	44	36	1.78	0.04	6.25	0.38	OK
8621	188.641	6.066	1164	49	41	1.83	0.05	6.25	0.38	OK
8620	189.864	6.069	1164	55	44	1.88	0.05	6.25	0.38	OK
8888	191.085	6.073	1163	61	49	1.93	0.06	6.25	0.38	OK
8888	191.085	6.073	1162	61	47	1.93	0.06	6.25	0.38	OK
8884	192.305	6.078	1158	67	51	1.98	0.06	6.25	0.38	OK
8883	193.523	6.085	1150	74	53	2.03	0.06	6.25	0.38	OK
8882	194.739	6.092	1139	81	56	2.07	0.07	6.25	0.38	OK
9396	195.953	6.101	1145	88	39	2.15	0.05	6.25	0.38	OK
9396	195.953	6.101	1124	88	59	2.12	0.07	6.25	0.38	OK
9392	197.654	6.107	1137	95	39	2.20	0.05	6.25	0.38	OK
9391	199.353	6.114	1129	102	38	2.25	0.05	6.25	0.38	OK
9390	201.049	6.122	1119	109	36	2.30	0.04	6.25	0.38	OK
9410	202.742	6.131	1104	115	33	2.33	0.04	6.25	0.38	OK
9410	202.742	6.131	1106	115	38	2.34	0.05	6.25	0.38	OK
9386	204.947	6.145	1082	123	33	2.38	0.04	6.25	0.38	OK
9385	207.145	6.161	1047	133	47	2.42	0.06	6.25	0.38	OK
9384	209.336	6.178	1023	146	67	2.50	0.08	6.25	0.38	OK
9870	211.519	6.198	1032	164	80	2.68	0.10	6.25	0.38	OK

ALLEGATO 3

TITOLO	Analisi numerica per la verifica della sezione C1
TIPO DI DOCUMENTO:	Documento - Formato A4
CODIFICA:	-
PAGINE:	75
DATA:	Dicembre 2017
SORGENTE:	U.O. Gallerie Italferr S.p.A.
NOTE:	-

SEZIONE C1

Per comodità di lettura del presente allegato, nella tabella che segue è riportata una sintesi delle fasi di calcolo previste per l'analisi numerica.

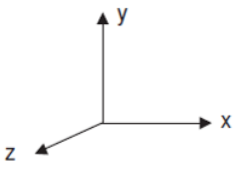
Fase	Descrizione	Rilascio forze scavo (λ)
0	Inizializzazione stato tensionale geostatico	0.00
1	Esecuzione dei consolidamenti al contorno del cavo	0.00
2	Rilascio a cavo libero in corrispondenza del fronte	0.67
3	Esecuzione dello sfondo elementare di 1 m e installazione della centina	0.93
4	Installazione del rivestimento di prima fase (scarico a 12 m dal fronte)	0.95
5	Installazione dell'arco rovescio (scarico a 37 m dal fronte)	0.98
6	Installazione del rivestimento definitivo di calotta (scarico completo)	1.00
7	Condizione di lungo termine (decadimento del rivestimento di prima fase e dei consolidamenti al contorno)	1.00

Le unità di misura principali attraverso le quali sono rappresentati i risultati dell'analisi nelle figure contenute nel presente documento sono le seguenti:

- "m" per le grandezze geometriche e gli spostamenti;
- "kN" per le forze.

CONVENZIONE DEI SEGNI PER I DATI DI OUTPUT DELLE ANALISI NUMERICHE

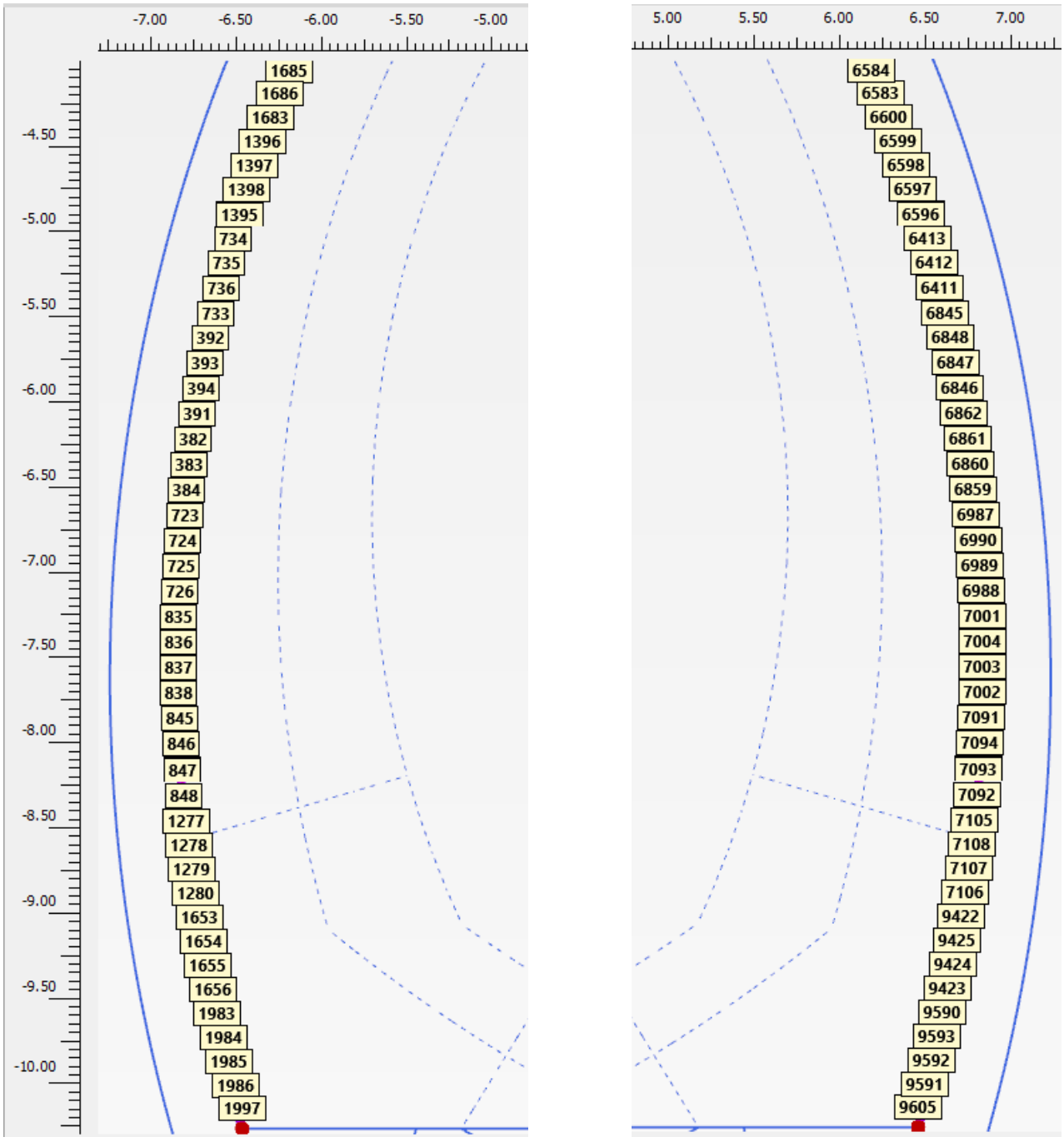
Il modello geometrico viene creato in Plaxis nel piano x-y del sistema di coordinate globali indicato nella figura seguente, dove z è la direzione uscente dal piano.



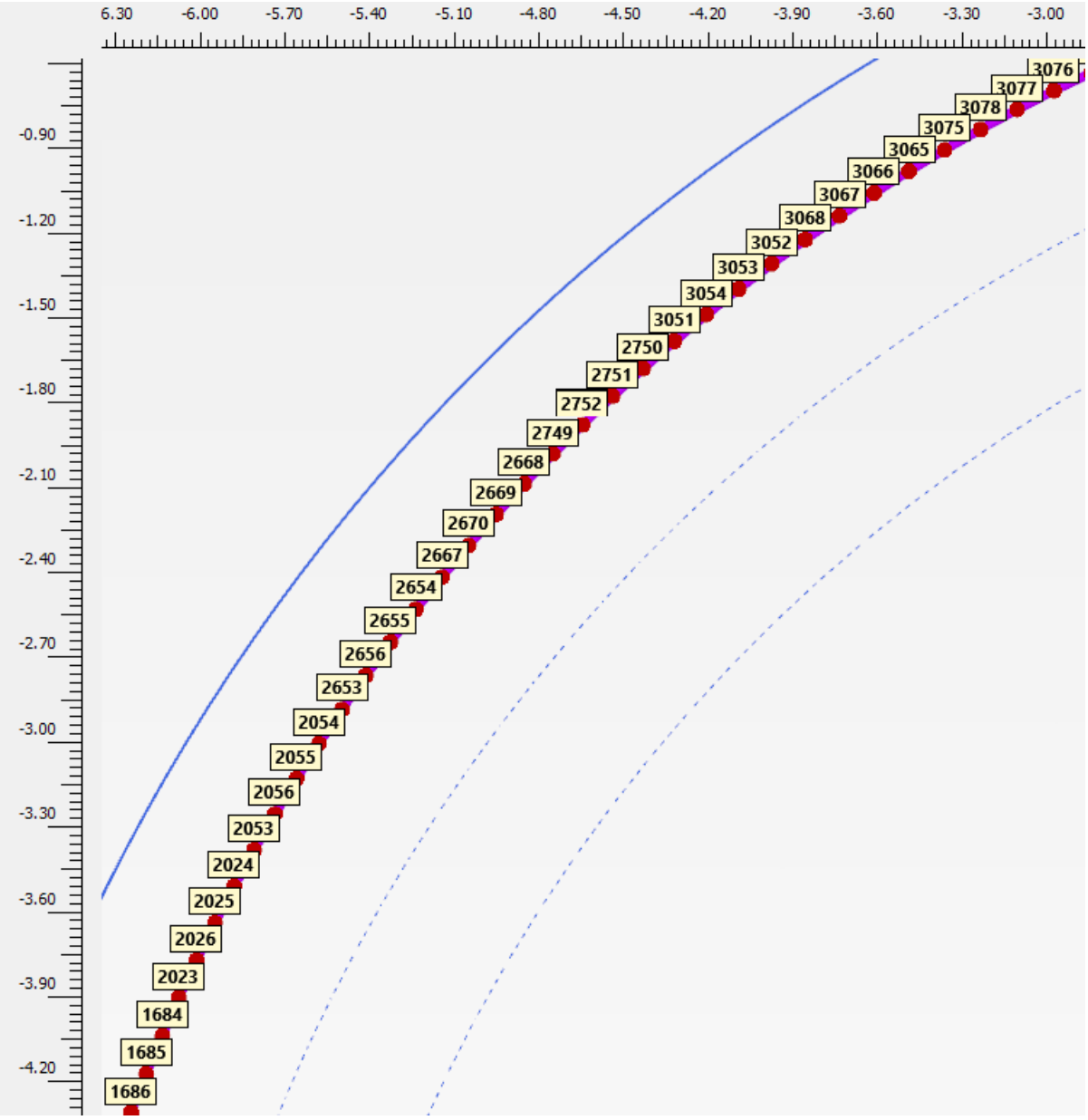
In tutti i valori di output le forze e le tensioni, comprese le pressioni neutre, sono considerate negative se di compressione.

I momenti sono positivi se di verso concorde con l'asse z uscente dal piano. Il diagramma del momento è sempre disegnato lato fibre tese. I momenti sono positivi se tendono le fibre di intradosso.

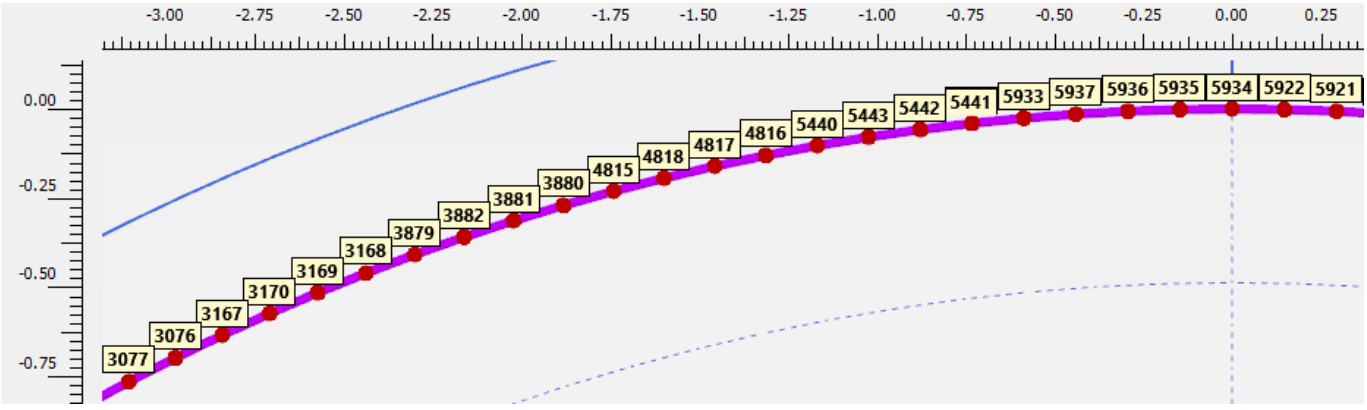
NUMERAZIONE NODI



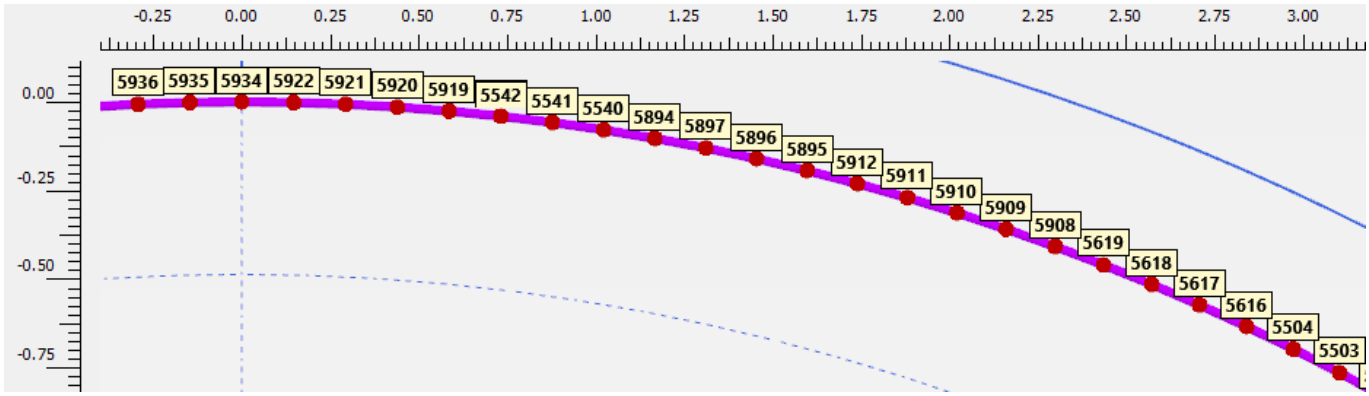
Fasi 4, 5 e 6 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona piedritto sinistro e piedritto destro)



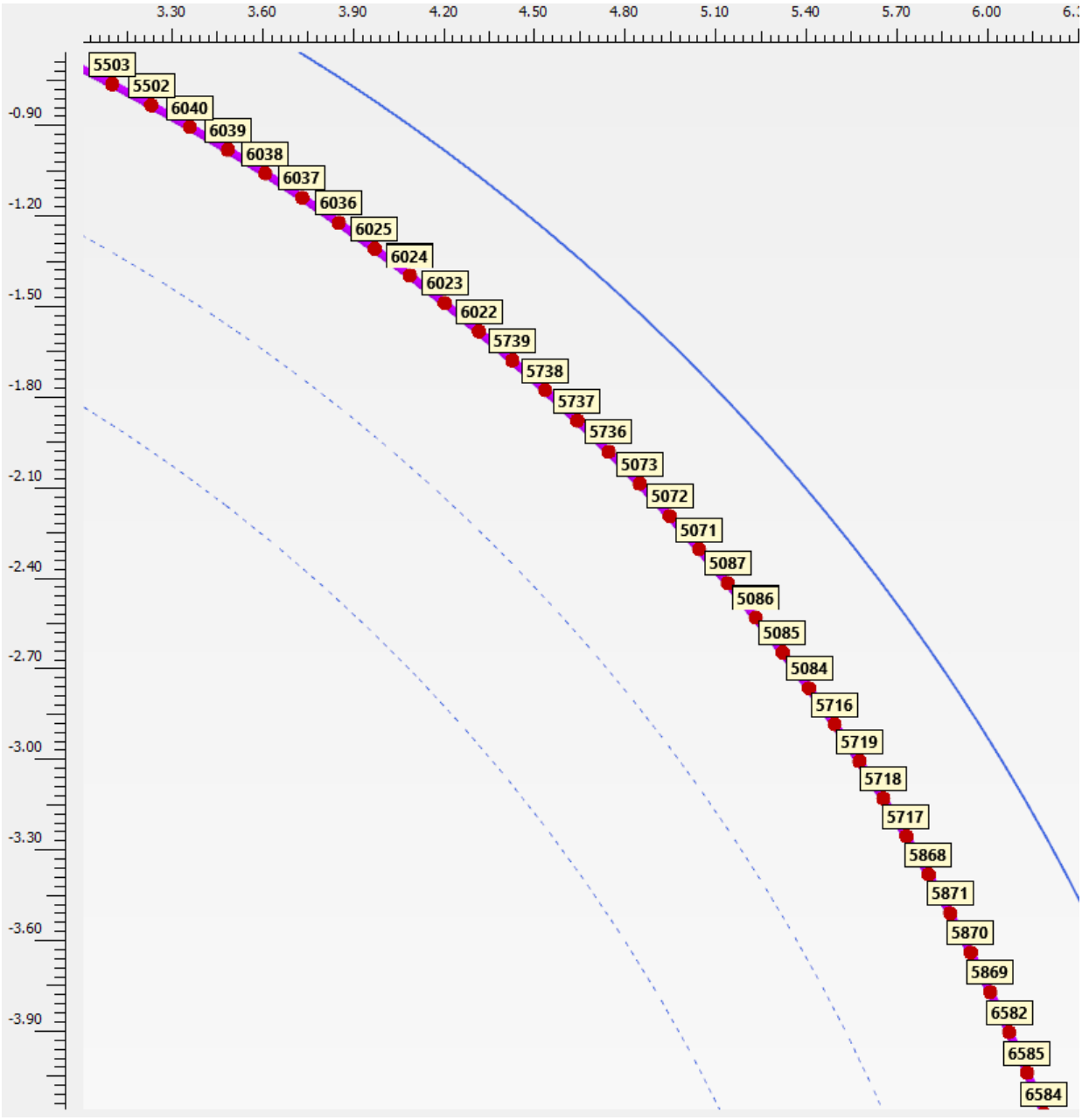
Fasi 4, 5 e 6 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona calotta sinistra)



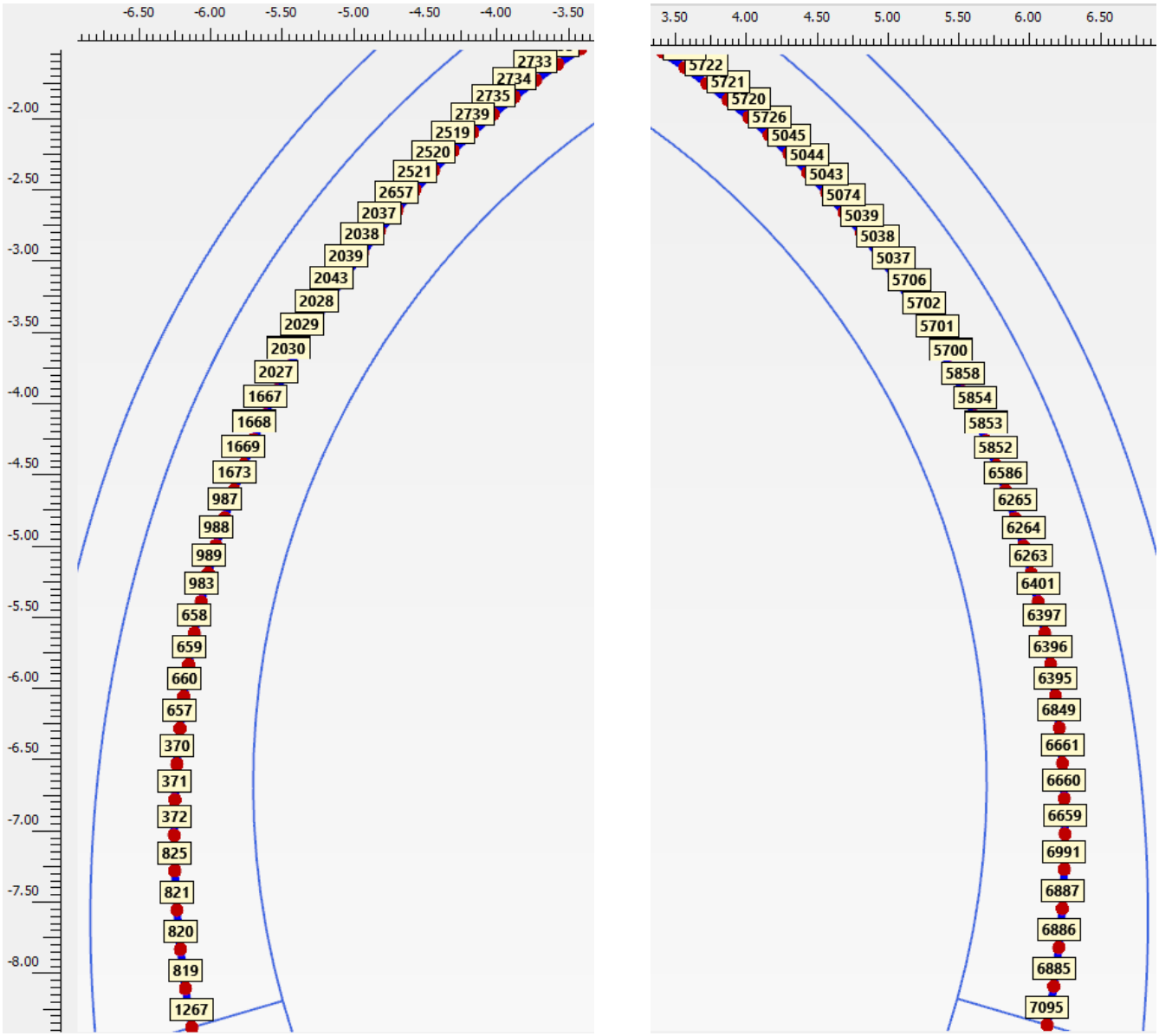
Fasi 4, 5 e 6 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona calotta superiore sinistra)



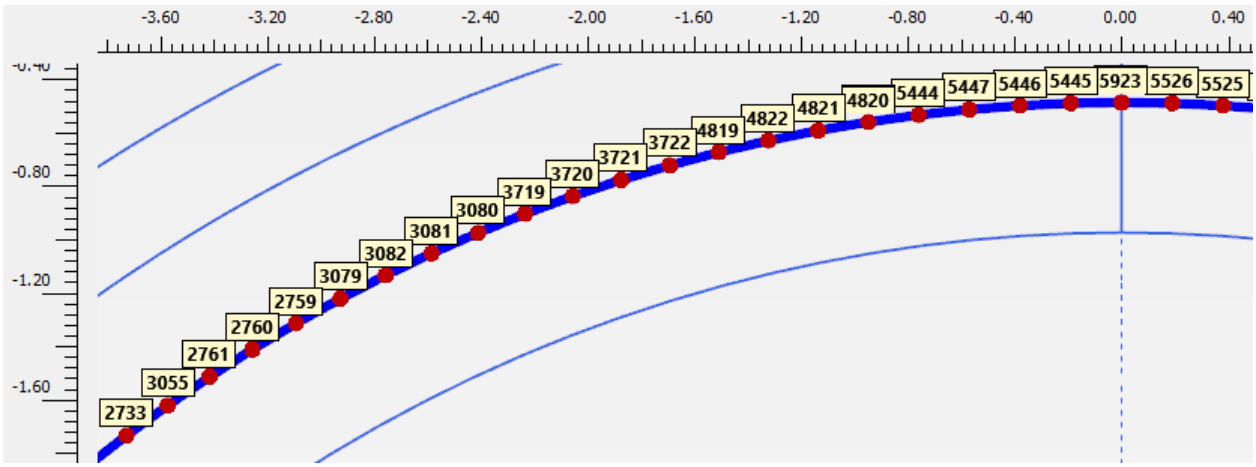
Fasi 4, 5 e 6 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona calotta superiore destra)



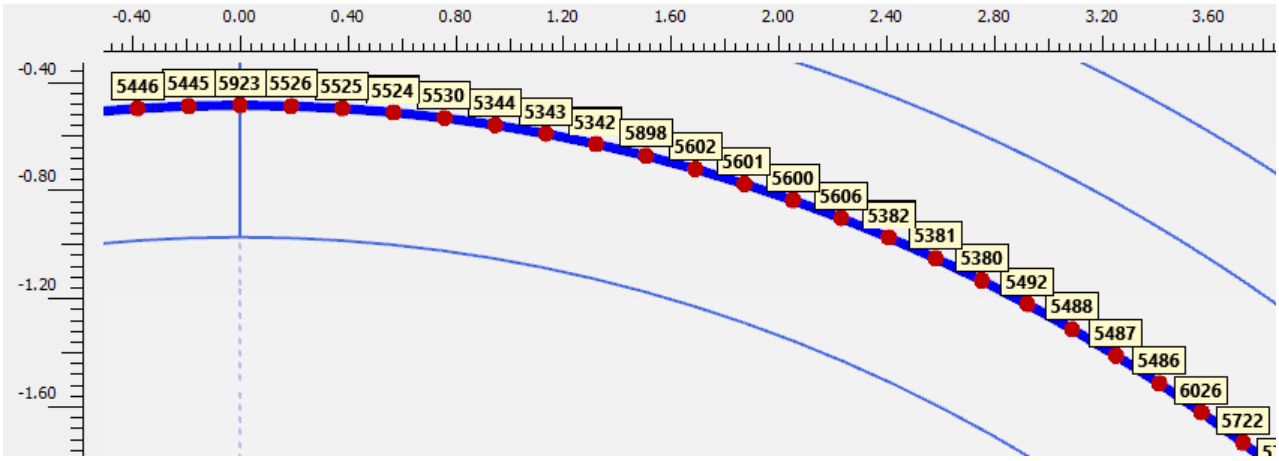
Fasi 4, 5 e 6 – Numerazione nodi rivestimento di prima fase (zona calotta destra)



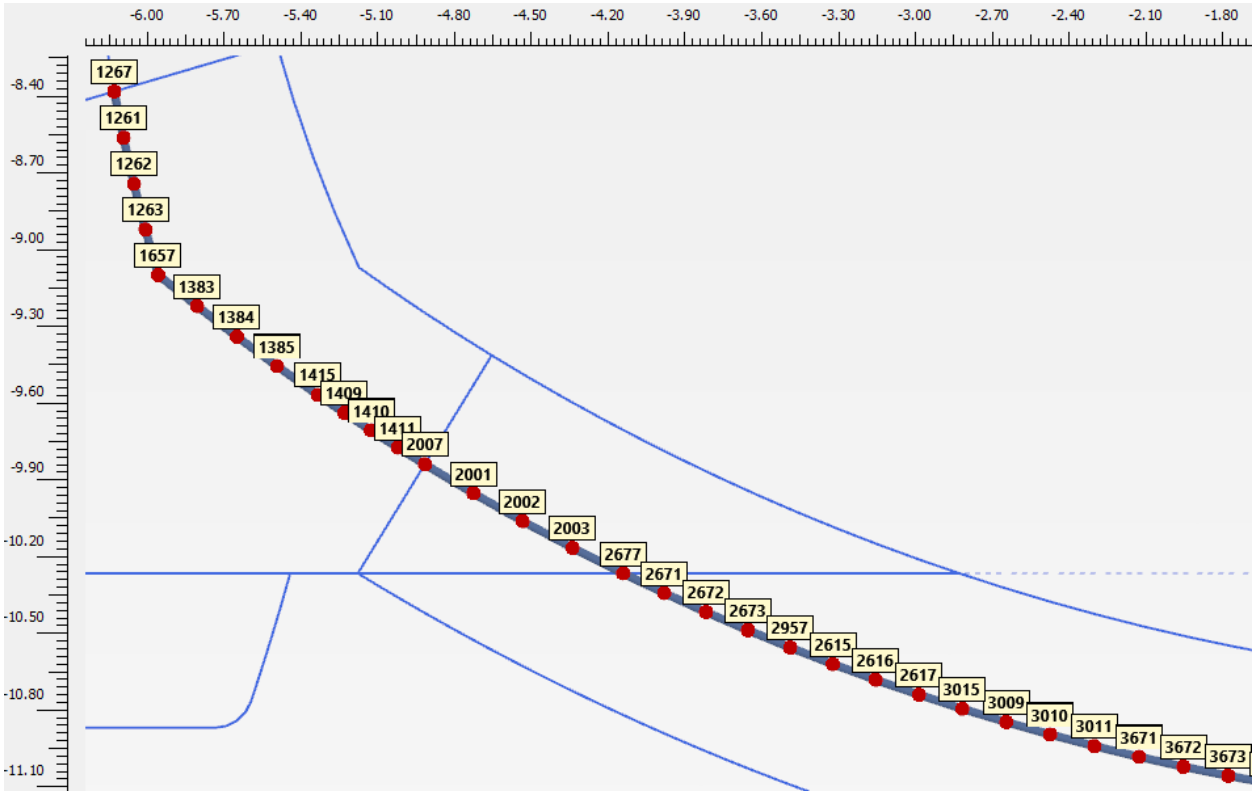
Fasi 6 e 7 – Numerazione nodi calotta e piedritti (muretta sinistra e muretta destra)



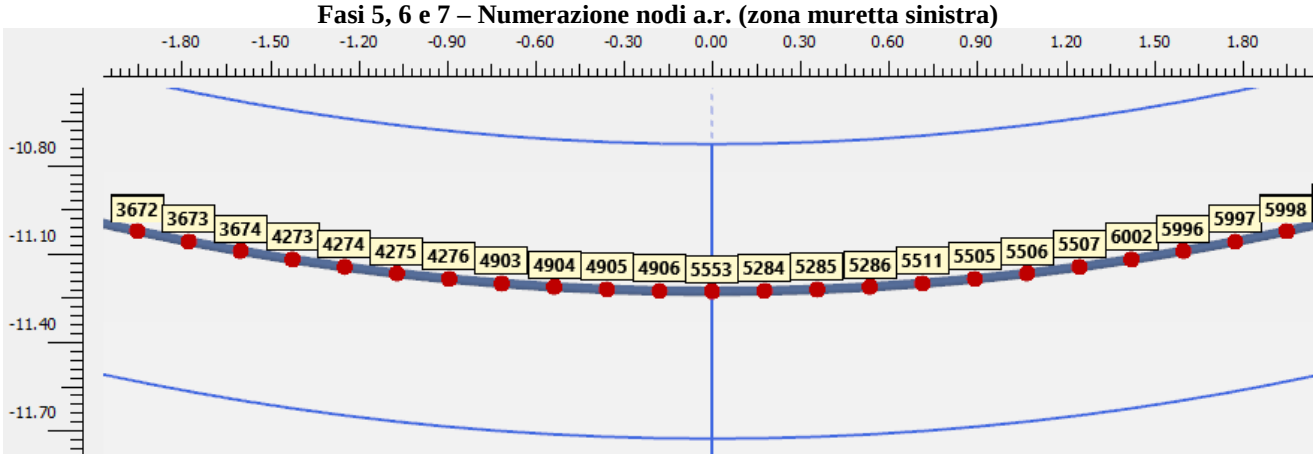
Fasi 6 e 7 – Numerazione nodi calotta e piedritti (calotta sinistra)



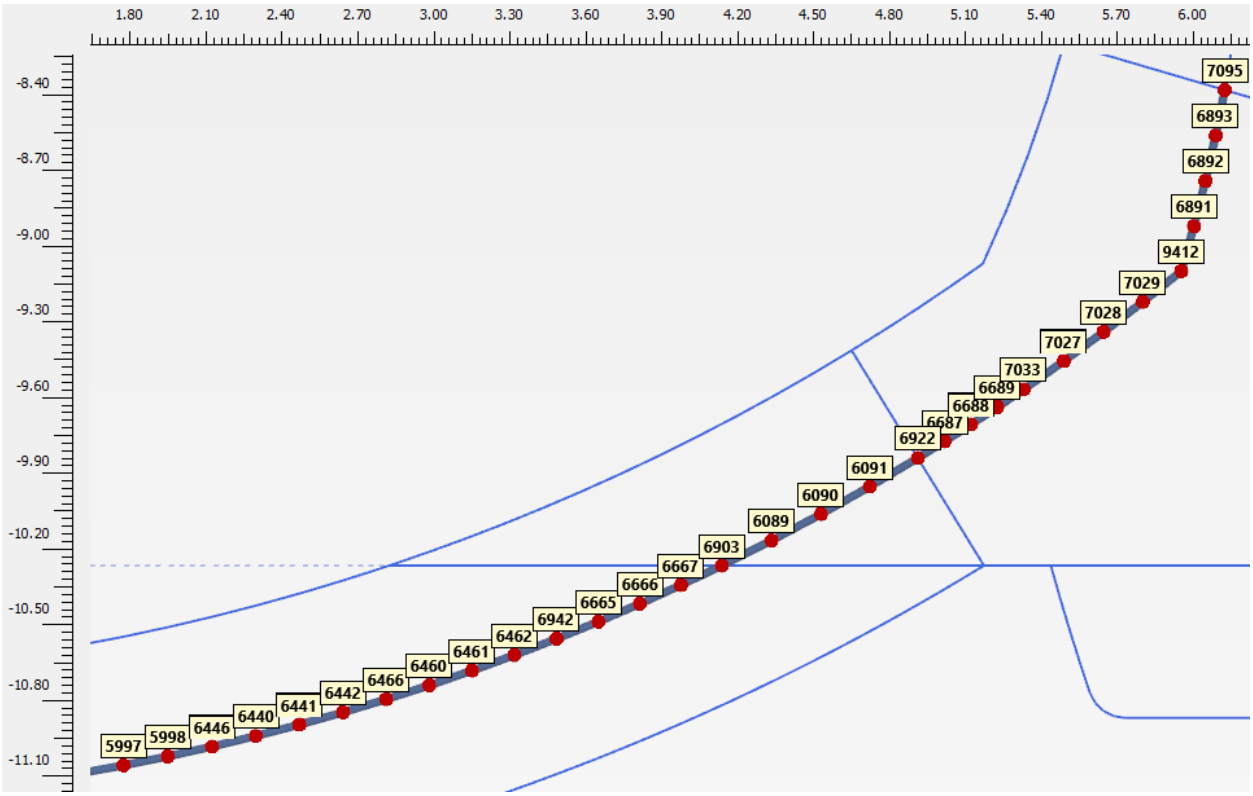
Fasi 6 e 7 – Numerazione nodi calotta e piedritti (calotta destra)



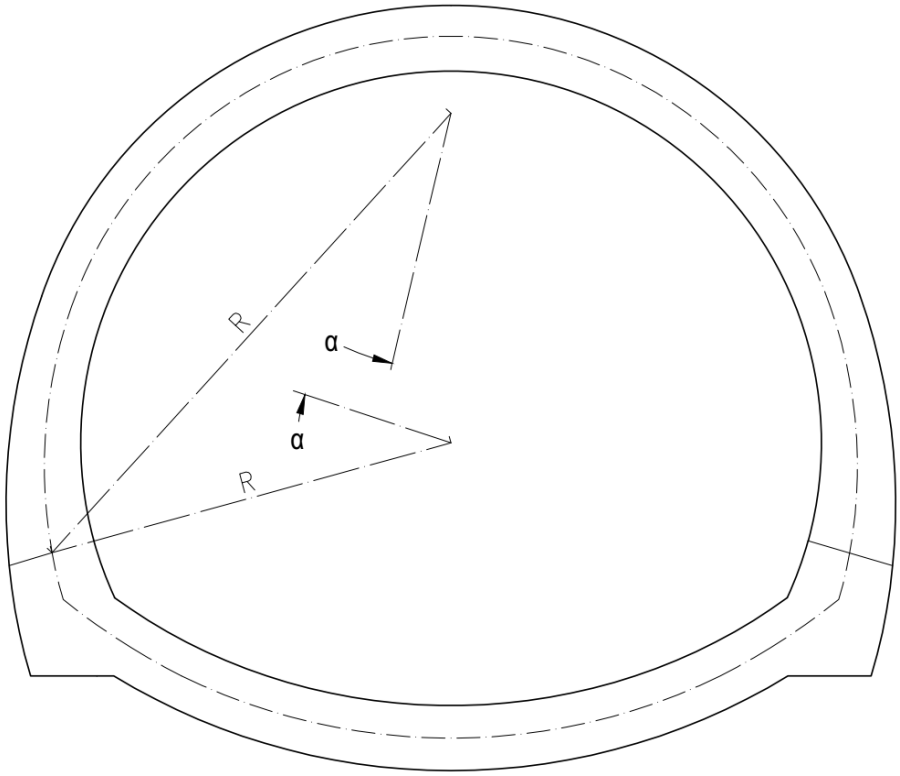
Fasi 5, 6 e 7 – Numerazione nodi a.r. (zona muretta sinistra)



Fasi 5, 6 e 7 – Numerazione nodi a.r. (mezzeria)

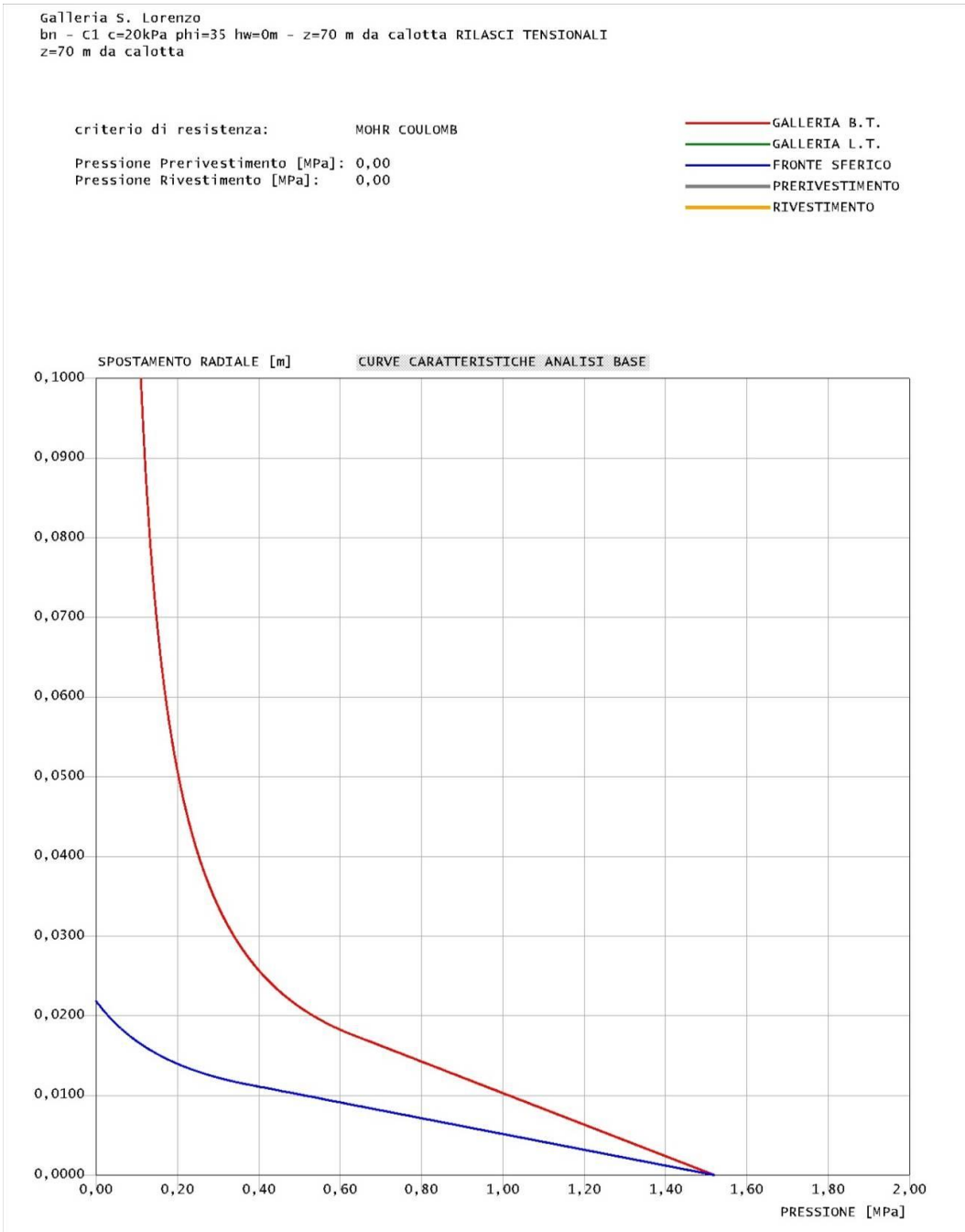


Fasi 5, 6 e 7 – Numerazione nodi a.r. (zona muretta destra)

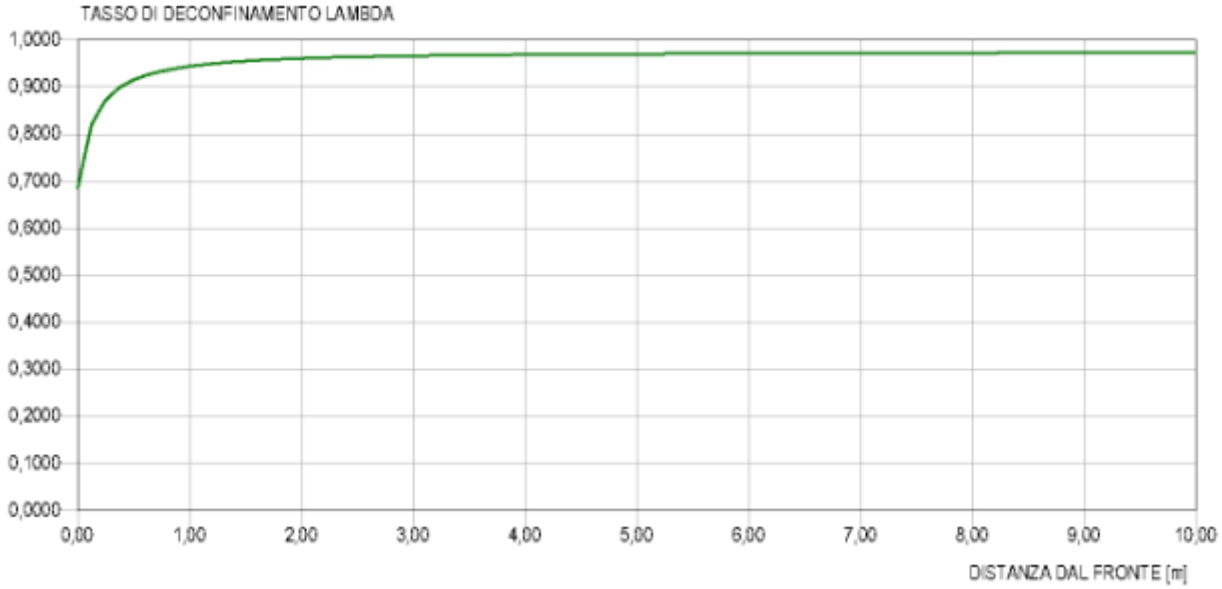


Fasi 5, 6 e 7 – S.d.r in coordinate polari per calotta/piedritti e arco rovescio

CURVA CARATTERISTICA E TASSO DI DECONFINAMENTO

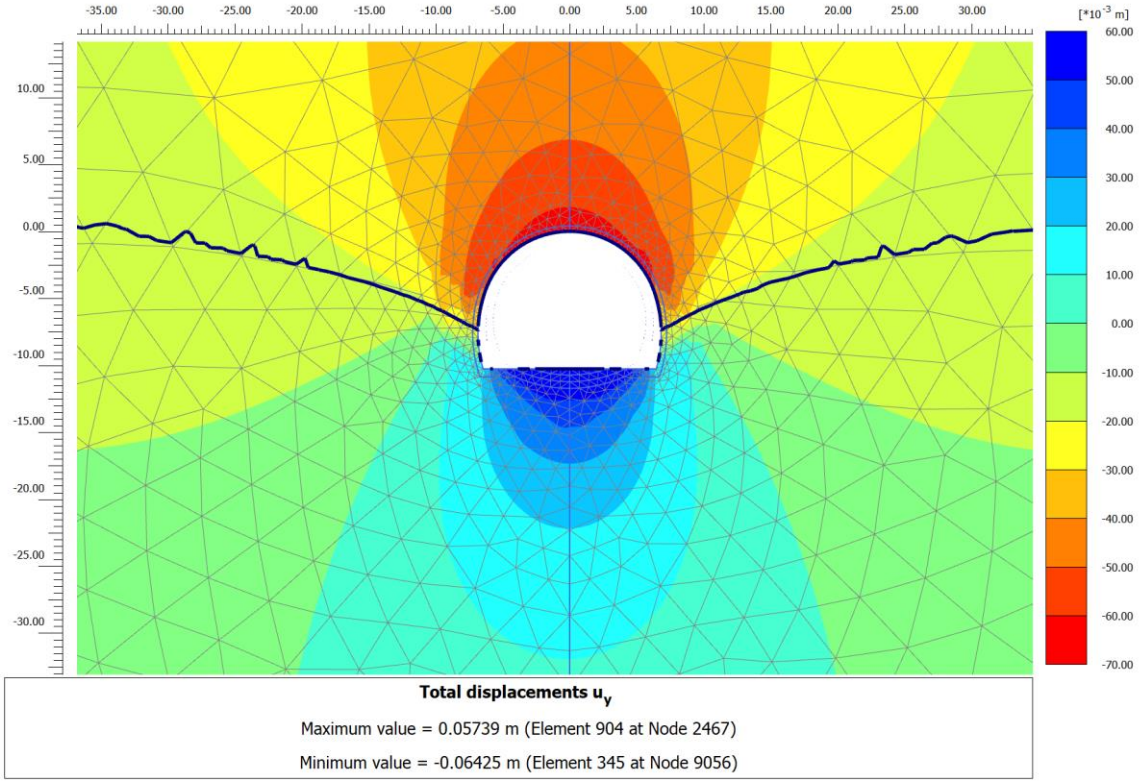


Curva caratteristica di convergenza cavo e fronte

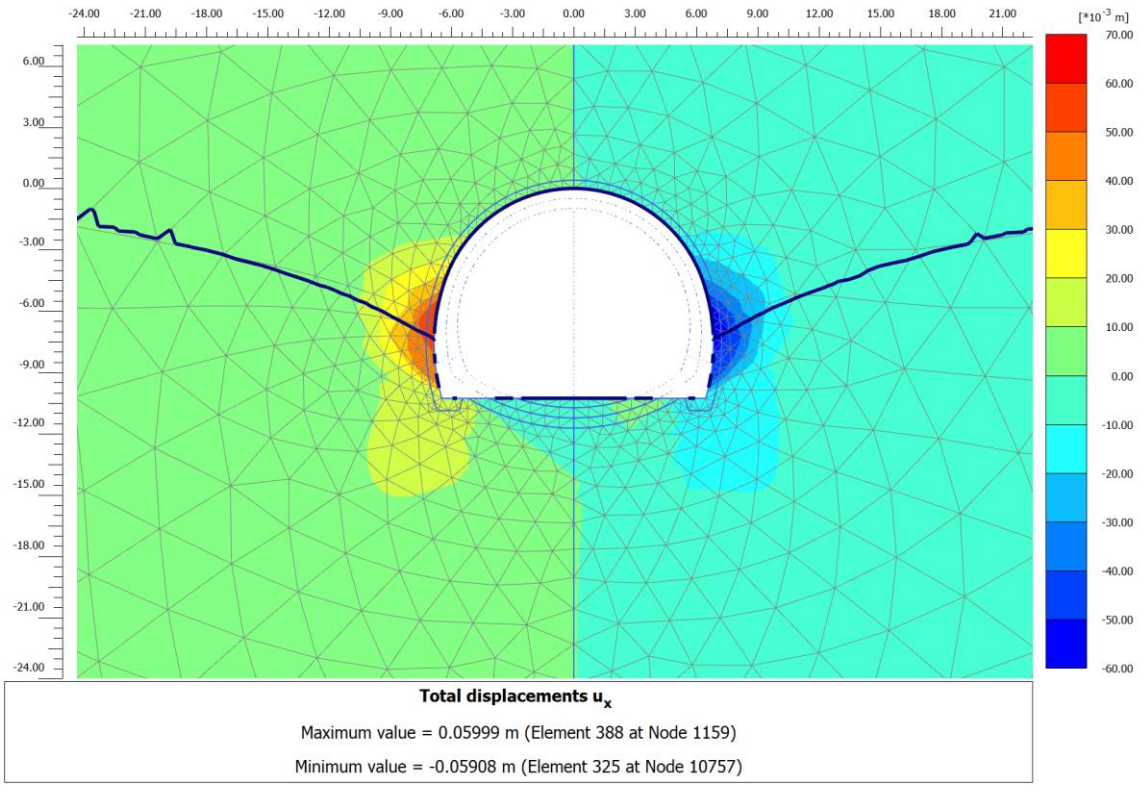


Tasso di deconfinamento

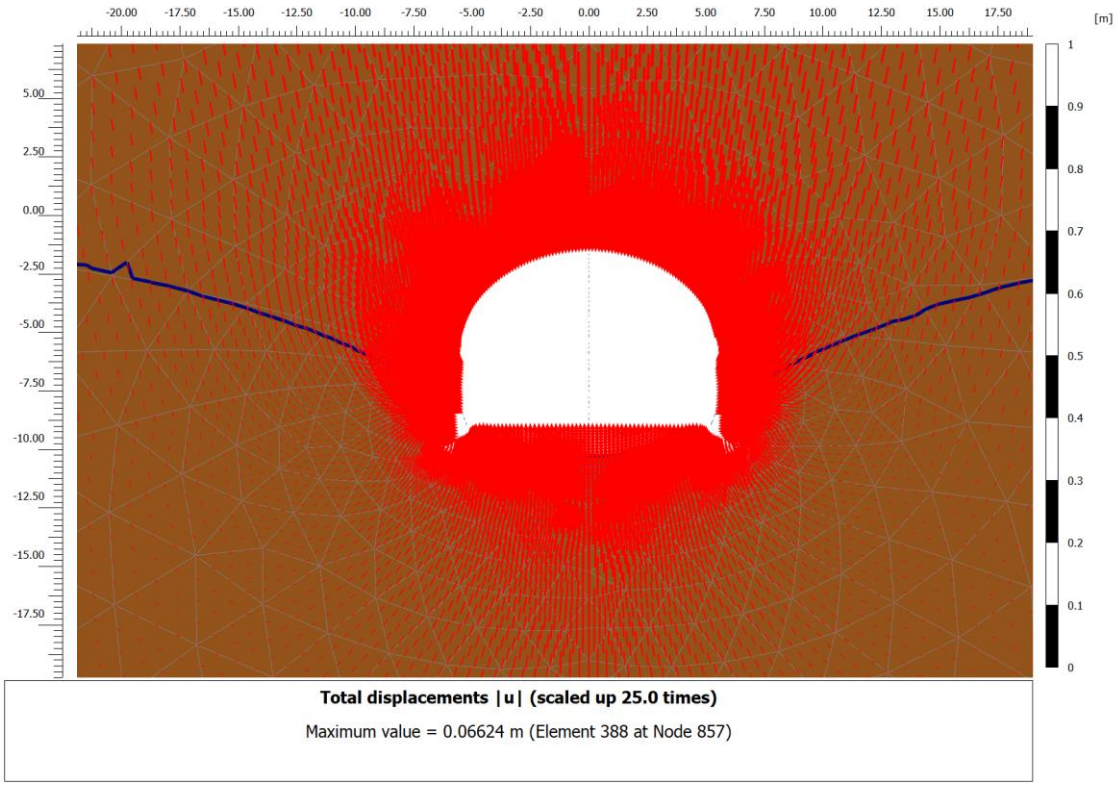
RISULTATI FASE 3 – Esecuzione dello sfondo elementare



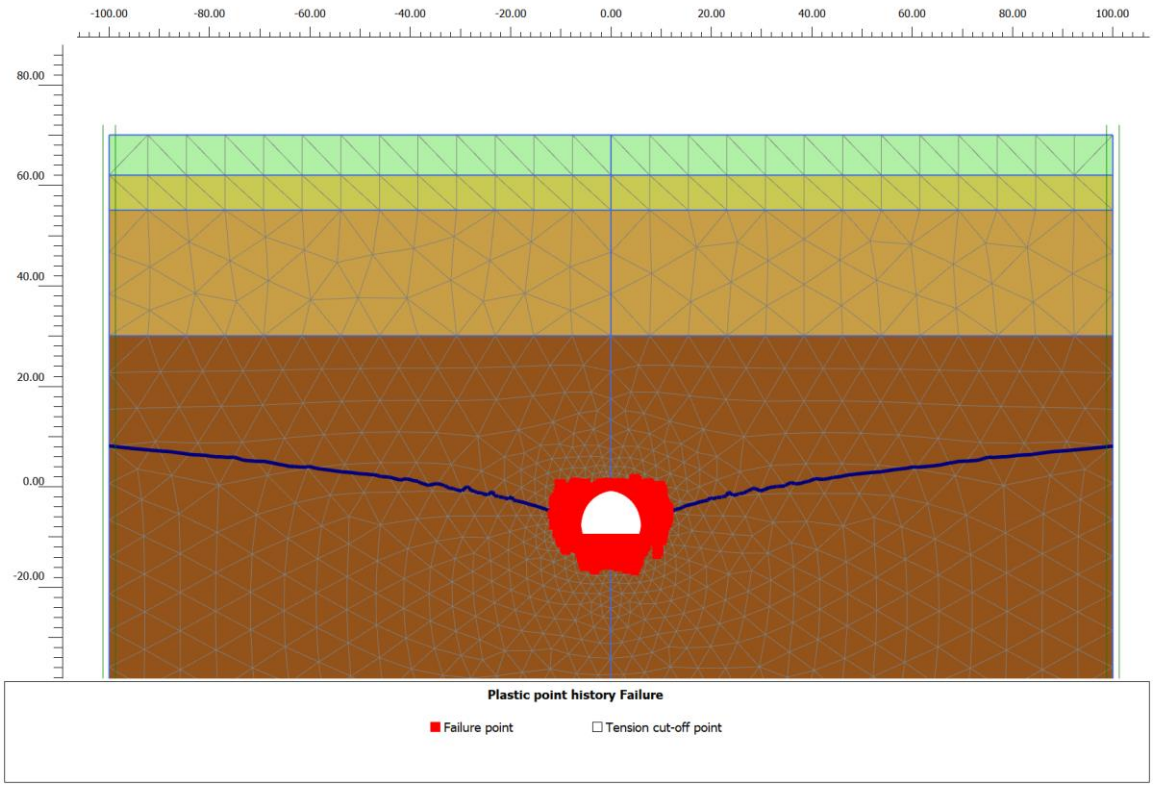
Fase 3 – Spostamenti verticali totali



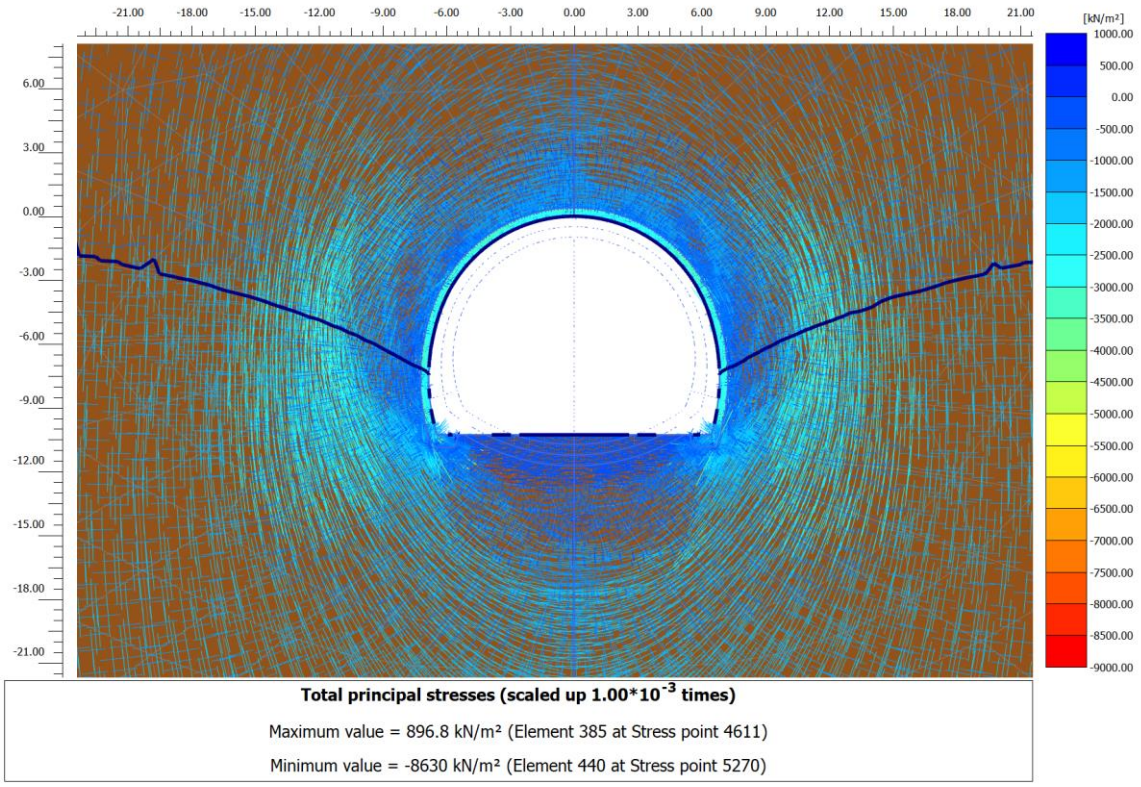
Fase 3 – Spostamenti orizzontali totali



Fase 3 – Vettori spostamento totale

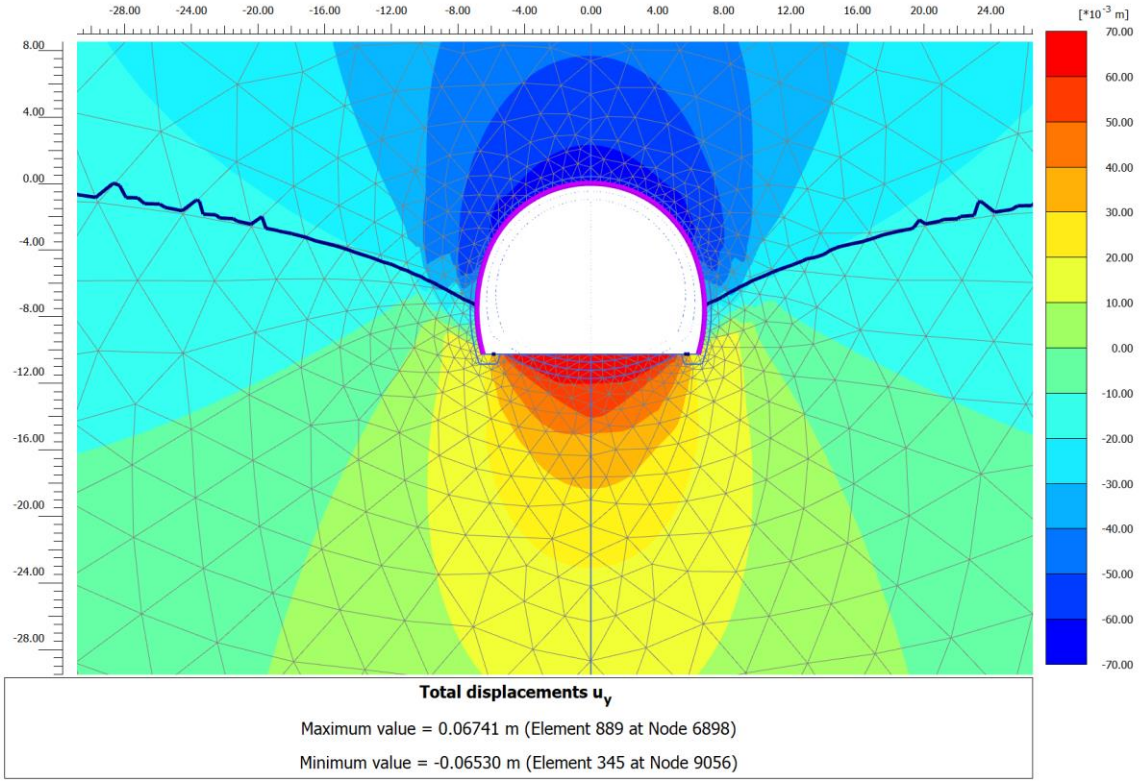


Fase 3 – Zone plastiche

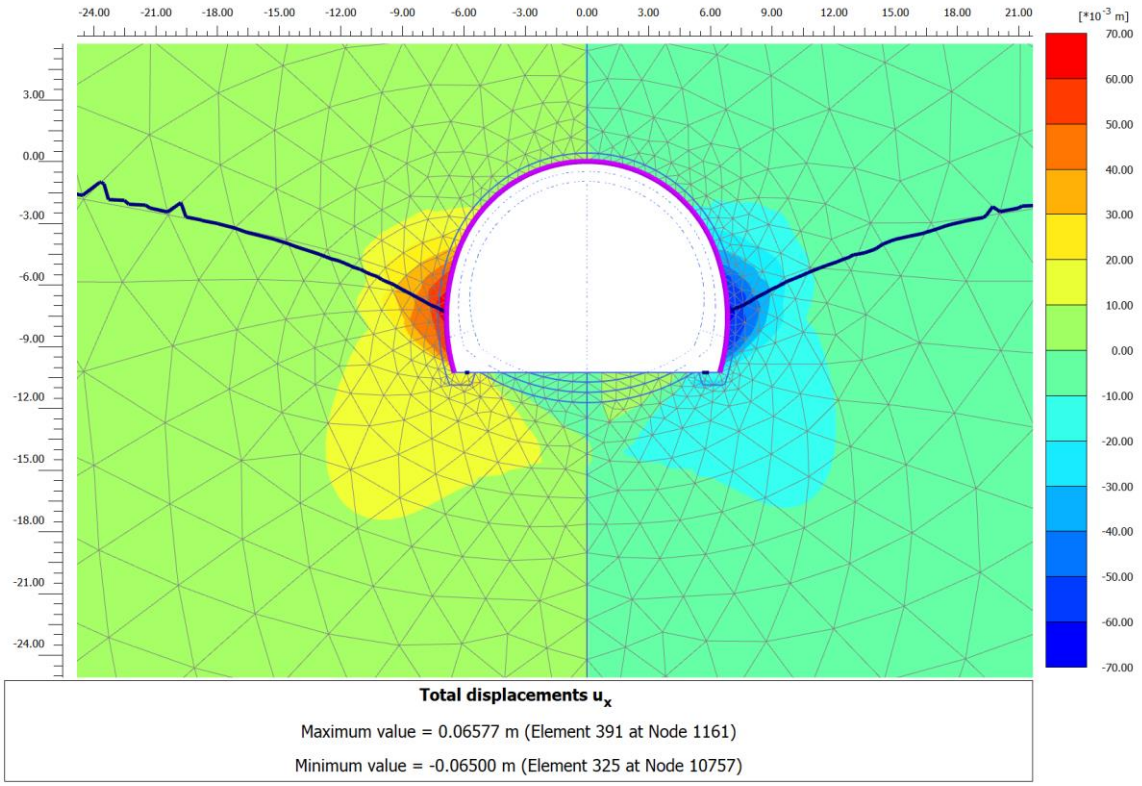


Fase 3 – Orientazione delle direzioni principali dello sforzo

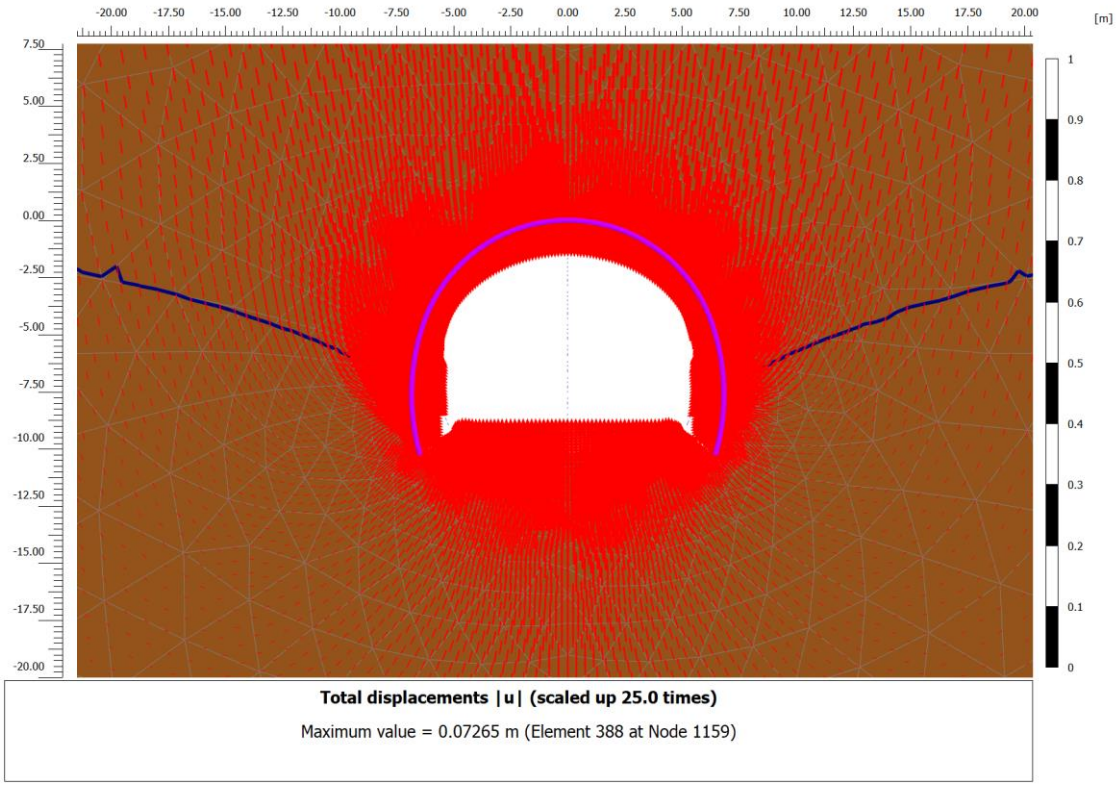
RISULTATI FASE 4 – Installazione rivestimento di prima fase



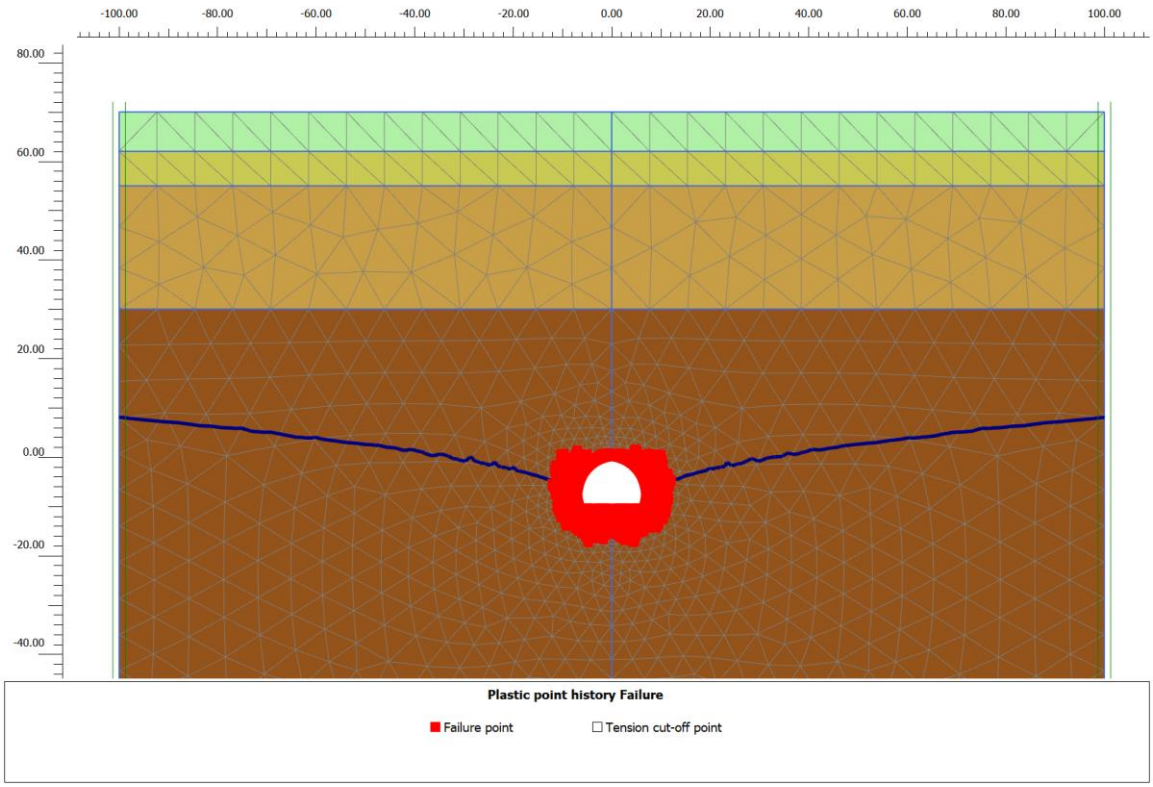
Fase 4 – Spostamenti verticali totali



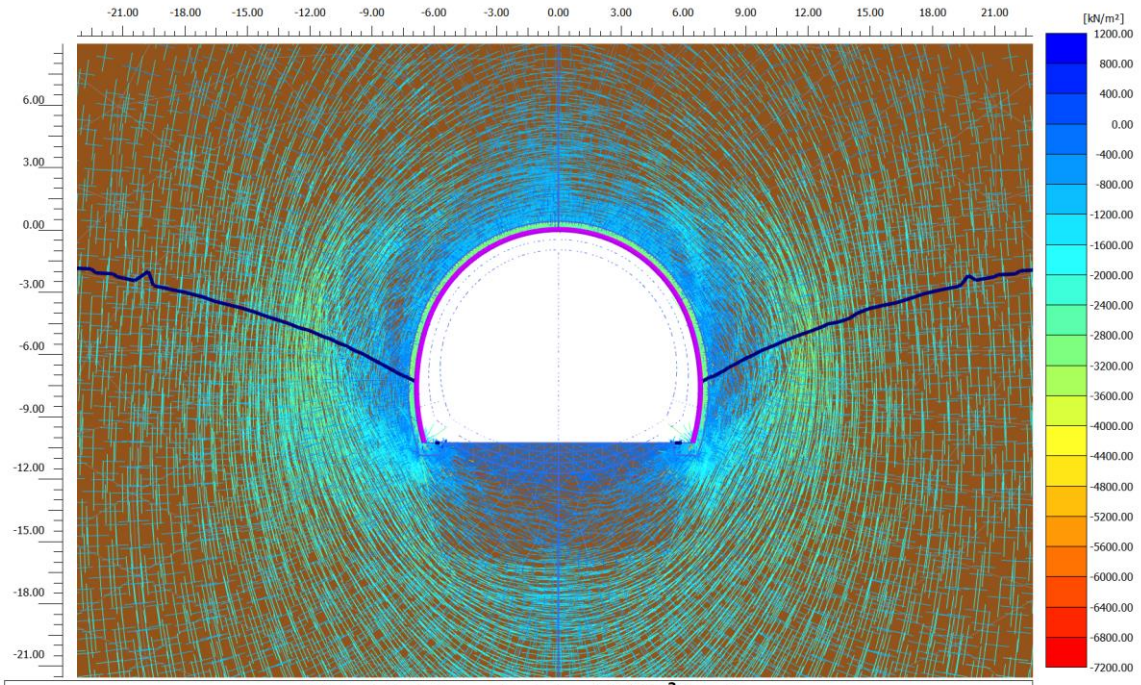
Fase 4 – Spostamenti orizzontali totali



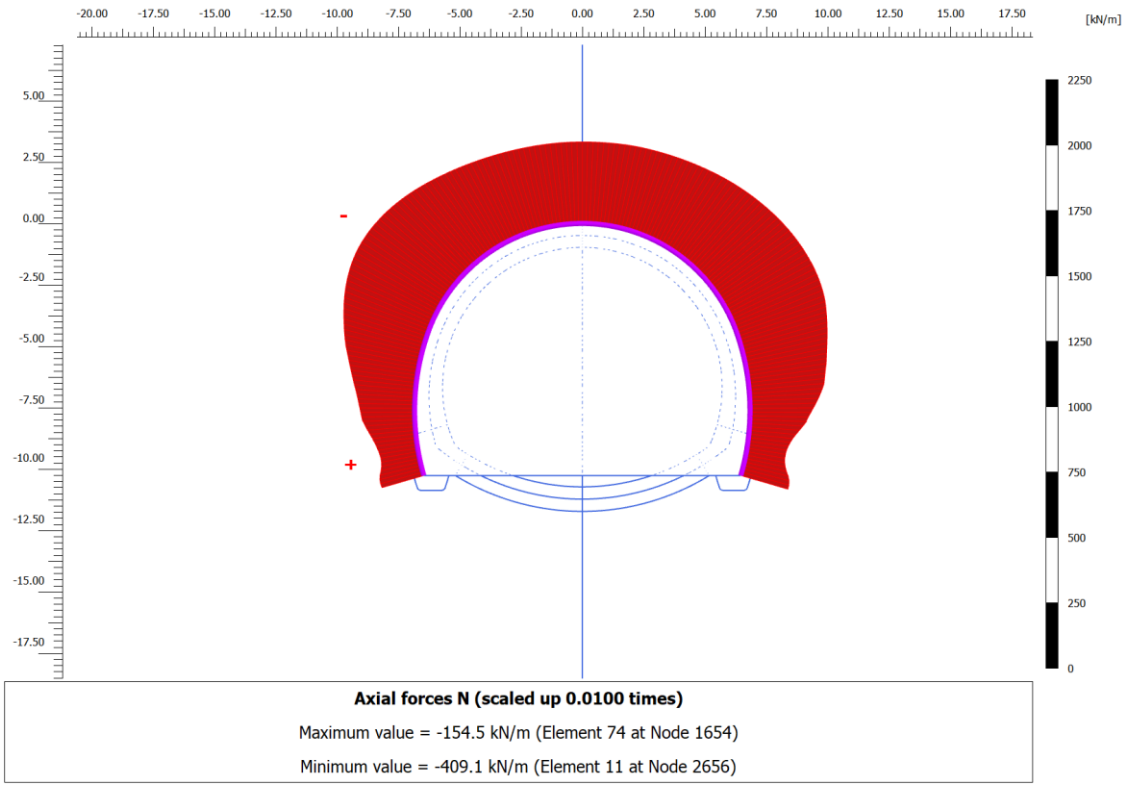
Fase 4 – Vettori spostamento totale



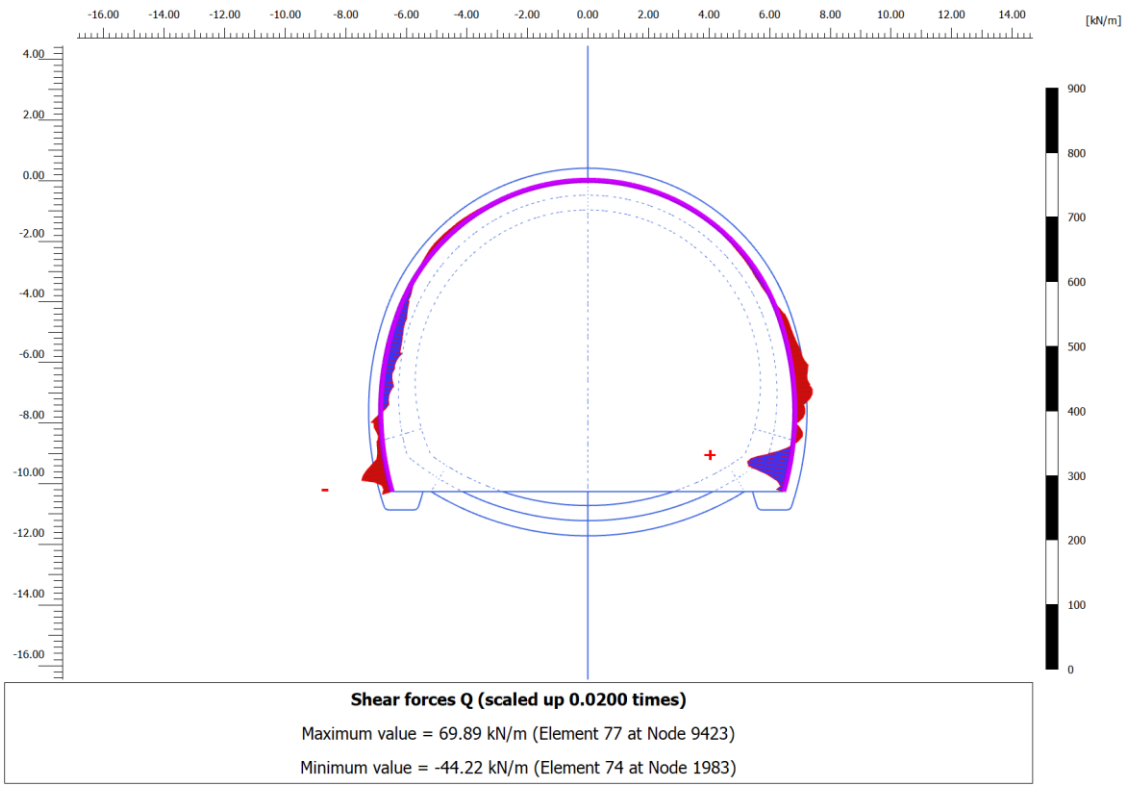
Fase 4 – Zone plastiche



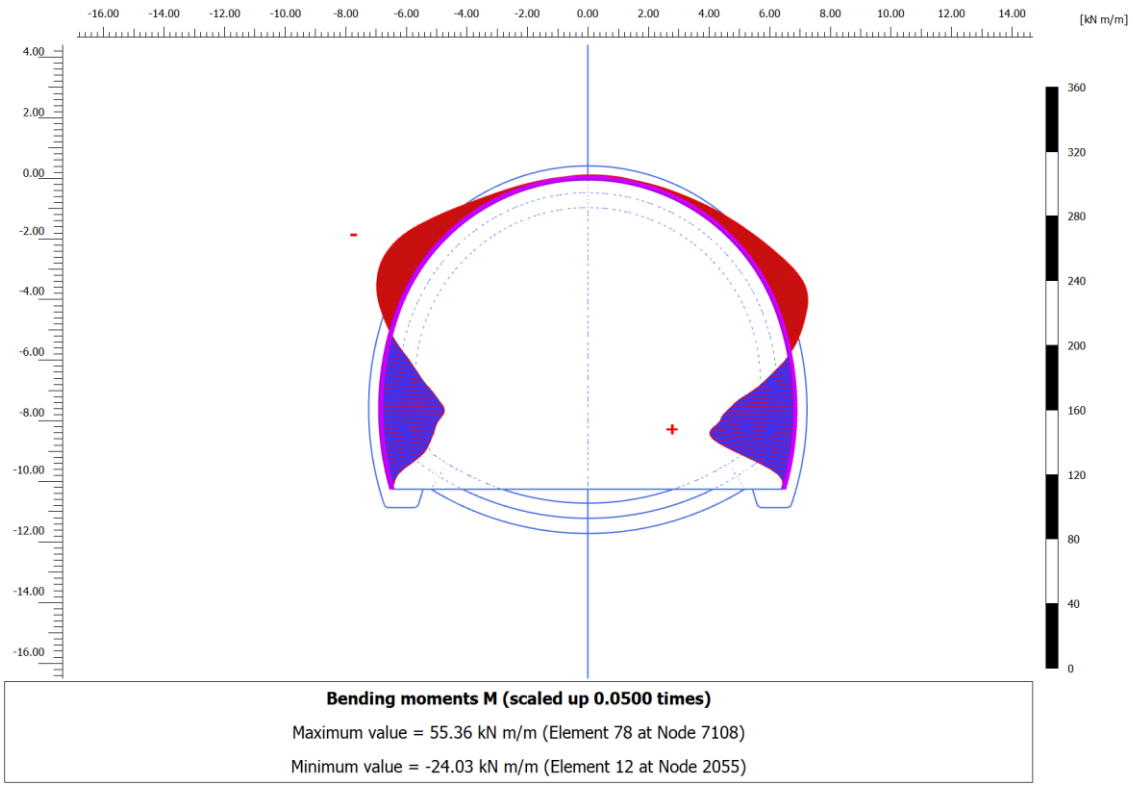
Fase 4 – Orientazione delle direzioni principali dello sforzo



Fase 4 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento di prima fase



Fase 4 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento di prima fase



Fase 4 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento di prima fase

FASE 4: Verifiche del rivestimento di prima fase

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
837	-185.2	-34.2	42.18	0.17	240.8	44.4	54.84	0.22	0.80	OK	104.25	0.06	104.25	OK
836	-188.6	-34.8	41.55	8.37	245.2	45.3	54.02	10.88	0.82	OK	102.88	2.85	103.00	OK
838	-182.2	-33.6	41.56	-8.84	236.9	43.7	54.03	11.49	0.79	OK	102.71	3.02	102.84	OK
835	-192.4	-35.5	39.84	13.73	250.1	46.2	51.79	17.85	0.83	OK	98.99	4.68	99.32	OK
835	-192.4	-35.5	39.84	13.43	250.1	46.2	51.79	17.45	0.83	OK	98.99	4.58	99.30	OK
845	-178.0	-32.9	39.61	-11.66	231.4	42.7	51.50	15.16	0.77	OK	98.03	3.98	98.27	OK
845	-179.5	-33.1	39.61	-16.62	233.3	43.1	51.50	21.60	0.78	OK	98.08	5.67	98.57	OK
726	-196.2	-36.2	37.91	12.50	255.0	47.1	49.28	16.25	0.85	OK	94.60	4.26	94.89	OK
846	-171.3	-31.6	37.76	-11.87	222.6	41.1	49.08	15.43	0.74	OK	93.48	4.05	93.74	OK
725	-200.5	-37.0	36.03	12.95	260.6	48.1	46.83	16.83	0.87	OK	90.32	4.41	90.65	OK
847	-164.2	-30.3	36.28	-8.48	213.5	39.4	47.16	11.02	0.71	OK	89.80	2.89	89.94	OK
724	-205.4	-37.9	33.96	14.95	267.1	49.3	44.14	19.43	0.89	OK	85.63	5.10	86.09	OK
848	-157.0	-29.0	35.19	-5.59	204.1	37.7	45.75	7.26	0.68	OK	87.05	1.91	87.12	OK
723	-211.1	-39.0	31.46	20.00	274.4	50.7	40.90	26.00	0.91	OK	79.98	6.82	80.85	OK
723	-211.1	-39.0	31.46	18.68	274.4	50.7	40.90	24.28	0.91	OK	79.98	6.37	80.74	OK
1277	-150.1	-27.7	34.34	-8.88	195.1	36.0	44.64	11.54	0.65	OK	84.85	3.03	85.01	OK
1277	-149.7	-27.6	34.34	-7.29	194.6	35.9	44.64	9.48	0.65	OK	84.83	2.49	84.94	OK
384	-216.7	-40.0	28.64	17.52	281.7	52.0	37.23	22.78	0.94	OK	73.55	5.98	74.27	OK
1278	-144.4	-26.6	33.02	-9.29	187.7	34.6	42.93	12.07	0.63	OK	81.60	3.17	81.78	OK
383	-222.4	-41.0	26.22	15.30	289.1	53.4	34.08	19.88	0.96	OK	68.05	5.22	68.65	OK
1279	-139.4	-25.7	31.68	-9.56	181.3	33.5	41.19	12.43	0.60	OK	78.31	3.26	78.52	OK
382	-228.2	-42.1	23.98	14.67	296.7	54.8	31.17	19.07	0.99	OK	63.00	5.00	63.59	OK
1280	-135.3	-25.0	30.24	-10.49	175.9	32.5	39.32	13.64	0.59	OK	74.82	3.58	75.08	OK
391	-234.6	-43.3	21.66	17.59	305.0	56.3	28.16	22.86	1.02	OK	57.78	6.00	58.71	OK
391	-234.4	-43.3	21.66	17.00	304.8	56.2	28.16	22.10	1.02	OK	57.77	5.80	58.64	OK
1653	-132.4	-24.4	28.59	-12.27	172.1	31.8	37.17	15.95	0.57	OK	70.88	4.18	71.25	OK
1653	-132.0	-24.4	28.59	-12.87	171.7	31.7	37.17	16.73	0.57	OK	70.87	4.39	71.27	OK
394	-240.8	-44.4	19.13	16.75	313.0	57.8	24.87	21.77	1.04	OK	52.05	5.71	52.98	OK
1654	-130.4	-24.1	26.18	-21.75	169.5	31.3	34.04	28.28	0.57	OK	65.18	7.42	66.43	OK
393	-247.2	-45.6	16.53	18.18	321.4	59.3	21.49	23.63	1.07	OK	46.16	6.20	47.39	OK
1655	-130.7	-24.1	22.31	-31.66	169.9	31.4	29.00	41.16	0.57	OK	56.13	10.80	59.16	OK
392	-254.1	-46.9	13.61	21.10	330.3	61.0	17.70	27.43	1.10	OK	39.55	7.19	41.47	OK
1656	-133.4	-24.6	17.17	-39.86	173.4	32.0	22.32	51.82	0.58	OK	44.19	13.59	50.07	OK
733	-260.8	-48.1	10.18	21.25	339.0	62.6	13.24	27.62	1.13	OK	31.73	7.25	34.12	OK
733	-261.3	-48.2	10.18	24.74	339.7	62.7	13.24	32.17	1.13	OK	31.75	8.44	34.95	OK
1983	-138.5	-25.6	11.06	-44.22	180.1	33.2	14.38	57.49	0.60	OK	30.07	15.08	39.83	OK
1983	-138.0	-25.5	11.06	-43.38	179.4	33.1	14.38	56.40	0.60	OK	30.05	14.80	39.49	OK
736	-267.0	-49.3	7.04	20.82	347.1	64.1	9.16	27.07	1.16	OK	24.58	7.10	27.49	OK
1984	-145.3	-26.8	6.41	-23.46	188.9	34.9	8.33	30.49	0.63	OK	19.40	8.00	23.84	OK
735	-273.0	-50.4	3.93	20.62	354.9	65.5	5.11	26.80	1.18	OK	17.48	7.03	21.31	OK
1985	-149.4	-27.6	3.81	-13.84	194.2	35.8	4.95	17.99	0.65	OK	13.45	4.72	15.74	OK
734	-278.7	-51.4	0.89	20.00	362.3	66.9	1.16	26.00	1.21	OK	10.55	6.82	15.84	OK
1986	-150.7	-27.8	2.05	-12.34	196.0	36.2	2.66	16.04	0.65	OK	9.36	4.21	11.87	OK
1395	-284.0	-52.4	-2.00	18.35	369.3	68.2	2.60	23.85	1.23	OK	13.30	6.26	17.16	OK
1395	-284.1	-52.4	-2.00	19.14	369.4	68.2	2.60	24.88	1.23	OK	13.31	6.53	17.46	OK
1997	-149.7	-27.6	0.00	-16.78	194.6	35.9	0.00	21.81	0.65	OK	4.55	5.72	10.90	OK
1398	-289.6	-53.5	-4.74	17.56	376.5	69.5	6.17	22.83	1.26	OK	19.89	5.99	22.43	OK

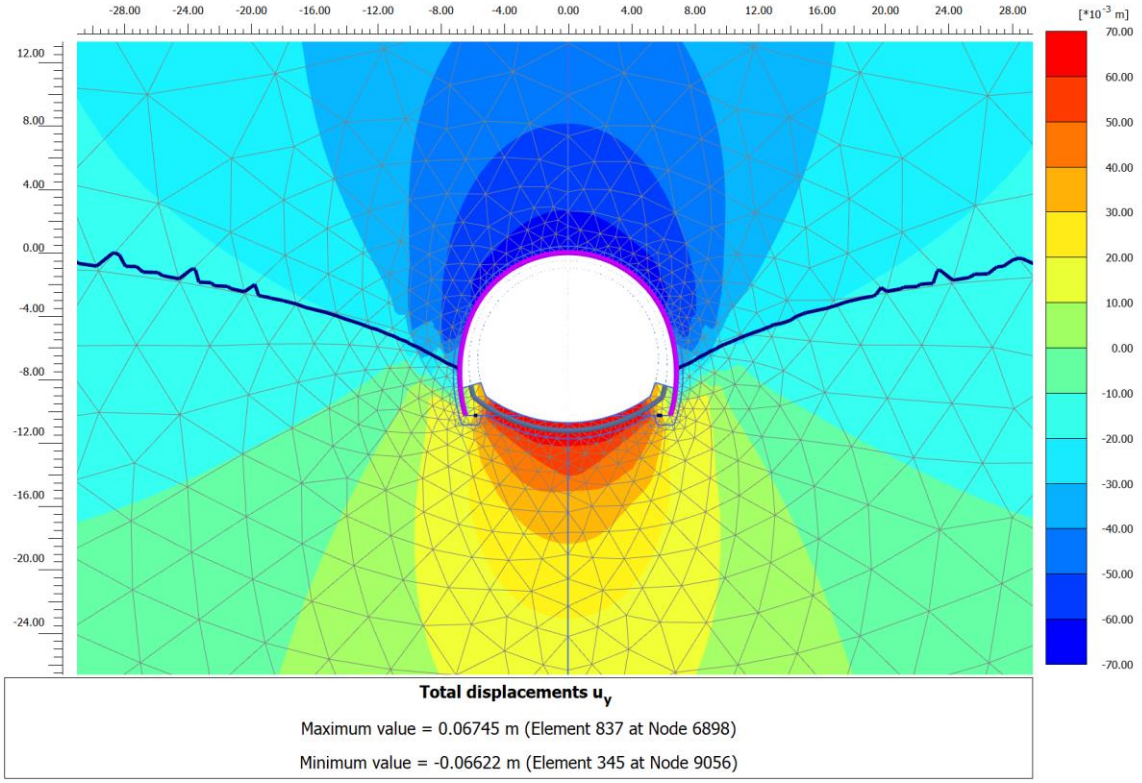
Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
1397	-295.1	-54.5	-7.28	16.51	383.7	70.8	9.47	21.46	1.28	OK	25.99	5.63	27.76	OK
1396	-300.6	-55.5	-9.72	16.16	390.8	72.1	12.64	21.01	1.30	OK	31.86	5.51	33.26	OK
1683	-306.0	-56.5	-12.17	16.76	397.8	73.4	15.82	21.79	1.33	OK	37.75	5.72	39.02	OK
1683	-306.1	-56.5	-12.17	16.71	397.9	73.4	15.82	21.72	1.33	OK	37.75	5.70	39.02	OK
1686	-311.5	-57.5	-14.46	14.61	404.9	74.7	18.80	18.99	1.35	OK	43.27	4.98	44.12	OK
1685	-316.6	-58.4	-16.48	12.97	411.6	76.0	21.43	16.86	1.37	OK	48.16	4.42	48.76	OK
1684	-321.5	-59.3	-18.27	11.44	417.9	77.1	23.75	14.87	1.39	OK	52.48	3.90	52.91	OK
2023	-326.3	-60.2	-19.82	8.06	424.2	78.3	25.77	10.47	1.41	OK	56.26	2.75	56.46	OK
2023	-326.1	-60.2	-19.82	9.60	423.9	78.2	25.77	12.49	1.41	OK	56.25	3.28	56.54	OK
2026	-330.2	-61.0	-21.05	8.29	429.3	79.2	27.37	10.78	1.43	OK	59.25	2.83	59.46	OK
2025	-333.9	-61.6	-22.17	6.93	434.1	80.1	28.82	9.01	1.45	OK	61.98	2.36	62.11	OK
2024	-337.3	-62.3	-23.05	4.89	438.5	80.9	29.97	6.36	1.46	OK	64.15	1.67	64.21	OK
2053	-339.9	-62.7	-23.63	4.22	441.9	81.6	30.71	5.48	1.47	OK	65.56	1.44	65.61	OK
2053	-340.1	-62.8	-23.63	3.10	442.1	81.6	30.71	4.03	1.47	OK	65.57	1.06	65.59	OK
2056	-342.2	-63.2	-24.00	1.14	444.8	82.1	31.19	1.49	1.48	OK	66.50	0.39	66.50	OK
2055	-343.7	-63.4	-24.03	-0.61	446.9	82.5	31.24	0.79	1.49	OK	66.63	0.21	66.63	OK
2054	-344.7	-63.6	-23.85	-1.64	448.1	82.7	31.01	2.13	1.49	OK	66.24	0.56	66.24	OK
2653	-345.2	-63.7	-23.55	-2.96	448.8	82.8	30.62	3.84	1.50	OK	65.55	1.01	65.58	OK
2653	-345.1	-63.7	-23.55	-2.53	448.7	82.8	30.62	3.29	1.50	OK	65.55	0.86	65.57	OK
2656	-345.4	-63.7	-23.04	-4.01	449.0	82.9	29.95	5.21	1.50	OK	64.36	1.37	64.40	OK
2655	-345.0	-63.7	-22.38	-4.97	448.5	82.8	29.09	6.47	1.50	OK	62.81	1.70	62.87	OK
2654	-344.2	-63.5	-21.58	-5.90	447.5	82.6	28.06	7.67	1.49	OK	60.91	2.01	61.01	OK
2667	-343.0	-63.3	-20.65	-6.92	445.9	82.3	26.84	8.99	1.49	OK	58.70	2.36	58.84	OK
2667	-343.0	-63.3	-20.65	-6.82	445.9	82.3	26.84	8.86	1.49	OK	58.70	2.33	58.84	OK
2670	-341.8	-63.1	-19.59	-7.51	444.3	82.0	25.46	9.76	1.48	OK	56.18	2.56	56.35	OK
2669	-340.2	-62.8	-18.46	-7.83	442.2	81.6	24.00	10.17	1.47	OK	53.49	2.67	53.69	OK
2668	-338.3	-62.4	-17.31	-7.83	439.8	81.2	22.50	10.18	1.47	OK	50.74	2.67	50.95	OK
2749	-336.1	-62.0	-16.18	-7.73	436.9	80.6	21.03	10.05	1.46	OK	48.03	2.64	48.25	OK
2749	-336.0	-62.0	-16.18	-7.48	436.9	80.6	21.03	9.73	1.46	OK	48.03	2.55	48.24	OK
2752	-333.8	-61.6	-15.06	-7.44	433.9	80.1	19.58	9.67	1.45	OK	45.36	2.54	45.57	OK
2751	-331.4	-61.2	-14.00	-7.14	430.8	79.5	18.19	9.28	1.44	OK	42.79	2.43	42.99	OK
2750	-328.8	-60.7	-12.97	-6.87	427.4	78.9	16.86	8.93	1.42	OK	40.31	2.34	40.51	OK
3051	-326.1	-60.2	-11.97	-6.59	423.9	78.2	15.57	8.56	1.41	OK	37.90	2.25	38.10	OK
3051	-326.0	-60.2	-11.97	-6.70	423.9	78.2	15.57	8.71	1.41	OK	37.90	2.28	38.11	OK
3054	-323.1	-59.6	-11.00	-6.60	420.0	77.5	14.30	8.58	1.40	OK	35.53	2.25	35.75	OK
3053	-320.2	-59.1	-10.06	-6.29	416.2	76.8	13.07	8.17	1.39	OK	33.23	2.14	33.44	OK
3052	-317.3	-58.6	-9.16	-5.82	412.5	76.1	11.91	7.57	1.37	OK	31.06	1.99	31.25	OK
3068	-314.5	-58.0	-8.34	-5.43	408.9	75.5	10.85	7.06	1.36	OK	29.06	1.85	29.24	OK
3068	-314.5	-58.0	-8.34	-5.38	408.9	75.5	10.85	6.99	1.36	OK	29.06	1.83	29.24	OK
3067	-311.8	-57.5	-7.58	-4.99	405.3	74.8	9.85	6.49	1.35	OK	27.19	1.70	27.35	OK
3066	-309.1	-57.1	-6.88	-4.58	401.9	74.2	8.94	5.96	1.34	OK	25.47	1.56	25.61	OK
3065	-306.6	-56.6	-6.24	-4.16	398.6	73.6	8.11	5.41	1.33	OK	23.89	1.42	24.02	OK
3075	-304.1	-56.1	-5.66	-3.77	395.4	73.0	7.36	4.90	1.32	OK	22.47	1.29	22.58	OK
3075	-304.2	-56.1	-5.66	-3.69	395.4	73.0	7.36	4.79	1.32	OK	22.47	1.26	22.57	OK
3078	-301.8	-55.7	-5.13	-3.39	392.3	72.4	6.67	4.41	1.31	OK	21.17	1.16	21.26	OK
3077	-299.6	-55.3	-4.66	-3.02	389.4	71.9	6.06	3.92	1.30	OK	20.00	1.03	20.08	OK
3076	-297.5	-54.9	-4.25	-2.67	386.7	71.4	5.52	3.47	1.29	OK	18.96	0.91	19.03	OK
3167	-295.5	-54.5	-3.88	-2.35	384.2	70.9	5.04	3.06	1.28	OK	18.04	0.80	18.10	OK
3167	-295.5	-54.5	-3.88	-2.36	384.2	70.9	5.04	3.07	1.28	OK	18.04	0.80	18.10	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
3170	-293.7	-54.2	-3.55	-2.07	381.8	70.5	4.62	2.69	1.27	OK	17.23	0.71	17.27	OK
3169	-292.0	-53.9	-3.27	-1.81	379.6	70.1	4.25	2.35	1.27	OK	16.52	0.62	16.55	OK
3168	-290.5	-53.6	-3.02	-1.57	377.6	69.7	3.93	2.05	1.26	OK	15.89	0.54	15.92	OK
3879	-289.0	-53.3	-2.81	-1.37	375.8	69.4	3.65	1.78	1.25	OK	15.34	0.47	15.36	OK
3879	-289.0	-53.3	-2.81	-1.38	375.8	69.4	3.65	1.79	1.25	OK	15.34	0.47	15.36	OK
3882	-287.7	-53.1	-2.62	-1.22	374.1	69.0	3.40	1.59	1.25	OK	14.86	0.42	14.87	OK
3881	-286.6	-52.9	-2.45	-1.11	372.6	68.8	3.18	1.45	1.24	OK	14.42	0.38	14.44	OK
3880	-285.5	-52.7	-2.29	-1.04	371.2	68.5	2.97	1.35	1.24	OK	14.02	0.35	14.03	OK
4815	-284.6	-52.5	-2.14	-0.98	370.0	68.3	2.78	1.28	1.23	OK	13.65	0.34	13.66	OK
4815	-284.6	-52.5	-2.14	-1.02	370.0	68.3	2.78	1.32	1.23	OK	13.65	0.35	13.66	OK
4818	-283.8	-52.4	-2.01	-0.70	368.9	68.1	2.62	0.90	1.23	OK	13.33	0.24	13.33	OK
4817	-283.1	-52.2	-1.93	-0.43	368.0	67.9	2.51	0.55	1.23	OK	13.12	0.15	13.12	OK
4816	-282.5	-52.1	-1.88	-0.30	367.2	67.8	2.45	0.39	1.22	OK	12.98	0.10	12.98	OK
5440	-282.0	-52.0	-1.83	-0.38	366.6	67.7	2.38	0.49	1.22	OK	12.85	0.13	12.86	OK
5440	-282.0	-52.0	-1.83	-0.40	366.6	67.7	2.38	0.52	1.22	OK	12.85	0.14	12.86	OK
5443	-281.5	-52.0	-1.76	-0.51	366.0	67.5	2.29	0.67	1.22	OK	12.68	0.18	12.68	OK
5442	-281.2	-51.9	-1.70	-0.30	365.5	67.5	2.21	0.39	1.22	OK	12.52	0.10	12.52	OK
5441	-280.9	-51.9	-1.69	0.25	365.2	67.4	2.20	0.33	1.22	OK	12.49	0.09	12.49	OK
5933	-280.9	-51.8	-1.79	1.59	365.1	67.4	2.33	2.07	1.22	OK	12.72	0.54	12.75	OK
5933	-280.8	-51.8	-1.79	1.12	365.1	67.4	2.33	1.46	1.22	OK	12.71	0.38	12.73	OK
5937	-280.6	-51.8	-1.96	0.81	364.8	67.3	2.55	1.05	1.22	OK	13.11	0.28	13.12	OK
5936	-280.4	-51.7	-2.04	0.35	364.5	67.3	2.66	0.46	1.21	OK	13.29	0.12	13.30	OK
5935	-280.3	-51.7	-2.08	0.19	364.4	67.2	2.70	0.25	1.21	OK	13.37	0.07	13.38	OK
5934	-280.3	-51.7	-2.11	0.23	364.4	67.3	2.75	0.30	1.21	OK	13.45	0.08	13.45	OK
5934	-280.3	-51.7	-2.11	0.31	364.4	67.3	2.75	0.40	1.21	OK	13.45	0.10	13.46	OK
5922	-280.4	-51.8	-2.15	0.28	364.5	67.3	2.80	0.36	1.22	OK	13.55	0.09	13.55	OK
5921	-280.6	-51.8	-2.19	0.28	364.8	67.3	2.85	0.36	1.22	OK	13.65	0.10	13.65	OK
5920	-280.9	-51.8	-2.23	0.22	365.2	67.4	2.90	0.28	1.22	OK	13.74	0.07	13.75	OK
5919	-281.3	-51.9	-2.25	0.07	365.7	67.5	2.93	0.09	1.22	OK	13.81	0.02	13.81	OK
5919	-281.3	-51.9	-2.25	0.06	365.7	67.5	2.93	0.08	1.22	OK	13.81	0.02	13.81	OK
5542	-281.7	-52.0	-2.26	0.06	366.2	67.6	2.94	0.07	1.22	OK	13.84	0.02	13.84	OK
5541	-282.3	-52.1	-2.27	0.11	366.9	67.7	2.95	0.14	1.22	OK	13.89	0.04	13.89	OK
5540	-282.9	-52.2	-2.28	0.05	367.8	67.9	2.97	0.06	1.23	OK	13.93	0.02	13.93	OK
5894	-283.8	-52.4	-2.27	-1.17	368.9	68.1	2.95	1.51	1.23	OK	13.93	0.40	13.95	OK
5894	-283.7	-52.4	-2.27	-0.29	368.8	68.1	2.95	0.38	1.23	OK	13.93	0.10	13.93	OK
5897	-284.4	-52.5	-2.17	-0.35	369.7	68.2	2.82	0.45	1.23	OK	13.71	0.12	13.71	OK
5896	-285.0	-52.6	-2.15	0.05	370.5	68.4	2.79	0.06	1.23	OK	13.67	0.02	13.67	OK
5895	-285.6	-52.7	-2.17	0.27	371.3	68.5	2.83	0.35	1.24	OK	13.76	0.09	13.76	OK
5912	-286.2	-52.8	-2.23	0.73	372.1	68.7	2.90	0.95	1.24	OK	13.91	0.25	13.92	OK
5912	-286.2	-52.8	-2.23	0.58	372.1	68.7	2.90	0.75	1.24	OK	13.91	0.20	13.92	OK
5911	-286.9	-53.0	-2.36	0.98	373.0	68.8	3.07	1.28	1.24	OK	14.23	0.34	14.24	OK
5910	-287.7	-53.1	-2.51	1.12	374.0	69.0	3.27	1.45	1.25	OK	14.62	0.38	14.63	OK
5909	-288.5	-53.3	-2.68	1.16	375.1	69.2	3.49	1.50	1.25	OK	15.04	0.39	15.05	OK
5908	-289.5	-53.4	-2.85	1.16	376.3	69.5	3.71	1.51	1.25	OK	15.46	0.40	15.47	OK
5908	-289.5	-53.4	-2.85	1.13	376.3	69.5	3.71	1.47	1.25	OK	15.46	0.39	15.47	OK
5619	-290.5	-53.6	-3.02	1.21	377.7	69.7	3.93	1.57	1.26	OK	15.89	0.41	15.91	OK
5618	-291.6	-53.8	-3.21	1.31	379.1	70.0	4.17	1.71	1.26	OK	16.36	0.45	16.38	OK
5617	-292.8	-54.0	-3.41	1.46	380.7	70.3	4.44	1.90	1.27	OK	16.87	0.50	16.89	OK
5616	-294.1	-54.3	-3.64	1.63	382.4	70.6	4.73	2.12	1.27	OK	17.44	0.56	17.47	OK

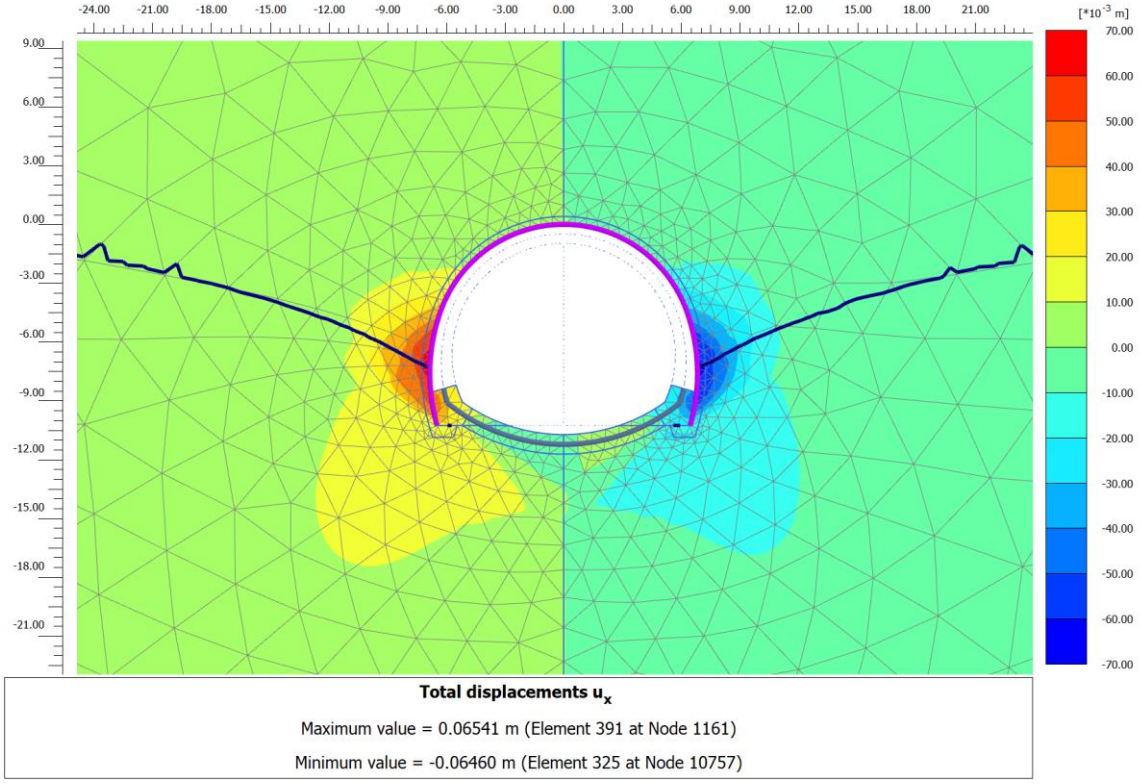
Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
5616	-294.2	-54.3	-3.64	1.64	382.4	70.6	4.73	2.14	1.27	OK	17.44	0.56	17.47	OK
5504	-295.6	-54.6	-3.89	1.81	384.2	70.9	5.06	2.36	1.28	OK	18.08	0.62	18.11	OK
5503	-297.1	-54.8	-4.17	2.01	386.2	71.3	5.42	2.62	1.29	OK	18.78	0.69	18.81	OK
5502	-298.6	-55.1	-4.48	2.22	388.2	71.7	5.83	2.88	1.29	OK	19.55	0.76	19.59	OK
6040	-300.3	-55.4	-4.82	2.41	390.3	72.0	6.27	3.13	1.30	OK	20.39	0.82	20.44	OK
6040	-300.3	-55.4	-4.82	2.46	390.3	72.0	6.27	3.19	1.30	OK	20.39	0.84	20.44	OK
6039	-302.0	-55.7	-5.19	2.55	392.6	72.5	6.75	3.32	1.31	OK	21.30	0.87	21.36	OK
6038	-303.7	-56.1	-5.57	2.70	394.8	72.9	7.25	3.50	1.32	OK	22.26	0.92	22.31	OK
6037	-305.5	-56.4	-5.98	2.87	397.2	73.3	7.78	3.74	1.32	OK	23.26	0.98	23.33	OK
6036	-307.3	-56.7	-6.42	3.09	399.5	73.7	8.34	4.02	1.33	OK	24.34	1.05	24.41	OK
6036	-307.3	-56.7	-6.42	3.08	399.5	73.7	8.34	4.01	1.33	OK	24.34	1.05	24.41	OK
6025	-309.1	-57.1	-6.88	3.19	401.8	74.2	8.94	4.15	1.34	OK	25.47	1.09	25.54	OK
6024	-310.9	-57.4	-7.35	3.28	404.2	74.6	9.56	4.26	1.35	OK	26.64	1.12	26.71	OK
6023	-312.6	-57.7	-7.84	3.41	406.4	75.0	10.20	4.43	1.35	OK	27.84	1.16	27.91	OK
6022	-314.4	-58.0	-8.36	3.61	408.7	75.4	10.87	4.69	1.36	OK	29.09	1.23	29.17	OK
6022	-314.4	-58.0	-8.36	3.64	408.7	75.4	10.87	4.73	1.36	OK	29.09	1.24	29.17	OK
5739	-316.1	-58.3	-8.89	3.69	410.9	75.8	11.56	4.80	1.37	OK	30.40	1.26	30.47	OK
5738	-317.8	-58.7	-9.44	3.81	413.1	76.3	12.28	4.96	1.38	OK	31.73	1.30	31.81	OK
5737	-319.5	-59.0	-10.02	3.98	415.3	76.7	13.02	5.18	1.38	OK	33.12	1.36	33.20	OK
5736	-321.2	-59.3	-10.62	4.08	417.5	77.1	13.80	5.30	1.39	OK	34.57	1.39	34.66	OK
5736	-321.2	-59.3	-10.62	4.20	417.5	77.1	13.80	5.46	1.39	OK	34.57	1.43	34.66	OK
5073	-322.8	-59.6	-11.24	4.43	419.6	77.4	14.61	5.76	1.40	OK	36.08	1.51	36.17	OK
5072	-324.3	-59.9	-11.91	4.77	421.6	77.8	15.49	6.20	1.41	OK	37.71	1.63	37.81	OK
5071	-325.8	-60.1	-12.64	5.04	423.5	78.2	16.43	6.55	1.41	OK	39.44	1.72	39.55	OK
5087	-327.2	-60.4	-13.39	5.05	425.3	78.5	17.40	6.56	1.42	OK	41.24	1.72	41.35	OK
5087	-327.2	-60.4	-13.39	5.17	425.4	78.5	17.40	6.72	1.42	OK	41.24	1.76	41.35	OK
5086	-328.5	-60.6	-14.14	5.18	427.1	78.8	18.38	6.73	1.42	OK	43.03	1.77	43.14	OK
5085	-329.7	-60.9	-14.91	5.41	428.6	79.1	19.38	7.03	1.43	OK	44.88	1.84	44.99	OK
5084	-330.8	-61.1	-15.72	5.69	430.0	79.4	20.44	7.40	1.43	OK	46.81	1.94	46.93	OK
5716	-331.6	-61.2	-16.58	5.73	431.1	79.6	21.56	7.45	1.44	OK	48.84	1.96	48.96	OK
5716	-331.7	-61.2	-16.58	5.99	431.2	79.6	21.56	7.79	1.44	OK	48.84	2.04	48.97	OK
5719	-332.3	-61.3	-17.48	6.41	432.0	79.7	22.72	8.34	1.44	OK	50.96	2.19	51.10	OK
5718	-332.8	-61.4	-18.44	6.64	432.7	79.9	23.97	8.63	1.44	OK	53.23	2.26	53.37	OK
5717	-333.2	-61.5	-19.41	6.46	433.2	79.9	25.23	8.40	1.44	OK	55.50	2.20	55.63	OK
5868	-333.4	-61.5	-20.32	6.25	433.4	80.0	26.42	8.13	1.44	OK	57.64	2.13	57.76	OK
5868	-333.4	-61.5	-20.32	5.93	433.4	80.0	26.42	7.71	1.44	OK	57.64	2.02	57.75	OK
5871	-333.4	-61.5	-21.18	5.49	433.4	80.0	27.54	7.14	1.44	OK	59.66	1.87	59.74	OK
5870	-333.0	-61.5	-21.93	4.61	432.9	79.9	28.50	5.99	1.44	OK	61.38	1.57	61.44	OK
5869	-332.4	-61.3	-22.53	3.62	432.1	79.7	29.29	4.71	1.44	OK	62.78	1.23	62.81	OK
6582	-331.3	-61.2	-22.98	2.09	430.7	79.5	29.88	2.72	1.44	OK	63.80	0.71	63.82	OK
6582	-331.4	-61.2	-22.98	2.55	430.9	79.5	29.88	3.31	1.44	OK	63.81	0.87	63.82	OK
6585	-329.9	-60.9	-23.02	-1.36	428.8	79.1	29.93	1.77	1.43	OK	63.85	0.46	63.86	OK
6584	-328.0	-60.5	-22.62	-4.10	426.3	78.7	29.41	5.33	1.42	OK	62.86	1.40	62.90	OK
6583	-325.6	-60.1	-21.84	-6.52	423.3	78.1	28.39	8.48	1.41	OK	60.94	2.23	61.07	OK
6600	-322.6	-59.5	-20.70	-10.08	419.4	77.4	26.91	13.11	1.40	OK	58.20	3.44	58.50	OK
6600	-322.7	-59.6	-20.70	-9.03	419.5	77.4	26.91	11.74	1.40	OK	58.20	3.08	58.45	OK
6599	-318.9	-58.9	-19.05	-11.73	414.6	76.5	24.77	15.24	1.38	OK	54.24	4.00	54.68	OK
6598	-315.1	-58.2	-17.23	-12.55	409.6	75.6	22.40	16.32	1.37	OK	49.87	4.28	50.41	OK
6597	-311.1	-57.4	-15.32	-12.93	404.4	74.6	19.91	16.81	1.35	OK	45.26	4.41	45.90	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
9605	-168.5	-31.1	0.00	12.50	219.0	40.4	0.00	16.26	0.73	OK	5.12	4.26	8.98	OK
6596	-306.9	-56.6	-13.36	-13.23	398.9	73.6	17.37	17.20	1.33	OK	40.57	4.51	41.31	OK
6596	-306.9	-56.6	-13.36	-13.46	399.0	73.6	17.37	17.50	1.33	OK	40.57	4.59	41.34	OK
9591	-168.0	-31.0	1.23	6.86	218.4	40.3	1.60	8.92	0.73	OK	7.98	2.34	8.95	OK
6413	-302.6	-55.9	-11.31	-14.08	393.4	72.6	14.70	18.31	1.31	OK	35.63	4.80	36.59	OK
9592	-164.7	-30.4	2.60	14.34	214.1	39.5	3.38	18.65	0.71	OK	11.09	4.89	13.95	OK
6412	-298.3	-55.1	-9.13	-15.11	387.8	71.6	11.87	19.64	1.29	OK	30.40	5.15	31.68	OK
9593	-158.1	-29.2	5.96	34.65	205.5	37.9	7.75	45.05	0.69	OK	18.75	11.82	27.76	OK
6411	-294.0	-54.3	-6.76	-16.60	382.2	70.5	8.79	21.58	1.27	OK	24.73	5.66	26.60	OK
9590	-148.5	-27.4	13.15	65.79	193.0	35.6	17.10	85.53	0.64	OK	35.26	22.44	52.47	OK
9590	-147.8	-27.3	13.15	67.50	192.1	35.5	17.10	87.75	0.64	OK	35.24	23.02	53.21	OK
6845	-289.6	-53.5	-4.13	-18.64	376.5	69.5	5.37	24.23	1.26	OK	18.45	6.36	21.49	OK
6845	-289.8	-53.5	-4.13	-19.14	376.8	69.5	5.37	24.89	1.26	OK	18.46	6.53	21.65	OK
9423	-141.2	-26.1	23.01	69.89	183.6	33.9	29.92	90.85	0.61	OK	58.10	23.83	71.27	OK
6848	-285.4	-52.7	-1.26	-19.34	371.0	68.5	1.63	25.14	1.24	OK	11.60	6.59	16.28	OK
9424	-136.3	-25.2	32.80	65.40	177.2	32.7	42.64	85.02	0.59	OK	80.84	22.30	89.59	OK
6847	-281.3	-51.9	1.71	-20.60	365.7	67.5	2.22	26.78	1.22	OK	12.54	7.03	17.48	OK
9425	-133.9	-24.7	41.46	53.81	174.1	32.1	53.90	69.95	0.58	OK	101.01	18.35	105.90	OK
6846	-277.6	-51.2	4.99	-23.43	360.9	66.6	6.49	30.46	1.20	OK	20.10	7.99	24.41	OK
9422	-133.8	-24.7	48.00	38.94	173.9	32.1	62.40	50.62	0.58	OK	116.30	13.28	118.55	OK
9422	-134.2	-24.8	48.00	36.58	174.4	32.2	62.40	47.55	0.58	OK	116.31	12.48	118.30	OK
6862	-274.3	-50.6	8.83	-28.32	356.6	65.8	11.48	36.81	1.19	OK	28.98	9.66	33.47	OK
6862	-274.2	-50.6	8.83	-27.16	356.4	65.8	11.48	35.31	1.19	OK	28.98	9.26	33.13	OK
7106	-135.5	-25.0	52.43	23.12	176.1	32.5	68.16	30.06	0.59	OK	126.71	7.89	127.44	OK
6861	-269.6	-49.8	12.82	-25.62	350.5	64.7	16.67	33.31	1.17	OK	38.17	8.74	41.06	OK
7107	-139.1	-25.7	54.76	9.76	180.9	33.4	71.19	12.69	0.60	OK	132.26	3.33	132.39	OK
6860	-265.5	-49.0	16.46	-23.52	345.2	63.7	21.39	30.58	1.15	OK	46.54	8.02	48.57	OK
7108	-144.7	-26.7	55.36	-0.93	188.1	34.7	71.97	1.20	0.63	OK	133.85	0.32	133.85	OK
6859	-261.9	-48.3	19.95	-23.20	340.5	62.9	25.94	30.16	1.14	OK	54.61	7.91	56.30	OK
7105	-151.7	-28.0	54.63	-8.01	197.3	36.4	71.02	10.42	0.66	OK	132.35	2.73	132.43	OK
7105	-152.0	-28.1	54.63	-8.74	197.6	36.5	71.02	11.36	0.66	OK	132.36	2.98	132.46	OK
6987	-258.8	-47.8	23.63	-27.00	336.4	62.1	30.72	35.10	1.12	OK	63.11	9.21	65.09	OK
6987	-258.8	-47.8	23.63	-25.36	336.5	62.1	30.72	32.97	1.12	OK	63.11	8.65	64.86	OK
7092	-161.5	-29.8	52.84	-14.33	210.0	38.8	68.70	18.63	0.70	OK	128.46	4.89	128.74	OK
6990	-252.0	-46.5	27.88	-30.29	327.6	60.5	36.24	39.38	1.09	OK	72.83	10.33	75.00	OK
7093	-172.4	-31.8	50.71	-13.64	224.1	41.4	65.93	17.73	0.75	OK	123.81	4.65	124.07	OK
6989	-244.2	-45.1	32.42	-29.78	317.5	58.6	42.14	38.71	1.06	OK	83.22	10.15	85.06	OK
7094	-183.7	-33.9	49.00	-8.21	238.8	44.1	63.70	10.67	0.80	OK	120.14	2.80	120.24	OK
6988	-235.9	-43.5	36.57	-24.86	306.7	56.6	47.55	32.32	1.02	OK	92.68	8.48	93.84	OK
7091	-195.1	-36.0	48.36	-0.33	253.6	46.8	62.86	0.42	0.85	OK	118.99	0.11	118.99	OK
7091	-193.2	-35.7	48.36	-5.55	251.1	46.3	62.86	7.22	0.84	OK	118.93	1.89	118.98	OK
7001	-227.3	-41.9	39.70	-16.58	295.4	54.5	51.62	21.55	0.98	OK	99.74	5.65	100.22	OK
7001	-227.3	-42.0	39.70	-14.40	295.5	54.5	51.62	18.72	0.99	OK	99.74	4.91	100.10	OK
7002	-200.8	-37.1	46.86	-13.44	261.0	48.2	60.92	17.47	0.87	OK	115.66	4.58	115.94	OK
7004	-218.1	-40.2	42.03	-16.57	283.5	52.3	54.64	21.54	0.94	OK	104.90	5.65	105.35	OK
7003	-209.1	-38.6	44.57	-16.68	271.9	50.2	57.95	21.69	0.91	OK	110.57	5.69	111.01	OK

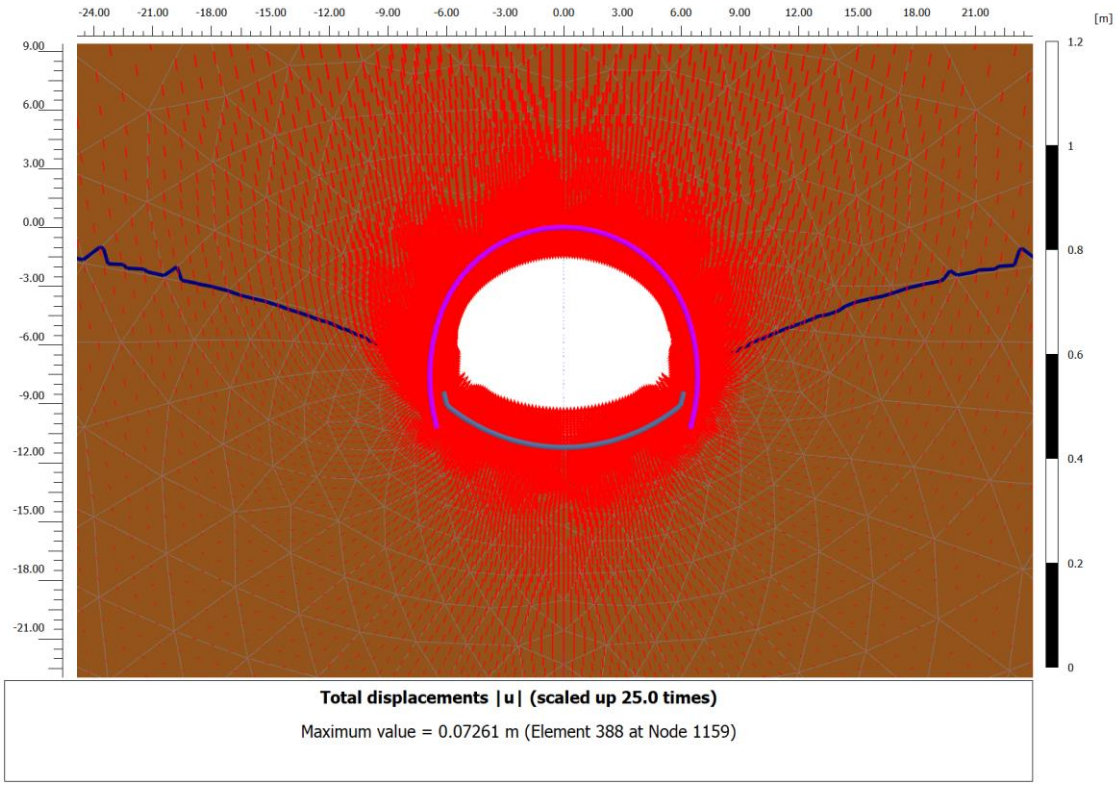
RISULTATI FASE 5 – Installazione arco rovescio



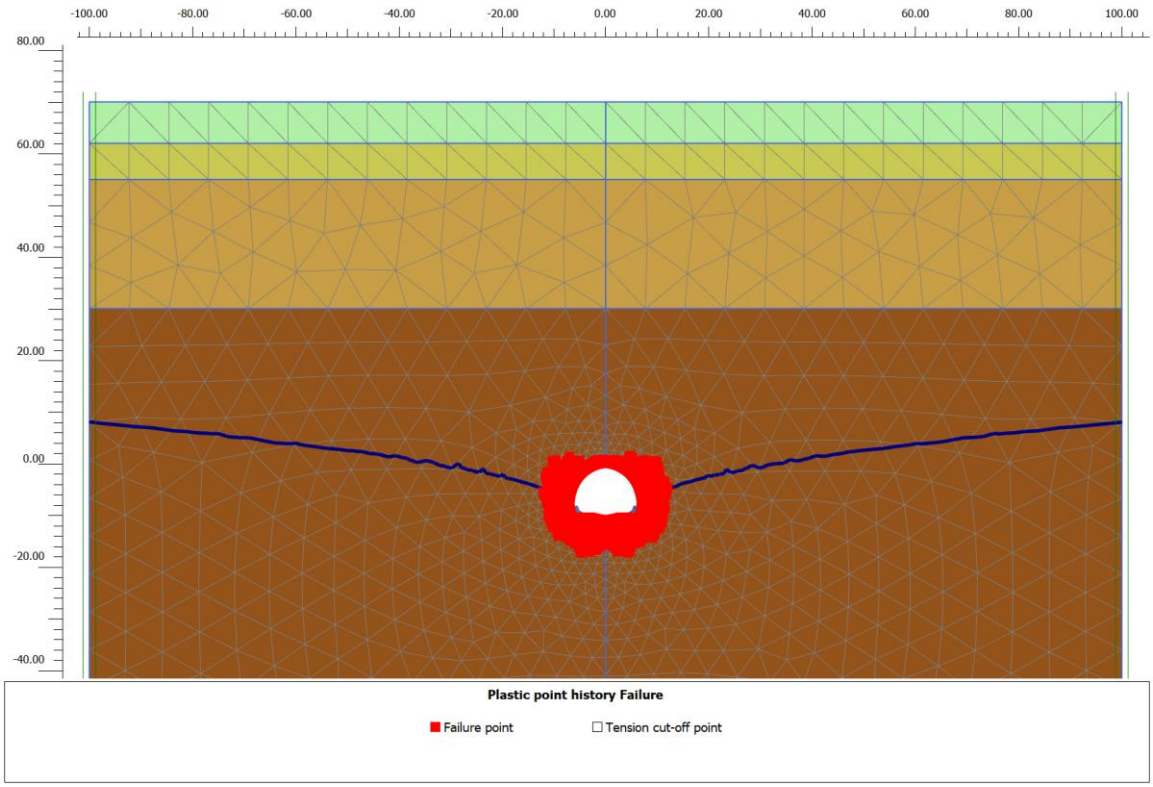
Fase 5 – Spostamenti verticali totali



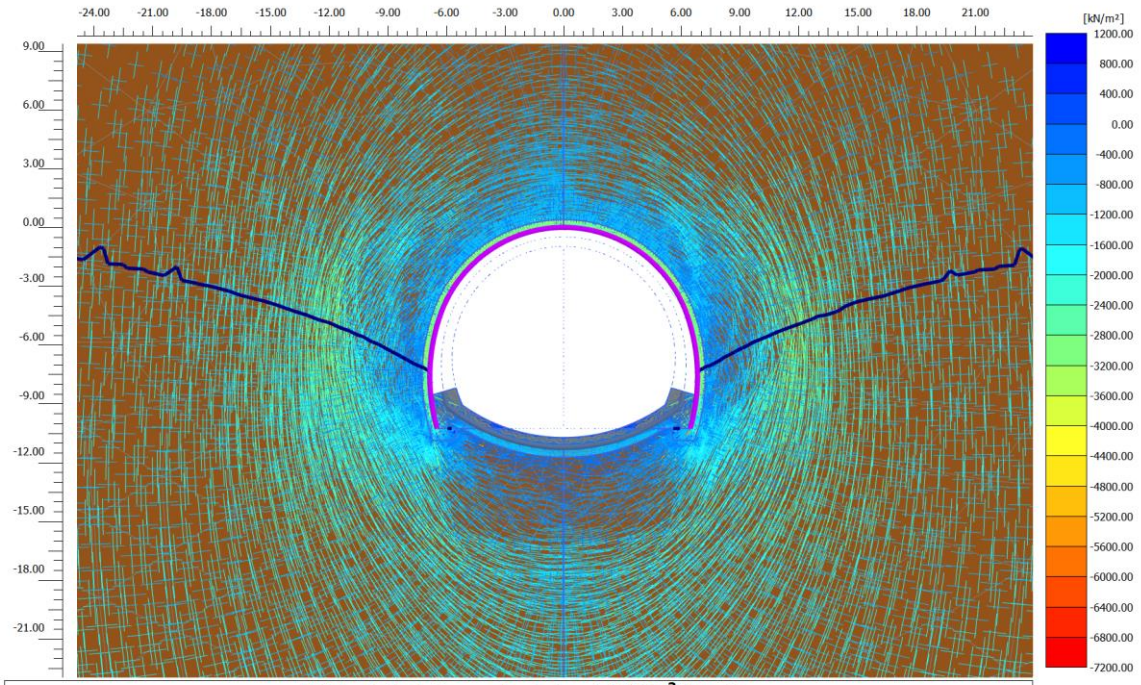
Fase 5 – Spostamenti orizzontali totali



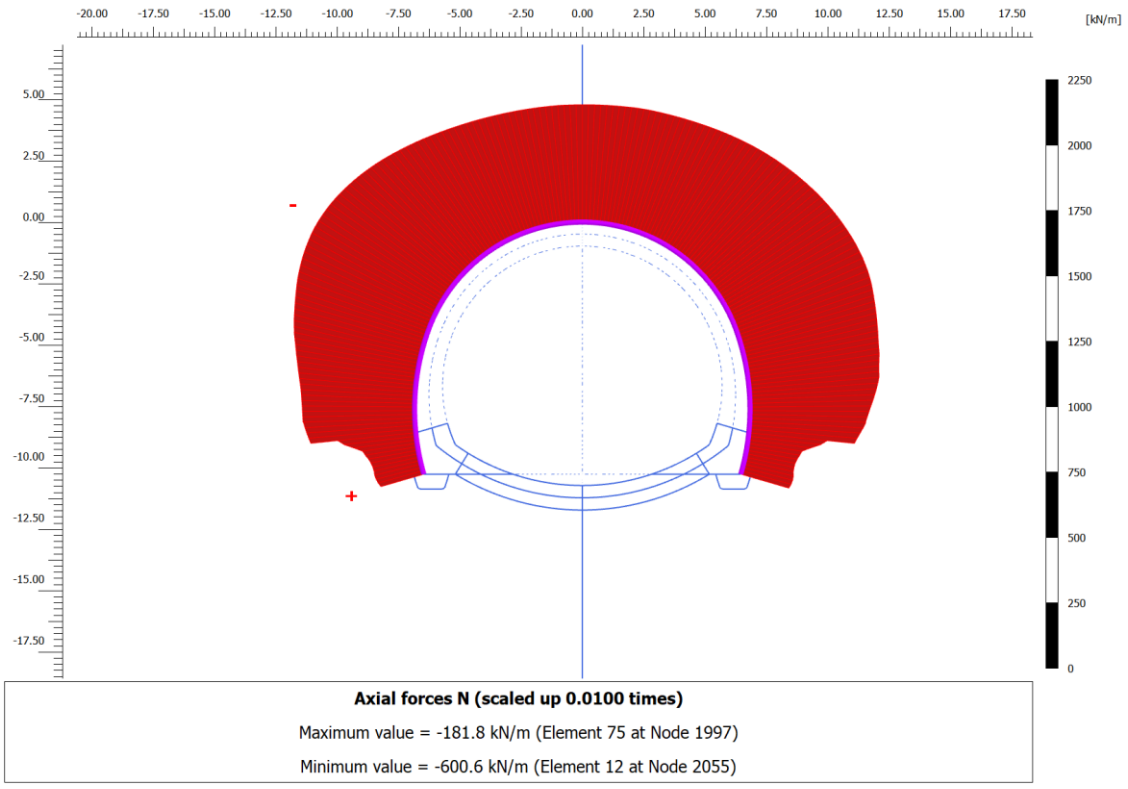
Fase 5 – Vettori spostamento totale



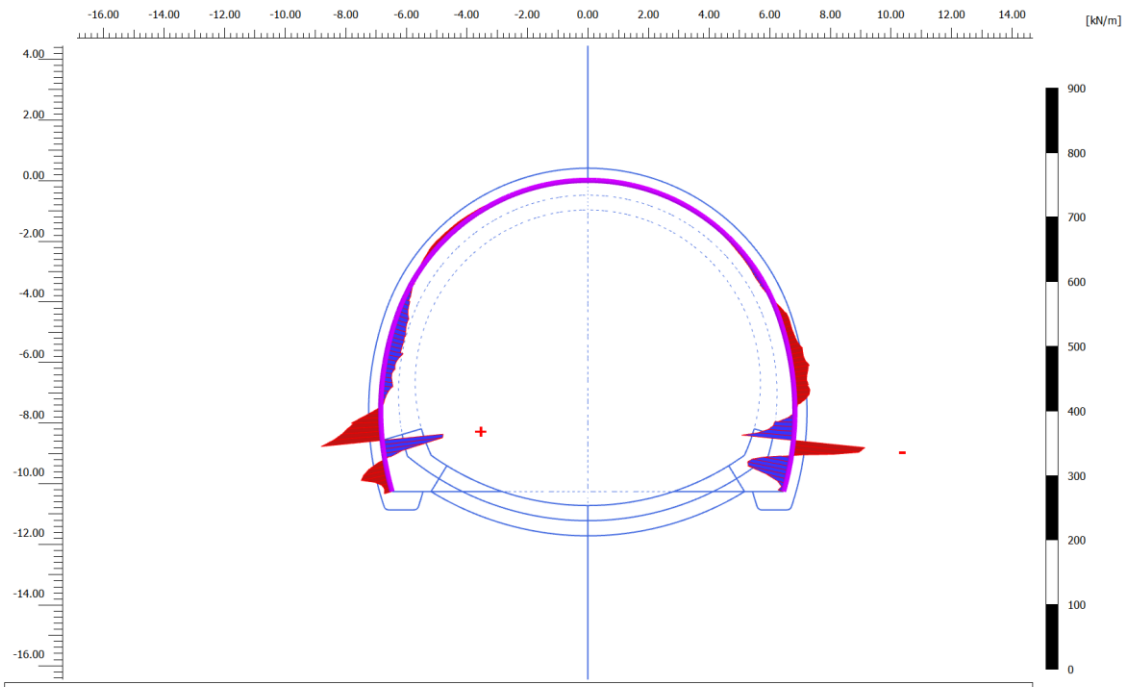
Fase 5 – Zone plastiche



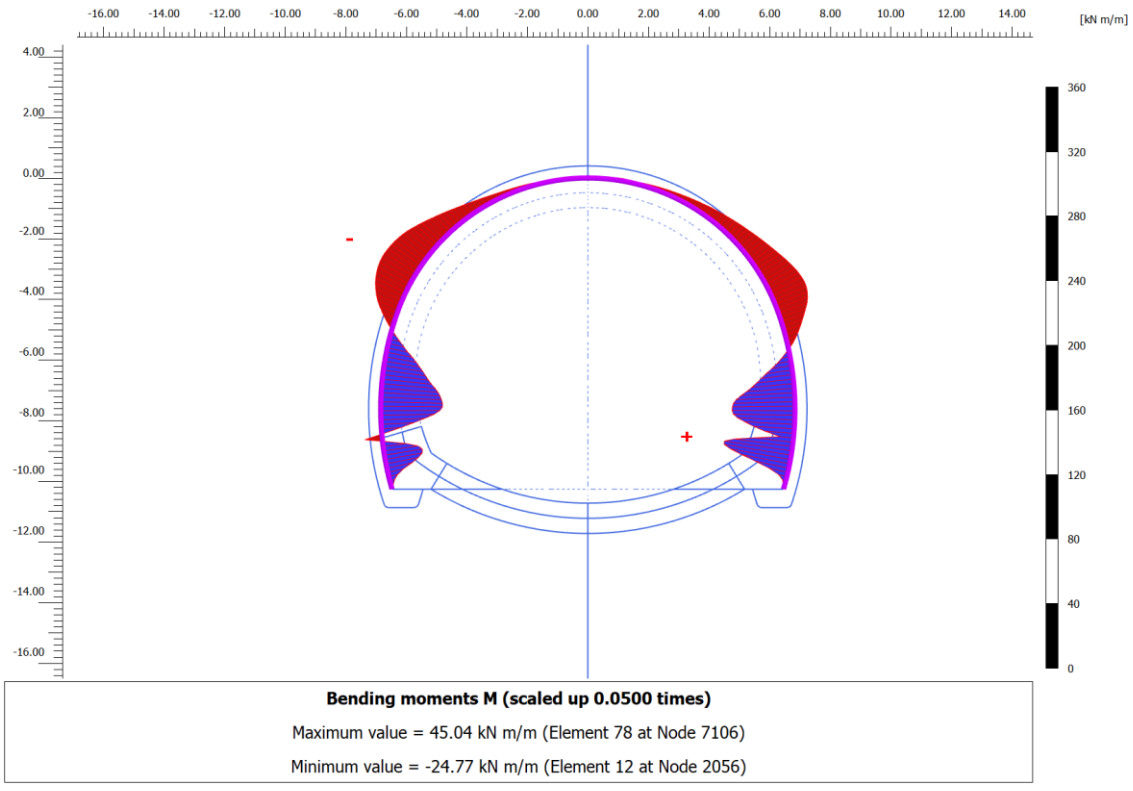
Fase 5 – Orientazione delle direzioni principali dello sforzo



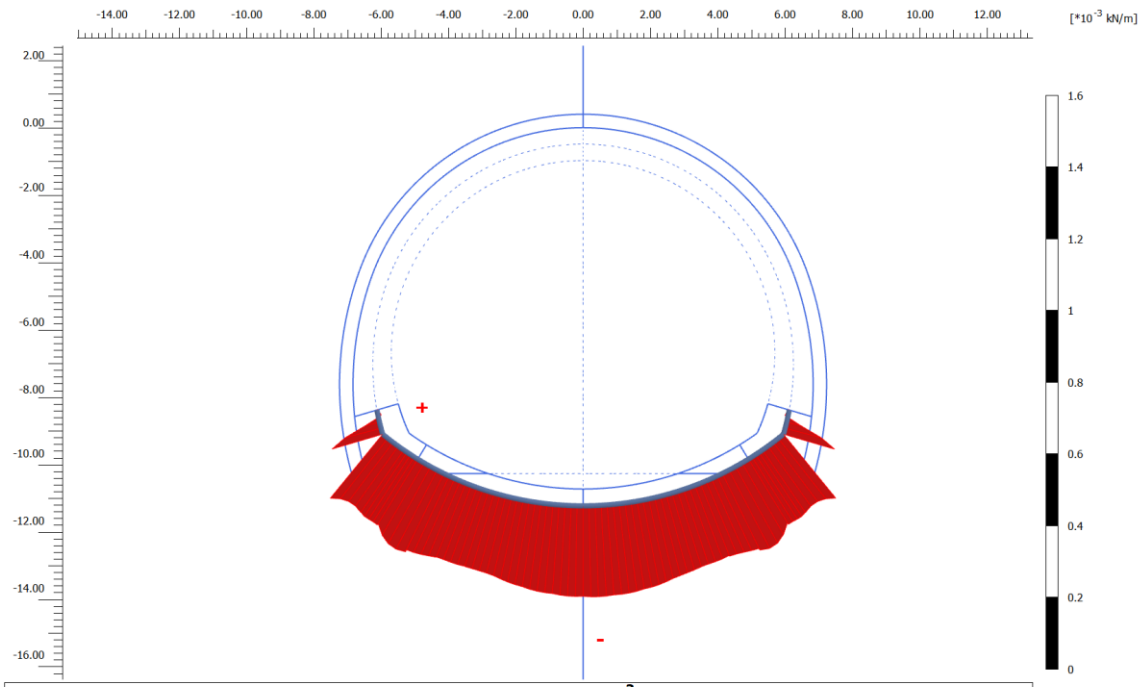
Fase 5 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento di prima fase



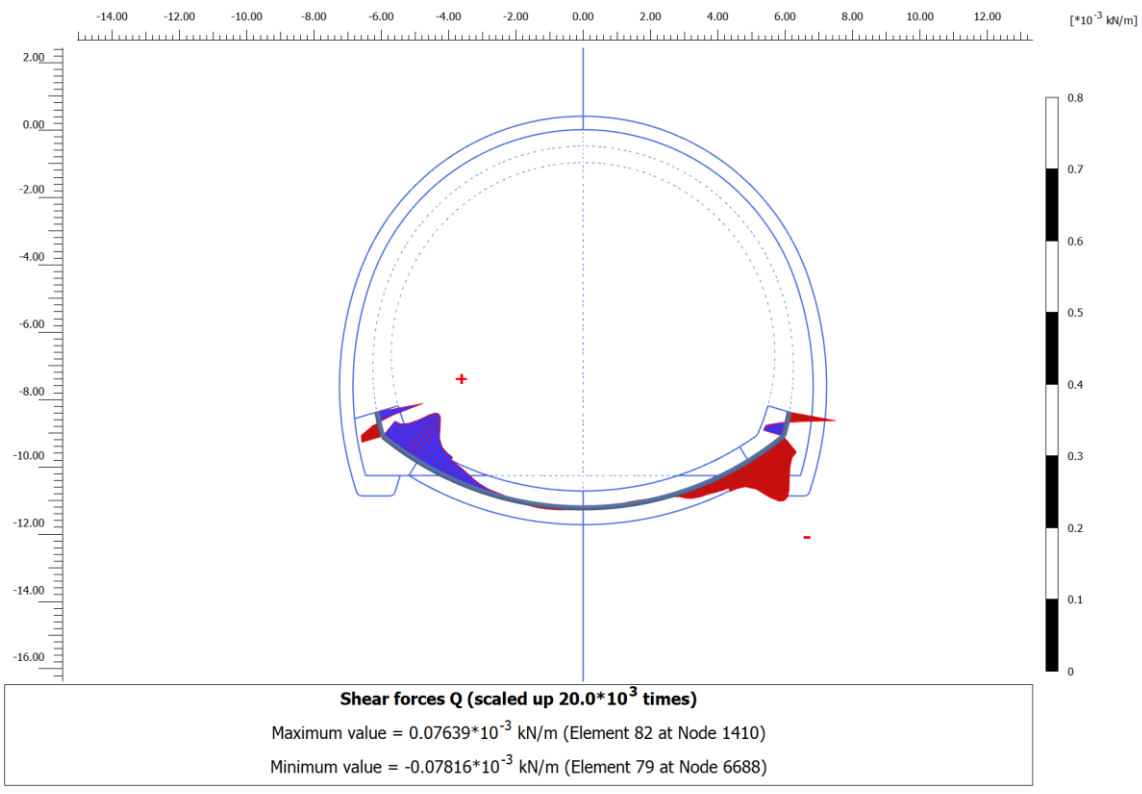
Fase 5 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento di prima fase



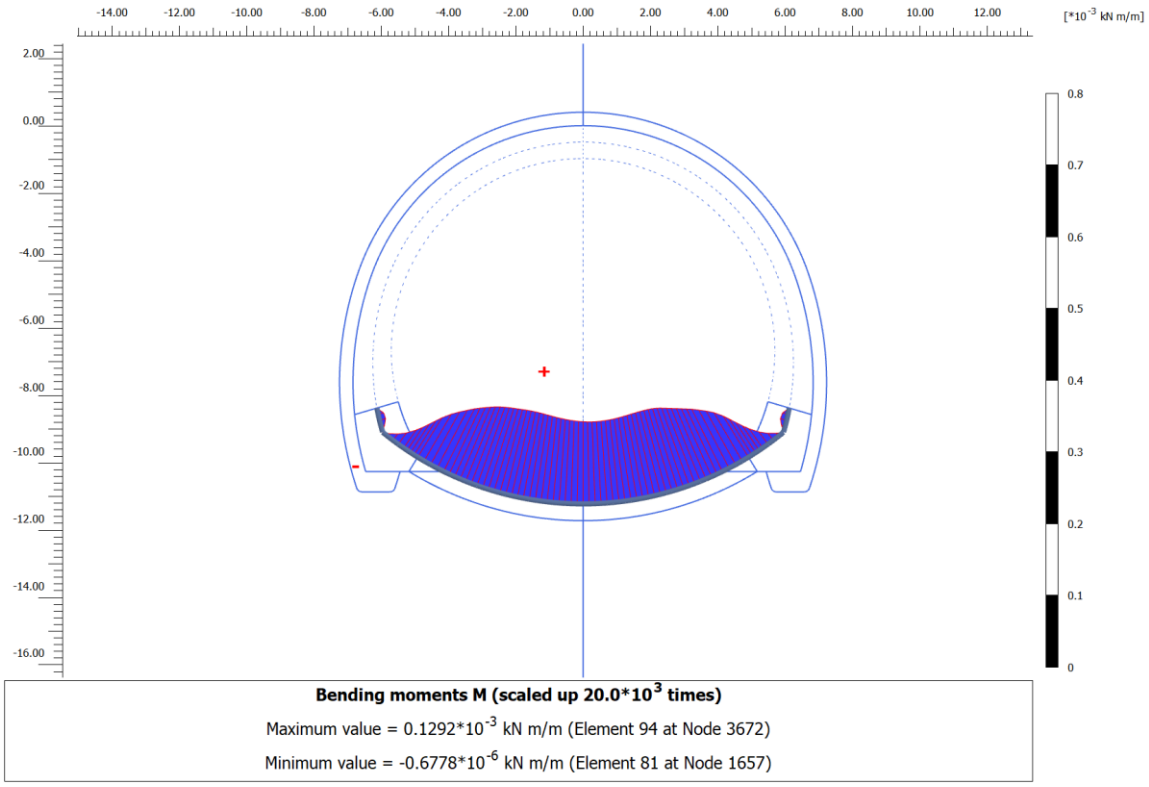
Fase 5 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento di prima fase



Fase 5 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento definitivo di arco rovescio



Fase 5 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento definitivo di arco rovescio



Fase 5 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento definitivo di arco rovescio

FASE 5: Verifiche del rivestimento di prima fase

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
837	-385.8	-71.2	39.14	-17.91	501.5	92.6	50.89	23.29	1.67	OK	103.24	6.11	103.78	OK
836	-386.9	-71.4	40.82	-4.62	503.0	92.8	53.07	6.01	1.68	OK	107.20	1.58	107.23	OK
838	-385.1	-71.1	35.34	-33.46	500.6	92.4	45.95	43.50	1.67	OK	94.33	11.41	96.38	OK
835	-388.5	-71.7	40.76	4.45	505.1	93.2	52.98	5.79	1.68	OK	107.10	1.52	107.13	OK
835	-388.6	-71.7	40.76	4.32	505.2	93.2	52.98	5.62	1.68	OK	107.10	1.47	107.13	OK
845	-383.1	-70.7	29.13	-44.70	498.1	91.9	37.87	58.12	1.66	OK	79.74	15.25	84.00	OK
845	-384.8	-71.0	29.13	-49.31	500.2	92.3	37.87	64.11	1.67	OK	79.79	16.82	84.94	OK
726	-390.4	-72.1	39.98	6.07	507.6	93.7	51.98	7.89	1.69	OK	105.34	2.07	105.40	OK
846	-378.8	-69.9	21.59	-55.16	492.5	90.9	28.07	71.71	1.64	OK	61.99	18.81	70.04	OK
725	-393.1	-72.5	38.91	8.46	511.0	94.3	50.58	11.00	1.70	OK	102.92	2.89	103.04	OK
847	-373.9	-69.0	12.66	-65.29	486.1	89.7	16.46	84.87	1.62	OK	40.96	22.26	56.26	OK
724	-396.5	-73.2	37.40	11.89	515.5	95.1	48.61	15.46	1.72	OK	99.48	4.06	99.73	OK
848	-368.6	-68.0	1.85	-79.33	479.1	88.4	2.40	103.13	1.60	OK	15.51	27.05	49.36	OK
723	-400.8	-74.0	35.27	18.34	521.0	96.2	45.86	23.84	1.74	OK	94.65	6.25	95.27	OK
723	-400.8	-74.0	35.27	16.76	521.1	96.2	45.86	21.78	1.74	OK	94.65	5.71	95.17	OK
1277	-269.5	-49.7	-11.53	101.09	350.3	64.7	14.99	131.42	1.17	OK	35.15	34.48	69.29	OK
1277	-363.0	-67.0	-11.53	-101.55	471.8	87.1	14.99	132.01	1.57	OK	37.99	34.63	71.00	OK
384	-405.3	-74.8	32.63	16.61	526.8	97.2	42.42	21.60	1.76	OK	88.60	5.67	89.14	OK
1278	-249.6	-46.1	3.54	99.69	324.4	59.9	4.60	129.60	1.08	OK	15.85	34.00	60.98	OK
383	-409.8	-75.6	30.33	14.56	532.7	98.3	39.43	18.93	1.78	OK	83.37	4.96	83.81	OK
1279	-217.4	-40.1	15.47	68.27	282.7	52.2	20.11	88.75	0.94	OK	42.77	23.28	58.78	OK
382	-414.5	-76.5	28.19	14.06	538.9	99.5	36.65	18.28	1.80	OK	78.51	4.79	78.95	OK
1280	-189.4	-35.0	22.86	30.78	246.2	45.4	29.72	40.01	0.82	OK	59.20	10.50	61.93	OK
391	-420.0	-77.5	25.93	18.54	546.1	100.8	33.72	24.10	1.82	OK	73.40	6.32	74.21	OK
391	-419.7	-77.5	25.93	17.00	545.6	100.7	33.72	22.10	1.82	OK	73.39	5.80	74.07	OK
1653	-182.3	-33.7	25.36	7.32	237.0	43.7	32.97	9.51	0.79	OK	64.84	2.49	64.98	OK
1653	-181.7	-33.5	25.36	11.17	236.2	43.6	32.97	14.52	0.79	OK	64.82	3.81	65.15	OK
394	-424.9	-78.4	23.31	17.14	552.4	102.0	30.31	22.28	1.84	OK	67.42	5.85	68.17	OK
1654	-173.7	-32.1	24.87	-13.30	225.8	41.7	32.33	17.29	0.75	OK	63.43	4.53	63.91	OK
393	-430.3	-79.4	20.64	18.73	559.4	103.3	26.84	24.35	1.86	OK	61.34	6.39	62.33	OK
1655	-167.8	-31.0	21.79	-28.82	218.1	40.3	28.32	37.46	0.73	OK	56.04	9.83	58.56	OK
392	-436.3	-80.5	17.60	22.33	567.2	104.7	22.88	29.04	1.89	OK	54.41	7.62	55.99	OK
1656	-164.4	-30.3	16.83	-39.32	213.7	39.4	21.88	51.12	0.71	OK	44.35	13.41	50.06	OK
733	-442.0	-81.6	13.91	22.18	574.7	106.1	18.09	28.84	1.92	OK	45.96	7.57	47.79	OK
733	-442.9	-81.7	13.91	26.97	575.7	106.3	18.09	35.06	1.92	OK	45.98	9.20	48.66	OK
1983	-163.4	-30.2	10.73	-44.89	212.4	39.2	13.95	58.36	0.71	OK	30.04	15.31	40.07	OK
1983	-162.9	-30.1	10.73	-43.93	211.7	39.1	13.95	57.11	0.71	OK	30.03	14.98	39.69	OK
736	-447.2	-82.5	10.59	22.40	581.4	107.3	13.77	29.12	1.94	OK	38.34	7.64	40.56	OK
1984	-164.3	-30.3	5.99	-23.98	213.6	39.4	7.79	31.17	0.71	OK	19.00	8.18	23.70	OK
735	-452.0	-83.4	7.18	22.95	587.6	108.5	9.34	29.83	1.96	OK	30.53	7.82	33.40	OK
1985	-162.9	-30.1	3.36	-13.69	211.8	39.1	4.37	17.79	0.71	OK	12.80	4.67	15.14	OK
734	-456.4	-84.2	3.74	23.12	593.4	109.5	4.86	30.06	1.98	OK	22.60	7.89	26.41	OK
1986	-159.1	-29.4	1.70	-10.88	206.9	38.2	2.22	14.14	0.69	OK	8.82	3.71	10.91	OK
1395	-460.4	-85.0	0.32	22.24	598.5	110.5	0.42	28.91	2.00	OK	14.73	7.58	19.74	OK
1395	-460.5	-85.0	0.32	23.75	598.7	110.5	0.42	30.88	2.00	OK	14.73	8.10	20.35	OK
1997	-153.5	-28.3	0.00	-13.38	199.5	36.8	0.00	17.39	0.66	OK	4.66	4.56	9.17	OK
1398	-464.9	-85.8	-3.10	21.88	604.4	111.5	4.03	28.44	2.01	OK	21.37	7.46	24.97	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
1397	-469.3	-86.6	-6.24	20.28	610.1	112.6	8.11	26.36	2.03	OK	28.84	6.92	31.23	OK
1396	-473.8	-87.4	-9.21	19.48	615.9	113.7	11.97	25.32	2.05	OK	35.93	6.64	37.72	OK
1683	-478.3	-88.3	-12.14	20.57	621.8	114.8	15.78	26.74	2.07	OK	42.92	7.01	44.60	OK
1683	-478.4	-88.3	-12.14	19.99	621.9	114.8	15.78	25.99	2.07	OK	42.92	6.82	44.51	OK
1686	-483.1	-89.2	-14.81	16.22	628.1	115.9	19.25	21.08	2.09	OK	49.29	5.53	50.21	OK
1685	-487.5	-90.0	-17.00	13.77	633.7	117.0	22.10	17.90	2.11	OK	54.56	4.70	55.16	OK
1684	-491.4	-90.7	-18.90	12.35	638.9	117.9	24.57	16.05	2.13	OK	59.11	4.21	59.56	OK
2023	-495.4	-91.4	-20.62	8.72	644.0	118.9	26.81	11.33	2.15	OK	63.27	2.97	63.48	OK
2023	-495.1	-91.4	-20.62	11.05	643.6	118.8	26.81	14.37	2.15	OK	63.26	3.77	63.59	OK
2026	-498.3	-92.0	-21.94	8.65	647.8	119.6	28.52	11.25	2.16	OK	66.43	2.95	66.63	OK
2025	-501.1	-92.5	-23.06	6.72	651.4	120.2	29.98	8.74	2.17	OK	69.13	2.29	69.25	OK
2024	-503.5	-92.9	-23.89	4.40	654.5	120.8	31.06	5.72	2.18	OK	71.16	1.50	71.20	OK
2053	-505.0	-93.2	-24.42	4.99	656.5	121.2	31.74	6.49	2.19	OK	72.43	1.70	72.49	OK
2053	-505.3	-93.3	-24.42	3.17	656.9	121.2	31.74	4.12	2.19	OK	72.44	1.08	72.46	OK
2056	-506.5	-93.5	-24.77	0.45	658.4	121.5	32.21	0.58	2.19	OK	73.31	0.15	73.31	OK
2055	-507.0	-93.6	-24.68	-1.61	659.1	121.6	32.08	2.09	2.20	OK	73.10	0.55	73.10	OK
2054	-506.7	-93.5	-24.38	-2.13	658.8	121.6	31.69	2.76	2.20	OK	72.39	0.73	72.40	OK
2653	-506.1	-93.4	-24.07	-2.96	657.9	121.4	31.30	3.84	2.19	OK	71.66	1.01	71.68	OK
2653	-505.9	-93.4	-24.07	-2.05	657.6	121.4	31.30	2.67	2.19	OK	71.65	0.70	71.66	OK
2656	-504.9	-93.2	-23.53	-4.32	656.4	121.1	30.59	5.61	2.19	OK	70.36	1.47	70.41	OK
2655	-503.2	-92.9	-22.83	-5.30	654.1	120.7	29.68	6.89	2.18	OK	68.66	1.81	68.73	OK
2654	-501.0	-92.5	-21.99	-6.11	651.3	120.2	28.58	7.95	2.17	OK	66.62	2.09	66.72	OK
2667	-498.3	-92.0	-21.03	-7.55	647.8	119.6	27.34	9.81	2.16	OK	64.31	2.57	64.46	OK
2667	-498.3	-92.0	-21.03	-6.97	647.8	119.6	27.34	9.06	2.16	OK	64.31	2.38	64.44	OK
2670	-495.8	-91.5	-19.88	-8.10	644.5	119.0	25.84	10.53	2.15	OK	61.54	2.76	61.72	OK
2669	-492.9	-91.0	-18.67	-8.30	640.8	118.3	24.27	10.79	2.14	OK	58.63	2.83	58.83	OK
2668	-489.7	-90.4	-17.46	-8.15	636.6	117.5	22.70	10.60	2.12	OK	55.70	2.78	55.90	OK
2749	-486.2	-89.7	-16.30	-7.88	632.1	116.7	21.18	10.24	2.11	OK	52.87	2.69	53.07	OK
2749	-486.2	-89.7	-16.30	-7.65	632.0	116.7	21.18	9.95	2.11	OK	52.87	2.61	53.06	OK
2752	-482.6	-89.1	-15.15	-7.64	627.3	115.8	19.70	9.93	2.09	OK	50.09	2.61	50.29	OK
2751	-478.8	-88.4	-14.06	-7.32	622.4	114.9	18.28	9.52	2.07	OK	47.41	2.50	47.61	OK
2750	-474.8	-87.6	-13.00	-7.05	617.3	113.9	16.90	9.17	2.06	OK	44.82	2.40	45.02	OK
3051	-470.8	-86.9	-11.98	-6.94	612.0	113.0	15.57	9.02	2.04	OK	42.30	2.37	42.50	OK
3051	-470.7	-86.9	-11.98	-6.97	612.0	112.9	15.57	9.06	2.04	OK	42.30	2.38	42.50	OK
3054	-466.5	-86.1	-10.96	-6.85	606.5	111.9	14.25	8.90	2.02	OK	39.80	2.33	40.00	OK
3053	-462.4	-85.3	-9.99	-6.45	601.1	110.9	12.98	8.38	2.00	OK	37.39	2.20	37.59	OK
3052	-458.3	-84.6	-9.07	-5.95	595.8	110.0	11.80	7.73	1.99	OK	35.14	2.03	35.31	OK
3068	-454.4	-83.9	-8.23	-5.58	590.7	109.0	10.70	7.26	1.97	OK	33.05	1.90	33.22	OK
3068	-454.4	-83.9	-8.23	-5.56	590.7	109.0	10.70	7.23	1.97	OK	33.05	1.90	33.21	OK
3067	-450.5	-83.1	-7.45	-5.15	585.6	108.1	9.68	6.70	1.95	OK	31.09	1.76	31.24	OK
3066	-446.7	-82.4	-6.72	-4.78	580.7	107.2	8.73	6.21	1.94	OK	29.27	1.63	29.41	OK
3065	-443.0	-81.8	-6.04	-4.42	575.9	106.3	7.86	5.74	1.92	OK	27.59	1.51	27.71	OK
3075	-439.4	-81.1	-5.42	-4.06	571.2	105.4	7.05	5.27	1.90	OK	26.03	1.38	26.14	OK
3075	-439.4	-81.1	-5.42	-4.03	571.2	105.4	7.05	5.24	1.90	OK	26.03	1.38	26.14	OK
3078	-435.9	-80.5	-4.86	-3.66	566.7	104.6	6.32	4.76	1.89	OK	24.60	1.25	24.69	OK
3077	-432.6	-79.9	-4.35	-3.28	562.4	103.8	5.65	4.27	1.87	OK	23.31	1.12	23.39	OK
3076	-429.6	-79.3	-3.89	-2.93	558.4	103.1	5.06	3.80	1.86	OK	22.15	1.00	22.22	OK
3167	-426.7	-78.8	-3.49	-2.58	554.7	102.4	4.54	3.35	1.85	OK	21.12	0.88	21.17	OK
3167	-426.7	-78.7	-3.49	-2.59	554.7	102.4	4.54	3.36	1.85	OK	21.12	0.88	21.17	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
3170	-424.0	-78.3	-3.14	-2.25	551.2	101.7	4.08	2.93	1.84	OK	20.21	0.77	20.25	OK
3169	-421.5	-77.8	-2.83	-1.96	547.9	101.1	3.67	2.55	1.83	OK	19.41	0.67	19.44	OK
3168	-419.2	-77.4	-2.56	-1.71	544.9	100.6	3.33	2.22	1.82	OK	18.71	0.58	18.74	OK
3879	-417.0	-77.0	-2.32	-1.51	542.1	100.1	3.02	1.96	1.81	OK	18.10	0.51	18.12	OK
3879	-417.0	-77.0	-2.32	-1.51	542.1	100.1	3.02	1.96	1.81	OK	18.10	0.51	18.12	OK
3882	-415.1	-76.6	-2.11	-1.36	539.6	99.6	2.75	1.77	1.80	OK	17.55	0.47	17.57	OK
3881	-413.3	-76.3	-1.92	-1.29	537.3	99.2	2.50	1.68	1.79	OK	17.04	0.44	17.06	OK
3880	-411.7	-76.0	-1.73	-1.29	535.3	98.8	2.25	1.68	1.78	OK	16.55	0.44	16.57	OK
4815	-410.3	-75.7	-1.54	-1.36	533.4	98.5	2.00	1.77	1.78	OK	16.06	0.46	16.08	OK
4815	-410.3	-75.7	-1.54	-1.41	533.4	98.5	2.00	1.84	1.78	OK	16.06	0.48	16.08	OK
4818	-409.1	-75.5	-1.35	-1.06	531.8	98.2	1.76	1.38	1.77	OK	15.59	0.36	15.60	OK
4817	-408.0	-75.3	-1.23	-0.62	530.4	97.9	1.60	0.81	1.77	OK	15.27	0.21	15.28	OK
4816	-407.1	-75.1	-1.16	-0.31	529.2	97.7	1.51	0.40	1.76	OK	15.09	0.10	15.09	OK
5440	-406.3	-75.0	-1.12	-0.39	528.2	97.5	1.46	0.50	1.76	OK	14.97	0.13	14.97	OK
5440	-406.3	-75.0	-1.12	-0.34	528.2	97.5	1.46	0.44	1.76	OK	14.97	0.12	14.97	OK
5443	-405.6	-74.9	-1.01	-1.00	527.3	97.3	1.32	1.30	1.76	OK	14.69	0.34	14.70	OK
5442	-405.1	-74.8	-0.87	-0.86	526.6	97.2	1.13	1.12	1.76	OK	14.33	0.29	14.34	OK
5441	-404.7	-74.7	-0.80	0.07	526.1	97.1	1.04	0.10	1.75	OK	14.16	0.03	14.16	OK
5933	-404.7	-74.7	-0.93	3.15	526.1	97.1	1.21	4.10	1.75	OK	14.47	1.07	14.59	OK
5933	-404.6	-74.7	-0.93	1.85	525.9	97.1	1.21	2.41	1.75	OK	14.46	0.63	14.50	OK
5937	-404.2	-74.6	-1.27	1.53	525.4	97.0	1.65	1.99	1.75	OK	15.23	0.52	15.26	OK
5936	-403.8	-74.5	-1.41	0.54	524.9	96.9	1.83	0.71	1.75	OK	15.56	0.19	15.57	OK
5935	-403.6	-74.5	-1.45	0.13	524.7	96.8	1.89	0.16	1.75	OK	15.66	0.04	15.66	OK
5934	-403.6	-74.5	-1.47	0.10	524.7	96.8	1.92	0.13	1.75	OK	15.70	0.04	15.70	OK
5934	-403.6	-74.5	-1.47	0.22	524.7	96.9	1.92	0.29	1.75	OK	15.70	0.08	15.70	OK
5922	-403.9	-74.5	-1.47	-0.10	525.0	96.9	1.91	0.13	1.75	OK	15.70	0.03	15.70	OK
5921	-404.2	-74.6	-1.46	-0.09	525.5	97.0	1.89	0.11	1.75	OK	15.68	0.03	15.68	OK
5920	-404.7	-74.7	-1.44	-0.12	526.1	97.1	1.87	0.16	1.75	OK	15.66	0.04	15.66	OK
5919	-405.2	-74.8	-1.40	-0.46	526.8	97.2	1.82	0.60	1.76	OK	15.59	0.16	15.59	OK
5919	-405.3	-74.8	-1.40	-0.64	526.9	97.2	1.82	0.84	1.76	OK	15.59	0.22	15.60	OK
5542	-405.9	-74.9	-1.38	0.29	527.7	97.4	1.79	0.38	1.76	OK	15.56	0.10	15.56	OK
5541	-406.9	-75.1	-1.47	0.82	528.9	97.6	1.91	1.06	1.76	OK	15.80	0.28	15.80	OK
5540	-408.0	-75.3	-1.59	0.72	530.4	97.9	2.07	0.94	1.77	OK	16.11	0.25	16.11	OK
5894	-409.4	-75.6	-1.64	-1.55	532.3	98.2	2.13	2.02	1.77	OK	16.27	0.53	16.30	OK
5894	-409.3	-75.5	-1.64	-0.20	532.1	98.2	2.13	0.27	1.77	OK	16.27	0.07	16.27	OK
5897	-410.6	-75.8	-1.50	-0.52	533.7	98.5	1.95	0.68	1.78	OK	15.98	0.18	15.98	OK
5896	-411.7	-76.0	-1.46	-0.06	535.2	98.8	1.89	0.08	1.78	OK	15.91	0.02	15.91	OK
5895	-412.7	-76.2	-1.47	0.24	536.5	99.0	1.92	0.32	1.79	OK	15.98	0.08	15.98	OK
5912	-413.6	-76.3	-1.54	1.02	537.7	99.2	2.00	1.33	1.79	OK	16.17	0.35	16.18	OK
5912	-413.6	-76.3	-1.54	0.79	537.7	99.2	2.00	1.03	1.79	OK	16.17	0.27	16.17	OK
5911	-414.6	-76.5	-1.72	1.33	539.0	99.5	2.23	1.72	1.80	OK	16.61	0.45	16.63	OK
5910	-415.9	-76.8	-1.92	1.46	540.6	99.8	2.50	1.90	1.80	OK	17.13	0.50	17.15	OK
5909	-417.2	-77.0	-2.14	1.47	542.4	100.1	2.78	1.91	1.81	OK	17.68	0.50	17.70	OK
5908	-418.8	-77.3	-2.35	1.43	544.4	100.5	3.06	1.86	1.81	OK	18.21	0.49	18.23	OK
5908	-418.8	-77.3	-2.35	1.38	544.4	100.5	3.06	1.80	1.81	OK	18.21	0.47	18.23	OK
5619	-420.5	-77.6	-2.56	1.48	546.7	100.9	3.33	1.92	1.82	OK	18.76	0.50	18.78	OK
5618	-422.4	-78.0	-2.79	1.60	549.1	101.4	3.62	2.08	1.83	OK	19.35	0.55	19.37	OK
5617	-424.5	-78.3	-3.04	1.80	551.8	101.9	3.95	2.33	1.84	OK	19.99	0.61	20.02	OK
5616	-426.7	-78.8	-3.32	1.92	554.8	102.4	4.31	2.49	1.85	OK	20.72	0.65	20.75	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
5616	-426.7	-78.8	-3.32	2.06	554.8	102.4	4.31	2.68	1.85	OK	20.72	0.70	20.75	OK
5504	-429.2	-79.2	-3.62	2.15	557.9	103.0	4.70	2.80	1.86	OK	21.49	0.73	21.53	OK
5503	-431.7	-79.7	-3.95	2.36	561.2	103.6	5.13	3.07	1.87	OK	22.34	0.80	22.39	OK
5502	-434.3	-80.2	-4.31	2.51	564.6	104.2	5.60	3.26	1.88	OK	23.26	0.85	23.30	OK
6040	-437.0	-80.7	-4.68	2.56	568.1	104.8	6.08	3.33	1.89	OK	24.21	0.87	24.26	OK
6040	-437.0	-80.6	-4.68	2.55	568.0	104.8	6.08	3.32	1.89	OK	24.21	0.87	24.26	OK
6039	-439.7	-81.2	-5.07	2.75	571.7	105.5	6.59	3.57	1.91	OK	25.21	0.94	25.26	OK
6038	-442.6	-81.7	-5.48	2.92	575.3	106.2	7.13	3.80	1.92	OK	26.27	1.00	26.32	OK
6037	-445.4	-82.2	-5.93	3.10	579.1	106.9	7.70	4.02	1.93	OK	27.39	1.06	27.45	OK
6036	-448.3	-82.7	-6.39	3.28	582.8	107.6	8.31	4.26	1.94	OK	28.56	1.12	28.63	OK
6036	-448.3	-82.7	-6.39	3.27	582.8	107.6	8.31	4.25	1.94	OK	28.56	1.12	28.63	OK
6025	-451.1	-83.3	-6.88	3.35	586.5	108.2	8.94	4.35	1.95	OK	29.79	1.14	29.85	OK
6024	-453.9	-83.8	-7.37	3.40	590.1	108.9	9.59	4.42	1.97	OK	31.03	1.16	31.09	OK
6023	-456.7	-84.3	-7.88	3.51	593.7	109.6	10.24	4.56	1.98	OK	32.30	1.20	32.36	OK
6022	-459.5	-84.8	-8.41	3.70	597.3	110.2	10.93	4.82	1.99	OK	33.62	1.26	33.69	OK
6022	-459.5	-84.8	-8.41	3.75	597.3	110.2	10.93	4.87	1.99	OK	33.62	1.28	33.69	OK
5739	-462.2	-85.3	-8.96	3.81	600.9	110.9	11.65	4.96	2.00	OK	34.99	1.30	35.06	OK
5738	-464.9	-85.8	-9.53	3.96	604.4	111.5	12.39	5.15	2.01	OK	36.41	1.35	36.48	OK
5737	-467.6	-86.3	-10.13	4.14	607.9	112.2	13.16	5.39	2.03	OK	37.88	1.41	37.96	OK
5736	-470.3	-86.8	-10.75	4.26	611.3	112.8	13.97	5.54	2.04	OK	39.42	1.45	39.50	OK
5736	-470.3	-86.8	-10.75	4.37	611.4	112.8	13.97	5.68	2.04	OK	39.42	1.49	39.50	OK
5073	-472.9	-87.3	-11.40	4.63	614.7	113.5	14.82	6.01	2.05	OK	41.02	1.58	41.11	OK
5072	-475.4	-87.7	-12.11	5.00	618.0	114.1	15.74	6.50	2.06	OK	42.75	1.71	42.85	OK
5071	-477.9	-88.2	-12.86	5.29	621.3	114.7	16.72	6.88	2.07	OK	44.59	1.80	44.70	OK
5087	-480.3	-88.6	-13.65	5.31	624.4	115.2	17.75	6.90	2.08	OK	46.50	1.81	46.61	OK
5087	-480.3	-88.7	-13.65	5.39	624.4	115.2	17.75	7.00	2.08	OK	46.50	1.84	46.61	OK
5086	-482.6	-89.1	-14.44	5.48	627.4	115.8	18.77	7.12	2.09	OK	48.42	1.87	48.53	OK
5085	-484.8	-89.5	-15.26	5.72	630.3	116.3	19.84	7.44	2.10	OK	50.41	1.95	50.52	OK
5084	-486.9	-89.9	-16.12	6.00	632.9	116.8	20.96	7.80	2.11	OK	52.48	2.04	52.60	OK
5716	-488.8	-90.2	-17.02	6.05	635.4	117.3	22.13	7.86	2.12	OK	54.64	2.06	54.76	OK
5716	-488.8	-90.2	-17.02	6.24	635.4	117.3	22.13	8.11	2.12	OK	54.64	2.13	54.76	OK
5719	-490.4	-90.5	-17.98	6.96	637.5	117.7	23.38	9.05	2.13	OK	56.94	2.37	57.09	OK
5718	-491.9	-90.8	-19.03	7.21	639.5	118.0	24.74	9.38	2.13	OK	59.43	2.46	59.59	OK
5717	-493.3	-91.0	-20.07	6.88	641.3	118.4	26.09	8.94	2.14	OK	61.91	2.35	62.05	OK
5868	-494.6	-91.3	-21.02	7.18	643.0	118.7	27.33	9.33	2.14	OK	64.18	2.45	64.32	OK
5868	-494.6	-91.3	-21.02	6.04	643.0	118.7	27.33	7.85	2.14	OK	64.18	2.06	64.28	OK
5871	-495.7	-91.5	-21.95	5.54	644.5	118.9	28.53	7.21	2.15	OK	66.38	1.89	66.46	OK
5870	-496.4	-91.6	-22.67	4.34	645.4	119.1	29.48	5.64	2.15	OK	68.09	1.48	68.14	OK
5869	-496.8	-91.7	-23.23	3.32	645.8	119.2	30.20	4.32	2.15	OK	69.41	1.13	69.44	OK
6582	-496.6	-91.7	-23.64	1.40	645.6	119.2	30.74	1.81	2.15	OK	70.37	0.48	70.37	OK
6582	-496.8	-91.7	-23.64	2.25	645.8	119.2	30.74	2.93	2.15	OK	70.37	0.77	70.38	OK
6585	-496.1	-91.6	-23.49	-3.09	644.9	119.0	30.54	4.02	2.15	OK	70.00	1.05	70.02	OK
6584	-495.1	-91.4	-22.81	-6.32	643.6	118.8	29.65	8.21	2.15	OK	68.36	2.15	68.46	OK
6583	-493.5	-91.1	-21.66	-9.17	641.6	118.4	28.16	11.92	2.14	OK	65.63	3.13	65.85	OK
6600	-491.2	-90.7	-20.08	-13.46	638.6	117.9	26.11	17.50	2.13	OK	61.88	4.59	62.39	OK
6600	-491.3	-90.7	-20.08	-12.53	638.7	117.9	26.11	16.28	2.13	OK	61.88	4.27	62.32	OK
6599	-488.5	-90.2	-17.97	-14.58	635.0	117.2	23.35	18.95	2.12	OK	56.84	4.97	57.49	OK
6598	-485.6	-89.6	-15.77	-14.70	631.3	116.5	20.51	19.12	2.10	OK	51.63	5.01	52.35	OK
6597	-482.7	-89.1	-13.58	-14.44	627.5	115.8	17.66	18.77	2.09	OK	46.42	4.92	47.19	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
9605	-171.9	-31.7	0.00	9.38	223.5	41.3	0.00	12.19	0.75	OK	5.22	3.20	7.61	OK
6596	-479.8	-88.6	-11.43	-14.39	623.7	115.1	14.86	18.71	2.08	OK	41.31	4.91	42.17	OK
6596	-479.8	-88.6	-11.43	-14.64	623.7	115.1	14.86	19.03	2.08	OK	41.31	4.99	42.20	OK
9591	-175.7	-32.4	0.90	5.36	228.5	42.2	1.17	6.97	0.76	OK	7.44	1.83	8.09	OK
6413	-477.0	-88.0	-9.19	-15.30	620.1	114.4	11.95	19.89	2.07	OK	35.97	5.22	37.09	OK
9592	-177.5	-32.8	2.15	14.12	230.7	42.6	2.80	18.35	0.77	OK	10.43	4.81	13.35	OK
6412	-474.0	-87.5	-6.84	-16.39	616.3	113.7	8.89	21.31	2.05	OK	30.38	5.59	31.89	OK
9593	-176.5	-32.6	5.55	35.22	229.5	42.4	7.21	45.79	0.76	OK	18.33	12.01	27.73	OK
6411	-471.1	-86.9	-4.23	-18.55	612.4	113.0	5.50	24.12	2.04	OK	24.19	6.33	26.56	OK
9590	-172.9	-31.9	12.84	66.74	224.8	41.5	16.69	86.77	0.75	OK	35.27	22.76	52.90	OK
9590	-172.2	-31.8	12.84	68.24	223.9	41.3	16.69	88.72	0.75	OK	35.25	23.27	53.55	OK
6845	-468.1	-86.4	-1.19	-22.41	608.5	112.3	1.55	29.14	2.03	OK	17.00	7.64	21.55	OK
6845	-468.5	-86.5	-1.19	-23.54	609.1	112.4	1.55	30.60	2.03	OK	17.01	8.03	21.97	OK
9423	-171.9	-31.7	22.72	69.41	223.5	41.3	29.54	90.23	0.75	OK	58.34	23.67	71.31	OK
6848	-465.2	-85.9	2.27	-22.67	604.8	111.6	2.95	29.47	2.02	OK	19.44	7.73	23.60	OK
9424	-173.2	-32.0	32.32	62.49	225.2	41.6	42.02	81.23	0.75	OK	80.84	21.31	88.86	OK
6847	-462.5	-85.4	5.63	-22.68	601.3	111.0	7.32	29.49	2.00	OK	27.21	7.74	30.33	OK
9425	-177.1	-32.7	40.18	45.21	230.3	42.5	52.23	58.77	0.77	OK	99.31	15.42	102.84	OK
6846	-460.5	-85.0	9.16	-24.68	598.6	110.5	11.91	32.08	2.00	OK	35.41	8.42	38.29	OK
9422	-183.3	-33.8	44.77	14.77	238.3	44.0	58.20	19.20	0.79	OK	110.25	5.04	110.59	OK
9422	-184.0	-34.0	44.77	16.81	239.2	44.1	58.20	21.86	0.80	OK	110.27	5.73	110.71	OK
6862	-459.0	-84.7	13.18	-29.76	596.7	110.1	17.14	38.69	1.99	OK	44.77	10.15	48.09	OK
6862	-458.8	-84.7	13.18	-28.09	596.4	110.1	17.14	36.52	1.99	OK	44.76	9.58	47.74	OK
7106	-189.4	-35.0	45.04	-18.10	246.2	45.4	58.55	23.53	0.82	OK	111.06	6.17	111.58	OK
6861	-455.2	-84.0	17.28	-26.12	591.7	109.2	22.47	33.95	1.97	OK	54.23	8.91	56.38	OK
7107	-217.0	-40.0	38.55	-67.91	282.1	52.1	50.12	88.29	0.94	OK	96.73	23.16	104.72	OK
6860	-452.3	-83.5	20.94	-23.33	588.0	108.5	27.23	30.33	1.96	OK	62.71	7.96	64.20	OK
7108	-249.7	-46.1	25.91	-109.73	324.6	59.9	33.69	142.65	1.08	OK	68.17	37.42	94.07	OK
6859	-450.1	-83.1	24.34	-21.99	585.2	108.0	31.64	28.59	1.95	OK	70.58	7.50	71.77	OK
7105	-364.7	-67.3	8.82	85.95	474.1	87.5	11.46	111.73	1.58	OK	31.69	29.31	59.85	OK
7105	-271.3	-50.1	8.82	-118.64	352.7	65.1	11.46	154.23	1.18	OK	28.85	40.46	75.78	OK
6987	-448.6	-82.8	27.73	-24.38	583.2	107.6	36.06	31.69	1.94	OK	78.47	8.31	79.78	OK
6987	-448.6	-82.8	27.73	-22.45	583.2	107.6	36.06	29.19	1.94	OK	78.47	7.66	79.59	OK
7092	-372.7	-68.8	19.52	59.21	484.6	89.4	25.37	76.97	1.62	OK	56.96	20.19	66.84	OK
6990	-443.1	-81.8	31.46	-26.24	576.1	106.3	40.89	34.11	1.92	OK	87.01	8.95	88.38	OK
7093	-381.7	-70.5	27.09	43.04	496.2	91.6	35.22	55.95	1.65	OK	74.94	14.68	79.14	OK
6989	-436.9	-80.6	35.31	-24.55	567.9	104.8	45.91	31.92	1.89	OK	95.83	8.37	96.92	OK
7094	-391.0	-72.2	32.81	35.01	508.3	93.8	42.66	45.51	1.69	OK	88.60	11.94	90.98	OK
6988	-430.2	-79.4	38.57	-18.11	559.2	103.2	50.14	23.54	1.86	OK	103.25	6.17	103.80	OK
7091	-400.0	-73.8	37.84	32.67	520.0	96.0	49.19	42.47	1.73	OK	100.62	11.14	102.46	OK
7091	-398.2	-73.5	37.84	27.07	517.6	95.5	49.19	35.19	1.73	OK	100.57	9.23	101.83	OK
7001	-423.3	-78.1	40.54	-7.63	550.4	101.6	52.70	9.92	1.83	OK	107.64	2.60	107.74	OK
7001	-423.4	-78.1	40.54	-5.19	550.4	101.6	52.70	6.74	1.83	OK	107.64	1.77	107.69	OK
7002	-403.4	-74.4	40.60	11.09	524.4	96.8	52.78	14.41	1.75	OK	107.18	3.78	107.38	OK
7004	-416.2	-76.8	41.23	-3.68	541.1	99.9	53.60	4.78	1.80	OK	109.04	1.25	109.06	OK
7003	-409.5	-75.6	41.48	1.29	532.3	98.2	53.92	1.68	1.77	OK	109.42	0.44	109.42	OK

FASE 5: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLE

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
1267	0.027	8.972	-5	0	70	0.00	-0.08	11.25	10.00	OK	-1.2	-1.2	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1261	0.973	9.081	-10	-9	24	0.00	0.08	11.25	10.00	OK	-7.9	0.3	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1262	1.914	9.188	42	-9	-11	0.00	0.09	11.25	10.00	OK	-0.1	1.2	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1263	2.850	9.294	111	-5	-30	0.08	0.13	11.25	10.00	OK	1.2	1.9	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1657	3.781	9.399	246	1	29	0.24	0.23	11.25	10.00	OK	3.5	3.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1657	3.781	9.399	157	1	-33	0.15	0.15	11.25	10.00	OK	2.3	2.2	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1383	4.970	9.399	228	-5	31	0.19	0.24	11.25	10.00	OK	2.9	3.6	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1384	6.160	9.399	220	-12	39	0.14	0.27	11.25	10.00	OK	2.3	3.9	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1385	7.350	9.399	218	-21	52	0.10	0.32	11.25	10.00	OK	1.7	4.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1415	8.539	9.399	225	-32	67	0.04	0.39	11.25	10.00	OK	1.0	5.4	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1415	8.539	9.399	224	-32	67	0.04	0.39	11.25	10.00	OK	1.0	5.4	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1409	9.299	9.399	228	-41	74	0.00	0.44	11.25	10.00	OK	0.5	6.0	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1410	10.058	9.399	229	-50	76	0.00	0.50	11.25	10.00	OK	-0.3	6.7	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1411	10.818	9.399	228	-60	73	0.00	0.57	11.25	10.00	OK	-1.6	7.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
2007	11.577	9.399	224	-68	64	0.00	0.64	11.25	10.00	OK	-3.5	8.4	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
2007	11.577	9.399	229	-68	64	0.00	0.64	11.25	10.00	OK	-3.2	8.4	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
2001	12.925	9.399	248	-80	46	0.00	0.76	11.25	10.00	OK	-5.0	9.8	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
2002	14.272	9.399	261	-89	36	0.00	0.85	11.25	10.00	OK	-6.6	10.9	360.0	337.5	OK	0.01	0.20	OK
2003	15.620	9.399	265	-97	32	0.00	0.92	11.25	10.00	OK	-8.7	11.8	360.0	337.5	OK	0.01	0.20	OK
2677	16.968	9.399	252	-104	26	0.00	1.01	11.25	10.00	OK	-12.6	12.6	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2677	16.968	9.399	259	-104	30	0.00	1.01	11.25	10.00	OK	-11.8	12.6	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2671	18.057	9.399	250	-108	24	0.00	1.07	11.25	10.00	OK	-14.7	13.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2672	19.146	9.399	246	-112	22	0.00	1.12	11.25	10.00	OK	-17.0	13.7	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2673	20.235	9.399	242	-116	19	0.00	1.17	11.25	10.00	OK	-19.5	14.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2957	21.323	9.399	236	-119	16	0.00	1.21	11.25	10.00	OK	-21.9	14.5	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2957	21.323	9.399	236	-119	16	0.00	1.21	11.25	10.00	OK	-21.8	14.5	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2615	22.412	9.399	235	-121	12	0.00	1.24	11.25	10.00	OK	-23.3	14.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2616	23.501	9.399	235	-123	10	0.00	1.27	11.25	10.00	OK	-24.3	15.0	360.0	337.5	OK	-	-	OK
2617	24.590	9.399	235	-125	8	0.00	1.29	11.25	10.00	OK	-25.1	15.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3015	25.679	9.399	234	-126	6	0.00	1.30	11.25	10.00	OK	-25.9	15.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3015	25.679	9.399	233	-126	6	0.00	1.30	11.25	10.00	OK	-26.0	15.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3009	26.768	9.399	234	-127	5	0.00	1.31	11.25	10.00	OK	-26.5	15.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3010	27.856	9.399	234	-128	4	0.00	1.32	11.25	10.00	OK	-26.9	15.5	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3011	28.945	9.399	235	-129	3	0.00	1.33	11.25	10.00	OK	-27.0	15.6	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3671	30.034	9.399	238	-129	1	0.00	1.33	11.25	10.00	OK	-26.8	15.7	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3671	30.034	9.399	238	-129	1	0.00	1.33	11.25	10.00	OK	-26.8	15.7	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3672	31.123	9.399	243	-129	0	0.00	1.33	11.25	10.00	OK	-26.0	15.7	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3673	32.212	9.399	247	-129	-2	0.00	1.32	11.25	10.00	OK	-25.1	15.7	360.0	337.5	OK	-	-	OK
3674	33.301	9.399	251	-128	-4	0.00	1.31	11.25	10.00	OK	-24.2	15.6	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4273	34.389	9.399	254	-128	-4	0.00	1.30	11.25	10.00	OK	-23.4	15.5	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4273	34.389	9.399	254	-128	-4	0.00	1.30	11.25	10.00	OK	-23.5	15.5	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4274	35.478	9.399	258	-127	-5	0.00	1.29	11.25	10.00	OK	-22.3	15.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4275	36.567	9.399	261	-126	-5	0.00	1.27	11.25	10.00	OK	-21.4	15.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4276	37.656	9.399	263	-125	-5	0.00	1.26	11.25	10.00	OK	-20.7	15.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4903	38.745	9.399	264	-124	-5	0.00	1.25	11.25	10.00	OK	-20.2	15.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4903	38.745	9.399	264	-124	-4	0.00	1.25	11.25	10.00	OK	-20.2	15.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4904	39.833	9.399	267	-124	-4	0.00	1.24	11.25	10.00	OK	-19.4	15.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4905	40.922	9.399	269	-123	-3	0.00	1.23	11.25	10.00	OK	-18.9	15.0	360.0	337.5	OK	-	-	OK
4906	42.011	9.399	269	-122	-3	0.00	1.22	11.25	10.00	OK	-18.5	14.9	360.0	337.5	OK	-	-	OK

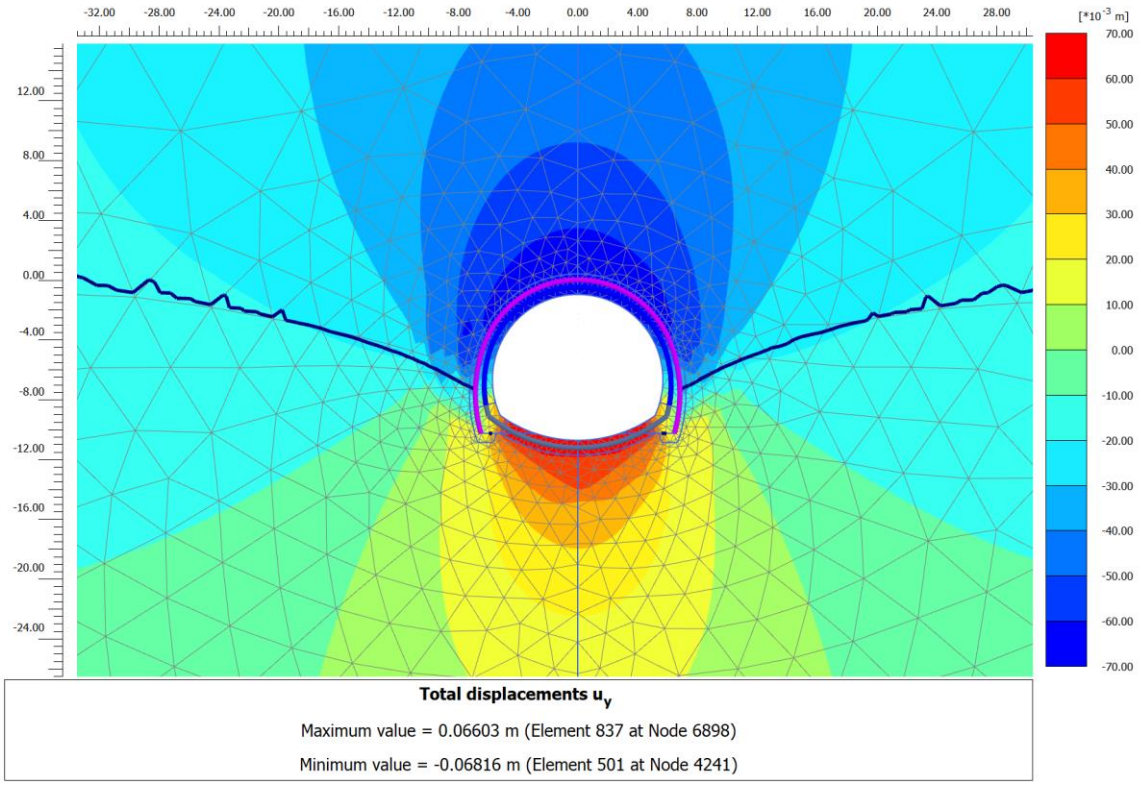
NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
5553	43.100	9.399	269	-122	-2	0.00	1.22	11.25	10.00	OK	-18.4	14.9	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5553	43.100	9.399	269	-122	-2	0.00	1.22	11.25	10.00	OK	-18.4	14.9	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5284	44.189	9.399	270	-122	-1	0.00	1.21	11.25	10.00	OK	-18.1	14.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5285	45.278	9.399	271	-122	0	0.00	1.21	11.25	10.00	OK	-17.9	14.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5286	46.366	9.399	270	-122	0	0.00	1.21	11.25	10.00	OK	-18.0	14.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5511	47.455	9.399	268	-122	1	0.00	1.22	11.25	10.00	OK	-18.4	14.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5511	47.455	9.399	268	-122	1	0.00	1.22	11.25	10.00	OK	-18.4	14.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5505	48.544	9.399	268	-122	2	0.00	1.22	11.25	10.00	OK	-18.5	14.9	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5506	49.633	9.399	267	-123	3	0.00	1.23	11.25	10.00	OK	-18.9	14.9	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5507	50.722	9.399	264	-123	4	0.00	1.24	11.25	10.00	OK	-19.6	15.0	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6002	51.811	9.399	261	-124	4	0.00	1.25	11.25	10.00	OK	-20.4	15.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6002	51.811	9.399	261	-124	4	0.00	1.25	11.25	10.00	OK	-20.4	15.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5996	52.899	9.399	259	-125	4	0.00	1.26	11.25	10.00	OK	-21.0	15.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5997	53.988	9.399	256	-125	4	0.00	1.27	11.25	10.00	OK	-21.9	15.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
5998	55.077	9.399	251	-126	3	0.00	1.28	11.25	10.00	OK	-22.9	15.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6446	56.166	9.399	246	-126	2	0.00	1.29	11.25	10.00	OK	-24.0	15.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6446	56.166	9.399	246	-126	2	0.00	1.29	11.25	10.00	OK	-24.0	15.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6440	57.255	9.399	243	-127	1	0.00	1.30	11.25	10.00	OK	-24.6	15.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6441	58.344	9.399	240	-127	-1	0.00	1.30	11.25	10.00	OK	-25.1	15.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6442	59.432	9.399	238	-126	-3	0.00	1.30	11.25	10.00	OK	-25.4	15.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6466	60.521	9.399	234	-126	-5	0.00	1.30	11.25	10.00	OK	-25.6	15.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6466	60.521	9.399	235	-126	-6	0.00	1.30	11.25	10.00	OK	-25.5	15.3	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6460	61.610	9.399	234	-124	-11	0.00	1.28	11.25	10.00	OK	-25.0	15.1	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6461	62.699	9.399	234	-122	-14	0.00	1.25	11.25	10.00	OK	-23.8	14.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6462	63.788	9.399	233	-119	-16	0.00	1.22	11.25	10.00	OK	-22.5	14.5	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6942	64.877	9.399	233	-116	-16	0.00	1.19	11.25	10.00	OK	-21.1	14.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6942	64.877	9.399	231	-116	-16	0.00	1.19	11.25	10.00	OK	-21.4	14.2	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6665	65.965	9.399	235	-114	-17	0.00	1.15	11.25	10.00	OK	-19.3	13.8	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6666	67.054	9.399	239	-110	-19	0.00	1.10	11.25	10.00	OK	-17.2	13.4	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6667	68.143	9.399	244	-107	-20	0.00	1.06	11.25	10.00	OK	-14.9	13.0	360.0	337.5	OK	-	-	OK
6903	69.232	9.399	253	-103	-26	0.00	1.01	11.25	10.00	OK	-12.2	12.5	360.0	337.5	OK	0.01	0.20	OK
6903	69.232	9.399	248	-103	-21	0.00	1.01	11.25	10.00	OK	-12.8	12.5	360.0	337.5	OK	0.01	0.20	OK
6089	70.580	9.399	262	-97	-27	0.00	0.93	11.25	10.00	OK	-9.0	11.8	360.0	337.5	OK	0.01	0.20	OK
6090	71.927	9.399	259	-91	-31	0.00	0.86	11.25	10.00	OK	-7.2	11.1	360.0	337.5	OK	0.01	0.20	OK
6091	73.275	9.399	245	-83	-42	0.00	0.78	11.25	10.00	OK	-5.9	10.1	360.0	337.5	OK	0.01	0.20	OK
6922	74.623	9.399	227	-72	-64	0.00	0.67	11.25	10.00	OK	-4.0	8.8	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
6922	74.623	9.399	222	-72	-64	0.00	0.67	11.25	10.00	OK	-4.4	8.8	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
6687	75.382	9.399	227	-63	-74	0.00	0.59	11.25	10.00	OK	-2.2	7.8	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
6688	76.142	9.399	228	-53	-78	0.00	0.52	11.25	10.00	OK	-0.7	7.0	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
6689	76.901	9.399	229	-44	-76	0.00	0.45	11.25	10.00	OK	0.3	6.2	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
7033	77.660	9.399	224	-35	-70	0.03	0.40	11.25	10.00	OK	0.9	5.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
7033	77.660	9.399	225	-35	-70	0.03	0.40	11.25	10.00	OK	0.9	5.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
7027	78.850	9.399	219	-22	-55	0.09	0.33	11.25	10.00	OK	1.6	4.6	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
7028	80.040	9.399	220	-13	-42	0.14	0.28	11.25	10.00	OK	2.2	4.0	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
7029	81.230	9.399	228	-6	-33	0.19	0.25	11.25	10.00	OK	2.9	3.6	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9412	82.419	9.399	159	0	32	0.15	0.15	11.25	10.00	OK	2.3	2.2	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
9412	82.419	9.399	245	0	-31	0.23	0.23	11.25	10.00	OK	3.5	3.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
6891	83.350	9.294	112	-6	29	0.07	0.14	11.25	10.00	OK	1.2	2.0	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
6892	84.286	9.188	42	-10	10	0.00	0.09	11.25	10.00	OK	-0.1	1.3	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
6893	85.227	9.081	-9	-9	-24	0.00	0.08	11.25	10.00	OK	-7.7	0.4	360.0	337.5	OK	0.01	0.20	OK
7095	86.173	8.972	-4	0	-70	0.00	-0.07	11.25	10.00	OK	-1.1	-1.1	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK

FASE 5: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLU

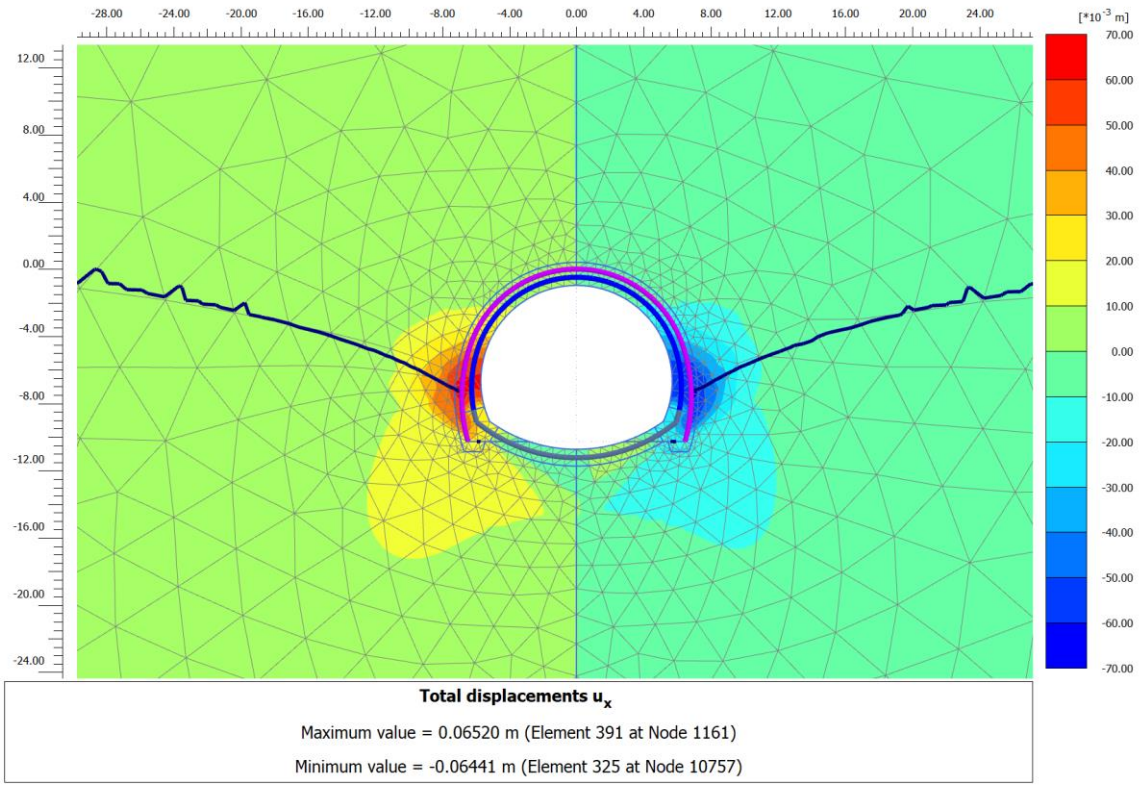
NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
1267	0.027	8.972	-6	0	91	-664	OK	284	OK	873	3550	OK
1261	0.973	9.081	-12.83	-11.08	30.84	-661	OK	283	OK	873	3550	OK
1262	1.914	9.188	54.25	-12.29	-14.01	-689	OK	292	OK	873	3557	OK
1263	2.850	9.294	143.72	-7.08	-39.63	-727	OK	304	OK	873	3570	OK
1657	3.781	9.399	319.18	0.88	37.77	801	OK	328	OK	873	3595	OK
1657	3.781	9.399	203.90	0.88	-42.27	753	OK	313	OK	873	3579	OK
1383	4.970	9.399	296.96	-6.55	40.19	-792	OK	325	OK	873	3592	OK
1384	6.160	9.399	285.38	-15.38	50.94	-787	OK	324	OK	873	3590	OK
1385	7.350	9.399	284.02	-26.80	67.43	-786	OK	324	OK	873	3590	OK
1415	8.539	9.399	292.49	-41.87	87.07	-790	OK	325	OK	873	3591	OK
1415	8.539	9.399	291.53	-41.87	86.91	-790	OK	325	OK	873	3591	OK
1409	9.299	9.399	297.04	-53.32	96.15	-792	OK	325	OK	873	3592	OK
1410	10.058	9.399	297.25	-65.58	99.31	-792	OK	325	OK	873	3592	OK
1411	10.818	9.399	296.26	-77.78	95.42	-792	OK	325	OK	873	3592	OK
2007	11.577	9.399	291.63	-89.01	83.69	-790	OK	325	OK	873	3591	OK
2007	11.577	9.399	298.20	-89.01	83.47	-792	OK	326	OK	873	3592	OK
2001	12.925	9.399	322.43	-104.49	59.24	-803	OK	329	OK	873	3595	OK
2002	14.272	9.399	339.52	-116.17	47.06	-810	OK	331	OK	873	3598	OK
2003	15.620	9.399	343.94	-125.82	42.02	-812	OK	332	OK	873	3598	OK
2677	16.968	9.399	327.99	-134.84	33.54	-805	OK	330	OK	873	3596	OK
2677	16.968	9.399	336.70	-134.84	38.98	-809	OK	331	OK	873	3597	OK
2671	18.057	9.399	325.39	-140.57	30.82	-804	OK	329	OK	873	3596	OK
2672	19.146	9.399	320.36	-145.85	28.10	-802	OK	329	OK	873	3595	OK
2673	20.235	9.399	314.00	-150.58	24.82	-799	OK	328	OK	873	3594	OK
2957	21.323	9.399	306.39	-154.64	20.72	-796	OK	327	OK	873	3593	OK
2957	21.323	9.399	307.42	-154.64	20.38	-796	OK	327	OK	873	3593	OK
2615	22.412	9.399	305.58	-157.92	16.21	-795	OK	327	OK	873	3593	OK
2616	23.501	9.399	305.78	-160.49	12.67	-796	OK	327	OK	873	3593	OK
2617	24.590	9.399	305.51	-162.49	9.85	-795	OK	327	OK	873	3593	OK
3015	25.679	9.399	304.19	-164.04	7.58	-795	OK	326	OK	873	3593	OK
3015	25.679	9.399	303.34	-164.04	7.53	-795	OK	326	OK	873	3593	OK
3009	26.768	9.399	303.95	-165.32	6.77	-795	OK	326	OK	873	3593	OK
3010	27.856	9.399	304.40	-166.45	5.74	-795	OK	326	OK	873	3593	OK
3011	28.945	9.399	305.97	-167.34	4.16	-796	OK	327	OK	873	3593	OK
3671	30.034	9.399	308.83	-167.88	1.80	-797	OK	327	OK	873	3593	OK
3671	30.034	9.399	309.10	-167.88	1.68	-797	OK	327	OK	873	3593	OK
3672	31.123	9.399	315.79	-167.99	-0.59	-800	OK	328	OK	873	3594	OK
3673	32.212	9.399	321.73	-167.67	-2.82	-802	OK	329	OK	873	3595	OK
3674	33.301	9.399	326.43	-167.01	-4.60	-804	OK	329	OK	873	3596	OK
4273	34.389	9.399	329.81	-166.08	-5.67	-806	OK	330	OK	873	3596	OK
4273	34.389	9.399	329.66	-166.08	-5.63	-806	OK	330	OK	873	3596	OK
4274	35.478	9.399	335.60	-165.01	-6.15	-808	OK	331	OK	873	3597	OK
4275	36.567	9.399	339.65	-163.90	-6.29	-810	OK	331	OK	873	3598	OK
4276	37.656	9.399	342.10	-162.78	-6.16	-811	OK	332	OK	873	3598	OK
4903	38.745	9.399	343.08	-161.71	-5.85	-811	OK	332	OK	873	3598	OK
4903	38.745	9.399	342.99	-161.71	-5.71	-811	OK	332	OK	873	3598	OK
4904	39.833	9.399	347.03	-160.73	-5.17	-813	OK	332	OK	873	3599	OK
4905	40.922	9.399	349.35	-159.88	-4.36	-814	OK	333	OK	873	3599	OK
4906	42.011	9.399	350.06	-159.17	-3.58	-814	OK	333	OK	873	3599	OK
5553	43.100	9.399	349.31	-158.58	-2.12	-814	OK	333	OK	873	3599	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
5553	43.100	9.399	349.29	-158.58	-3.10	-814	OK	333	OK	873	3599	OK
5284	44.189	9.399	351.38	-158.24	-1.56	-815	OK	333	OK	873	3599	OK
5285	45.278	9.399	351.96	-158.05	-0.55	-815	OK	333	OK	873	3600	OK
5286	46.366	9.399	350.92	-158.06	0.64	-815	OK	333	OK	873	3599	OK
5511	47.455	9.399	348.16	-158.28	1.74	-813	OK	332	OK	873	3599	OK
5511	47.455	9.399	348.27	-158.28	1.86	-813	OK	332	OK	873	3599	OK
5505	48.544	9.399	348.35	-158.69	2.85	-813	OK	332	OK	873	3599	OK
5506	49.633	9.399	346.79	-159.29	3.81	-813	OK	332	OK	873	3599	OK
5507	50.722	9.399	343.60	-160.05	4.62	-811	OK	332	OK	873	3598	OK
6002	51.811	9.399	338.77	-160.93	5.15	-809	OK	331	OK	873	3598	OK
6002	51.811	9.399	338.68	-160.93	5.17	-809	OK	331	OK	873	3598	OK
5996	52.899	9.399	336.39	-161.87	5.30	-808	OK	331	OK	873	3597	OK
5997	53.988	9.399	332.37	-162.79	4.99	-807	OK	330	OK	873	3597	OK
5998	55.077	9.399	326.75	-163.62	4.20	-804	OK	330	OK	873	3596	OK
6446	56.166	9.399	319.87	-164.26	3.15	-801	OK	329	OK	873	3595	OK
6446	56.166	9.399	319.65	-164.26	2.89	-801	OK	329	OK	873	3595	OK
6440	57.255	9.399	315.68	-164.62	1.07	-800	OK	328	OK	873	3594	OK
6441	58.344	9.399	312.25	-164.66	-0.79	-798	OK	328	OK	873	3594	OK
6442	59.432	9.399	308.94	-164.30	-3.26	-797	OK	327	OK	873	3593	OK
6466	60.521	9.399	304.70	-163.41	-6.49	-795	OK	326	OK	873	3593	OK
6466	60.521	9.399	305.13	-163.41	-7.17	-795	OK	327	OK	873	3593	OK
6460	61.610	9.399	303.56	-161.52	-13.91	-795	OK	326	OK	873	3593	OK
6461	62.699	9.399	303.70	-158.63	-18.20	-795	OK	326	OK	873	3593	OK
6462	63.788	9.399	303.20	-155.15	-20.37	-794	OK	326	OK	873	3593	OK
6942	64.877	9.399	303.14	-151.41	-20.82	-794	OK	326	OK	873	3593	OK
6942	64.877	9.399	300.14	-151.41	-21.43	-793	OK	326	OK	873	3592	OK
6665	65.965	9.399	305.77	-147.56	-22.46	-796	OK	327	OK	873	3593	OK
6666	67.054	9.399	310.93	-143.37	-24.41	-798	OK	327	OK	873	3594	OK
6667	68.143	9.399	317.03	-138.85	-26.16	-800	OK	328	OK	873	3595	OK
6903	69.232	9.399	329.27	-134.07	-34.34	-805	OK	330	OK	873	3596	OK
6903	69.232	9.399	322.51	-134.07	-27.20	-803	OK	329	OK	873	3595	OK
6089	70.580	9.399	340.66	-126.30	-35.48	-810	OK	331	OK	873	3598	OK
6090	71.927	9.399	336.73	-118.21	-40.04	-809	OK	331	OK	873	3597	OK
6091	73.275	9.399	318.90	-107.90	-54.08	-801	OK	328	OK	873	3595	OK
6922	74.623	9.399	295.37	-93.07	-82.68	-791	OK	325	OK	873	3592	OK
6922	74.623	9.399	288.63	-93.07	-83.66	-788	OK	324	OK	873	3591	OK
6687	75.382	9.399	294.89	-81.81	-96.51	-791	OK	325	OK	873	3591	OK
6688	76.142	9.399	296.80	-69.40	-101.61	-792	OK	325	OK	873	3592	OK
6689	76.901	9.399	297.11	-56.80	-99.18	-792	OK	325	OK	873	3592	OK
7033	77.660	9.399	291.84	-44.94	-90.42	-790	OK	325	OK	873	3591	OK
7033	77.660	9.399	292.74	-44.94	-90.51	-790	OK	325	OK	873	3591	OK
7027	78.850	9.399	284.48	-29.17	-71.11	-787	OK	324	OK	873	3590	OK
7028	80.040	9.399	285.70	-17.06	-54.23	-787	OK	324	OK	873	3590	OK
7029	81.230	9.399	296.88	-7.64	-42.78	-792	OK	325	OK	873	3592	OK
9412	82.419	9.399	206.13	0.22	40.96	754	OK	313	OK	873	3579	OK
9412	82.419	9.399	318.55	0.22	-39.71	801	OK	328	OK	873	3595	OK
6891	83.350	9.294	145.07	-7.50	38.31	-728	OK	305	OK	873	3570	OK
6892	84.286	9.188	55.21	-12.48	12.95	-690	OK	292	OK	873	3557	OK
6893	85.227	9.081	-12.05	-11.11	-31.39	-661	OK	283	OK	873	3550	OK
7095	86.173	8.972	-5.31	0.00	-91.00	-664	OK	284	OK	873	3550	OK

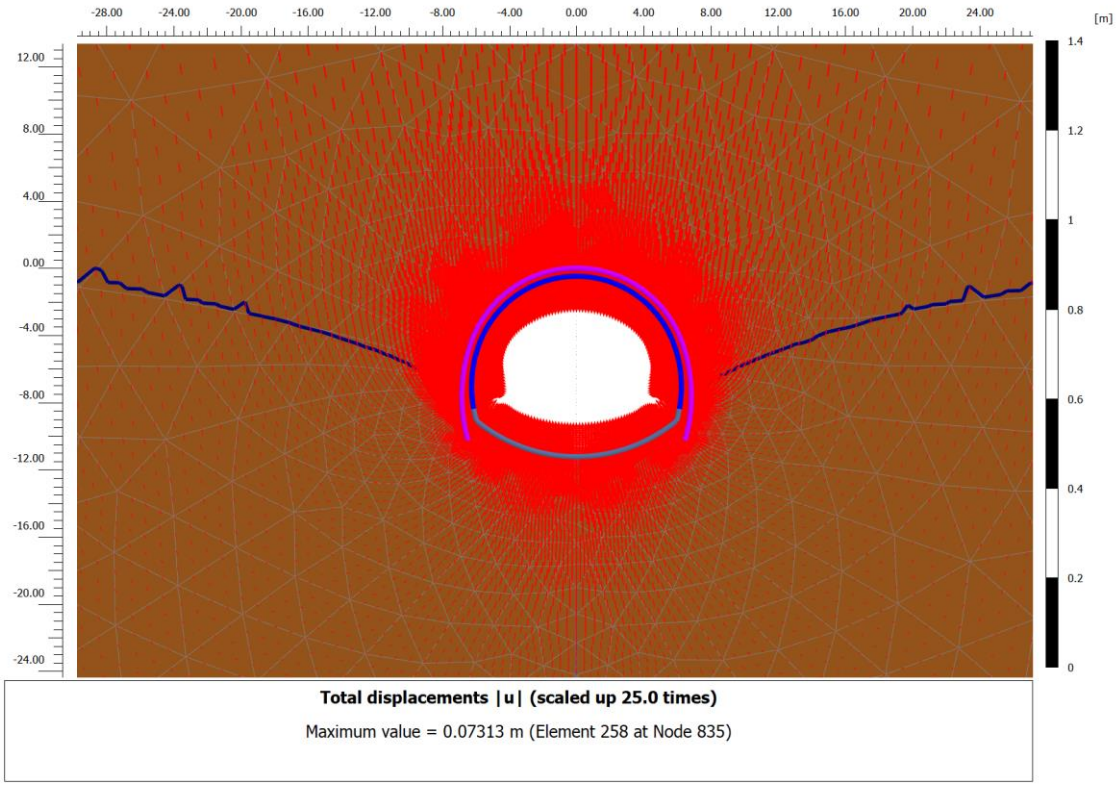
RISULTATI FASE 6 – Installazione rivestimento definitivo di calotta



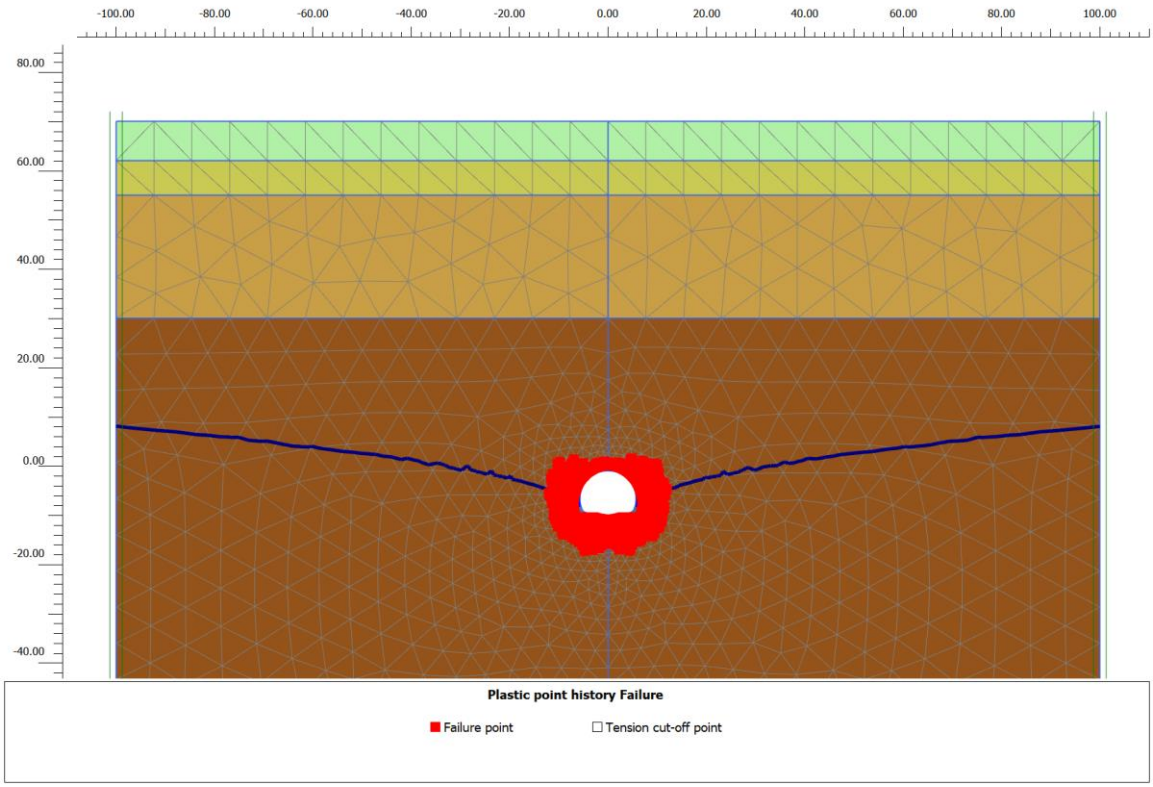
Fase 6 – Spostamenti verticali totali



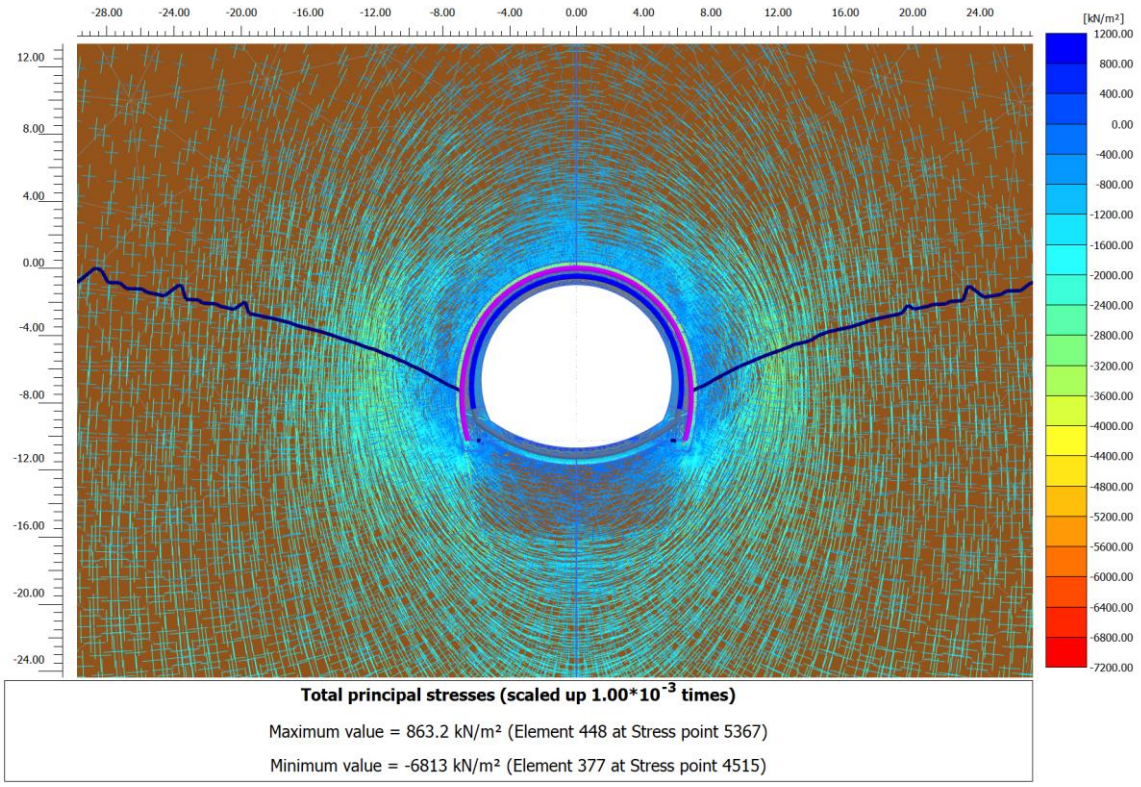
Fase 6 – Spostamenti orizzontali totali



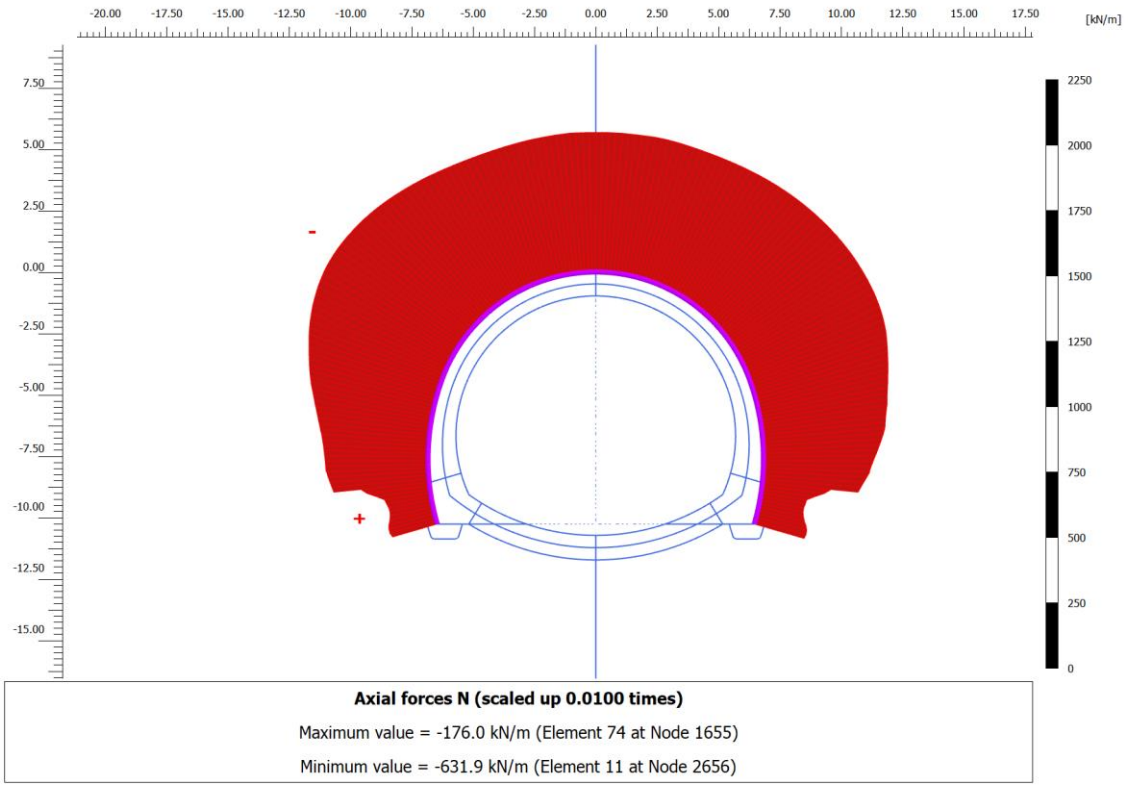
Fase 6 – Vettori spostamento totale



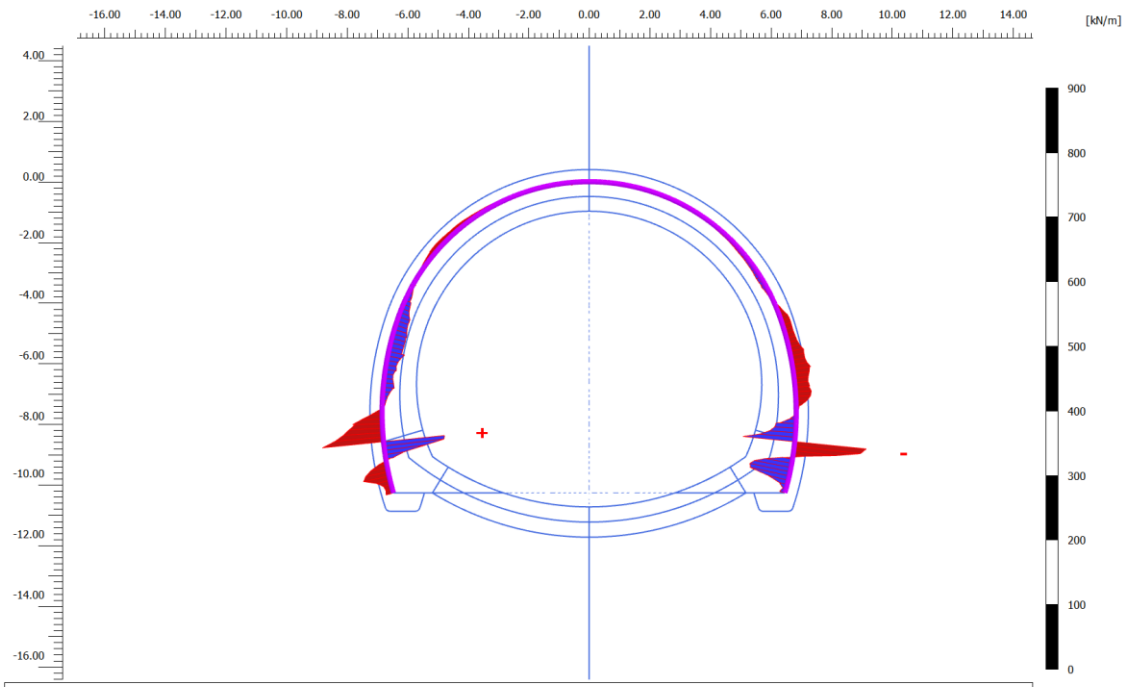
Fase 6 – Zone plastiche



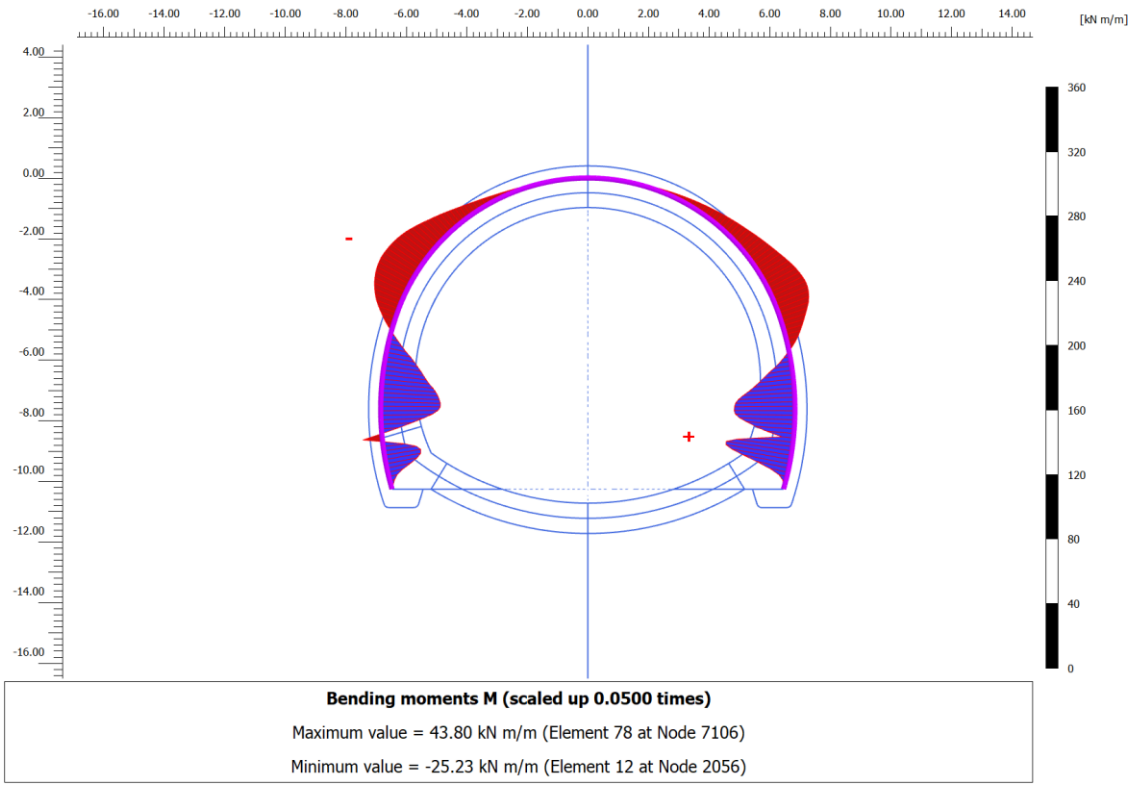
Fase 6 – Orientazione delle direzioni principali dello sforzo



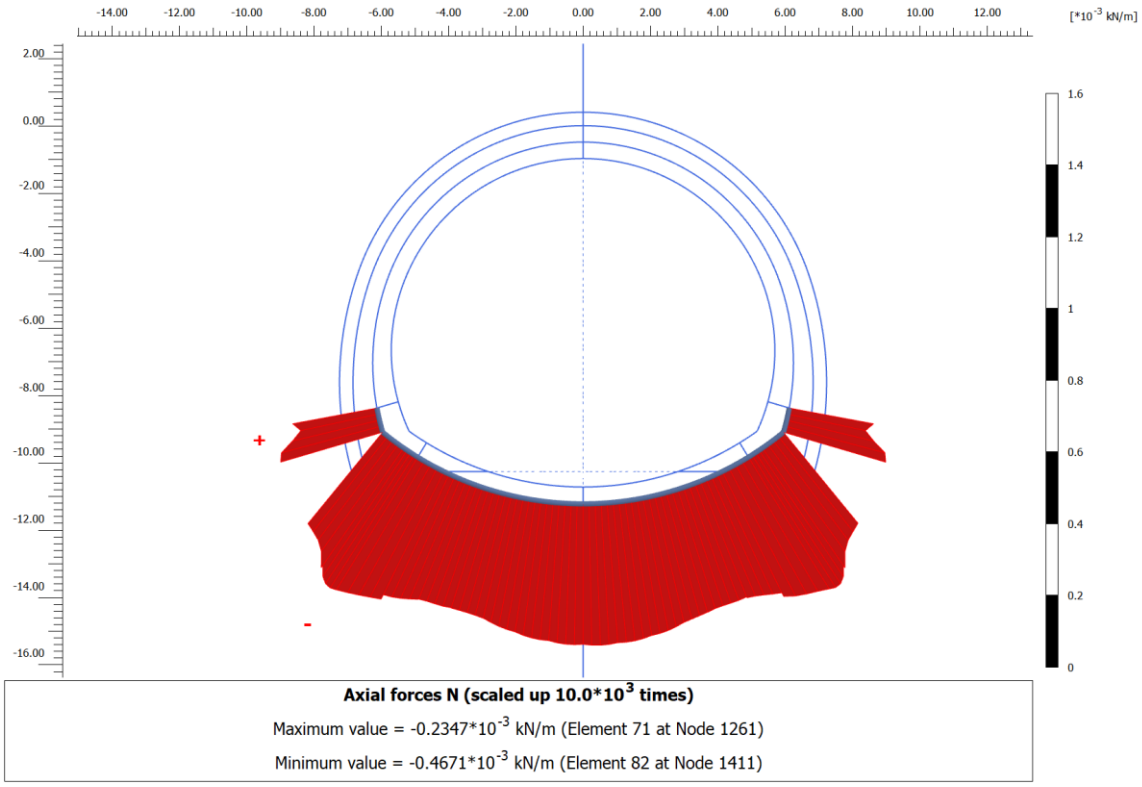
Fase 6 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento di prima fase



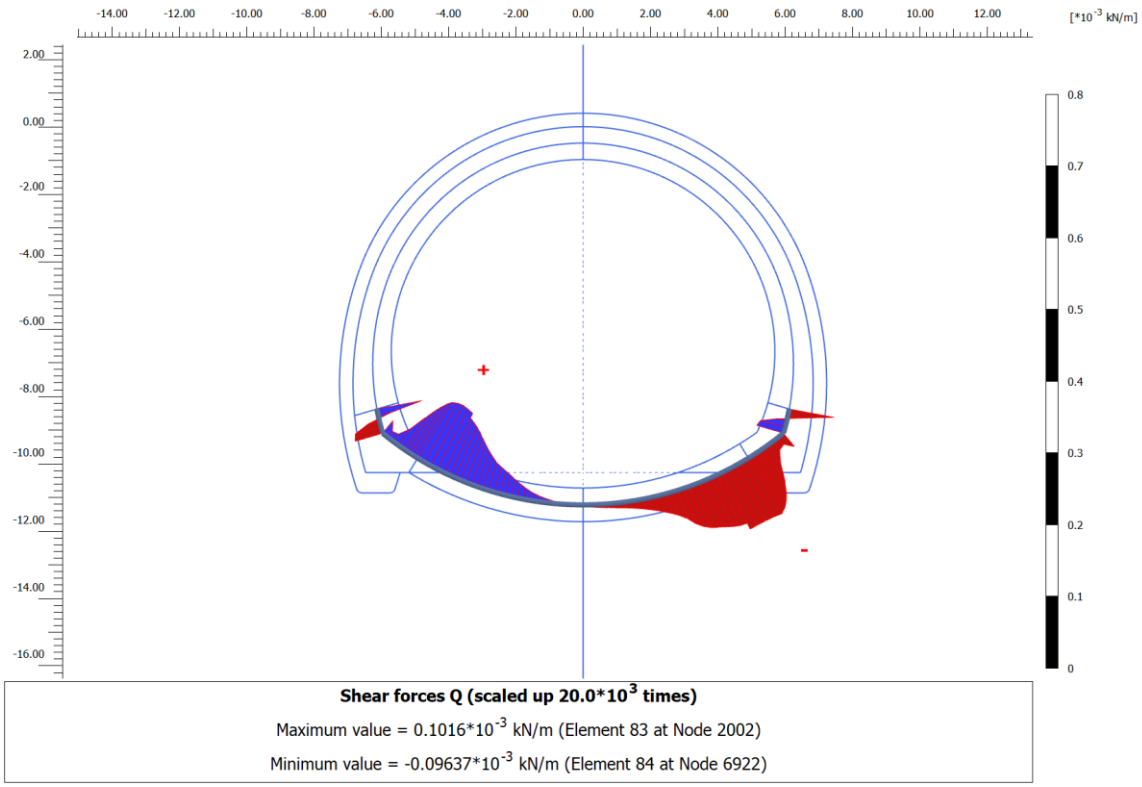
Fase 6 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento di prima fase



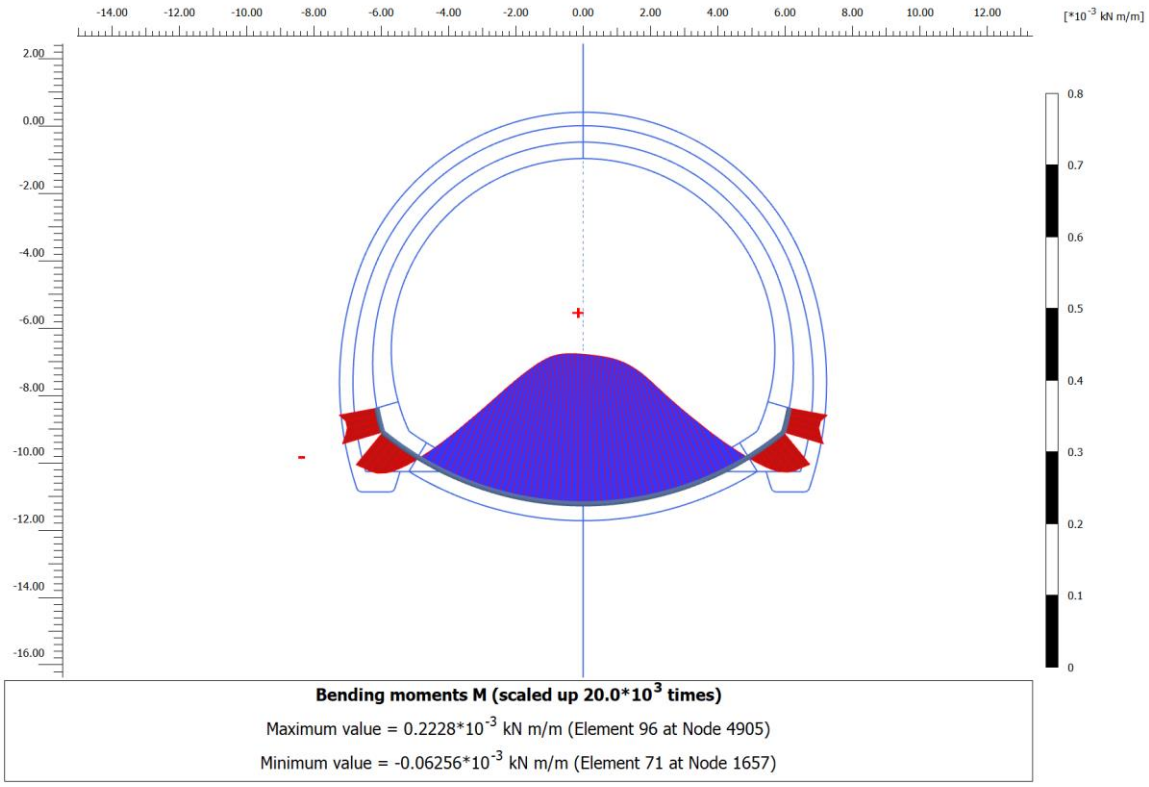
Fase 6 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento di prima fase



Fase 6 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento definitivo di arco rovescio



Fase 6 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento definitivo di arco rovescio



Fase 6 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento definitivo di arco rovescio

FASE 6: Verifiche del rivestimento di prima fase

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
837	-354.0	-65.3	37.76	-17.80	460.2	84.9	49.08	23.14	1.53	OK	99.03	6.07	99.59	OK
836	-355.9	-65.7	39.42	-4.52	462.7	85.4	51.24	5.88	1.54	OK	102.97	1.54	103.01	OK
838	-352.7	-65.1	33.97	-33.33	458.5	84.6	44.17	43.32	1.53	OK	90.15	11.36	92.27	OK
835	-358.4	-66.2	39.34	4.55	466.0	86.0	51.14	5.92	1.55	OK	102.86	1.55	102.90	OK
835	-358.5	-66.2	39.34	4.44	466.0	86.0	51.14	5.77	1.55	OK	102.86	1.51	102.90	OK
845	-350.3	-64.7	27.78	-44.66	455.4	84.0	36.11	58.06	1.52	OK	75.59	15.23	80.07	OK
845	-351.9	-65.0	27.78	-49.14	457.5	84.4	36.11	63.88	1.52	OK	75.64	16.76	81.02	OK
726	-361.3	-66.7	38.55	6.18	469.7	86.7	50.11	8.03	1.57	OK	101.10	2.11	101.16	OK
846	-345.6	-63.8	20.26	-55.08	449.2	82.9	26.33	71.61	1.50	OK	57.86	18.78	66.38	OK
725	-365.0	-67.4	37.46	8.54	474.5	87.6	48.70	11.11	1.58	OK	98.67	2.91	98.80	OK
847	-340.5	-62.8	11.34	-65.19	442.6	81.7	14.74	84.75	1.48	OK	36.85	22.23	53.30	OK
724	-369.6	-68.2	35.94	11.92	480.5	88.7	46.72	15.50	1.60	OK	95.25	4.07	95.51	OK
848	-335.2	-61.9	0.54	-79.24	435.8	80.4	0.70	103.01	1.45	OK	11.44	27.02	48.18	OK
723	-375.2	-69.3	33.82	18.42	487.8	90.0	43.96	23.95	1.63	OK	90.46	6.28	91.12	OK
723	-375.3	-69.3	33.82	16.70	487.9	90.0	43.96	21.71	1.63	OK	90.46	5.70	91.00	OK
1277	-236.5	-43.7	-12.83	101.19	307.5	56.8	16.68	131.55	1.02	OK	37.18	34.51	70.39	OK
1277	-330.0	-60.9	-12.83	-101.45	429.0	79.2	16.68	131.89	1.43	OK	40.02	34.60	72.06	OK
384	-381.1	-70.3	31.17	16.61	495.4	91.4	40.52	21.59	1.65	OK	84.45	5.66	85.01	OK
1278	-217.2	-40.1	2.25	99.81	282.3	52.1	2.93	129.75	0.94	OK	11.87	34.04	60.14	OK
383	-387.2	-71.5	28.87	14.49	503.3	92.9	37.54	18.84	1.68	OK	79.27	4.94	79.73	OK
1279	-186.2	-34.4	14.21	68.47	242.0	44.7	18.47	89.01	0.81	OK	38.87	23.35	56.09	OK
382	-393.6	-72.6	26.75	13.95	511.7	94.4	34.77	18.14	1.71	OK	74.49	4.76	74.95	OK
1280	-159.9	-29.5	21.64	31.14	207.9	38.4	28.13	40.48	0.69	OK	55.45	10.62	58.42	OK
391	-400.9	-74.0	24.51	18.47	521.1	96.2	31.86	24.01	1.74	OK	69.48	6.30	70.33	OK
391	-400.5	-73.9	24.51	16.86	520.7	96.1	31.86	21.92	1.74	OK	69.47	5.75	70.18	OK
1653	-155.4	-28.7	24.21	7.91	202.0	37.3	31.47	10.28	0.67	OK	61.32	2.70	61.50	OK
1653	-154.8	-28.6	24.21	11.77	201.3	37.1	31.47	15.29	0.67	OK	61.31	4.01	61.70	OK
394	-407.5	-75.2	21.91	16.97	529.8	97.8	28.48	22.06	1.77	OK	63.60	5.79	64.38	OK
1654	-150.2	-27.7	23.83	-12.31	195.3	36.0	30.98	16.00	0.65	OK	60.28	4.20	60.72	OK
393	-414.8	-76.6	19.27	18.50	539.3	99.5	25.05	24.05	1.80	OK	57.65	6.31	58.68	OK
1655	-148.6	-27.4	20.92	-27.47	193.2	35.7	27.19	35.71	0.64	OK	53.42	9.37	55.83	OK
392	-422.7	-78.0	16.26	22.15	549.5	101.4	21.14	28.80	1.83	OK	50.86	7.55	52.51	OK
1656	-150.3	-27.7	16.17	-37.72	195.4	36.1	21.03	49.04	0.65	OK	42.38	12.86	47.88	OK
733	-430.4	-79.4	12.58	22.05	559.6	103.3	16.36	28.66	1.87	OK	42.50	7.52	44.45	OK
733	-431.3	-79.6	12.58	27.00	560.7	103.5	16.36	35.11	1.87	OK	42.52	9.21	45.42	OK
1983	-155.0	-28.6	10.31	-43.22	201.5	37.2	13.40	56.19	0.67	OK	28.81	14.74	38.49	OK
1983	-154.5	-28.5	10.31	-42.41	200.9	37.1	13.40	55.13	0.67	OK	28.79	14.46	38.17	OK
736	-437.6	-80.8	9.29	22.12	568.8	105.0	12.08	28.75	1.90	OK	35.02	7.54	37.38	OK
1984	-161.7	-29.8	5.80	-22.66	210.2	38.8	7.54	29.45	0.70	OK	18.46	7.73	22.80	OK
735	-444.4	-82.0	5.93	22.62	577.7	106.6	7.71	29.40	1.93	OK	27.37	7.71	30.46	OK
1985	-165.4	-30.5	3.28	-13.17	215.1	39.7	4.27	17.12	0.72	OK	12.70	4.49	14.89	OK
734	-450.9	-83.2	2.54	22.80	586.2	108.2	3.30	29.63	1.95	OK	19.62	7.77	23.80	OK
1986	-165.1	-30.5	1.67	-10.84	214.6	39.6	2.17	14.09	0.72	OK	8.92	3.70	10.98	OK
1395	-456.9	-84.3	-0.83	21.88	594.0	109.6	1.08	28.45	1.98	OK	15.82	7.46	20.43	OK
1395	-457.1	-84.4	-0.83	23.43	594.2	109.7	1.08	30.46	1.98	OK	15.83	7.99	21.03	OK
1997	-159.9	-29.5	0.00	-12.58	207.9	38.4	0.00	16.35	0.69	OK	4.86	4.29	8.88	OK
1398	-463.5	-85.5	-4.20	21.53	602.5	111.2	5.46	27.99	2.01	OK	23.90	7.34	27.07	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
1397	-470.0	-86.7	-7.29	19.90	611.0	112.8	9.47	25.87	2.04	OK	31.31	6.79	33.44	OK
1396	-476.5	-87.9	-10.20	19.09	619.5	114.3	13.26	24.82	2.06	OK	38.32	6.51	39.95	OK
1683	-483.1	-89.2	-13.07	20.22	628.0	115.9	17.00	26.29	2.09	OK	45.24	6.90	46.79	OK
1683	-483.1	-89.2	-13.07	19.63	628.1	115.9	17.00	25.52	2.09	OK	45.24	6.69	46.71	OK
1686	-489.8	-90.4	-15.69	15.87	636.8	117.5	20.39	20.63	2.12	OK	51.56	5.41	52.40	OK
1685	-496.1	-91.6	-17.83	13.42	644.9	119.0	23.18	17.45	2.15	OK	56.76	4.58	57.31	OK
1684	-501.9	-92.6	-19.68	11.99	652.5	120.4	25.58	15.58	2.18	OK	61.25	4.09	61.66	OK
2023	-507.9	-93.7	-21.35	8.20	660.3	121.9	27.75	10.66	2.20	OK	65.34	2.80	65.52	OK
2023	-507.5	-93.7	-21.35	10.69	659.8	121.8	27.75	13.89	2.20	OK	65.33	3.64	65.64	OK
2026	-512.6	-94.6	-22.60	8.31	666.4	123.0	29.39	10.80	2.22	OK	68.42	2.83	68.60	OK
2025	-517.2	-95.5	-23.68	6.40	672.4	124.1	30.78	8.32	2.24	OK	71.07	2.18	71.17	OK
2024	-521.5	-96.2	-24.46	4.04	677.9	125.1	31.80	5.26	2.26	OK	73.03	1.38	73.07	OK
2053	-524.9	-96.9	-24.93	4.75	682.4	125.9	32.41	6.17	2.27	OK	74.23	1.62	74.28	OK
2053	-525.2	-96.9	-24.93	2.81	682.8	126.0	32.41	3.65	2.28	OK	74.24	0.96	74.26	OK
2056	-528.2	-97.5	-25.23	0.02	686.7	126.7	32.81	0.03	2.29	OK	75.05	0.01	75.05	OK
2055	-530.6	-97.9	-25.08	-2.04	689.7	127.3	32.60	2.65	2.30	OK	74.74	0.70	74.75	OK
2054	-532.0	-98.2	-24.72	-2.46	691.6	127.7	32.13	3.20	2.31	OK	73.95	0.84	73.96	OK
2653	-533.1	-98.4	-24.37	-3.29	693.0	127.9	31.69	4.27	2.31	OK	73.18	1.12	73.21	OK
2653	-532.8	-98.3	-24.37	-2.26	692.6	127.8	31.69	2.94	2.31	OK	73.17	0.77	73.19	OK
2656	-533.4	-98.5	-23.79	-4.60	693.5	128.0	30.93	5.97	2.31	OK	71.82	1.57	71.87	OK
2655	-533.3	-98.4	-23.05	-5.54	693.2	127.9	29.96	7.20	2.31	OK	70.08	1.89	70.16	OK
2654	-532.6	-98.3	-22.17	-6.38	692.3	127.8	28.82	8.30	2.31	OK	68.01	2.18	68.11	OK
2667	-531.4	-98.1	-21.16	-7.96	690.8	127.5	27.51	10.35	2.30	OK	65.62	2.72	65.79	OK
2667	-531.4	-98.1	-21.16	-7.40	690.8	127.5	27.51	9.62	2.30	OK	65.62	2.52	65.77	OK
2670	-530.5	-97.9	-19.96	-8.38	689.6	127.3	25.95	10.90	2.30	OK	62.79	2.86	62.98	OK
2669	-529.2	-97.7	-18.71	-8.61	688.0	127.0	24.33	11.19	2.29	OK	59.82	2.94	60.04	OK
2668	-527.5	-97.4	-17.45	-8.51	685.8	126.6	22.69	11.06	2.29	OK	56.83	2.90	57.05	OK
2749	-525.5	-97.0	-16.24	-8.21	683.1	126.1	21.11	10.67	2.28	OK	53.93	2.80	54.14	OK
2749	-525.5	-97.0	-16.24	-7.96	683.1	126.1	21.11	10.34	2.28	OK	53.93	2.71	54.13	OK
2752	-523.3	-96.6	-15.06	-7.80	680.2	125.5	19.58	10.14	2.27	OK	51.11	2.66	51.32	OK
2751	-520.8	-96.1	-13.95	-7.46	677.1	125.0	18.13	9.69	2.26	OK	48.43	2.54	48.63	OK
2750	-518.2	-95.6	-12.87	-7.29	673.6	124.3	16.73	9.47	2.25	OK	45.82	2.49	46.02	OK
3051	-515.4	-95.1	-11.79	-7.39	670.0	123.7	15.33	9.60	2.23	OK	43.23	2.52	43.44	OK
3051	-515.4	-95.1	-11.79	-7.41	670.0	123.7	15.33	9.63	2.23	OK	43.22	2.53	43.45	OK
3054	-512.5	-94.6	-10.72	-7.16	666.3	123.0	13.94	9.31	2.22	OK	40.63	2.44	40.85	OK
3053	-509.7	-94.1	-9.70	-6.71	662.6	122.3	12.61	8.72	2.21	OK	38.17	2.29	38.37	OK
3052	-506.8	-93.5	-8.76	-6.18	658.8	121.6	11.38	8.03	2.20	OK	35.86	2.11	36.05	OK
3068	-503.9	-93.0	-7.88	-5.84	655.1	120.9	10.25	7.59	2.18	OK	33.74	1.99	33.92	OK
3068	-503.9	-93.0	-7.88	-5.74	655.1	120.9	10.25	7.46	2.18	OK	33.74	1.96	33.91	OK
3067	-501.0	-92.5	-7.07	-5.27	651.3	120.2	9.20	6.85	2.17	OK	31.76	1.80	31.91	OK
3066	-498.2	-91.9	-6.33	-4.89	647.6	119.5	8.23	6.36	2.16	OK	29.93	1.67	30.07	OK
3065	-495.4	-91.4	-5.63	-4.61	644.0	118.9	7.32	5.99	2.15	OK	28.22	1.57	28.35	OK
3075	-492.8	-91.0	-4.98	-4.24	640.6	118.2	6.47	5.51	2.14	OK	26.60	1.44	26.72	OK
3075	-492.7	-90.9	-4.98	-4.33	640.5	118.2	6.47	5.63	2.14	OK	26.60	1.48	26.72	OK
3078	-490.3	-90.5	-4.38	-3.90	637.3	117.6	5.69	5.07	2.12	OK	25.13	1.33	25.23	OK
3077	-488.0	-90.1	-3.83	-3.54	634.4	117.1	4.98	4.60	2.11	OK	23.78	1.21	23.88	OK
3076	-486.0	-89.7	-3.34	-3.16	631.8	116.6	4.34	4.11	2.11	OK	22.57	1.08	22.65	OK
3167	-484.2	-89.4	-2.90	-2.85	629.5	116.2	3.78	3.71	2.10	OK	21.50	0.97	21.56	OK
3167	-484.2	-89.4	-2.90	-2.80	629.5	116.2	3.78	3.65	2.10	OK	21.50	0.96	21.56	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
3170	-482.8	-89.1	-2.51	-2.52	627.6	115.8	3.26	3.27	2.09	OK	20.53	0.86	20.59	OK
3169	-481.5	-88.9	-2.16	-2.21	626.0	115.5	2.81	2.87	2.09	OK	19.69	0.75	19.73	OK
3168	-480.5	-88.7	-1.86	-1.94	624.7	115.3	2.42	2.53	2.08	OK	18.94	0.66	18.98	OK
3879	-479.7	-88.5	-1.59	-1.70	623.7	115.1	2.07	2.21	2.08	OK	18.29	0.58	18.32	OK
3879	-479.7	-88.5	-1.59	-1.74	623.7	115.1	2.07	2.27	2.08	OK	18.29	0.59	18.32	OK
3882	-479.2	-88.4	-1.35	-1.64	623.0	115.0	1.75	2.13	2.08	OK	17.70	0.56	17.73	OK
3881	-478.9	-88.4	-1.11	-1.59	622.5	114.9	1.44	2.07	2.08	OK	17.14	0.54	17.17	OK
3880	-478.7	-88.4	-0.88	-1.59	622.3	114.9	1.14	2.07	2.07	OK	16.59	0.54	16.62	OK
4815	-478.7	-88.4	-0.64	-1.69	622.3	114.9	0.83	2.19	2.07	OK	16.03	0.58	16.06	OK
4815	-478.7	-88.4	-0.64	-1.84	622.3	114.9	0.83	2.39	2.07	OK	16.03	0.63	16.07	OK
4818	-478.9	-88.4	-0.39	-1.38	622.6	114.9	0.51	1.80	2.08	OK	15.47	0.47	15.49	OK
4817	-479.1	-88.4	-0.25	-0.69	622.8	114.9	0.32	0.90	2.08	OK	15.13	0.24	15.13	OK
4816	-479.2	-88.4	-0.19	-0.12	623.0	115.0	0.24	0.15	2.08	OK	14.99	0.04	14.99	OK
5440	-479.3	-88.5	-0.19	-0.58	623.1	115.0	0.24	0.75	2.08	OK	14.99	0.20	14.99	OK
5440	-479.3	-88.5	-0.19	-0.02	623.1	115.0	0.24	0.02	2.08	OK	14.99	0.01	14.99	OK
5443	-479.6	-88.5	-0.02	-1.54	623.5	115.1	0.02	2.01	2.08	OK	14.61	0.53	14.64	OK
5442	-480.0	-88.6	0.22	-1.45	624.0	115.2	0.28	1.88	2.08	OK	15.08	0.49	15.11	OK
5441	-480.5	-88.7	0.35	-0.23	624.7	115.3	0.46	0.30	2.08	OK	15.42	0.08	15.42	OK
5933	-481.4	-88.9	0.23	4.73	625.9	115.5	0.29	6.15	2.09	OK	15.15	1.61	15.41	OK
5933	-481.1	-88.8	0.23	2.17	625.4	115.4	0.29	2.82	2.08	OK	15.14	0.74	15.19	OK
5937	-480.7	-88.7	-0.21	1.59	624.9	115.3	0.27	2.07	2.08	OK	15.08	0.54	15.11	OK
5936	-480.3	-88.6	-0.34	0.27	624.3	115.2	0.44	0.35	2.08	OK	15.37	0.09	15.37	OK
5935	-480.1	-88.6	-0.34	0.12	624.1	115.2	0.45	0.16	2.08	OK	15.38	0.04	15.39	OK
5934	-479.9	-88.6	-0.39	0.31	623.9	115.2	0.51	0.40	2.08	OK	15.49	0.11	15.49	OK
5934	-480.0	-88.6	-0.39	0.50	624.0	115.2	0.51	0.65	2.08	OK	15.49	0.17	15.50	OK
5922	-480.3	-88.6	-0.39	-0.04	624.4	115.2	0.51	0.05	2.08	OK	15.50	0.01	15.50	OK
5921	-480.5	-88.7	-0.42	0.23	624.6	115.3	0.54	0.29	2.08	OK	15.57	0.08	15.57	OK
5920	-480.6	-88.7	-0.43	0.01	624.8	115.3	0.56	0.01	2.08	OK	15.61	0.00	15.61	OK
5919	-481.1	-88.8	-0.33	-1.81	625.4	115.4	0.43	2.36	2.08	OK	15.39	0.62	15.43	OK
5919	-481.0	-88.8	-0.33	-0.68	625.3	115.4	0.43	0.89	2.08	OK	15.39	0.23	15.39	OK
5542	-481.0	-88.8	-0.33	0.56	625.3	115.4	0.43	0.73	2.08	OK	15.37	0.19	15.38	OK
5541	-481.2	-88.8	-0.47	1.23	625.5	115.5	0.61	1.60	2.09	OK	15.72	0.42	15.73	OK
5540	-481.7	-88.9	-0.65	1.08	626.2	115.6	0.84	1.40	2.09	OK	16.14	0.37	16.16	OK
5894	-482.7	-89.1	-0.73	-2.40	627.5	115.8	0.95	3.13	2.09	OK	16.37	0.82	16.44	OK
5894	-482.5	-89.0	-0.73	-0.14	627.2	115.8	0.95	0.18	2.09	OK	16.37	0.05	16.37	OK
5897	-483.4	-89.2	-0.53	-0.70	628.4	116.0	0.68	0.92	2.09	OK	15.91	0.24	15.92	OK
5896	-483.8	-89.3	-0.47	-0.04	629.0	116.1	0.61	0.06	2.10	OK	15.79	0.02	15.79	OK
5895	-483.9	-89.3	-0.50	0.26	629.1	116.1	0.64	0.33	2.10	OK	15.86	0.09	15.86	OK
5912	-483.7	-89.3	-0.57	1.17	628.9	116.1	0.74	1.52	2.10	OK	16.02	0.40	16.03	OK
5912	-483.7	-89.3	-0.57	0.89	628.8	116.1	0.74	1.15	2.10	OK	16.02	0.30	16.02	OK
5911	-483.5	-89.2	-0.78	1.67	628.5	116.0	1.01	2.18	2.10	OK	16.51	0.57	16.54	OK
5910	-483.3	-89.2	-1.04	1.91	628.3	116.0	1.36	2.48	2.09	OK	17.12	0.65	17.16	OK
5909	-483.3	-89.2	-1.33	1.89	628.2	116.0	1.72	2.45	2.09	OK	17.78	0.64	17.81	OK
5908	-483.4	-89.2	-1.59	1.66	628.4	116.0	2.06	2.16	2.09	OK	18.39	0.57	18.42	OK
5908	-483.4	-89.2	-1.59	1.65	628.4	116.0	2.06	2.15	2.09	OK	18.39	0.56	18.42	OK
5619	-483.8	-89.3	-1.83	1.70	628.9	116.1	2.38	2.21	2.10	OK	18.98	0.58	19.01	OK
5618	-484.4	-89.4	-2.09	1.85	629.7	116.2	2.72	2.40	2.10	OK	19.61	0.63	19.64	OK
5617	-485.2	-89.6	-2.38	2.08	630.8	116.4	3.09	2.70	2.10	OK	20.30	0.71	20.34	OK
5616	-486.2	-89.7	-2.71	2.36	632.0	116.6	3.52	3.07	2.11	OK	21.09	0.81	21.14	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
5616	-486.2	-89.7	-2.71	2.38	632.0	116.7	3.52	3.09	2.11	OK	21.09	0.81	21.14	OK
5504	-487.4	-90.0	-3.05	2.39	633.6	116.9	3.97	3.11	2.11	OK	21.94	0.82	21.98	OK
5503	-488.7	-90.2	-3.42	2.56	635.3	117.3	4.44	3.33	2.12	OK	22.83	0.87	22.88	OK
5502	-490.1	-90.5	-3.80	2.76	637.2	117.6	4.95	3.59	2.12	OK	23.78	0.94	23.84	OK
6040	-491.7	-90.7	-4.22	2.88	639.1	118.0	5.49	3.75	2.13	OK	24.80	0.98	24.86	OK
6040	-491.6	-90.7	-4.22	2.76	639.1	118.0	5.49	3.58	2.13	OK	24.80	0.94	24.85	OK
6039	-493.2	-91.0	-4.64	2.98	641.2	118.3	6.04	3.87	2.14	OK	25.84	1.02	25.90	OK
6038	-494.9	-91.3	-5.09	3.13	643.3	118.7	6.62	4.06	2.14	OK	26.93	1.07	27.00	OK
6037	-496.6	-91.6	-5.56	3.28	645.5	119.1	7.23	4.26	2.15	OK	28.08	1.12	28.15	OK
6036	-498.3	-92.0	-6.06	3.55	647.7	119.6	7.87	4.62	2.16	OK	29.30	1.21	29.37	OK
6036	-498.3	-92.0	-6.06	3.52	647.8	119.6	7.87	4.57	2.16	OK	29.30	1.20	29.37	OK
6025	-499.9	-92.3	-6.58	3.58	649.9	120.0	8.56	4.65	2.17	OK	30.57	1.22	30.64	OK
6024	-501.5	-92.6	-7.11	3.60	652.0	120.3	9.24	4.69	2.17	OK	31.85	1.23	31.92	OK
6023	-503.0	-92.8	-7.64	3.73	654.0	120.7	9.94	4.85	2.18	OK	33.15	1.27	33.22	OK
6022	-504.5	-93.1	-8.21	3.98	655.8	121.0	10.67	5.18	2.19	OK	34.52	1.36	34.60	OK
6022	-504.5	-93.1	-8.21	4.03	655.8	121.0	10.67	5.24	2.19	OK	34.52	1.38	34.60	OK
5739	-505.9	-93.4	-8.80	4.10	657.7	121.4	11.44	5.34	2.19	OK	35.95	1.40	36.03	OK
5738	-507.2	-93.6	-9.41	4.22	659.4	121.7	12.24	5.49	2.20	OK	37.42	1.44	37.50	OK
5737	-508.5	-93.9	-10.04	4.37	661.1	122.0	13.06	5.68	2.20	OK	38.93	1.49	39.01	OK
5736	-509.8	-94.1	-10.70	4.47	662.7	122.3	13.91	5.82	2.21	OK	40.50	1.53	40.59	OK
5736	-509.8	-94.1	-10.70	4.58	662.7	122.3	13.91	5.95	2.21	OK	40.50	1.56	40.59	OK
5073	-510.9	-94.3	-11.39	4.93	664.2	122.6	14.80	6.40	2.21	OK	42.14	1.68	42.25	OK
5072	-512.0	-94.5	-12.14	5.33	665.5	122.8	15.79	6.93	2.22	OK	43.94	1.82	44.05	OK
5071	-512.9	-94.7	-12.95	5.59	666.8	123.1	16.83	7.27	2.22	OK	45.85	1.91	45.96	OK
5087	-513.7	-94.8	-13.77	5.53	667.9	123.3	17.90	7.19	2.23	OK	47.81	1.89	47.92	OK
5087	-513.8	-94.8	-13.77	5.64	667.9	123.3	17.90	7.33	2.23	OK	47.81	1.92	47.92	OK
5086	-514.5	-95.0	-14.60	5.76	668.8	123.4	18.98	7.49	2.23	OK	49.76	1.96	49.88	OK
5085	-515.1	-95.1	-15.47	6.03	669.6	123.6	20.11	7.84	2.23	OK	51.80	2.06	51.93	OK
5084	-515.5	-95.1	-16.37	6.31	670.1	123.7	21.28	8.20	2.23	OK	53.93	2.15	54.06	OK
5716	-515.7	-95.2	-17.32	6.34	670.4	123.7	22.51	8.24	2.23	OK	56.15	2.16	56.27	OK
5716	-515.7	-95.2	-17.32	6.57	670.4	123.7	22.51	8.54	2.23	OK	56.15	2.24	56.28	OK
5719	-515.6	-95.2	-18.32	7.28	670.3	123.7	23.82	9.47	2.23	OK	58.51	2.48	58.66	OK
5718	-515.4	-95.1	-19.42	7.55	670.0	123.7	25.24	9.81	2.23	OK	61.06	2.57	61.22	OK
5717	-515.1	-95.1	-20.51	7.22	669.6	123.6	26.66	9.38	2.23	OK	63.60	2.46	63.74	OK
5868	-514.7	-95.0	-21.51	7.56	669.1	123.5	27.97	9.82	2.23	OK	65.93	2.58	66.08	OK
5868	-514.6	-95.0	-21.51	6.38	669.0	123.5	27.97	8.29	2.23	OK	65.93	2.17	66.04	OK
5871	-513.9	-94.9	-22.49	5.91	668.1	123.3	29.24	7.68	2.23	OK	68.20	2.02	68.29	OK
5870	-512.8	-94.6	-23.27	4.70	666.7	123.0	30.25	6.11	2.22	OK	69.98	1.60	70.04	OK
5869	-511.3	-94.4	-23.88	3.69	664.7	122.7	31.05	4.80	2.22	OK	71.37	1.26	71.40	OK
6582	-509.3	-94.0	-24.35	1.77	662.0	122.2	31.65	2.30	2.21	OK	72.40	0.60	72.41	OK
6582	-509.4	-94.0	-24.35	2.65	662.2	122.2	31.65	3.44	2.21	OK	72.40	0.90	72.42	OK
6585	-506.8	-93.5	-24.26	-2.70	658.9	121.6	31.53	3.51	2.20	OK	72.11	0.92	72.12	OK
6584	-503.9	-93.0	-23.62	-5.94	655.1	120.9	30.71	7.72	2.18	OK	70.54	2.02	70.63	OK
6583	-500.4	-92.4	-22.53	-8.81	650.5	120.1	29.29	11.45	2.17	OK	67.88	3.00	68.08	OK
6600	-496.2	-91.6	-21.01	-13.10	645.0	119.1	27.31	17.02	2.15	OK	64.19	4.47	64.65	OK
6600	-496.3	-91.6	-21.01	-12.20	645.1	119.1	27.31	15.86	2.15	OK	64.19	4.16	64.59	OK
6599	-491.3	-90.7	-18.95	-14.19	638.7	117.9	24.63	18.44	2.13	OK	59.22	4.84	59.81	OK
6598	-486.4	-89.8	-16.81	-14.32	632.3	116.7	21.85	18.62	2.11	OK	54.08	4.88	54.74	OK
6597	-481.4	-88.8	-14.67	-14.08	625.8	115.5	19.08	18.31	2.09	OK	48.93	4.80	49.63	OK

Nodo	Sollecitazioni caratteristiche				Sollecitazioni di progetto SLU				Verifica spritz-beton		Verifica centine metalliche			
	$N_{sk,sb}$ (kN/m)	$N_{sk,cent}$ (kN/m)	$M_{sk,cent}$ (kNm/m)	$T_{sk,cent}$ (kN/m)	$N_{sd,sb}$ (kN/m)	$N_{sd,cent}$ (kN/m)	$M_{sd,cent}$ (kNm/m)	$T_{sd,cent}$ (kN/m)	$\sigma_{sb,d}$ (MPa)	Esito verifica	$\sigma_{cent,d}$ (MPa)	$\tau_{cent,d}$ (MPa)	$\sigma_{id,cent,d}$ (MPa)	Esito verifica
9605	-178.3	-32.9	0.00	8.92	231.8	42.8	0.00	11.59	0.77	OK	5.42	3.04	7.55	OK
6596	-476.4	-87.9	-12.58	-14.06	619.3	114.3	16.35	18.27	2.06	OK	43.88	4.79	44.66	OK
6596	-476.4	-87.9	-12.58	-14.27	619.3	114.3	16.35	18.55	2.06	OK	43.88	4.87	44.68	OK
9591	-181.4	-33.5	0.88	5.30	235.9	43.5	1.15	6.89	0.79	OK	7.58	1.81	8.20	OK
6413	-471.4	-87.0	-10.39	-14.98	612.8	113.1	13.50	19.48	2.04	OK	38.60	5.11	39.60	OK
9592	-179.7	-33.2	2.08	13.49	233.6	43.1	2.71	17.53	0.78	OK	10.33	4.60	13.04	OK
6412	-466.4	-86.1	-8.08	-16.09	606.3	111.9	10.50	20.91	2.02	OK	33.05	5.49	34.39	OK
9593	-173.6	-32.0	5.34	33.90	225.6	41.6	6.95	44.08	0.75	OK	17.77	11.56	26.77	OK
6411	-461.3	-85.1	-5.51	-18.26	599.7	110.7	7.17	23.74	2.00	OK	26.90	6.23	28.99	OK
9590	-164.3	-30.3	12.43	65.36	213.5	39.4	16.16	84.97	0.71	OK	34.05	22.29	51.48	OK
9590	-163.6	-30.2	12.43	66.98	212.7	39.3	16.16	87.07	0.71	OK	34.03	22.84	52.19	OK
6845	-456.3	-84.2	-2.52	-22.20	593.2	109.5	3.27	28.85	1.98	OK	19.74	7.57	23.70	OK
6845	-456.7	-84.3	-2.52	-23.32	593.7	109.6	3.27	30.31	1.98	OK	19.75	7.95	24.08	OK
9423	-157.6	-29.1	22.10	67.92	204.9	37.8	28.73	88.30	0.68	OK	56.46	23.16	69.27	OK
6848	-451.3	-83.3	0.91	-22.46	586.7	108.3	1.19	29.20	1.96	OK	15.84	7.66	20.66	OK
9424	-153.9	-28.4	31.50	61.14	200.0	36.9	40.95	79.48	0.67	OK	78.33	20.85	86.25	OK
6847	-446.7	-82.4	4.25	-22.51	580.7	107.2	5.52	29.26	1.94	OK	23.49	7.67	26.99	OK
9425	-153.4	-28.3	39.17	44.09	199.4	36.8	50.93	57.32	0.66	OK	96.25	15.04	99.72	OK
6846	-442.8	-81.7	7.75	-24.53	575.6	106.2	10.08	31.89	1.92	OK	31.57	8.37	34.74	OK
9422	-156.2	-28.8	43.63	13.86	203.0	37.5	56.71	18.02	0.68	OK	106.74	4.73	107.06	OK
9422	-156.8	-28.9	43.63	15.89	203.8	37.6	56.71	20.65	0.68	OK	106.76	5.42	107.18	OK
6862	-439.5	-81.1	11.75	-29.64	571.3	105.4	15.28	38.53	1.90	OK	40.83	10.11	44.43	OK
6862	-439.3	-81.1	11.75	-27.95	571.1	105.4	15.28	36.33	1.90	OK	40.83	9.53	44.04	OK
7106	-159.6	-29.4	43.80	-18.59	207.4	38.3	56.94	24.16	0.69	OK	107.25	6.34	107.81	OK
6861	-433.9	-80.1	15.83	-26.03	564.1	104.1	20.58	33.83	1.88	OK	50.20	8.88	52.50	OK
7107	-185.3	-34.2	37.26	-68.14	240.9	44.5	48.44	88.58	0.80	OK	92.75	23.24	101.10	OK
6860	-429.4	-79.2	19.49	-23.28	558.2	103.0	25.33	30.26	1.86	OK	58.60	7.94	60.19	OK
7108	-216.9	-40.0	24.60	-109.80	281.9	52.0	31.98	142.75	0.94	OK	64.11	37.45	91.19	OK
6859	-425.7	-78.6	22.88	-21.99	553.4	102.1	29.74	28.59	1.84	OK	66.42	7.50	67.68	OK
7105	-331.3	-61.1	7.50	85.96	430.6	79.5	9.75	111.75	1.44	OK	27.60	29.31	57.79	OK
7105	-237.9	-43.9	7.50	-118.61	309.2	57.1	9.75	154.20	1.03	OK	24.76	40.45	74.31	OK
6987	-422.8	-78.0	26.28	-24.43	549.6	101.4	34.16	31.76	1.83	OK	74.28	8.33	75.67	OK
6987	-422.8	-78.0	26.28	-22.38	549.6	101.4	34.16	29.10	1.83	OK	74.28	7.63	75.44	OK
7092	-339.0	-62.6	18.20	59.16	440.7	81.3	23.66	76.91	1.47	OK	52.85	20.18	63.36	OK
6990	-415.9	-76.8	29.99	-26.26	540.7	99.8	38.99	34.13	1.80	OK	82.76	8.95	84.20	OK
7093	-347.9	-64.2	25.76	42.97	452.3	83.5	33.49	55.86	1.51	OK	70.81	14.65	75.22	OK
6989	-408.4	-75.4	33.86	-24.62	531.0	98.0	44.01	32.01	1.77	OK	91.57	8.40	92.71	OK
7094	-357.4	-66.0	31.47	34.94	464.6	85.8	40.92	45.42	1.55	OK	84.44	11.91	86.93	OK
6988	-400.7	-73.9	37.13	-18.21	520.9	96.1	48.27	23.68	1.74	OK	98.98	6.21	99.57	OK
7091	-366.8	-67.7	36.49	32.64	476.8	88.0	47.44	42.43	1.59	OK	96.46	11.13	98.37	OK
7091	-365.0	-67.4	36.49	26.89	474.5	87.6	47.44	34.96	1.58	OK	96.41	9.17	97.71	OK
7001	-392.9	-72.5	39.11	-7.75	510.8	94.3	50.85	10.08	1.70	OK	103.39	2.64	103.49	OK
7001	-393.0	-72.5	39.11	-5.29	510.8	94.3	50.85	6.88	1.70	OK	103.39	1.81	103.44	OK
7002	-370.6	-68.4	39.23	10.94	481.8	88.9	51.00	14.22	1.61	OK	102.98	3.73	103.18	OK
7004	-384.9	-71.0	39.82	-3.79	500.4	92.4	51.77	4.92	1.67	OK	104.79	1.29	104.82	OK
7003	-377.4	-69.6	40.09	1.17	490.6	90.5	52.11	1.52	1.64	OK	105.19	0.40	105.19	OK

FASE 6: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLE

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
1267	0.027	8.972	255	57	68	0.56	0.00	11.25	10.00	OK	7.6	-0.5	360.0	337.5	OK	0.00	0.20	OK
1261	0.973	9.081	235	49	20	0.49	0.00	11.25	10.00	OK	6.7	-0.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1262	1.914	9.188	266	49	-17	0.52	0.00	11.25	10.00	OK	7.1	0.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1263	2.850	9.294	306	55	-39	0.59	0.00	11.25	10.00	OK	8.0	0.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1657	3.781	9.399	350	63	24	0.67	0.00	11.25	10.00	OK	9.2	0.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1657	3.781	9.399	316	63	-43	0.64	0.00	11.25	10.00	OK	8.7	0.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1383	4.970	9.399	360	59	11	0.66	0.02	11.25	10.00	OK	9.1	1.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1384	6.160	9.399	370	57	13	0.66	0.04	11.25	10.00	OK	9.1	1.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1385	7.350	9.399	391	53	29	0.66	0.08	11.25	10.00	OK	9.2	2.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1415	8.539	9.399	432	45	57	0.65	0.17	11.25	10.00	OK	9.2	3.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1415	8.539	9.399	423	45	55	0.65	0.16	11.25	10.00	OK	9.1	3.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1409	9.299	9.399	450	37	70	0.63	0.23	11.25	10.00	OK	8.9	3.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1410	10.058	9.399	464	28	82	0.59	0.29	11.25	10.00	OK	8.5	4.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1411	10.818	9.399	467	17	91	0.53	0.35	11.25	10.00	OK	7.8	5.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2007	11.577	9.399	462	5	97	0.47	0.41	11.25	10.00	OK	6.9	6.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2007	11.577	9.399	462	5	97	0.47	0.41	11.25	10.00	OK	6.9	6.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2001	12.925	9.399	452	-17	101	0.34	0.52	11.25	10.00	OK	5.3	7.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2002	14.272	9.399	442	-39	102	0.21	0.63	11.25	10.00	OK	3.7	8.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2003	15.620	9.399	432	-62	100	0.08	0.74	11.25	10.00	OK	2.0	10.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2677	16.968	9.399	408	-83	90	0.00	0.84	11.25	10.00	OK	0.0	11.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2677	16.968	9.399	422	-83	98	0.00	0.85	11.25	10.00	OK	0.3	11.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2671	18.057	9.399	403	-99	87	0.00	0.95	11.25	10.00	OK	-1.9	12.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2672	19.146	9.399	396	-114	82	0.00	1.07	11.25	10.00	OK	-4.7	14.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2673	20.235	9.399	387	-128	76	0.00	1.21	11.25	10.00	OK	-8.6	15.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2957	21.323	9.399	377	-142	70	0.00	1.36	11.25	10.00	OK	-13.6	17.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2957	21.323	9.399	378	-142	69	0.00	1.36	11.25	10.00	OK	-13.5	17.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2615	22.412	9.399	374	-153	62	0.00	1.50	11.25	10.00	OK	-18.4	18.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2616	23.501	9.399	373	-164	55	0.00	1.62	11.25	10.00	OK	-23.0	19.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2617	24.590	9.399	372	-173	49	0.00	1.74	11.25	10.00	OK	-27.4	21.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
3015	25.679	9.399	369	-181	43	0.00	1.84	11.25	10.00	OK	-31.8	22.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3015	25.679	9.399	369	-181	43	0.00	1.84	11.25	10.00	OK	-31.9	22.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3009	26.768	9.399	369	-189	39	0.00	1.93	11.25	10.00	OK	-35.5	22.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3010	27.856	9.399	369	-195	35	0.00	2.01	11.25	10.00	OK	-38.8	23.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3011	28.945	9.399	371	-201	31	0.00	2.08	11.25	10.00	OK	-41.6	24.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3671	30.034	9.399	373	-206	26	0.00	2.13	11.25	10.00	OK	-43.8	25.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3671	30.034	9.399	374	-206	26	0.00	2.13	11.25	10.00	OK	-43.7	25.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3672	31.123	9.399	381	-210	21	0.00	2.18	11.25	10.00	OK	-44.7	25.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3673	32.212	9.399	388	-214	17	0.00	2.21	11.25	10.00	OK	-45.4	25.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3674	33.301	9.399	392	-216	13	0.00	2.24	11.25	10.00	OK	-45.9	26.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4273	34.389	9.399	396	-218	10	0.00	2.26	11.25	10.00	OK	-46.5	26.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4273	34.389	9.399	396	-218	10	0.00	2.26	11.25	10.00	OK	-46.5	26.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4274	35.478	9.399	402	-220	8	0.00	2.28	11.25	10.00	OK	-46.1	26.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4275	36.567	9.399	407	-221	5	0.00	2.28	11.25	10.00	OK	-45.9	26.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4276	37.656	9.399	409	-222	4	0.00	2.29	11.25	10.00	OK	-45.9	26.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4903	38.745	9.399	410	-222	2	0.00	2.30	11.25	10.00	OK	-46.1	27.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4903	38.745	9.399	410	-222	2	0.00	2.30	11.25	10.00	OK	-46.1	27.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4904	39.833	9.399	415	-223	1	0.00	2.30	11.25	10.00	OK	-45.4	27.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4905	40.922	9.399	418	-223	0	0.00	2.29	11.25	10.00	OK	-44.9	27.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4906	42.011	9.399	418	-223	-1	0.00	2.29	11.25	10.00	OK	-44.8	27.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5553	43.100	9.399	417	-222	-2	0.00	2.29	11.25	10.00	OK	-44.8	27.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5553	43.100	9.399	417	-222	-3	0.00	2.29	11.25	10.00	OK	-44.8	27.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5284	44.189	9.399	420	-222	-3	0.00	2.28	11.25	10.00	OK	-44.1	26.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5285	45.278	9.399	421	-221	-4	0.00	2.27	11.25	10.00	OK	-43.6	26.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5286	46.366	9.399	420	-220	-5	0.00	2.26	11.25	10.00	OK	-43.4	26.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5511	47.455	9.399	416	-219	-6	0.00	2.26	11.25	10.00	OK	-43.5	26.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5511	47.455	9.399	416	-219	-5	0.00	2.26	11.25	10.00	OK	-43.5	26.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5505	48.544	9.399	417	-218	-7	0.00	2.24	11.25	10.00	OK	-42.8	26.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5506	49.633	9.399	416	-217	-8	0.00	2.23	11.25	10.00	OK	-42.4	26.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5507	50.722	9.399	412	-216	-9	0.00	2.21	11.25	10.00	OK	-42.2	26.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
6002	51.811	9.399	406	-214	-10	0.00	2.20	11.25	10.00	OK	-42.3	26.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6002	51.811	9.399	406	-214	-10	0.00	2.20	11.25	10.00	OK	-42.3	26.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5996	52.899	9.399	404	-212	-12	0.00	2.18	11.25	10.00	OK	-41.6	25.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5997	53.988	9.399	400	-209	-15	0.00	2.15	11.25	10.00	OK	-41.0	25.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5998	55.077	9.399	394	-207	-18	0.00	2.12	11.25	10.00	OK	-40.5	25.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6446	56.166	9.399	387	-203	-21	0.00	2.09	11.25	10.00	OK	-40.0	24.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6446	56.166	9.399	386	-203	-21	0.00	2.09	11.25	10.00	OK	-40.1	24.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6440	57.255	9.399	382	-199	-26	0.00	2.04	11.25	10.00	OK	-38.6	24.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6441	58.344	9.399	378	-194	-30	0.00	1.98	11.25	10.00	OK	-36.7	23.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6442	59.432	9.399	375	-188	-36	0.00	1.91	11.25	10.00	OK	-34.3	22.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6466	60.521	9.399	371	-181	-43	0.00	1.83	11.25	10.00	OK	-31.4	22.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6466	60.521	9.399	371	-181	-44	0.00	1.83	11.25	10.00	OK	-31.3	22.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6460	61.610	9.399	370	-172	-55	0.00	1.73	11.25	10.00	OK	-27.3	21.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6461	62.699	9.399	371	-162	-63	0.00	1.60	11.25	10.00	OK	-22.4	19.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6462	63.788	9.399	371	-150	-68	0.00	1.46	11.25	10.00	OK	-17.4	18.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6942	64.877	9.399	373	-137	-72	0.00	1.31	11.25	10.00	OK	-12.6	16.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6942	64.877	9.399	370	-137	-72	0.00	1.32	11.25	10.00	OK	-12.8	16.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6665	65.965	9.399	377	-124	-76	0.00	1.17	11.25	10.00	OK	-8.1	15.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6666	67.054	9.399	385	-110	-80	0.00	1.03	11.25	10.00	OK	-4.4	13.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6667	68.143	9.399	393	-96	-83	0.00	0.92	11.25	10.00	OK	-1.7	12.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6903	69.232	9.399	413	-81	-94	0.00	0.83	11.25	10.00	OK	0.4	11.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6903	69.232	9.399	401	-81	-84	0.00	0.82	11.25	10.00	OK	0.2	11.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6089	70.580	9.399	428	-60	-93	0.08	0.73	11.25	10.00	OK	2.0	10.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6090	71.927	9.399	438	-40	-93	0.20	0.63	11.25	10.00	OK	3.6	8.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6091	73.275	9.399	448	-19	-94	0.32	0.53	11.25	10.00	OK	5.1	7.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6922	74.623	9.399	459	2	-95	0.45	0.42	11.25	10.00	OK	6.7	6.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6922	74.623	9.399	459	2	-96	0.45	0.42	11.25	10.00	OK	6.7	6.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6687	75.382	9.399	466	14	-91	0.52	0.37	11.25	10.00	OK	7.6	5.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6688	76.142	9.399	464	25	-84	0.57	0.31	11.25	10.00	OK	8.3	4.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6689	76.901	9.399	451	34	-73	0.61	0.24	11.25	10.00	OK	8.7	4.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK

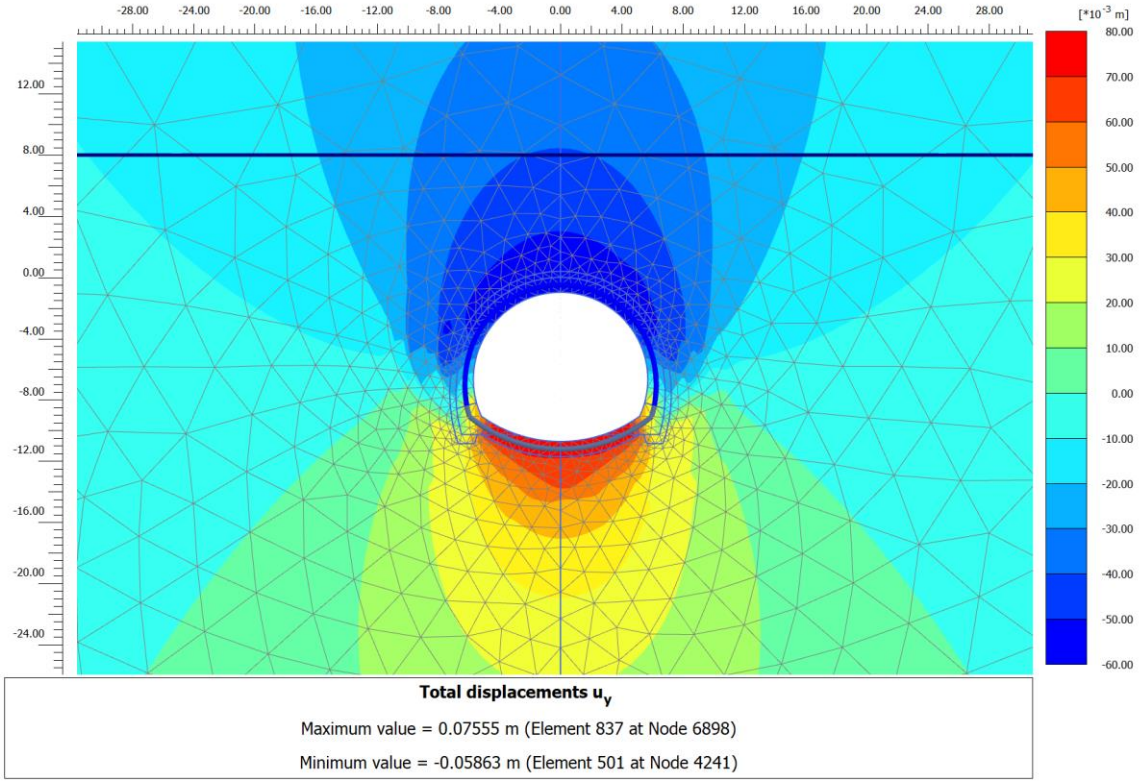
NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
7033	77.660	9.399	424	43	-58	0.63	0.17	11.25	10.00	OK	8.9	3.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
7033	77.660	9.399	433	43	-59	0.64	0.18	11.25	10.00	OK	9.0	3.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
7027	78.850	9.399	392	51	-32	0.65	0.09	11.25	10.00	OK	9.0	2.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
7028	80.040	9.399	371	56	-16	0.65	0.05	11.25	10.00	OK	9.0	1.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
7029	81.230	9.399	360	59	-13	0.66	0.03	11.25	10.00	OK	9.1	1.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9412	82.419	9.399	317	62	41	0.64	0.00	11.25	10.00	OK	8.7	0.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9412	82.419	9.399	349	62	-26	0.67	0.00	11.25	10.00	OK	9.2	0.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6891	83.350	9.294	307	54	38	0.58	0.00	11.25	10.00	OK	8.0	0.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6892	84.286	9.188	266	49	16	0.52	0.00	11.25	10.00	OK	7.1	0.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6893	85.227	9.081	235	49	-21	0.49	0.00	11.25	10.00	OK	6.7	-0.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
7095	86.173	8.972	255	58	-68	0.56	0.00	11.25	10.00	OK	7.6	-0.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK

FASE 6: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLU

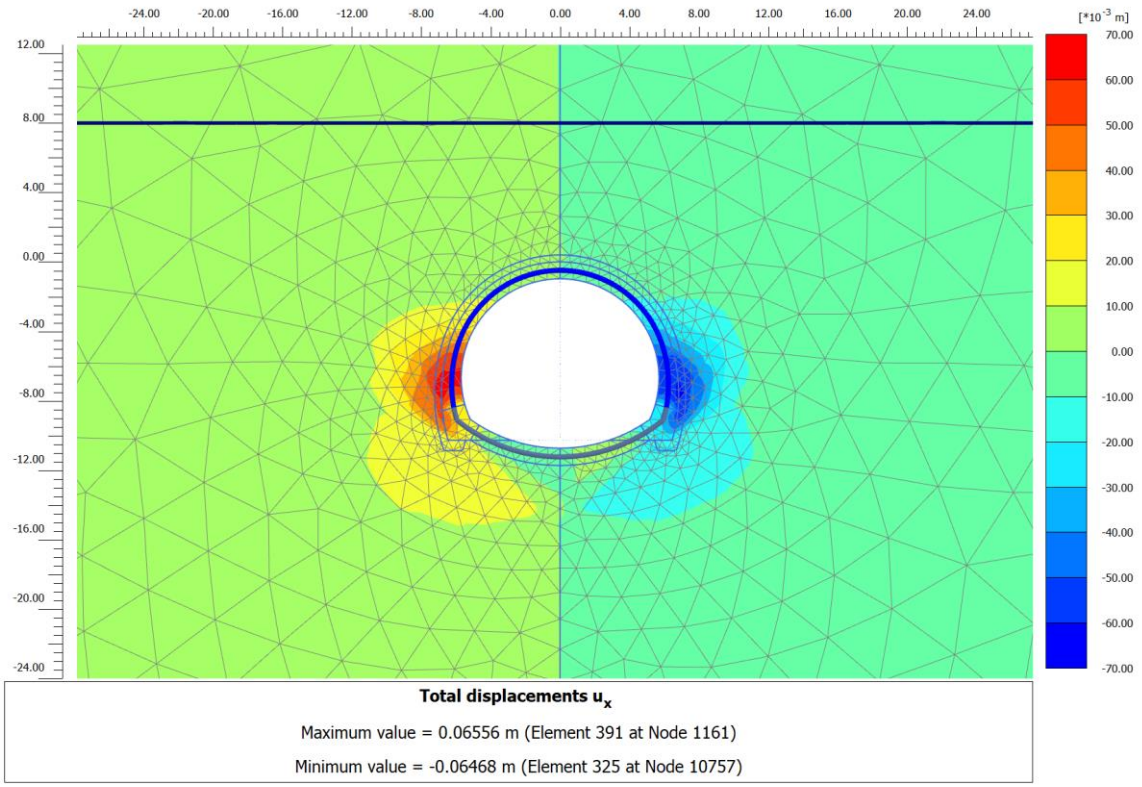
NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
1267	0.027	8.972	255	75	88	774	OK	320	OK	873	3586	OK
1261	0.973	9.081	234.67	64.07	26.56	765.59	OK	316.88	OK	873.1468	3582.889	OK
1262	1.914	9.188	265.57	64.02	-21.96	778.61	OK	321.12	OK	873.1468	3587.275	OK
1263	2.850	9.294	306.30	71.00	-51.32	795.76	OK	326.71	OK	873.1468	3593.058	OK
1657	3.781	9.399	350.38	81.32	31.37	814.31	OK	332.76	OK	873.1468	3599.317	OK
1657	3.781	9.399	315.78	81.32	-55.33	799.75	OK	328.01	OK	873.1468	3594.405	OK
1383	4.970	9.399	359.53	77.21	14.51	818.15	OK	334.01	OK	873.1468	3600.615	OK
1384	6.160	9.399	370.28	74.35	17.46	822.67	OK	335.49	OK	873.1468	3602.142	OK
1385	7.350	9.399	391.46	69.25	37.91	831.57	OK	338.40	OK	873.1468	3605.15	OK
1415	8.539	9.399	431.91	58.59	73.54	848.55	OK	343.95	OK	873.1468	3610.892	OK
1415	8.539	9.399	423.46	58.59	72.00	845.00	OK	342.79	OK	873.1468	3609.693	OK
1409	9.299	9.399	450.38	48.36	91.46	856.29	OK	346.48	OK	873.1468	3613.515	OK
1410	10.058	9.399	464.02	35.98	106.76	862.01	OK	348.35	OK	873.1468	3615.451	OK
1411	10.818	9.399	467.06	21.92	118.23	863.29	OK	348.77	OK	873.1468	3615.884	OK
2007	11.577	9.399	462.29	6.66	126.13	861.29	OK	348.12	OK	873.1468	3615.206	OK
2007	11.577	9.399	462.21	6.66	126.20	861.25	OK	348.11	OK	873.1468	3615.195	OK
2001	12.925	9.399	452.24	-21.86	131.04	-857.08	OK	346.74	OK	873.1468	3613.78	OK
2002	14.272	9.399	442.03	-50.98	132.02	-852.79	OK	345.34	OK	873.1468	3612.33	OK
2003	15.620	9.399	431.93	-80.04	130.29	-848.56	OK	343.95	OK	873.1468	3610.896	OK
2677	16.968	9.399	407.63	-108.49	117.29	-838.36	OK	340.61	OK	873.1468	3607.445	OK
2677	16.968	9.399	422.21	-108.49	127.04	-844.48	OK	342.62	OK	873.1468	3609.516	OK
2671	18.057	9.399	402.87	-129.02	112.49	-836.36	OK	339.96	OK	873.1468	3606.769	OK
2672	19.146	9.399	395.58	-148.62	106.63	-833.30	OK	338.96	OK	873.1468	3605.735	OK
2673	20.235	9.399	386.85	-167.03	99.29	-829.63	OK	337.76	OK	873.1468	3604.495	OK
2957	21.323	9.399	376.98	-183.97	90.60	-825.49	OK	336.41	OK	873.1468	3603.094	OK
2957	21.323	9.399	377.74	-183.97	90.09	-825.80	OK	336.51	OK	873.1468	3603.201	OK
2615	22.412	9.399	373.93	-199.27	80.85	-824.21	OK	335.99	OK	873.1468	3602.661	OK
2616	23.501	9.399	372.95	-212.91	71.94	-823.79	OK	335.85	OK	873.1468	3602.521	OK
2617	24.590	9.399	371.90	-225.00	63.59	-823.35	OK	335.71	OK	873.1468	3602.372	OK
3015	25.679	9.399	369.45	-235.63	55.77	-822.32	OK	335.37	OK	873.1468	3602.024	OK
3015	25.679	9.399	368.66	-235.63	55.49	-821.99	OK	335.27	OK	873.1468	3601.913	OK
3009	26.768	9.399	368.93	-245.08	50.23	-822.10	OK	335.30	OK	873.1468	3601.951	OK
3010	27.856	9.399	369.25	-253.62	45.22	-822.24	OK	335.35	OK	873.1468	3601.996	OK
3011	28.945	9.399	370.76	-261.22	39.92	-822.87	OK	335.55	OK	873.1468	3602.21	OK
3671	30.034	9.399	373.29	-267.80	33.74	-823.94	OK	335.90	OK	873.1468	3602.57	OK
3671	30.034	9.399	373.83	-267.80	33.51	-824.16	OK	335.97	OK	873.1468	3602.646	OK
3672	31.123	9.399	381.12	-273.29	27.71	-827.23	OK	336.98	OK	873.1468	3603.682	OK
3673	32.212	9.399	387.55	-277.72	22.04	-829.93	OK	337.86	OK	873.1468	3604.594	OK
3674	33.301	9.399	392.42	-281.20	17.05	-831.97	OK	338.53	OK	873.1468	3605.286	OK
4273	34.389	9.399	395.54	-283.87	13.03	-833.28	OK	338.95	OK	873.1468	3605.728	OK
4273	34.389	9.399	395.58	-283.87	13.05	-833.30	OK	338.96	OK	873.1468	3605.735	OK
4274	35.478	9.399	402.33	-285.90	9.83	-836.13	OK	339.89	OK	873.1468	3606.693	OK
4275	36.567	9.399	406.92	-287.42	7.14	-838.06	OK	340.52	OK	873.1468	3607.344	OK
4276	37.656	9.399	409.47	-288.48	4.80	-839.13	OK	340.87	OK	873.1468	3607.707	OK
4903	38.745	9.399	410.16	-289.14	2.66	-839.42	OK	340.96	OK	873.1468	3607.805	OK
4903	38.745	9.399	409.90	-289.14	2.93	-839.31	OK	340.93	OK	873.1468	3607.768	OK
4904	39.833	9.399	414.99	-289.49	1.13	-841.45	OK	341.62	OK	873.1468	3608.49	OK
4905	40.922	9.399	417.78	-289.58	-0.25	-842.62	OK	342.01	OK	873.1468	3608.886	OK
4906	42.011	9.399	418.45	-289.39	-1.73	-842.90	OK	342.10	OK	873.1468	3608.982	OK
5553	43.100	9.399	417.19	-288.91	-2.01	-842.37	OK	341.93	OK	873.1468	3608.803	OK
5553	43.100	9.399	417.18	-288.91	-3.84	-842.37	OK	341.92	OK	873.1468	3608.801	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
5284	44.189	9.399	420.04	-288.36	-4.01	-843.57	OK	342.32	OK	873.1468	3609.208	OK
5285	45.278	9.399	420.92	-287.53	-5.24	-843.94	OK	342.44	OK	873.1468	3609.332	OK
5286	46.366	9.399	419.66	-286.50	-6.19	-843.41	OK	342.27	OK	873.1468	3609.154	OK
5511	47.455	9.399	416.13	-285.30	-7.36	-841.93	OK	341.78	OK	873.1468	3608.652	OK
5511	47.455	9.399	416.39	-285.30	-7.12	-842.04	OK	341.82	OK	873.1468	3608.689	OK
5505	48.544	9.399	416.99	-283.90	-8.51	-842.29	OK	341.90	OK	873.1468	3608.774	OK
5506	49.633	9.399	415.52	-282.27	-9.90	-841.67	OK	341.70	OK	873.1468	3608.565	OK
5507	50.722	9.399	411.96	-280.36	-11.50	-840.18	OK	341.21	OK	873.1468	3608.06	OK
6002	51.811	9.399	406.31	-278.13	-13.56	-837.80	OK	340.43	OK	873.1468	3607.258	OK
6002	51.811	9.399	406.43	-278.13	-13.46	-837.86	OK	340.45	OK	873.1468	3607.276	OK
5996	52.899	9.399	404.30	-275.49	-16.14	-836.96	OK	340.16	OK	873.1468	3606.973	OK
5997	53.988	9.399	400.20	-272.33	-19.35	-835.24	OK	339.59	OK	873.1468	3606.39	OK
5998	55.077	9.399	394.12	-268.54	-23.21	-832.68	OK	338.76	OK	873.1468	3605.527	OK
6446	56.166	9.399	386.52	-263.99	-27.43	-829.49	OK	337.72	OK	873.1468	3604.448	OK
6446	56.166	9.399	386.03	-263.99	-27.85	-829.29	OK	337.65	OK	873.1468	3604.378	OK
6440	57.255	9.399	382.09	-258.54	-33.40	-827.63	OK	337.11	OK	873.1468	3603.819	OK
6441	58.344	9.399	378.35	-252.08	-39.30	-826.06	OK	336.60	OK	873.1468	3603.289	OK
6442	59.432	9.399	374.89	-244.42	-46.57	-824.61	OK	336.12	OK	873.1468	3602.797	OK
6466	60.521	9.399	370.85	-235.26	-55.57	-822.91	OK	335.57	OK	873.1468	3602.224	OK
6466	60.521	9.399	371.27	-235.26	-56.65	-823.09	OK	335.62	OK	873.1468	3602.283	OK
6460	61.610	9.399	370.33	-223.88	-70.92	-822.69	OK	335.50	OK	873.1468	3602.15	OK
6461	62.699	9.399	370.77	-210.21	-81.70	-822.88	OK	335.56	OK	873.1468	3602.212	OK
6462	63.788	9.399	371.02	-194.90	-89.02	-822.98	OK	335.59	OK	873.1468	3602.248	OK
6942	64.877	9.399	372.73	-178.54	-93.16	-823.70	OK	335.82	OK	873.1468	3602.49	OK
6942	64.877	9.399	369.95	-178.54	-93.98	-822.53	OK	335.44	OK	873.1468	3602.096	OK
6665	65.965	9.399	377.36	-161.46	-98.27	-825.65	OK	336.46	OK	873.1468	3603.148	OK
6666	67.054	9.399	384.63	-143.42	-103.42	-828.70	OK	337.46	OK	873.1468	3604.18	OK
6667	68.143	9.399	393.05	-124.58	-107.42	-832.24	OK	338.61	OK	873.1468	3605.375	OK
6903	69.232	9.399	413.22	-105.20	-121.58	-840.71	OK	341.38	OK	873.1468	3608.24	OK
6903	69.232	9.399	401.15	-105.20	-109.11	-835.64	OK	339.72	OK	873.1468	3606.525	OK
6089	70.580	9.399	427.92	-78.38	-121.05	-846.87	OK	343.40	OK	873.1468	3610.326	OK
6090	71.927	9.399	438.36	-51.62	-121.21	-851.25	OK	344.83	OK	873.1468	3611.809	OK
6091	73.275	9.399	447.66	-24.69	-122.48	-855.16	OK	346.11	OK	873.1468	3613.13	OK
6922	74.623	9.399	458.97	2.66	-123.89	859.90	OK	347.66	OK	873.1468	3614.735	OK
6922	74.623	9.399	458.94	2.66	-125.28	859.88	OK	347.66	OK	873.1468	3614.731	OK
6687	75.382	9.399	465.68	17.81	-118.62	862.71	OK	348.58	OK	873.1468	3615.687	OK
6688	76.142	9.399	463.82	32.02	-108.82	861.93	OK	348.33	OK	873.1468	3615.423	OK
6689	76.901	9.399	450.85	44.74	-94.52	856.49	OK	346.55	OK	873.1468	3613.582	OK
7033	77.660	9.399	424.22	55.39	-75.74	845.32	OK	342.89	OK	873.1468	3609.8	OK
7033	77.660	9.399	432.63	55.39	-77.16	848.85	OK	344.05	OK	873.1468	3610.995	OK
7027	78.850	9.399	392.42	66.81	-41.86	831.97	OK	338.53	OK	873.1468	3605.286	OK
7028	80.040	9.399	370.98	72.63	-20.91	822.96	OK	335.58	OK	873.1468	3602.241	OK
7029	81.230	9.399	359.55	76.09	-17.10	818.16	OK	334.01	OK	873.1468	3600.619	OK
9412	82.419	9.399	316.72	80.63	53.75	800.15	OK	328.14	OK	873.1468	3594.538	OK
9412	82.419	9.399	349.37	80.63	-33.24	813.88	OK	332.62	OK	873.1468	3599.174	OK
6891	83.350	9.294	306.75	70.63	49.53	795.95	OK	326.77	OK	873.1468	3593.122	OK
6892	84.286	9.188	265.99	63.95	20.45	778.79	OK	321.17	OK	873.1468	3587.335	OK
6893	85.227	9.081	235.16	64.24	-27.43	765.80	OK	316.94	OK	873.1468	3582.958	OK
7095	86.173	8.972	254.99	74.79	-88.04	774.15	OK	319.66	OK	873.1468	3585.773	OK

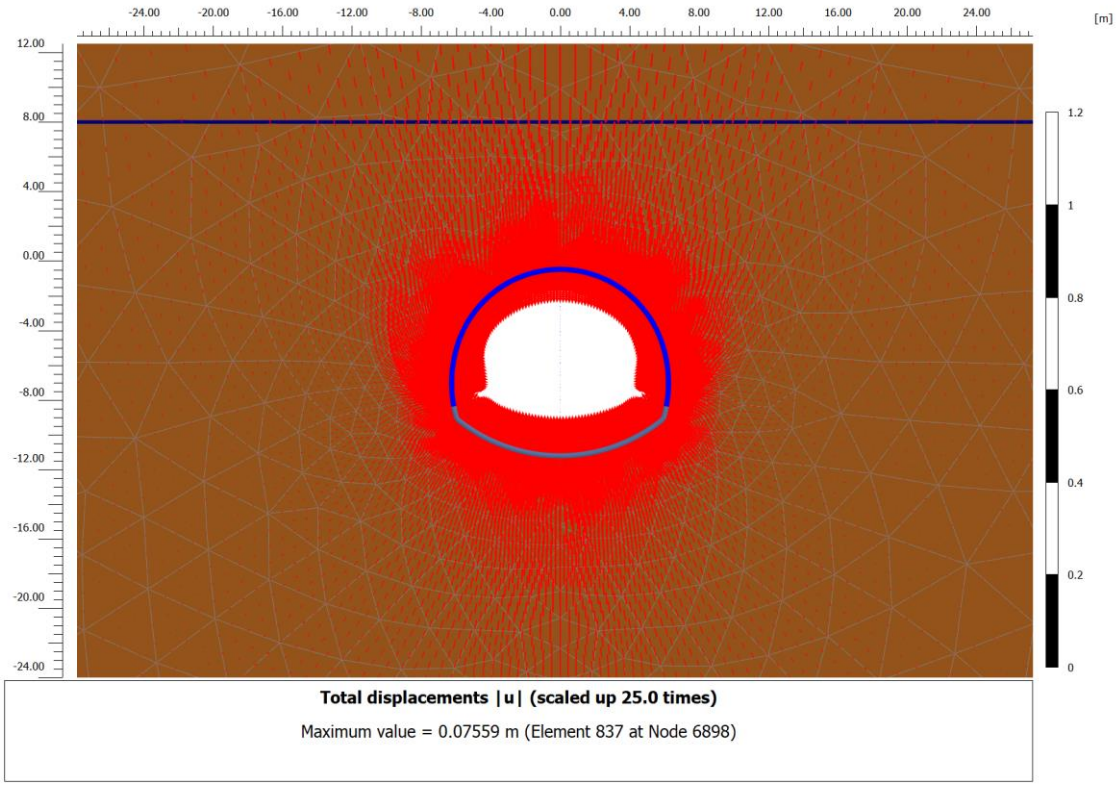
RISULTATI FASE 7 – Condizione di lungo termine



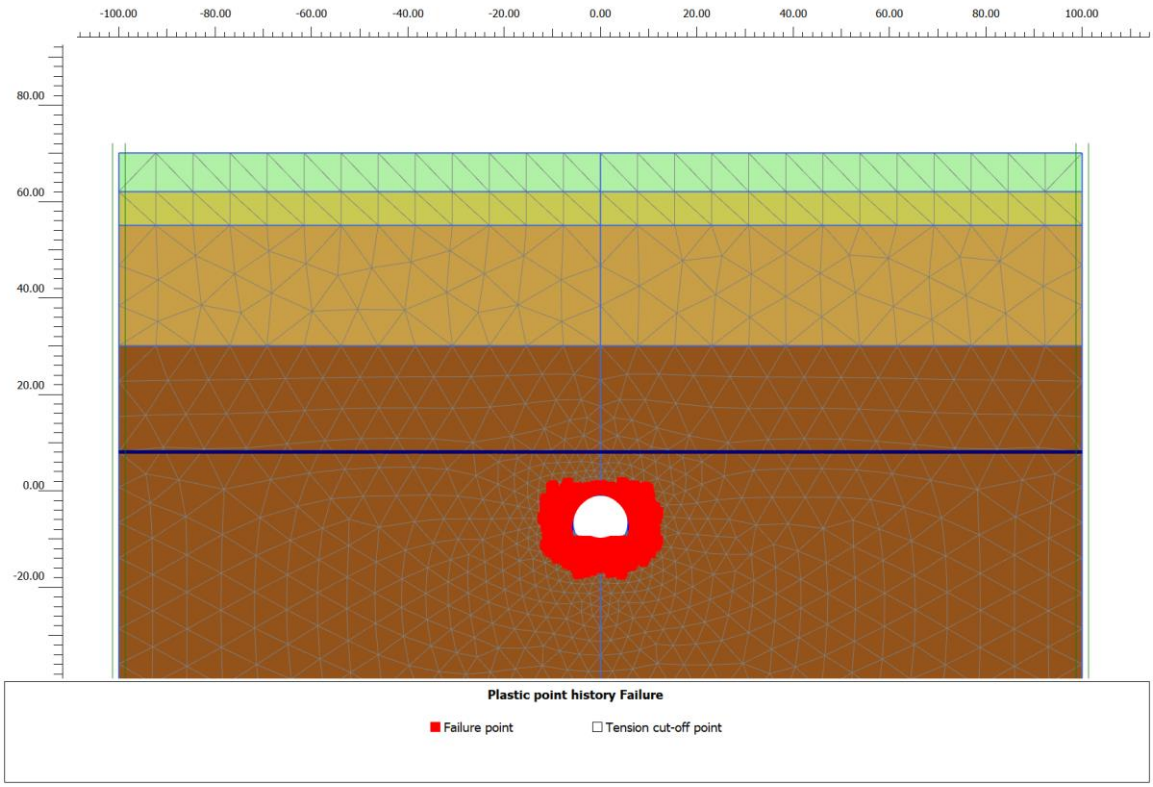
Fase 7 – Spostamenti verticali totali



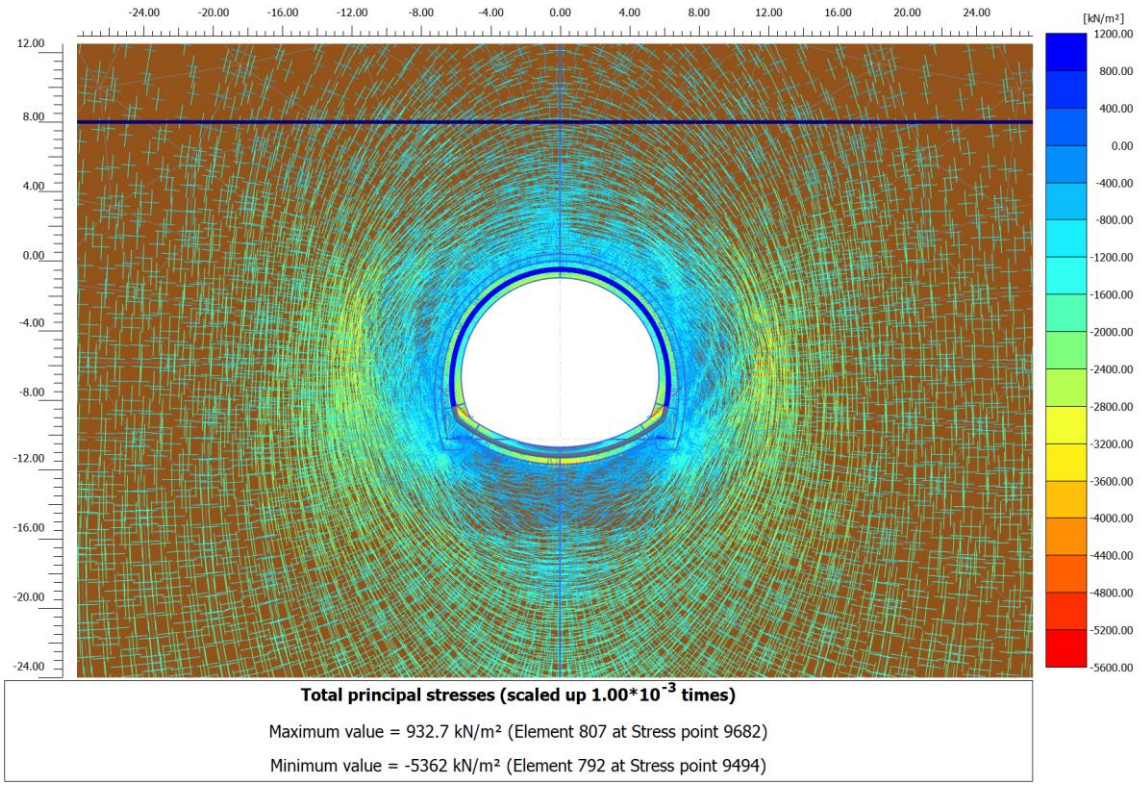
Fase 7 – Spostamenti orizzontali totali



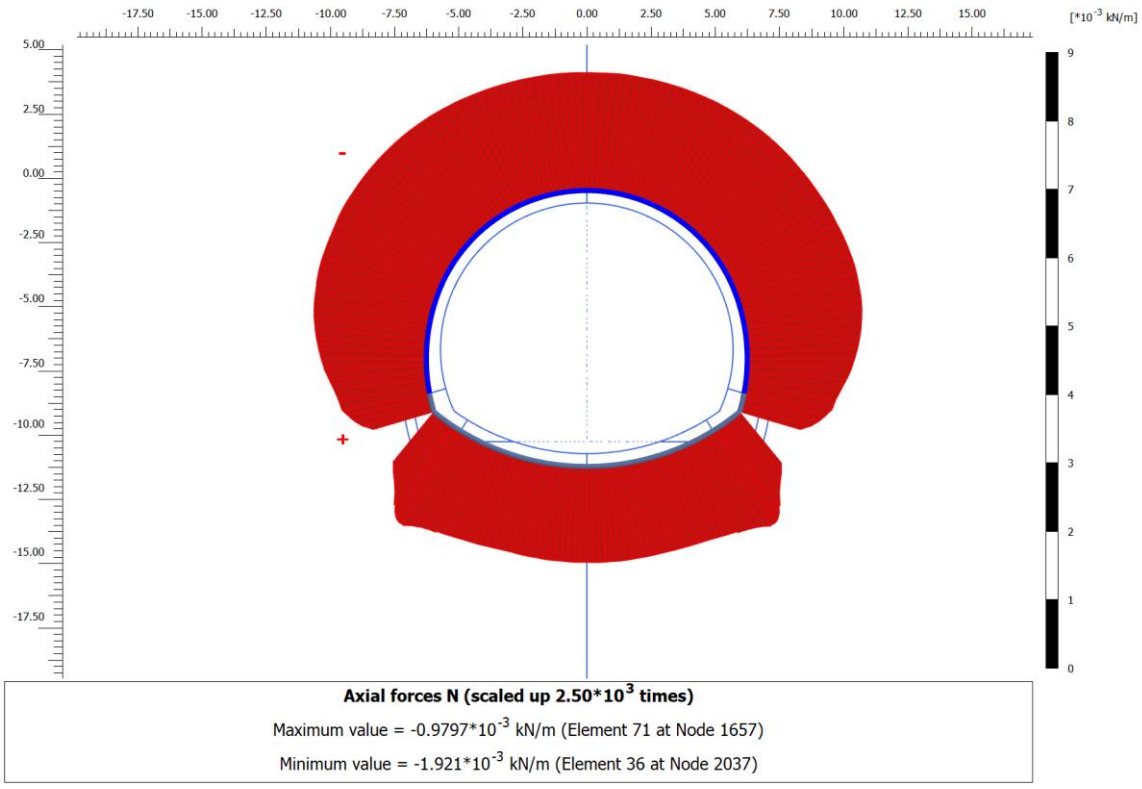
Fase 7 – Vettori spostamento totale



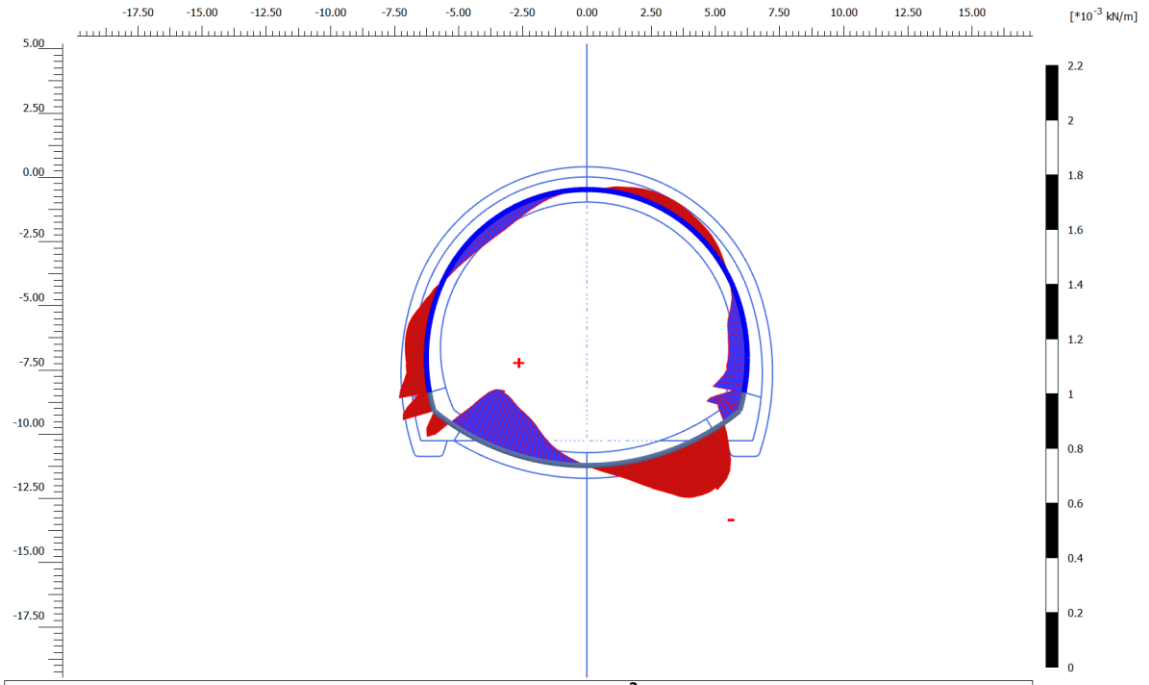
Fase 7 – Zone plastiche



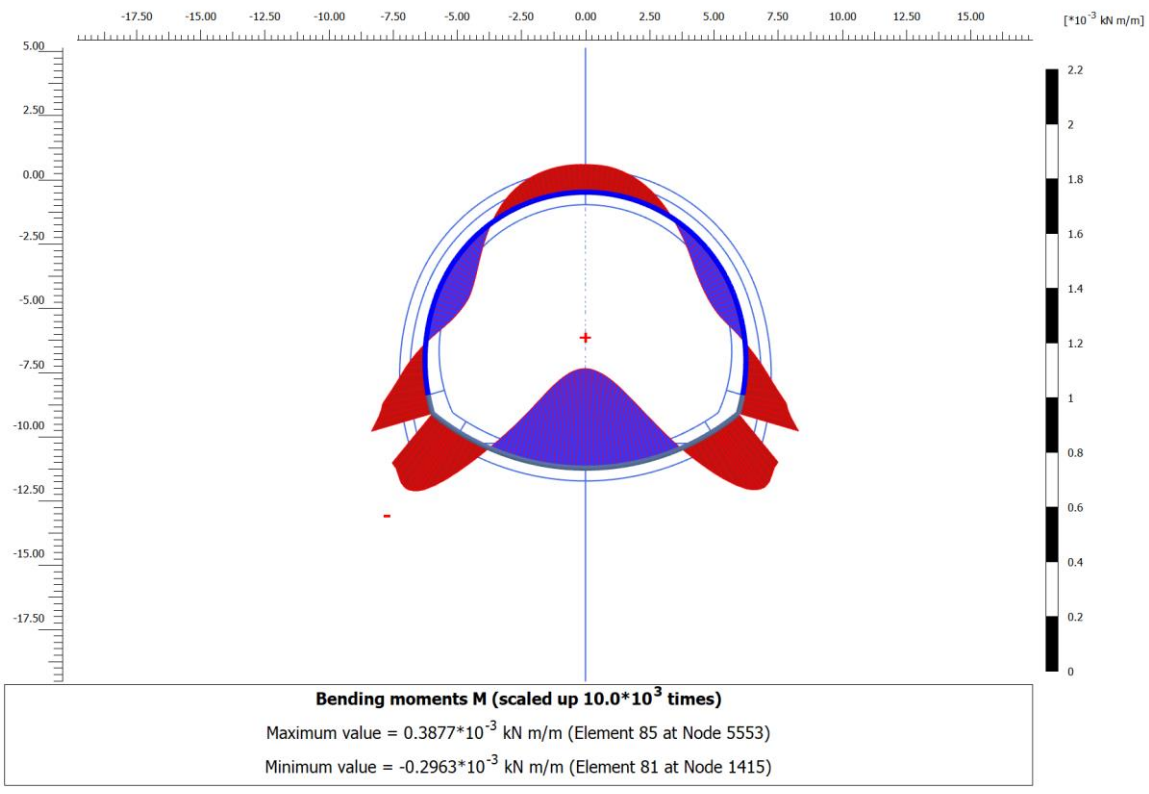
Fase 7 – Orientazione delle direzioni principali dello sforzo



Fase 7 – Andamento dello sforzo normale N nel rivestimento definitivo



Fase 7 – Andamento dello sforzo di taglio T nel rivestimento definitivo



Fase 7 – Andamento del momento flettente M nel rivestimento definitivo

FASE 7: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLE

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
1267	0.027	8.972	1395	180	-41	2.30	0.35	11.25	10.00	OK	32.0	7.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1261	0.973	9.081	1317	190	-70	2.28	0.22	11.25	10.00	OK	31.6	5.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1262	1.914	9.188	1239	206	-98	2.29	0.06	11.25	10.00	OK	31.5	3.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1263	2.850	9.294	1136	226	-119	2.31	0.00	11.25	10.00	OK	31.5	0.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1657	3.781	9.399	1004	249	9	2.38	0.00	11.25	10.00	OK	31.9	-4.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1657	3.781	9.399	980	249	-125	2.36	0.00	11.25	10.00	OK	31.7	-5.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1383	4.970	9.399	1127	256	-71	2.50	0.00	11.25	10.00	OK	33.7	-2.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1384	6.160	9.399	1233	273	-95	2.68	0.00	11.25	10.00	OK	36.3	-1.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1385	7.350	9.399	1359	290	-68	2.88	0.00	11.25	10.00	OK	39.1	-0.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1415	8.539	9.399	1537	296	6	3.07	0.00	11.25	10.00	OK	41.9	1.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1415	8.539	9.399	1503	296	0	3.04	0.00	11.25	10.00	OK	41.5	1.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1409	9.299	9.399	1619	294	38	3.13	0.00	11.25	10.00	OK	42.8	3.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1410	10.058	9.399	1691	287	70	3.16	0.05	11.25	10.00	OK	43.4	4.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
1411	10.818	9.399	1721	276	102	3.13	0.14	11.25	10.00	OK	43.1	5.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2007	11.577	9.399	1729	261	139	3.06	0.23	11.25	10.00	OK	42.2	7.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2007	11.577	9.399	1715	261	139	3.04	0.21	11.25	10.00	OK	42.0	6.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2001	12.925	9.399	1659	225	184	2.79	0.36	11.25	10.00	OK	38.8	8.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2002	14.272	9.399	1612	182	205	2.52	0.55	11.25	10.00	OK	35.2	10.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2003	15.620	9.399	1585	136	212	2.24	0.77	11.25	10.00	OK	31.7	13.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2677	16.968	9.399	1554	88	208	1.95	1.00	11.25	10.00	OK	28.1	16.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2677	16.968	9.399	1573	88	217	1.97	1.02	11.25	10.00	OK	28.4	16.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2671	18.057	9.399	1544	51	206	1.74	1.19	11.25	10.00	OK	25.5	18.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2672	19.146	9.399	1533	15	202	1.54	1.38	11.25	10.00	OK	22.8	20.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
2673	20.235	9.399	1521	-21	196	1.33	1.56	11.25	10.00	OK	20.3	23.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2957	21.323	9.399	1509	-55	188	1.14	1.73	11.25	10.00	OK	17.8	25.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2957	21.323	9.399	1510	-55	187	1.14	1.73	11.25	10.00	OK	17.8	25.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2615	22.412	9.399	1503	-88	180	0.95	1.90	11.25	10.00	OK	15.5	27.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2616	23.501	9.399	1498	-119	173	0.78	2.07	11.25	10.00	OK	13.3	29.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
2617	24.590	9.399	1492	-150	167	0.61	2.23	11.25	10.00	OK	11.2	31.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
3015	25.679	9.399	1483	-179	160	0.44	2.38	11.25	10.00	OK	9.1	33.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3015	25.679	9.399	1483	-179	160	0.44	2.38	11.25	10.00	OK	9.1	33.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3009	26.768	9.399	1478	-207	153	0.28	2.52	11.25	10.00	OK	7.1	35.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3010	27.856	9.399	1473	-233	143	0.14	2.66	11.25	10.00	OK	5.3	36.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3011	28.945	9.399	1470	-258	132	0.00	2.79	11.25	10.00	OK	3.6	38.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3671	30.034	9.399	1468	-280	118	0.00	2.91	11.25	10.00	OK	1.9	39.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3671	30.034	9.399	1470	-280	117	0.00	2.91	11.25	10.00	OK	1.9	39.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3672	31.123	9.399	1475	-300	103	0.00	3.04	11.25	10.00	OK	0.4	41.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3673	32.212	9.399	1480	-317	90	0.00	3.15	11.25	10.00	OK	-1.2	42.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
3674	33.301	9.399	1482	-332	77	0.00	3.25	11.25	10.00	OK	-2.7	44.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4273	34.389	9.399	1481	-345	66	0.00	3.34	11.25	10.00	OK	-4.2	45.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4273	34.389	9.399	1482	-345	66	0.00	3.34	11.25	10.00	OK	-4.2	45.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4274	35.478	9.399	1488	-356	55	0.00	3.42	11.25	10.00	OK	-5.4	46.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4275	36.567	9.399	1491	-365	46	0.00	3.49	11.25	10.00	OK	-6.5	46.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4276	37.656	9.399	1492	-372	37	0.00	3.55	11.25	10.00	OK	-7.5	47.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4903	38.745	9.399	1490	-378	29	0.00	3.59	11.25	10.00	OK	-8.5	48.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4903	38.745	9.399	1489	-378	29	0.00	3.59	11.25	10.00	OK	-8.5	48.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4904	39.833	9.399	1495	-382	21	0.00	3.63	11.25	10.00	OK	-9.0	48.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4905	40.922	9.399	1497	-385	14	0.00	3.66	11.25	10.00	OK	-9.4	48.9	360.0	337.50	OK	-	-	OK
4906	42.011	9.399	1497	-387	6	0.00	3.67	11.25	10.00	OK	-9.7	49.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5553	43.100	9.399	1494	-388	0	0.00	3.67	11.25	10.00	OK	-9.8	49.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5553	43.100	9.399	1494	-388	-2	0.00	3.67	11.25	10.00	OK	-9.8	49.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5284	44.189	9.399	1499	-387	-8	0.00	3.67	11.25	10.00	OK	-9.5	49.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5285	45.278	9.399	1501	-385	-16	0.00	3.65	11.25	10.00	OK	-9.1	48.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5286	46.366	9.399	1500	-381	-23	0.00	3.62	11.25	10.00	OK	-8.6	48.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5511	47.455	9.399	1496	-376	-30	0.00	3.58	11.25	10.00	OK	-8.1	48.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5511	47.455	9.399	1496	-376	-30	0.00	3.58	11.25	10.00	OK	-8.0	48.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5505	48.544	9.399	1499	-370	-37	0.00	3.54	11.25	10.00	OK	-7.1	47.5	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5506	49.633	9.399	1499	-363	-45	0.00	3.48	11.25	10.00	OK	-6.1	46.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5507	50.722	9.399	1496	-354	-53	0.00	3.42	11.25	10.00	OK	-5.0	46.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
6002	51.811	9.399	1490	-344	-63	0.00	3.34	11.25	10.00	OK	-3.9	45.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6002	51.811	9.399	1491	-344	-62	0.00	3.34	11.25	10.00	OK	-3.9	45.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5996	52.899	9.399	1491	-332	-73	0.00	3.26	11.25	10.00	OK	-2.5	44.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5997	53.988	9.399	1490	-318	-84	0.00	3.16	11.25	10.00	OK	-1.1	43.0	360.0	337.50	OK	-	-	OK
5998	55.077	9.399	1487	-302	-97	0.00	3.06	11.25	10.00	OK	0.4	41.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6446	56.166	9.399	1484	-283	-109	0.00	2.95	11.25	10.00	OK	1.9	40.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6446	56.166	9.399	1482	-283	-109	0.00	2.94	11.25	10.00	OK	1.9	40.2	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6440	57.255	9.399	1484	-263	-123	0.00	2.83	11.25	10.00	OK	3.5	38.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6441	58.344	9.399	1486	-240	-135	0.12	2.71	11.25	10.00	OK	5.0	37.3	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6442	59.432	9.399	1488	-214	-147	0.25	2.57	11.25	10.00	OK	6.8	35.6	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6466	60.521	9.399	1489	-187	-160	0.40	2.42	11.25	10.00	OK	8.6	33.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6466	60.521	9.399	1489	-187	-161	0.40	2.42	11.25	10.00	OK	8.6	33.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6460	61.610	9.399	1492	-157	-177	0.57	2.26	11.25	10.00	OK	10.7	31.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6461	62.699	9.399	1496	-124	-190	0.75	2.09	11.25	10.00	OK	13.0	29.7	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6462	63.788	9.399	1501	-89	-198	0.94	1.91	11.25	10.00	OK	15.4	27.4	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6942	64.877	9.399	1510	-53	-202	1.14	1.72	11.25	10.00	OK	17.9	25.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6942	64.877	9.399	1508	-53	-203	1.14	1.72	11.25	10.00	OK	17.9	25.1	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6665	65.965	9.399	1520	-17	-206	1.35	1.53	11.25	10.00	OK	20.5	22.8	360.0	337.50	OK	-	-	OK
6666	67.054	9.399	1533	20	-208	1.56	1.35	11.25	10.00	OK	23.2	20.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6667	68.143	9.399	1548	57	-207	1.78	1.16	11.25	10.00	OK	25.9	18.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6903	69.232	9.399	1578	94	-213	2.01	0.99	11.25	10.00	OK	28.8	16.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6903	69.232	9.399	1562	94	-203	1.99	0.98	11.25	10.00	OK	28.6	15.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6089	70.580	9.399	1599	140	-203	2.27	0.76	11.25	10.00	OK	32.2	13.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6090	71.927	9.399	1629	184	-191	2.54	0.55	11.25	10.00	OK	35.5	10.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6091	73.275	9.399	1673	223	-169	2.80	0.38	11.25	10.00	OK	38.9	8.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6922	74.623	9.399	1726	257	-131	3.03	0.25	11.25	10.00	OK	41.9	7.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6922	74.623	9.399	1740	257	-133	3.04	0.26	11.25	10.00	OK	42.1	7.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6687	75.382	9.399	1734	271	-99	3.11	0.18	11.25	10.00	OK	43.0	6.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6688	76.142	9.399	1705	282	-70	3.14	0.09	11.25	10.00	OK	43.3	5.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6689	76.901	9.399	1635	289	-40	3.11	0.00	11.25	10.00	OK	42.7	3.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
7033	77.660	9.399	1521	292	-3	3.03	0.00	11.25	10.00	OK	41.4	1.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
7033	77.660	9.399	1555	292	-9	3.06	0.00	11.25	10.00	OK	41.8	2.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
7027	78.850	9.399	1381	286	65	2.87	0.00	11.25	10.00	OK	39.1	-0.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
7028	80.040	9.399	1259	269	93	2.68	0.00	11.25	10.00	OK	36.3	-1.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
7029	81.230	9.399	1153	253	72	2.49	0.00	11.25	10.00	OK	33.8	-1.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9412	82.419	9.399	983	245	134	2.34	0.00	11.25	10.00	OK	31.3	-4.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
9412	82.419	9.399	1029	245	-5	2.36	0.00	11.25	10.00	OK	31.8	-3.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6891	83.350	9.294	1136	221	125	2.28	0.00	11.25	10.00	OK	31.1	1.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6892	84.286	9.188	1239	200	103	2.26	0.10	11.25	10.00	OK	31.1	4.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
6893	85.227	9.081	1317	183	73	2.24	0.26	11.25	10.00	OK	31.1	6.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK
7095	86.173	8.972	1396	173	42	2.26	0.39	11.25	10.00	OK	31.5	8.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.20	OK

FASE 7: Verifiche del rivestimento definitivo di arco rovescio allo SLU

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
1267	0.027	8.972	1395	234	-53	1243	OK	476	OK	873	3748	OK
1261	0.973	9.081	1316.60	247.50	-90.40	1212.12	OK	465.37	OK	873.1468	3736.504	OK
1262	1.914	9.188	1239.14	267.81	-127.02	1181.08	OK	454.74	OK	873.1468	3725.506	OK
1263	2.850	9.294	1135.78	293.79	-154.10	1139.37	OK	440.55	OK	873.1468	3710.83	OK
1657	3.781	9.399	1003.62	323.43	11.41	1085.61	OK	422.41	OK	873.1468	3692.065	OK
1657	3.781	9.399	979.73	323.43	-162.73	1075.84	OK	419.13	OK	873.1468	3688.673	OK
1383	4.970	9.399	1126.60	332.58	-92.17	1135.65	OK	439.29	OK	873.1468	3709.527	OK
1384	6.160	9.399	1233.38	354.65	-123.55	1178.76	OK	453.95	OK	873.1468	3724.687	OK
1385	7.350	9.399	1358.54	376.49	-88.37	1228.84	OK	471.13	OK	873.1468	3742.459	OK
1415	8.539	9.399	1536.71	385.25	7.71	1299.23	OK	495.58	OK	873.1468	3767.756	OK
1415	8.539	9.399	1502.86	385.25	-0.57	1285.94	OK	490.93	OK	873.1468	3762.949	OK
1409	9.299	9.399	1619.32	382.06	49.35	1331.47	OK	506.92	OK	873.1468	3779.485	OK
1410	10.058	9.399	1690.80	373.32	91.52	1359.15	OK	516.73	OK	873.1468	3789.633	OK
1411	10.818	9.399	1721.22	359.29	132.88	1370.87	OK	520.90	OK	873.1468	3793.953	OK
2007	11.577	9.399	1729.30	339.92	180.83	1373.97	OK	522.01	OK	873.1468	3795.1	OK
2007	11.577	9.399	1714.55	339.92	180.32	1368.30	OK	519.99	OK	873.1468	3793.005	OK
2001	12.925	9.399	1658.95	292.71	238.82	1346.84	OK	512.36	OK	873.1468	3785.111	OK
2002	14.272	9.399	1612.45	236.75	266.03	1328.80	OK	505.98	OK	873.1468	3778.509	OK
2003	15.620	9.399	1585.34	176.35	275.83	1318.24	OK	502.25	OK	873.1468	3774.659	OK
2677	16.968	9.399	1553.92	114.90	270.04	1305.96	OK	497.94	OK	873.1468	3770.198	OK
2677	16.968	9.399	1573.13	114.90	281.58	1313.47	OK	500.58	OK	873.1468	3772.926	OK
2671	18.057	9.399	1544.43	66.76	268.35	1302.25	OK	496.64	OK	873.1468	3768.851	OK
2672	19.146	9.399	1533.21	19.28	262.78	1297.85	OK	495.10	OK	873.1468	3767.258	OK
2673	20.235	9.399	1521.36	-26.95	254.23	-1293.21	OK	493.47	OK	873.1468	3765.576	OK
2957	21.323	9.399	1508.98	-71.42	244.25	-1288.35	OK	491.78	OK	873.1468	3763.819	OK
2957	21.323	9.399	1509.98	-71.42	243.58	-1288.74	OK	491.91	OK	873.1468	3763.961	OK
2615	22.412	9.399	1502.79	-114.05	233.85	-1285.91	OK	490.92	OK	873.1468	3762.939	OK
2616	23.501	9.399	1497.65	-155.09	225.52	-1283.89	OK	490.22	OK	873.1468	3762.209	OK
2617	24.590	9.399	1491.72	-194.63	217.37	-1281.56	OK	489.41	OK	873.1468	3761.368	OK
3015	25.679	9.399	1482.74	-232.62	207.87	-1278.02	OK	488.17	OK	873.1468	3760.092	OK
3015	25.679	9.399	1483.20	-232.62	207.50	-1278.20	OK	488.24	OK	873.1468	3760.157	OK
3009	26.768	9.399	1477.59	-268.93	198.36	-1276.00	OK	487.47	OK	873.1468	3759.362	OK
3010	27.856	9.399	1472.92	-303.33	186.29	-1274.16	OK	486.82	OK	873.1468	3758.698	OK
3011	28.945	9.399	1469.87	-335.30	171.16	-1272.96	OK	486.41	OK	873.1468	3758.266	OK
3671	30.034	9.399	1467.82	-364.26	153.11	-1272.15	OK	486.13	OK	873.1468	3757.974	OK
3671	30.034	9.399	1469.64	-364.26	152.48	-1272.86	OK	486.38	OK	873.1468	3758.233	OK
3672	31.123	9.399	1475.02	-389.92	134.39	-1274.99	OK	487.11	OK	873.1468	3758.997	OK
3673	32.212	9.399	1479.90	-412.33	116.71	-1276.91	OK	487.78	OK	873.1468	3759.689	OK
3674	33.301	9.399	1482.30	-431.69	100.25	-1277.85	OK	488.11	OK	873.1468	3760.03	OK
4273	34.389	9.399	1481.40	-448.22	85.19	-1277.50	OK	487.99	OK	873.1468	3759.902	OK
4273	34.389	9.399	1482.08	-448.22	85.16	-1277.77	OK	488.08	OK	873.1468	3759.999	OK
4274	35.478	9.399	1488.02	-462.20	71.64	-1280.11	OK	488.90	OK	873.1468	3760.843	OK
4275	36.567	9.399	1491.39	-473.90	59.53	-1281.43	OK	489.36	OK	873.1468	3761.321	OK
4276	37.656	9.399	1491.79	-483.52	48.32	-1281.59	OK	489.42	OK	873.1468	3761.378	OK
4903	38.745	9.399	1489.51	-491.18	37.49	-1280.69	OK	489.10	OK	873.1468	3761.053	OK
4903	38.745	9.399	1488.79	-491.18	38.02	-1280.41	OK	489.00	OK	873.1468	3760.951	OK
4904	39.833	9.399	1494.72	-497.03	27.73	-1282.74	OK	489.82	OK	873.1468	3761.794	OK
4905	40.922	9.399	1497.38	-501.14	18.08	-1283.79	OK	490.18	OK	873.1468	3762.172	OK
4906	42.011	9.399	1497.08	-503.47	8.10	-1283.67	OK	490.14	OK	873.1468	3762.129	OK
5553	43.100	9.399	1494.04	-503.95	0.20	-1282.47	OK	489.72	OK	873.1468	3761.696	OK
5553	43.100	9.399	1494.12	-503.95	-3.16	-1282.50	OK	489.73	OK	873.1468	3761.708	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
5284	44.189	9.399	1498.94	-502.95	-10.95	-1284.40	OK	490.40	OK	873.1468	3762.392	OK
5285	45.278	9.399	1501.00	-500.12	-20.70	-1285.21	OK	490.68	OK	873.1468	3762.685	OK
5286	46.366	9.399	1499.98	-495.59	-29.87	-1284.81	OK	490.54	OK	873.1468	3762.54	OK
5511	47.455	9.399	1495.60	-489.43	-39.28	-1283.09	OK	489.94	OK	873.1468	3761.918	OK
5511	47.455	9.399	1496.21	-489.43	-38.81	-1283.33	OK	490.02	OK	873.1468	3762.006	OK
5505	48.544	9.399	1499.41	-481.63	-48.51	-1284.58	OK	490.46	OK	873.1468	3762.459	OK
5506	49.633	9.399	1499.28	-472.10	-58.36	-1284.53	OK	490.44	OK	873.1468	3762.441	OK
5507	50.722	9.399	1496.05	-460.73	-69.07	-1283.26	OK	490.00	OK	873.1468	3761.982	OK
6002	51.811	9.399	1489.93	-447.33	-81.31	-1280.86	OK	489.16	OK	873.1468	3761.114	OK
6002	51.811	9.399	1490.74	-447.33	-81.04	-1281.17	OK	489.27	OK	873.1468	3761.228	OK
5996	52.899	9.399	1491.35	-431.64	-94.89	-1281.42	OK	489.36	OK	873.1468	3761.316	OK
5997	53.988	9.399	1490.32	-413.37	-109.82	-1281.01	OK	489.21	OK	873.1468	3761.168	OK
5998	55.077	9.399	1487.35	-392.35	-125.67	-1279.84	OK	488.81	OK	873.1468	3760.747	OK
6446	56.166	9.399	1483.68	-368.43	-141.62	-1278.39	OK	488.30	OK	873.1468	3760.225	OK
6446	56.166	9.399	1482.18	-368.43	-142.28	-1277.81	OK	488.10	OK	873.1468	3760.014	OK
6440	57.255	9.399	1484.48	-341.52	-159.27	-1278.71	OK	488.41	OK	873.1468	3760.34	OK
6441	58.344	9.399	1486.34	-311.64	-175.47	-1279.44	OK	488.67	OK	873.1468	3760.603	OK
6442	59.432	9.399	1488.08	-278.83	-191.65	-1280.13	OK	488.91	OK	873.1468	3760.851	OK
6466	60.521	9.399	1489.14	-243.08	-208.24	-1280.55	OK	489.05	OK	873.1468	3761.001	OK
6466	60.521	9.399	1488.56	-243.08	-209.27	-1280.32	OK	488.97	OK	873.1468	3760.919	OK
6460	61.610	9.399	1491.98	-203.88	-229.85	-1281.66	OK	489.44	OK	873.1468	3761.404	OK
6461	62.699	9.399	1496.07	-161.27	-246.37	-1283.27	OK	490.00	OK	873.1468	3761.985	OK
6462	63.788	9.399	1501.29	-116.16	-257.87	-1285.33	OK	490.72	OK	873.1468	3762.727	OK
6942	64.877	9.399	1509.98	-69.45	-263.21	-1288.74	OK	491.91	OK	873.1468	3763.96	OK
6942	64.877	9.399	1507.54	-69.45	-264.42	-1287.78	OK	491.58	OK	873.1468	3763.614	OK
6665	65.965	9.399	1520.02	-22.00	-267.90	-1292.68	OK	493.29	OK	873.1468	3765.385	OK
6666	67.054	9.399	1533.06	26.12	-270.22	1297.80	OK	495.08	OK	873.1468	3767.237	OK
6667	68.143	9.399	1547.52	74.33	-269.05	1303.46	OK	497.06	OK	873.1468	3769.29	OK
6903	69.232	9.399	1578.01	121.95	-277.02	1315.38	OK	501.25	OK	873.1468	3773.619	OK
6903	69.232	9.399	1561.81	121.95	-263.26	1309.05	OK	499.03	OK	873.1468	3771.319	OK
6089	70.580	9.399	1599.28	181.66	-264.09	1323.67	OK	504.17	OK	873.1468	3776.639	OK
6090	71.927	9.399	1628.82	238.60	-247.97	1335.16	OK	508.22	OK	873.1468	3780.833	OK
6091	73.275	9.399	1673.37	290.47	-220.30	1352.42	OK	514.34	OK	873.1468	3787.158	OK
6922	74.623	9.399	1726.29	334.44	-170.27	1372.82	OK	521.60	OK	873.1468	3794.673	OK
6922	74.623	9.399	1739.65	334.44	-172.67	1377.95	OK	523.43	OK	873.1468	3796.569	OK
6687	75.382	9.399	1733.82	352.91	-128.39	1375.71	OK	522.63	OK	873.1468	3795.742	OK
6688	76.142	9.399	1704.90	366.67	-91.32	1364.58	OK	518.66	OK	873.1468	3791.635	OK
6689	76.901	9.399	1635.46	375.58	-52.12	1337.74	OK	509.13	OK	873.1468	3781.776	OK
7033	77.660	9.399	1521.46	379.23	-3.88	1293.25	OK	493.49	OK	873.1468	3765.59	OK
7033	77.660	9.399	1555.03	379.23	-12.07	1306.40	OK	498.10	OK	873.1468	3770.357	OK
7027	78.850	9.399	1381.04	371.37	84.00	1237.79	OK	474.21	OK	873.1468	3745.652	OK
7028	80.040	9.399	1258.86	350.19	121.34	1189.00	OK	457.45	OK	873.1468	3728.305	OK
7029	81.230	9.399	1153.27	328.26	93.24	1146.45	OK	442.95	OK	873.1468	3713.314	OK
9412	82.419	9.399	983.43	318.56	174.08	1077.36	OK	419.64	OK	873.1468	3689.199	OK
9412	82.419	9.399	1029.05	318.56	-7.03	1095.99	OK	425.90	OK	873.1468	3695.677	OK
6891	83.350	9.294	1136.34	287.09	162.82	1139.60	OK	440.63	OK	873.1468	3710.909	OK
6892	84.286	9.188	1239.29	259.67	133.73	1181.14	OK	454.76	OK	873.1468	3725.526	OK
6893	85.227	9.081	1317.39	238.34	94.90	1212.43	OK	465.48	OK	873.1468	3736.616	OK
7095	86.173	8.972	1395.77	224.67	54.44	1243.64	OK	476.24	OK	873.1468	3747.744	OK

FASE 7: Verifiche del rivestimento definitivo di calotta allo SLE

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
1267	0.015	6.361	1391	180	-120	2.73	0.25	11.25	10.00	OK	37.4	7.2	360.0	337.5	OK	0.00	0.30	OK
819	2.503	6.338	1419	148	-109	2.54	0.50	11.25	10.00	OK	35.2	10.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
820	5.001	6.316	1468	121	-92	2.40	0.74	11.25	10.00	OK	33.7	13.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
821	7.508	6.296	1531	97	-78	2.30	0.97	11.25	10.00	OK	32.7	16.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
825	10.024	6.277	1594	76	-78	2.23	1.18	11.25	10.00	OK	31.9	19.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
825	10.024	6.277	1602	76	-80	2.23	1.19	11.25	10.00	OK	32.0	19.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
372	12.304	6.262	1642	56	-80	2.14	1.37	11.25	10.00	OK	31.0	21.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
371	14.591	6.248	1685	36	-83	2.05	1.56	11.25	10.00	OK	30.0	24.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
370	16.883	6.235	1726	15	-84	1.95	1.74	11.25	10.00	OK	28.9	26.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
657	19.180	6.224	1764	-6	-84	1.84	1.93	11.25	10.00	OK	27.8	28.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
657	19.180	6.224	1761	-6	-84	1.84	1.93	11.25	10.00	OK	27.7	28.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
660	21.259	6.215	1792	-25	-83	1.74	2.09	11.25	10.00	OK	26.6	30.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
659	23.342	6.207	1817	-44	-79	1.64	2.24	11.25	10.00	OK	25.5	32.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
658	25.427	6.201	1835	-61	-72	1.54	2.38	11.25	10.00	OK	24.3	34.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
983	27.515	6.196	1846	-76	-62	1.45	2.50	11.25	10.00	OK	23.2	36.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
983	27.515	6.196	1847	-76	-61	1.45	2.50	11.25	10.00	OK	23.2	36.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
989	29.403	6.192	1863	-87	-51	1.39	2.59	11.25	10.00	OK	22.5	37.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
988	31.291	6.190	1876	-97	-43	1.34	2.67	11.25	10.00	OK	22.0	38.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
987	33.181	6.188	1885	-105	-35	1.30	2.74	11.25	10.00	OK	21.4	39.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
1673	35.071	6.187	1887	-111	-25	1.25	2.78	11.25	10.00	OK	21.0	39.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
1673	35.071	6.187	1889	-111	-24	1.26	2.78	11.25	10.00	OK	21.0	39.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
1669	36.834	6.187	1890	-115	-20	1.23	2.81	11.25	10.00	OK	20.6	40.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
1668	38.597	6.187	1892	-118	-11	1.21	2.84	11.25	10.00	OK	20.4	40.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
1667	40.361	6.187	1895	-120	-1	1.20	2.85	11.25	10.00	OK	20.4	40.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2027	42.124	6.187	1902	-119	8	1.22	2.85	11.25	10.00	OK	20.5	40.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2027	42.124	6.187	1902	-119	8	1.22	2.85	11.25	10.00	OK	20.5	40.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2030	43.887	6.187	1912	-117	15	1.24	2.85	11.25	10.00	OK	20.9	40.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2029	45.650	6.187	1918	-113	20	1.27	2.83	11.25	10.00	OK	21.3	40.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2028	47.413	6.187	1919	-109	24	1.30	2.80	11.25	10.00	OK	21.6	39.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
2043	49.177	6.187	1917	-104	29	1.33	2.77	11.25	10.00	OK	22.0	39.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2043	49.177	6.187	1917	-104	30	1.33	2.77	11.25	10.00	OK	22.0	39.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2039	50.940	6.187	1919	-98	34	1.38	2.73	11.25	10.00	OK	22.6	39.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2038	52.703	6.187	1920	-91	38	1.43	2.68	11.25	10.00	OK	23.2	38.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2037	54.466	6.187	1921	-83	42	1.48	2.63	11.25	10.00	OK	23.8	37.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2657	56.230	6.187	1920	-75	45	1.54	2.57	11.25	10.00	OK	24.5	37.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2657	56.230	6.187	1920	-75	44	1.54	2.57	11.25	10.00	OK	24.5	37.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2521	57.993	6.187	1921	-66	48	1.60	2.51	11.25	10.00	OK	25.2	36.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2520	59.756	6.187	1920	-57	50	1.66	2.45	11.25	10.00	OK	26.0	35.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2519	61.519	6.187	1919	-47	53	1.73	2.38	11.25	10.00	OK	26.8	34.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2739	63.282	6.187	1918	-37	55	1.80	2.31	11.25	10.00	OK	27.7	33.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2739	63.282	6.187	1917	-37	54	1.79	2.30	11.25	10.00	OK	27.6	33.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2735	65.046	6.187	1915	-27	55	1.87	2.23	11.25	10.00	OK	28.5	33.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2734	66.809	6.187	1912	-16	56	1.93	2.15	11.25	10.00	OK	29.3	32.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2733	68.572	6.187	1908	-5	57	2.00	2.08	11.25	10.00	OK	30.2	31.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3055	70.335	6.187	1905	6	58	2.08	2.00	11.25	10.00	OK	31.0	30.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3055	70.335	6.187	1904	6	57	2.08	2.00	11.25	10.00	OK	31.0	30.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2761	72.099	6.187	1901	17	56	2.15	1.92	11.25	10.00	OK	31.9	29.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2760	73.862	6.187	1896	27	54	2.21	1.84	11.25	10.00	OK	32.7	28.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
2759	75.625	6.187	1890	37	52	2.28	1.77	11.25	10.00	OK	33.4	27.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3079	77.388	6.187	1886	47	50	2.34	1.70	11.25	10.00	OK	34.2	26.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3079	77.388	6.187	1885	47	49	2.34	1.69	11.25	10.00	OK	34.2	26.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3082	79.151	6.187	1879	56	45	2.39	1.63	11.25	10.00	OK	34.8	25.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3081	80.915	6.187	1873	64	42	2.44	1.56	11.25	10.00	OK	35.4	24.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3080	82.678	6.187	1868	72	38	2.49	1.50	11.25	10.00	OK	36.0	23.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3719	84.441	6.187	1866	79	35	2.54	1.45	11.25	10.00	OK	36.5	23.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3719	84.441	6.187	1865	79	34	2.53	1.45	11.25	10.00	OK	36.5	23.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3720	86.204	6.187	1860	85	30	2.57	1.41	11.25	10.00	OK	36.9	22.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3721	87.968	6.187	1856	90	26	2.60	1.37	11.25	10.00	OK	37.3	22.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
3722	89.731	6.187	1853	95	22	2.63	1.33	11.25	10.00	OK	37.7	21.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
4819	91.494	6.187	1853	98	18	2.66	1.30	11.25	10.00	OK	38.0	21.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
4819	91.494	6.187	1852	98	18	2.66	1.30	11.25	10.00	OK	38.0	21.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
4822	93.257	6.187	1847	102	15	2.67	1.28	11.25	10.00	OK	38.1	21.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
4821	95.021	6.187	1846	104	12	2.69	1.26	11.25	10.00	OK	38.3	20.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
4820	96.784	6.187	1846	106	9	2.70	1.24	11.25	10.00	OK	38.5	20.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5444	98.547	6.187	1846	107	5	2.71	1.23	11.25	10.00	OK	38.6	20.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5444	98.547	6.187	1846	107	6	2.71	1.24	11.25	10.00	OK	38.6	20.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5447	100.310	6.187	1843	108	3	2.72	1.23	11.25	10.00	OK	38.6	20.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5446	102.073	6.187	1842	109	0	2.72	1.22	11.25	10.00	OK	38.7	20.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5445	103.837	6.187	1840	109	-2	2.71	1.22	11.25	10.00	OK	38.6	20.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5923	105.600	6.187	1837	108	-3	2.71	1.22	11.25	10.00	OK	38.5	20.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5923	105.600	6.187	1838	108	-2	2.71	1.22	11.25	10.00	OK	38.5	20.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5526	107.363	6.187	1836	108	-1	2.70	1.22	11.25	10.00	OK	38.5	20.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5525	109.126	6.187	1839	107	-2	2.70	1.23	11.25	10.00	OK	38.5	20.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5524	110.890	6.187	1844	107	-6	2.71	1.24	11.25	10.00	OK	38.5	20.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5530	112.653	6.187	1849	105	-10	2.70	1.25	11.25	10.00	OK	38.5	20.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5530	112.653	6.187	1849	105	-11	2.70	1.25	11.25	10.00	OK	38.5	20.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5344	114.416	6.187	1849	103	-17	2.68	1.27	11.25	10.00	OK	38.2	21.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5343	116.179	6.187	1846	99	-22	2.65	1.30	11.25	10.00	OK	37.9	21.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5342	117.943	6.187	1846	94	-25	2.62	1.33	11.25	10.00	OK	37.5	21.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5898	119.706	6.187	1852	89	-28	2.59	1.37	11.25	10.00	OK	37.2	22.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5898	119.706	6.187	1854	89	-28	2.60	1.37	11.25	10.00	OK	37.2	22.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5602	121.469	6.187	1853	83	-33	2.55	1.41	11.25	10.00	OK	36.7	22.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5601	123.232	6.187	1855	77	-37	2.51	1.46	11.25	10.00	OK	36.2	23.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5600	124.996	6.187	1858	69	-40	2.46	1.51	11.25	10.00	OK	35.6	24.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5606	126.759	6.187	1862	61	-42	2.41	1.57	11.25	10.00	OK	35.0	24.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5606	126.759	6.187	1863	61	-43	2.41	1.57	11.25	10.00	OK	35.0	24.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5382	128.522	6.187	1864	53	-45	2.36	1.63	11.25	10.00	OK	34.4	25.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5381	130.285	6.187	1867	45	-46	2.30	1.69	11.25	10.00	OK	33.7	26.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5380	132.049	6.187	1870	36	-47	2.24	1.75	11.25	10.00	OK	33.0	27.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
5492	133.812	6.187	1873	27	-48	2.19	1.82	11.25	10.00	OK	32.3	27.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5492	133.812	6.187	1875	27	-49	2.19	1.82	11.25	10.00	OK	32.3	27.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5488	135.575	6.187	1876	17	-49	2.12	1.89	11.25	10.00	OK	31.5	28.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5487	137.338	6.187	1878	8	-49	2.06	1.95	11.25	10.00	OK	30.8	29.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5486	139.101	6.187	1880	-1	-49	2.00	2.02	11.25	10.00	OK	30.0	30.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6026	140.865	6.187	1881	-11	-47	1.94	2.08	11.25	10.00	OK	29.3	31.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6026	140.865	6.187	1882	-11	-48	1.94	2.09	11.25	10.00	OK	29.3	31.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5722	142.628	6.187	1884	-19	-46	1.88	2.15	11.25	10.00	OK	28.6	31.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5721	144.391	6.187	1886	-28	-44	1.82	2.21	11.25	10.00	OK	27.9	32.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5720	146.154	6.187	1887	-36	-43	1.77	2.27	11.25	10.00	OK	27.2	33.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5726	147.918	6.187	1886	-44	-41	1.71	2.32	11.25	10.00	OK	26.6	34.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5726	147.918	6.187	1887	-44	-41	1.71	2.32	11.25	10.00	OK	26.6	34.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5045	149.681	6.187	1887	-52	-41	1.66	2.38	11.25	10.00	OK	25.9	34.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5044	151.444	6.187	1886	-60	-39	1.61	2.43	11.25	10.00	OK	25.3	35.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5043	153.207	6.187	1884	-67	-37	1.55	2.47	11.25	10.00	OK	24.6	35.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5074	154.970	6.187	1880	-74	-34	1.50	2.52	11.25	10.00	OK	24.0	36.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5074	154.970	6.187	1881	-74	-34	1.50	2.52	11.25	10.00	OK	24.0	36.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5039	156.734	6.187	1883	-80	-31	1.46	2.56	11.25	10.00	OK	23.5	36.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5038	158.497	6.187	1882	-86	-27	1.42	2.60	11.25	10.00	OK	23.0	37.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5037	160.260	6.187	1881	-90	-23	1.39	2.63	11.25	10.00	OK	22.6	37.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5706	162.023	6.187	1882	-94	-18	1.37	2.66	11.25	10.00	OK	22.3	38.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5706	162.023	6.187	1882	-94	-17	1.37	2.66	11.25	10.00	OK	22.3	38.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5702	163.787	6.187	1886	-97	-13	1.35	2.68	11.25	10.00	OK	22.1	38.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5701	165.550	6.187	1889	-99	-9	1.34	2.70	11.25	10.00	OK	22.0	38.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5700	167.313	6.187	1890	-100	-6	1.33	2.71	11.25	10.00	OK	21.9	38.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5858	169.076	6.187	1888	-101	-1	1.32	2.71	11.25	10.00	OK	21.8	38.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5858	169.076	6.187	1888	-101	-1	1.32	2.71	11.25	10.00	OK	21.8	38.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5854	170.839	6.187	1893	-101	5	1.33	2.72	11.25	10.00	OK	21.9	38.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5853	172.603	6.187	1896	-99	10	1.34	2.71	11.25	10.00	OK	22.1	38.8	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
5852	174.366	6.187	1898	-97	14	1.36	2.70	11.25	10.00	OK	22.3	38.6	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLE			VERIFICA CONGLOMERATO SLE					VERIFICA ACCIAIO SLE					VERIFICA FESSURAZIONE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim}$ [MPa]	$\sigma_{c,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,RFI}$ [MPa]	Esito verifica	w_{max} [mm]	w_{lim} [mm]	Esito verifica
6586	176.129	6.187	1899	-94	19	1.38	2.68	11.25	10.00	OK	22.6	38.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6586	176.129	6.187	1897	-94	19	1.38	2.67	11.25	10.00	OK	22.5	38.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6265	178.019	6.188	1901	-89	28	1.42	2.65	11.25	10.00	OK	23.0	38.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6264	179.909	6.190	1895	-83	37	1.46	2.59	11.25	10.00	OK	23.5	37.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6263	181.797	6.192	1886	-74	47	1.51	2.53	11.25	10.00	OK	24.0	36.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6401	183.685	6.196	1878	-63	58	1.57	2.44	11.25	10.00	OK	24.8	35.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6401	183.685	6.196	1878	-63	57	1.57	2.44	11.25	10.00	OK	24.8	35.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6397	185.773	6.201	1871	-50	64	1.66	2.34	11.25	10.00	OK	25.8	34.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6396	187.858	6.207	1853	-35	67	1.74	2.22	11.25	10.00	OK	26.8	32.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6395	189.941	6.215	1829	-20	68	1.82	2.09	11.25	10.00	OK	27.7	31.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6849	192.020	6.224	1803	-4	70	1.90	1.96	11.25	10.00	OK	28.6	29.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6849	192.020	6.224	1801	-4	71	1.90	1.95	11.25	10.00	OK	28.6	29.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6661	194.317	6.235	1766	14	71	1.98	1.79	11.25	10.00	OK	29.5	27.2	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6660	196.609	6.248	1724	32	73	2.06	1.63	11.25	10.00	OK	30.3	25.0	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6659	198.896	6.262	1678	50	75	2.14	1.45	11.25	10.00	OK	31.1	22.7	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6991	201.176	6.277	1632	69	80	2.22	1.27	11.25	10.00	OK	32.0	20.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6991	201.176	6.277	1628	69	77	2.21	1.27	11.25	10.00	OK	31.9	20.3	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6887	203.692	6.296	1563	90	78	2.29	1.05	11.25	10.00	OK	32.6	17.5	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6886	206.199	6.316	1490	114	90	2.37	0.81	11.25	10.00	OK	33.4	14.4	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
6885	208.697	6.338	1429	141	108	2.49	0.56	11.25	10.00	OK	34.7	11.1	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK
7095	211.185	6.361	1394	173	123	2.68	0.30	11.25	10.00	OK	36.9	7.9	360.0	337.50	OK	0.00	0.30	OK

FASE 7: Verifiche del rivestimento definitivo di calotta allo SLU

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
1267	0.015	6.361	1391	234	-156	917	OK	450	OK	779	3361	OK
819	2.503	6.338	1419.42	192.60	-142.00	926	OK	454	OK	779	3365	OK
820	5.001	6.316	1467.92	156.82	-119.27	943	OK	461	OK	779	3372	OK
821	7.508	6.296	1530.76	126.13	-101.89	965	OK	469	OK	779	3381	OK
825	10.024	6.277	1594.30	98.45	-100.86	986	OK	478	OK	779	3390	OK
825	10.024	6.277	1601.77	98.45	-103.65	989	OK	479	OK	779	3391	OK
372	12.304	6.262	1641.89	72.81	-104.40	1003	OK	484	OK	779	3397	OK
371	14.591	6.248	1685.34	46.26	-107.72	1017	OK	490	OK	779	3403	OK
370	16.883	6.235	1725.79	19.06	-109.79	1031	OK	496	OK	779	3408	OK
657	19.180	6.224	1764.38	-8.43	-109.55	-1044	OK	501	OK	779	3414	OK
657	19.180	6.224	1760.54	-8.43	-109.34	-1042	OK	500	OK	779	3413	OK
660	21.259	6.215	1792.08	-32.94	-107.48	-1053	OK	505	OK	779	3418	OK
659	23.342	6.207	1816.56	-56.80	-102.91	-1061	OK	508	OK	779	3421	OK
658	25.427	6.201	1834.60	-79.11	-94.14	-1067	OK	511	OK	779	3424	OK
983	27.515	6.196	1845.63	-98.89	-80.26	-1070	OK	512	OK	779	3425	OK
983	27.515	6.196	1846.80	-98.89	-79.69	-1071	OK	512	OK	779	3425	OK
989	29.403	6.192	1862.68	-113.68	-65.93	-1076	OK	514	OK	779	3428	OK
988	31.291	6.190	1876.02	-126.09	-55.34	-1080	OK	516	OK	779	3429	OK
987	33.181	6.188	1885.09	-136.30	-45.10	-1083	OK	517	OK	779	3431	OK
1673	35.071	6.187	1886.70	-144.26	-32.70	-1084	OK	518	OK	779	3431	OK
1673	35.071	6.187	1889.36	-144.26	-31.80	-1085	OK	518	OK	779	3431	OK
1669	36.834	6.187	1889.70	-150.00	-26.20	-1085	OK	518	OK	779	3431	OK
1668	38.597	6.187	1891.80	-153.88	-14.65	-1085	OK	518	OK	779	3432	OK
1667	40.361	6.187	1895.14	-155.46	-1.22	-1087	OK	519	OK	779	3432	OK
2027	42.124	6.187	1901.80	-154.46	10.44	-1089	OK	520	OK	779	3433	OK
2027	42.124	6.187	1901.89	-154.46	10.91	-1089	OK	520	OK	779	3433	OK
2030	43.887	6.187	1912.08	-151.53	19.50	-1092	OK	521	OK	779	3435	OK
2029	45.650	6.187	1917.74	-147.25	25.59	-1094	OK	522	OK	779	3435	OK
2028	47.413	6.187	1919.29	-141.82	31.10	-1094	OK	522	OK	779	3436	OK
2043	49.177	6.187	1917.33	-135.27	37.60	-1094	OK	522	OK	779	3435	OK
2043	49.177	6.187	1917.24	-135.27	38.43	-1094	OK	522	OK	779	3435	OK
2039	50.940	6.187	1918.76	-127.48	44.11	-1094	OK	522	OK	779	3435	OK
2038	52.703	6.187	1920.48	-118.50	49.99	-1095	OK	522	OK	779	3436	OK
2037	54.466	6.187	1921.42	-108.52	54.73	-1095	OK	522	OK	779	3436	OK
2657	56.230	6.187	1920.48	-97.77	58.07	-1095	OK	522	OK	779	3436	OK
2657	56.230	6.187	1920.50	-97.77	57.79	-1095	OK	522	OK	779	3436	OK
2521	57.993	6.187	1920.69	-86.37	61.80	-1095	OK	522	OK	779	3436	OK
2520	59.756	6.187	1920.46	-74.24	65.45	-1095	OK	522	OK	779	3436	OK
2519	61.519	6.187	1919.35	-61.48	68.57	-1094	OK	522	OK	779	3436	OK
2739	63.282	6.187	1917.70	-48.20	70.90	-1094	OK	522	OK	779	3435	OK
2739	63.282	6.187	1916.91	-48.20	70.66	-1094	OK	522	OK	779	3435	OK
2735	65.046	6.187	1915.47	-34.59	72.10	-1093	OK	522	OK	779	3435	OK
2734	66.809	6.187	1911.98	-20.73	73.34	-1092	OK	521	OK	779	3435	OK
2733	68.572	6.187	1907.99	-6.69	74.15	-1091	OK	521	OK	779	3434	OK
3055	70.335	6.187	1905.08	7.44	74.81	1090	OK	520	OK	779	3434	OK
3055	70.335	6.187	1904.26	7.44	74.05	1089	OK	520	OK	779	3433	OK
2761	72.099	6.187	1900.78	21.50	72.89	1088	OK	520	OK	779	3433	OK
2760	73.862	6.187	1895.53	35.19	70.66	1087	OK	519	OK	779	3432	OK
2759	75.625	6.187	1890.06	48.36	67.63	1085	OK	518	OK	779	3431	OK
3079	77.388	6.187	1886.31	60.86	64.58	1084	OK	518	OK	779	3431	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
3079	77.388	6.187	1885.14	60.86	63.31	1083	OK	517	OK	779	3431	OK
3082	79.151	6.187	1879.33	72.60	59.05	1081	OK	517	OK	779	3430	OK
3081	80.915	6.187	1873.15	83.40	54.32	1079	OK	516	OK	779	3429	OK
3080	82.678	6.187	1868.11	93.29	49.60	1078	OK	515	OK	779	3428	OK
3719	84.441	6.187	1865.58	102.23	45.01	1077	OK	515	OK	779	3428	OK
3719	84.441	6.187	1864.54	102.23	44.10	1077	OK	515	OK	779	3428	OK
3720	86.204	6.187	1860.20	110.22	39.06	1075	OK	514	OK	779	3427	OK
3721	87.968	6.187	1855.94	117.15	33.69	1074	OK	513	OK	779	3427	OK
3722	89.731	6.187	1853.13	123.06	28.44	1073	OK	513	OK	779	3426	OK
4819	91.494	6.187	1852.99	127.96	23.23	1073	OK	513	OK	779	3426	OK
4819	91.494	6.187	1852.12	127.96	22.89	1072	OK	513	OK	779	3426	OK
4822	93.257	6.187	1847.44	132.02	19.42	1071	OK	512	OK	779	3425	OK
4821	95.021	6.187	1845.93	135.34	15.48	1070	OK	512	OK	779	3425	OK
4820	96.784	6.187	1846.16	137.91	11.45	1071	OK	512	OK	779	3425	OK
5444	98.547	6.187	1845.67	139.70	6.88	1070	OK	512	OK	779	3425	OK
5444	98.547	6.187	1845.79	139.70	7.38	1070	OK	512	OK	779	3425	OK
5447	100.310	6.187	1843.01	140.84	4.45	1069	OK	512	OK	779	3425	OK
5446	102.073	6.187	1841.76	141.28	0.52	1069	OK	512	OK	779	3425	OK
5445	103.837	6.187	1840.19	141.08	-2.79	1069	OK	511	OK	779	3424	OK
5923	105.600	6.187	1836.57	140.41	-3.35	1067	OK	511	OK	779	3424	OK
5923	105.600	6.187	1837.93	140.41	-2.63	1068	OK	511	OK	779	3424	OK
5526	107.363	6.187	1836.46	140.06	-1.46	1067	OK	511	OK	779	3424	OK
5525	109.126	6.187	1838.87	139.69	-2.93	1068	OK	511	OK	779	3424	OK
5524	110.890	6.187	1843.66	138.77	-7.17	1070	OK	512	OK	779	3425	OK
5530	112.653	6.187	1848.60	136.78	-13.47	1071	OK	512	OK	779	3426	OK
5530	112.653	6.187	1849.29	136.78	-14.29	1072	OK	513	OK	779	3426	OK
5344	114.416	6.187	1848.66	133.25	-22.70	1071	OK	512	OK	779	3426	OK
5343	116.179	6.187	1846.30	128.37	-28.53	1071	OK	512	OK	779	3425	OK
5342	117.943	6.187	1846.41	122.49	-32.69	1071	OK	512	OK	779	3425	OK
5898	119.706	6.187	1851.72	115.90	-36.57	1072	OK	513	OK	779	3426	OK
5898	119.706	6.187	1853.85	115.90	-36.89	1073	OK	513	OK	779	3426	OK
5602	121.469	6.187	1852.80	108.31	-42.80	1073	OK	513	OK	779	3426	OK
5601	123.232	6.187	1854.94	99.69	-47.72	1073	OK	513	OK	779	3426	OK
5600	124.996	6.187	1858.24	90.19	-51.87	1074	OK	514	OK	779	3427	OK
5606	126.759	6.187	1861.52	79.94	-54.86	1076	OK	514	OK	779	3427	OK
5606	126.759	6.187	1862.81	79.94	-55.83	1076	OK	514	OK	779	3428	OK
5382	128.522	6.187	1864.02	69.14	-58.14	1076	OK	515	OK	779	3428	OK
5381	130.285	6.187	1866.89	57.90	-59.99	1077	OK	515	OK	779	3428	OK
5380	132.049	6.187	1870.32	46.33	-61.40	1078	OK	515	OK	779	3429	OK
5492	133.812	6.187	1873.23	34.47	-62.34	1079	OK	516	OK	779	3429	OK
5492	133.812	6.187	1874.50	34.47	-63.40	1080	OK	516	OK	779	3429	OK
5488	135.575	6.187	1875.82	22.43	-63.78	1080	OK	516	OK	779	3429	OK
5487	137.338	6.187	1878.10	10.26	-63.97	1081	OK	516	OK	779	3430	OK
5486	139.101	6.187	1880.11	-1.86	-63.22	-1082	OK	517	OK	779	3430	OK
6026	140.865	6.187	1880.95	-13.78	-61.53	-1082	OK	517	OK	779	3430	OK
6026	140.865	6.187	1881.89	-13.78	-61.86	-1082	OK	517	OK	779	3430	OK
5722	142.628	6.187	1883.66	-25.28	-59.22	-1083	OK	517	OK	779	3431	OK
5721	144.391	6.187	1885.72	-36.34	-57.12	-1083	OK	518	OK	779	3431	OK
5720	146.154	6.187	1886.94	-47.05	-55.33	-1084	OK	518	OK	779	3431	OK
5726	147.918	6.187	1886.37	-57.44	-53.91	-1084	OK	518	OK	779	3431	OK
5726	147.918	6.187	1887.11	-57.44	-53.95	-1084	OK	518	OK	779	3431	OK
5045	149.681	6.187	1887.38	-67.59	-52.75	-1084	OK	518	OK	779	3431	OK

NODO E COORD.POLARI			AZIONI INTERNE SLU			PRESSOFLESSIONE SLU		TAGLIO SENZA ARM.		TAGLIO CON ARM. TRASVERSALE		
Nodo	α [°]	R [m]	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	M_{Rd} [kNm]	Esito verifica	V_{Rd} [kN]	Esito verifica	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	Esito verifica
5044	151.444	6.187	1886.22	-77.51	-51.19	-1084	OK	518	OK	779	3431	OK
5043	153.207	6.187	1883.84	-87.03	-48.65	-1083	OK	517	OK	779	3431	OK
5074	154.970	6.187	1880.32	-95.93	-44.58	-1082	OK	517	OK	779	3430	OK
5074	154.970	6.187	1881.17	-95.93	-44.53	-1082	OK	517	OK	779	3430	OK
5039	156.734	6.187	1882.92	-104.02	-40.27	-1083	OK	517	OK	779	3430	OK
5038	158.497	6.187	1882.29	-111.23	-35.31	-1082	OK	517	OK	779	3430	OK
5037	160.260	6.187	1881.07	-117.40	-29.40	-1082	OK	517	OK	779	3430	OK
5706	162.023	6.187	1881.88	-122.34	-23.41	-1082	OK	517	OK	779	3430	OK
5706	162.023	6.187	1881.91	-122.34	-22.22	-1082	OK	517	OK	779	3430	OK
5702	163.787	6.187	1885.50	-126.09	-16.62	-1083	OK	517	OK	779	3431	OK
5701	165.550	6.187	1888.87	-128.83	-11.91	-1084	OK	518	OK	779	3431	OK
5700	167.313	6.187	1890.26	-130.64	-7.42	-1085	OK	518	OK	779	3431	OK
5858	169.076	6.187	1888.45	-131.52	-1.81	-1084	OK	518	OK	779	3431	OK
5858	169.076	6.187	1887.94	-131.52	-1.25	-1084	OK	518	OK	779	3431	OK
5854	170.839	6.187	1892.84	-131.07	6.20	-1086	OK	518	OK	779	3432	OK
5853	172.603	6.187	1896.43	-129.27	12.70	-1087	OK	519	OK	779	3432	OK
5852	174.366	6.187	1898.05	-126.27	18.61	-1087	OK	519	OK	779	3433	OK
6586	176.129	6.187	1898.63	-122.15	24.22	-1088	OK	519	OK	779	3433	OK
6586	176.129	6.187	1896.55	-122.15	24.85	-1087	OK	519	OK	779	3432	OK
6265	178.019	6.188	1901.11	-115.93	36.41	-1088	OK	520	OK	779	3433	OK
6264	179.909	6.190	1895.34	-107.32	48.19	-1087	OK	519	OK	779	3432	OK
6263	181.797	6.192	1885.97	-96.22	60.66	-1084	OK	518	OK	779	3431	OK
6401	183.685	6.196	1877.64	-82.43	74.91	-1081	OK	516	OK	779	3430	OK
6401	183.685	6.196	1877.98	-82.43	74.72	-1081	OK	516	OK	779	3430	OK
6397	185.773	6.201	1870.76	-64.51	82.79	-1079	OK	515	OK	779	3429	OK
6396	187.858	6.207	1853.29	-45.38	86.57	-1073	OK	513	OK	779	3426	OK
6395	189.941	6.215	1828.97	-25.52	88.72	-1065	OK	510	OK	779	3423	OK
6849	192.020	6.224	1803.22	-5.20	91.63	-1056	OK	506	OK	779	3419	OK
6849	192.020	6.224	1801.19	-5.20	91.84	-1056	OK	506	OK	779	3419	OK
6661	194.317	6.235	1766.34	17.81	92.59	1044	OK	501	OK	779	3414	OK
6660	196.609	6.248	1724.28	41.18	94.47	1030	OK	496	OK	779	3408	OK
6659	198.896	6.262	1677.79	65.09	97.01	1015	OK	489	OK	779	3402	OK
6991	201.176	6.277	1631.99	89.71	103.85	999	OK	483	OK	779	3395	OK
6991	201.176	6.277	1627.59	89.71	99.95	998	OK	482	OK	779	3395	OK
6887	203.692	6.296	1562.64	117.50	101.62	976	OK	474	OK	779	3385	OK
6886	206.199	6.316	1489.97	147.72	116.94	951	OK	464	OK	779	3375	OK
6885	208.697	6.338	1428.91	182.88	139.77	930	OK	455	OK	779	3367	OK
7095	211.185	6.361	1394.38	224.67	160.07	918	OK	451	OK	779	3362	OK