

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:
Ing. Paolo Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche
Dot. Ing. Paolo Cucino
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

RELAZIONE

11 - OPERE CIVILI

B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO

VIABILITA' ACCESSO ALL'AREA DI FUNES - DEVIAZIONE PROVVISORIA SP242

Relazione tecnica e di tracciamento

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 A	E	Z Z	R H	N V 0 4 4 0	0 0 1	C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M.Ingianni	18/10/2021	A.Arighi	19/10/2021	D.Buttafoco (Dolomiti)	20/10/2021	IL PROGETTISTA A. Polli 29/08/2022
B	Revisione a seguito di istruttoria ITF – IB0U-RV-000000044 e 47	L.Terrasi	31/03/2022	A.Valente	01/04/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	02/04/2022	
C	Revisione per indicazioni committenza	B. Fiorentino	17/08/2022	A.Valente	18/08/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	19/08/2022	

File: IB0U1AEZZRHN0440001C.docx

n. Elab.:

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria		PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 1 di 66

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. INQUADRAMENTO GENERALE	5
4. CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI	7
4.1 SEZIONE STRADALE TIPO	8
4.2 SOVRASTRUTTURA STRADALE	9
4.3 VELOCITÀ DI PROGETTO.....	11
4.4 ANDAMENTO PLANIMETRICO	12
4.5 ANDAMENTO ALTIMETRICO	13
5. SEGNALETICA	14
6. BARRIERE DI SICUREZZA	15
6.1 TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE IMPIEGATE	17
7. CORDOLO DI FONDAZIONE BARRIERE DI SICUREZZA	18
7.1 ANALISI DEI CARICHI	19
7.2 TIPOLOGIA DI VERIFICHE DA ESEGUIRE	22
7.3 VERIFICA CORDOLO SENZA URTO.....	23
7.4 VERIFICA CORDOLO CON URTO	34

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1AEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0440001</td> <td>C</td> <td>2 di 66</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1AEZZ	RH	NV0440001	C	2 di 66													

1. PREMESSA

Gli interventi necessari all'esecuzione delle opere relative all'imbocco della Finestra Funes (GA06) ricadono nell'ambito del progetto di Quadruplicamento della Linea Fortezza – Verona linea (linea Fortezza – Ponte Gardena - Lotto 1A).

La presente relazione tecnica illustra la soluzione progettuale per la deviazione provvisoria della S.P. 27 (menzionata in PD come S.P. 242 – NV044), necessaria per la realizzazione delle opere degli interventi relativi all'imbocco della Finestra di accesso al tunnel ferroviario della nuova infrastruttura dall'area di Funes.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 3 di 66

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la definizione geometrico-funzionale delle viabilità sono state prese a riferimento le disposizioni legislative di seguito elencate:

- D. Lgs. 30/04/1992 n. 285: "Nuovo codice della strada";
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada";
- D.M. 05/11/2001 n. 6792: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22/04/2004: "Modifica del decreto 05 Novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»";
- D.M. 10/07/2002: "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo";
- D.M. 19/04/2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- D.M. 18/02/1992: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. 03/06/1998: "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale";
- D.M. 21/06/2004: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale";
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- D.M. 28/06/2011: "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale";
- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000: "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione";
- Direttiva Ministero LL.PP. 27.04.2006: "Il Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione";
- D.M. 02/05/2012: "Linee guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali ai sensi dell'articolo 8 del decreto legislativo 15 Marzo 2011, n.35";
- D.M. 01/04/2019: "Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)".

Nello sviluppo della progettazione delle viabilità, oltre alla normativa nazionale vigente, si è fatto riferimento anche ad alcune disposizioni RFI di seguito elencate:

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 4 di 66

- Manuale di progettazione Parte II Sezione 3 “Corpo stradale” (Barriere di sicurezza nelle zone di parallelismo tra strada e ferrovia);
- Manuale di progettazione Parte II Sezione 4 “Gallerie” (Strade per l’accesso alle uscite / accessi laterali e/o verticali);
- Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili Parte II Sezione 5 “Opere in terra e scavi” (Esecuzione di scavi e formazione del solido stradale);
- Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili Parte II Sezione 13 “Sub-Ballast e pavimentazioni stradali” (Pavimentazione stradale).

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative.

- D. M. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 7 – “Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 – “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – “Applicazione della L. 5 novembre 1971 n. 1086”;
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- UNI ENV 1998-5 (Eurocodice 8) Gennaio 2005 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) Novembre 2005 – “Progettazione delle strutture di calcestruzzo– Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- MDP RFI DTC SI MA IFS 001 E – “Manuale di progettazione delle opere civili”.
- RFI DTC SI SP IFS 001 E – “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili”.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 5 di 66

3. INQUADRAMENTO GENERALE

La deviazione stradale della S.P. 242 (NV044), è situata nella località di Gudon, e presenta uno sviluppo complessivo di circa 174,10 m. L'inizio del tracciato stradale è posto in corrispondenza della spalla del ponte esistente sul fiume Isarco e termina all'inizio di una piazzola di sosta e fermata dei mezzi pubblici nelle immediate vicinanze. La deviazione stradale è realizzata per permettere l'esecuzione delle opere d'imbocco nell'ambito della realizzazione della finestra di Funes, senza interrompere il traffico e mantenendo l'operatività dell'infrastruttura stradale.



Fig. 1 - Planimetria d'intervento della deviazione della S.P. 242

Per la progettazione dell'asse viario NV044 è stato fatto riferimento ai criteri e alle indicazioni previste dal D.M. 05/11/2001 e s.m.i. che definiscono i criteri e i parametri progettuali per la nuova costruzione di strade. In dettaglio, la deviazione temporanea della S.P. 242 è da intendersi come una strada di servizio di carattere provvisorio di cantiere per la realizzazione della finestra d'accesso alla galleria Gardena. Noti i vincoli plano-altimetrici determinati dalla posizione della viabilità esistente della S.P. 242 e la presenza nelle sue immediate vicinanze dell'autostrada A-22, non risulta possibile l'applicazione dei riferimenti normativi indicati. Nonostante ciò al fine di garantire un adeguato livello di sicurezza, la progettazione della viabilità è stata condotta cercando di soddisfare, per quanto possibile, i criteri plano-altimetrici previsti da normativa, in relazione al diagramma di velocità di progetto preso a riferimento.

In prossimità delle aree in oggetto è stata riscontrata la presenza di una tubazione del gasdotto SNAM; tale opera risulta interferente con la deviazione temporanea e con la realizzazione della finestra Funes. Tuttavia il progetto di riposizionamento della condotta, che verrà spostata in altra sede ad opportuna distanza dagli scavi e dalle attività di cantiere e dotata delle protezioni necessarie, risulta approvato dall'Ente Gestore che provvederà in tempi stretti (ben prima dell'avvio dei lavori sulla NV044) a completare la risoluzione.

Si prevedono le seguenti macro-fasi esecutive delle opere d'imbocco:

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 6 di 66

Fase 1 – 2

Realizzazione della sede stradale e delle opere viarie e idrauliche della deviazione provvisoria; Spostamento del traffico sulla deviazione provvisoria previo raccordo dei cigli, segnaletica, barriere e opere idrauliche per garantire la piena funzionalità della deviazione.

Fase 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13

Demolizione della sede stradale della SP2 42 e scavo fino al piano sommitale di realizzazione dei pali; Trivellazione di 21 pali Ø 1000. Posizionamento armature e getto pali. Scapitozzatura parte sommitale dei pali e realizzazione della soletta orizzontale di collegamento; Realizzazione rilevato e pista di cantiere in adiacenza al rilevato esistente per l'accesso dall'area di cantiere; Trivellazione di 12 pali Ø 1000 (con parziale trivellazione a vuoto) e realizzazione del primo cordolo testa palo su entrambe le paratie laterali scalettate; Scavo al di sotto della soletta, progressivo sbancamento del rilevato e della rampa, scapitozzatura e taglio ferri di posizione dei pali; Realizzazione del secondo cordolo testa palo su entrambe le paratie scalettate; Scavo al di sotto della soletta, progressivo sbancamento del rilevato e della rampa, scapitozzatura e taglio ferri di posizione dei pali; Realizzazione del terzo cordolo testa palo su entrambe le paratie scalettate; Scavo fino alla quota di progetto del piazzale di cantiere.

Fase 14 – 15 – 16

Spostamento del traffico della sola corsia Sud (direzione Trento) sul sedime stradale originario, opportunamente ripristinato, della SP 242; Demolizione della corsia Sud della deviazione provvisoria e realizzazione della prima parte di protesi in misto cementato nell'area interclusa fra le due corsie; Spostamento corsia Nord (direzione Fortezza) sulla sede ripristinata della Sp 242 (completamento del ripristino) e conseguente demolizione della deviazione provvisoria; Completamento della protesi in misto cementato nell'area a monte.

Fase 17 – 18 – 19 – 20 – 21 – 22

Realizzazione degli interventi al fronte e contorno della paratia (spritz-beton, jet grouting e infilaggi); Realizzazione degli infilaggi metallici al fronte della galleria e abbassamento del fondo scavo alla quota di scavo della galleria, realizzazione della dima e del primo concio; Demolizione della parte inferiore della paratia e avvio degli scavi al di sotto della dima con esecuzione parziale dell'arco rovescio; Realizzazione del rivestimento definitivo della sezione di attacco, scavo e rivestimento dei conci successivi.

Fase 23 – 24

Realizzazione del becco di flauto della galleria artificiale; Riempimento con materiale alleggerito dello spazio compreso fra intradosso soletta e estradosso GA; Demolizione della protesi e ripristino dello stato dei luoghi a monte della SP 242 con sistemazione definitiva delle opere d'imbocco.

Per maggiori informazioni si rimanda agli specifici elaborati di progetto ed in particolare alle tavole di fasistica dell'imbocco (IBOU1AEZZP9GA0600003, IBOU1AEZZP9GA0600004 e IBOU1AEZZP9GA0600005).

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 7 di 66

4. CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI

La deviazione provvisoria del traffico sulla viabilità in oggetto risulta necessaria per permettere la cantierizzazione ed esecuzione delle opere d'imbocco per la realizzazione della galleria artificiale della finestra di Funes. L'asse stradale provvisorio permette di deviare il flusso veicolare proveniente/diretto a Bressanone o a Chiusa per mezzo di due corsie, una per ciascun senso di marcia. Una volta completata l'esecuzione delle opere d'imbocco, si procederà allo smantellamento della rampa di deviazione, spostando il traffico sulla viabilità esistente, la quale sarà adeguatamente ripristinata. Per tale motivo, alla deviazione, seppur questa assolva la sua funzione per un periodo limitato di tempo, sono state assegnate le caratteristiche funzionali riconducibili a quelle di un arco stradale a servizio di una viabilità Locale extraurbana (Cat. F2 – Strada locale - Ambito Extraurbano). Tale scelta dell'inquadramento funzionale e della sezione tipo adottata per la geometrizzazione del tracciato, è dovuta all'ubicazione e alla funzione assolta da tale ramo viario all'interno della rete stradale, nonché alle caratteristiche intrinseche della strada esistente a cui la deviazione si connette.

La successione degli elementi planimetrici del tracciato è stata definita in modo tale da rendere sicura la percorrenza della deviazione affinché l'andamento planimetrico sia il più semplice possibile e facilmente percorribile. Visto il ridotto sviluppo della deviazione e la conformazione della viabilità esistente nelle zone di raccordo alle estremità, è stato limitato sia il numero dei cambiamenti di pendenza trasversale (è stata prevista una piattaforma a pendenza unica anche nei tratti in rettilineo) sia il valore stesso della sovrappendenza in curva (pendenza trasversale massima 2.50%) limitando opportunamente la velocità.

Per quanto riguarda l'andamento longitudinale, la pendenza delle livellette è stata assunta rispettando i valori limite prescritti nel D.M. 05/11/2001. La pendenza minima longitudinale, per garantire il deflusso delle acque di piattaforma, è pari al 0.50% (pendenze inferiori a tale valore sono state impiegate esclusivamente per raccordarsi alla pavimentazione esistente e per tratti di estensione molto limitata).

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva delle caratteristiche principali della viabilità di accesso al piazzale di emergenza.

Deviazione provvisoria S.P. 242 – Finestra di Funes	
Larghezza piattaforma (corsie + banchine)	8.50 m (1.00+3.25+3.25+1.00)
Lunghezza intervento	174.10 m
Raggio planimetrico minimo	80.00 m
Raggio altimetrico convesso minimo	2500 m
Raggio altimetrico concavo minimo	2000 m
Pendenza trasversale minima	2.50%
Pendenza trasversale massima	2.50%
Pendenza longitudinale massima	4.18%
Pendenza longitudinale minima	0.225%

Tab. 1 - Caratteristiche deviazione provvisoria S.P.242 (NV044)

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 8 di 66

4.1 SEZIONE STRADALE TIPO

La sezione tipo adottata per l'asse stradale in oggetto è riferibile alla Categoria tipo "F2 – Locale extraurbana" del DM 05/11/2001; essa presenta una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 8,50 m, sia in rilevato che in scavo, costituita dai seguenti elementi:

- banchina in destra e sinistra da 1,00 m;
- n.2 corsie (una per senso di marcia) di modulo 3,25 m ciascuna.

La sezione è completata da un arginello, di larghezza totale pari a 1,25 m, e da minima scarpata con pendenza 2 su 3. Si noti che, nei tratti in prossimità delle opere di imbocco della nuova galleria è stata prevista la posa di una barriera di sicurezza, la quale è posizionata su apposito cordolo di fondazione (di larghezza adeguata a ospitare le barriere di sicurezza e gli altri dispositivi previsti).

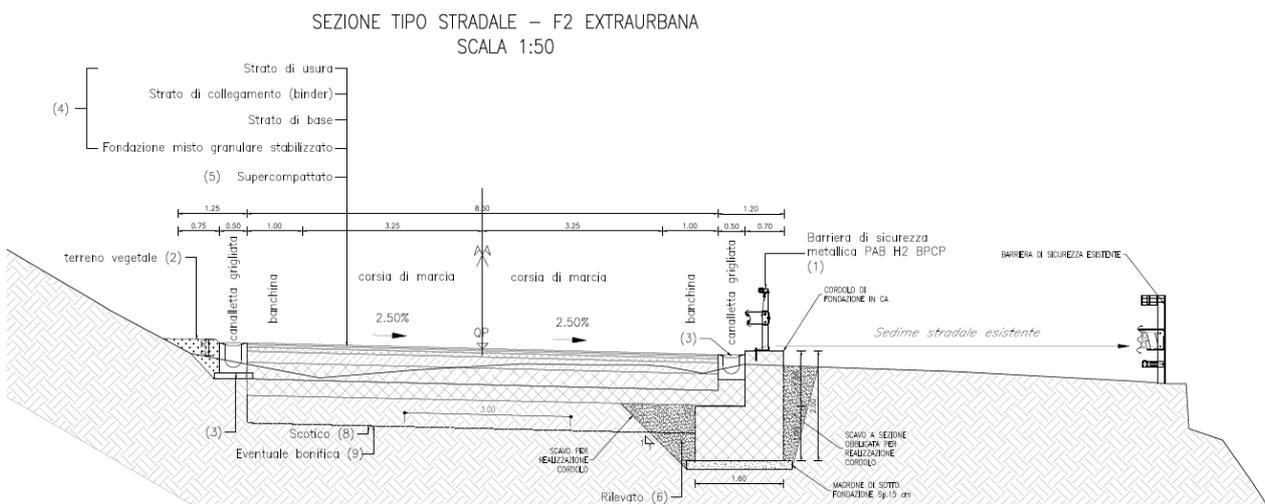


Fig. 2 - Sezione tipologica deviazione stradale

Ricapitolando, le caratteristiche della piattaforma stradale sono le seguenti:

- Carreggiata, 2 corsie (una per senso di marcia) più banchine L = 8,50 m;
- Corsia, L = 3,25 m;
- Banchina, L = 1,00 m;
- Arginello in destra e in sinistra, L=1,25 m, nel quale è possibile inserire opportuni elementi idraulici;
- Pendenza trasversale in rettilo, pari al 2,50% a falda unica;
- Pendenza trasversale massima in curva, pari al 2,50%.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 9 di 66

4.2 SOVRASTRUTTURA STRADALE

Per la viabilità in oggetto, trattandosi di una deviazione provvisoria, è stata adottata una configurazione della sovrastruttura stradale composta dai seguenti strati.

Strato	Materiale	Spessore [cm]
Usura	conglomerato bituminoso	3
Collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	4
Base	conglomerato bituminoso	8
Fondazione	misto granulare stabilizzato	20

Tot. 35 cm

Come da richieste contenute nel Parere Tecnico emesso dal Servizio Strade della Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige (prot. 230226 del 15.03/2022), è stato previsto l'impiego di bitumi modificati (tipo "Soft") negli strati di base, binder e usura della sovrastruttura stradale con le caratteristiche riportate nello specifico elaborato (IB0U1AEZZBZNV0440002B) e richiamate di seguito:

CARATTERISTICHE BITUME MODIFICATO – TIPO "Soft":

- Penetrazione a 25°C (dmm) = 50–70
- Punto di rammollimento (°C) = 60–80
- Punto di rottura Frass (°C) ≤ -10
- Ritorno elastico a 25°C (%) ≥ 70
- Viscosità dinamica a 160°C (Pa x s) = 0,10–0,35
- Stabilità allo stoccaggio tube test (°C) ≤ 3 (*)

(*) entrambi i valori del punto di rammollimento ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di rammollimento di riferimento di più di 5°C.

La superficie costituente il piano di posa della sovrastruttura stradale, sia in trincea che in rilevato, sarà realizzata mediante formazione di uno strato di terra fortemente compattato (supercompattato) di spessore finito pari a 30 cm, costituito da terre A1, A2-4, A2-5 e A3 e avente le seguenti caratteristiche:

- Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) > 7
- Non vi siano granuli di dimensione > 63 mm
- Passante al setaccio da 0.063 mm sia ≤ 15%
- Indice di plasticità ≤ 6%
- Passante al setaccio da 16 mm sia almeno del 50%
- Modulo di deformazione al primo ciclo $M_d \geq 50 \text{ N/mm}^2$

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati di progetto.

Per quanto riguarda il traffico medio giornaliero (TGM), analogamente a quanto previsto in progetto definitivo, questo è stato dedotto dalla banca dati ASTAT della provincia di Bolzano considerando la postazione di rilevamento n. 42 della S.P. 242 al km 1+200 di Chiusa risalente al 2016. Come illustrato in Figura 3, il TGM totale ammonta a 6939 veicoli, di cui 377 veicoli pesanti pari al 5.43% del totale.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 10 di 66

Sito	Strada	Descrizione	Località	TGM Leggero	TGM Pesante	TGM Totale	Motocicli	Autovetture e piccoli furgoni	astovetture e piccoli furgoni con rimorchio	Furgoni e minibus	Autocarri leggeri	Autocarri pesanti	Autocarri con rimorchi e autotreni	Auto-articolati	Autobus	Coef.equiv.milioni	Traffico in milioni di ESAL/20km nei successivi 20 anni
42	SS. 242 dir	di Val Gardena e Passo Sella	Chiusa	6538	377	6939	122	6310	5	101	152	116	9	6	94	1,51	2,29

Fig. 3 – TGM rilevato nella postazione n.42 di Chiusa – ASTAT anno 2016

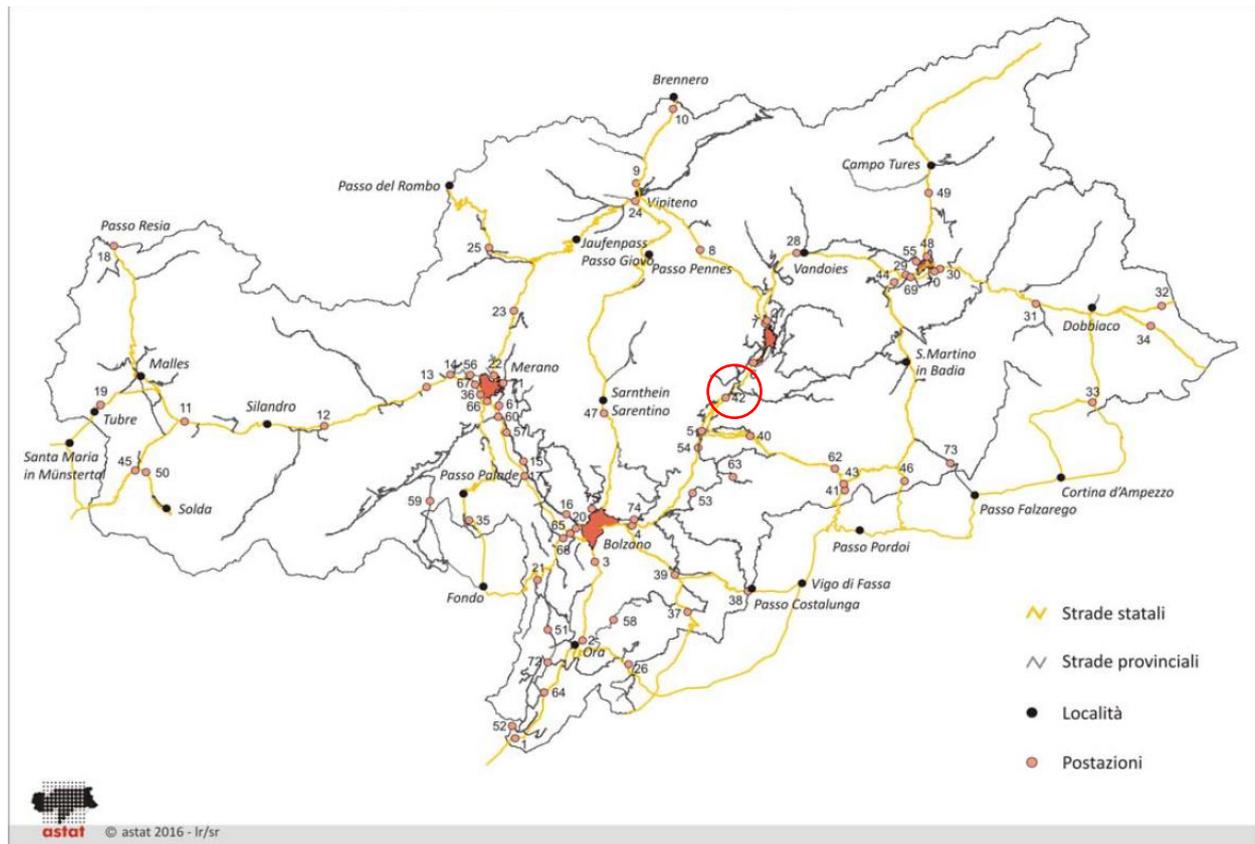


Fig. 4 – Ubicazione della postazione n.42 di Chiusa – ASTAT anno 2016

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 11 di 66

4.3 VELOCITÀ DI PROGETTO

Per la viabilità in oggetto, ai fini delle verifiche normative, è stato preso in considerazione un valore massimo della velocità pari a $V_{Pmax} = 40$ km/h nell'area della deviazione. Alle estremità del tracciato, dove il sedime stradale si ricongiunge a quello esistente, è stato ipotizzato che la velocità cresca linearmente.

Il diagramma della velocità di progetto è riportato nella figura seguente.

	Prog [m]	Vel [Km/h]	Acc Prec [m/s ²]	Acc Succ [m/s ²]	Esito
	0.000	48.05	0.00	-0.80	●
	34.027	40.00	-0.80	0.00	●
▶	69.641	40.00	0.00	0.00	● ...
	96.692	40.00	0.00	0.00	●
	140.020	40.00	0.00	0.80	●
	174.102	48.05	0.80	0.00	●
*					

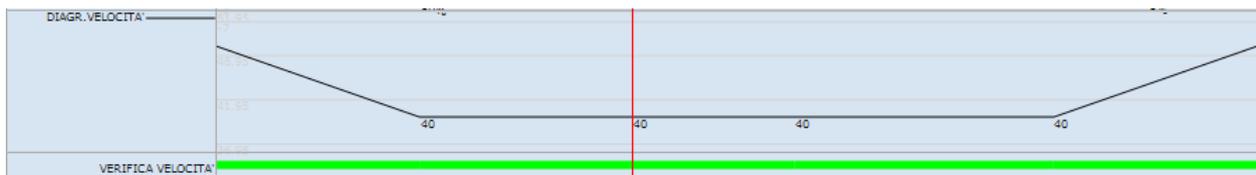


Fig. 5 – Diagramma di velocità

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 12 di 66

4.4 ANDAMENTO PLANIMETRICO

In Tabella 1, è riportato il tabulato della successione degli elementi costitutivi del tracciato planimetrico, in cui sono esplicitati tutti i valori e le caratteristiche geometriche di rettifili, curve e clotoidi.

Occorre precisare che, visto il carattere di deviazione temporanea della viabilità in progetto, il D.M. 5 novembre 2001 è stato preso come linea guida derogando su alcuni criteri relativi alla successione degli elementi planimetrici. In particolare, tra le prime e le ultime due curve del tracciato non è stato previsto l'inserimento di clotoidi visto il ridotto sviluppo della deviazione stradale e la conformazione della viabilità esistente nelle zone di raccordo alle estremità. Vista la riduzione della velocità massima consentita e il ridotto sviluppo della deviazione stradale, le sovrappendenze in curva sono state limitate al valore massimo del 2.50%, ed è stato derogato il criterio sullo sviluppo minimo del rettilineo e di una curva circolare. Infine, a causa dei ridottissimi spazi a disposizione non sono stati previsti allargamenti per l'iscrizione dei veicoli in curva. Le deroghe alle prescrizioni normative sopra menzionate, sono state evidenziate per maggior chiarezza in Tabella 1 tramite il simbolo *.

Tipo	Prog iniz.	Prog fin	Sv	A	Raggio i.	Raggio f.	Verso	Pt dx	Pt sx	Vp
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[%]	[%]	[km/h]
ARCO	0.00	34.03	34.03	0.00	90.00	90.00	Sx	2.50*	-2.50*	53.72
ARCO	34.03	69.64	35.61	0.00	80.00	80.00	Dx	-2.50*	2.50*	51.16
CLOTOIDE	69.64	84.95	15.31	35.00	80.00	0.00	Dx	0.00	0.00	40.00
RETTIFILO	84.95	108.43	23.48*	0.00	0.00	0.00		-2.50	2.50	40.00
CLOTOIDE	108.43	123.74	15.31	35.00	0.00	80.00	Dx	0.00	0.00	40.00
ARCO	123.74	140.01	16.27*	0.00	80.00	80.00	Dx	-2.50*	2.50*	51.16
ARCO	140.01	174.10	34.09	0.00	150.00	150.00	Sx	2.50*	-2.50*	65.92

Tabella 1 – Andamento planimetrico NV044

Con riferimento a ciascun elemento geometrico, la notazione utilizzata nella tabella è la seguente:

Tipo: tipo di elemento geometrico (Rettilineo/Clotoide/Curva);

Prog. iniz.: progressiva iniziale dell'elemento geometrico;

Prog. Fin: progressiva finale dell'elemento geometrico;

Sv = sviluppo dell'elemento geometrico;

A = parametro di scala delle clotoidi;

Raggio i. = raggio delle curve circolari iniziale;

Raggio f. = raggio delle curve circolari finale;

Verso = direzione lato curva;

Pt dx = pendenza trasversale semipiattaforma destra;

Pt sx = pendenza trasversale semipiattaforma sinistra;

Vp: velocità di progetto dell'elemento considerato.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 13 di 66

4.5 ANDAMENTO ALTIMETRICO

In Tabella 2, è riportato il tabulato della successione degli elementi costitutivi del tracciato altimetrico, in cui sono esplicitati tutti i valori e le caratteristiche geometriche delle livellette e raccordi altimetrici (concavi e convessi), nonché l'esito delle verifiche condotte.

Occorre precisare che, il D.M. 5 novembre 2001 è stato preso come linea guida rispettando tutte le prescrizioni riguardando l'andamento altimetrico dell'asse.

Vertici											
N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito	Verifiche	
▶ 0	-0.04513533	546.3870519	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000		...	
1	12.41015217	546.4150763	12.45528750	5.20528750	0.22500000	0.02802440	12.45531903	5.20530068		...	
2	86.03659017	546.0469441	73.62643800	20.37643800	-0.50000000	-0.36813219	73.62735832	20.37669270		...	
3	152.4319946	543.2716162	66.39540445	3.59540445	-4.18000000	-2.77532791	66.45338349	3.59854409		...	
4	174.3446381	542.7238001	21.91264358	5.11264358	-2.50000000	-0.54781609	21.91949021	5.11424103		...	

Raccordi Verticali												
N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorp/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel	Raggio Min.	Esito
▶ 1	Parabolico	2000.000000	-0.72500000	14.50004547	5.16015217	19.66015217	14.50000000	<input type="checkbox"/>	46.82922369	<input checked="" type="checkbox"/>	282.0185431	
2	Parabolico	2500.000000	-3.68000000	92.03037208	40.03659017	132.0365901	92.00000000	<input type="checkbox"/>	40.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.7613168	
3	Parabolico	2000.000000	1.68000000	33.61913073	135.6319946	169.2319946	33.60000000	<input type="checkbox"/>	46.89981808	<input checked="" type="checkbox"/>	282.8694619	

Tabella 2 – Andamento altimetrico e relative verifiche NV044

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1AEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0440001</td> <td>C</td> <td>14 di 66</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1AEZZ	RH	NV0440001	C	14 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1AEZZ	RH	NV0440001	C	14 di 66													
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento																		

5. SEGNALETICA

Allo scopo di consentire una buona leggibilità del tracciato in tutte le condizioni climatiche e di visibilità e garantire informazioni utili per l'attività di guida, si prevede la realizzazione di una segnaletica stradale orizzontale conforme alle prescrizioni contenute nel Nuovo Codice della Strada e succ. mod. e int. e dal D.M. 10 luglio 2002 per la delimitazione e segnalamento temporaneo dei cantieri.

In particolare, ove necessario, allo scopo di migliorare i livelli di sicurezza dell'infrastruttura, ai sensi dell'art.21 del CdS è stata prevista l'introduzione di segnali di preavviso di deviazione, direzione obbligatoria e divieto di transito.

Le verifiche per la sicurezza delle viabilità sono state fatte tenendo conto della velocità di progetto di 40 km/h, pertanto per le viabilità dovrà essere previsto un limite amministrativo pari a 30 km/h.

La segnaletica verticale prevede segnali di precedenza, divieto ed obbligo conforme alla Normativa di riferimento e comunque con criteri che, in relazione alla condizione locale, garantiscano la chiarezza di percettibilità ed inducano l'utenza ad un comportamento consono all'ambiente stradale.

Le tipologie di segnali, la posizione e le dimensioni sono conformi al D.P. 16/12/1992 n°495 – Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo codice della strada.

La segnaletica riportata negli elaborati è indicativa e rappresenta un requisito minimo da garantire.

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati di progetto.

L'Ente proprietario della strada, che ha il compito di apporre e mantenere idonea segnaletica atta a garantire la sicurezza e la fluidità della circolazione (D.L. 30 Aprile 1992, n.285 - art.14 §1 – art.37 §1), dovrà far propria la segnaletica di cui al presente progetto, verificandola preventivamente ed apportando le integrazioni che dovesse ritenere opportuno.

Si precisa che, seppur la viabilità in progetto abbia un carattere temporaneo, sono stati seguiti i principi di coerenza, leggibilità, guida ottica e rispondenza ai modi d'uso e ai comportamenti richiesti al fine di garantire la sicurezza della circolazione.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 15 di 66

6. BARRIERE DI SICUREZZA

Per quanto concerne le barriere di sicurezza stradali, le stesse verranno introdotte nella viabilità di progetto secondo quanto richiesto dalla Normativa vigente. Pertanto le barriere sono state previste:

- Sui margini di tutte le opere d'arte all'aperto indipendentemente dalla loro estensione longitudinale;
- Sul margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1m;
- In corrispondenza di ostacoli fissi frontali o laterali.

Le tipologie di barriere sono state definite secondo i parametri indicati nella normativa e secondo quanto prescritto dal Manuale RFI:

Normativa Nazionale Italiana

Tipo traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3,5t
I	≤1000	qualsiasi
I	>1000	≤5
II	>1000	5 < n ≤ 15
III	>1000	>15

Tabella 3 – Tipologie di traffico previste da normativa D.M. 21.06.2004

Tipo strada	Tipo traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Autostrade (A) e strade extraurbane principali	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Tabella 4 – Barriere di sicurezza e classi di contenimento previste da normativa D.M. 21.06.2004

Nel caso in cui le zone da proteggere consistono in un tratto di curva circolare, l'installazione dei dispositivi deve interessare il ciglio esterno della carreggiata e deve estendersi, oltre le due estremità della curva circolare, per un tratto minimo pari ad R/10, comunque non inferiore a 10 m.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1AEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0440001</td> <td>C</td> <td>16 di 66</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1AEZZ	RH	NV0440001	C	16 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1AEZZ	RH	NV0440001	C	16 di 66													
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento																		

Per il posizionamento planimetrico, la classe e l'estensione delle barriere di sicurezza previste in progetto, si rimanda agli specifici elaborati di progetto. Per i criteri di posizionamento lungo il tracciato di progetto e per la scelta della classe minima di barriera da adottare si è fatto riferimento a quanto prescritto dal D.M 21/06/2004.

Per il posizionamento planimetrico, la classe e l'estensione si rimanda agli specifici elaborati di progetto.

Si precisa che nel progetto di dettaglio, in funzione delle barriere di sicurezza disponibili sul mercato che verranno effettivamente approvvigionate, dovrà essere garantito, a cura e onere dell'appaltatore, quanto segue:

- Dovranno essere curati tutti i dettagli costruttivi (continuità di barriere disomogenee al fine di garantire l'estensione minima nel caso di "dispositivo misto", modalità di posa in opera coerenti con le condizioni di prova di omologazione alla quale è stata sottoposta la barriera prescelta, etc). Dovranno altrettanto essere idoneamente curate eventuali zone di transizione o raccordo in corrispondenza dei tratti di strada esistenti, ovvero in corrispondenza dei limiti di batteria dell'intervento di cui al presente progetto. (DM 21-06-2004 e DM 25-08-2004);
- L'estensione di ciascuna delle barriere riportata in progetto è da intendersi al netto dei terminali semplici o speciali di ingresso e di uscita; le citate lunghezze sono pertanto valori minimi da garantire in ogni caso, con l'adozione di estese al più maggiori di quelle indicate in progetto qualora richiesto dalle condizioni di omologazione a cui è stata sottoposta la barriera effettivamente approvvigionata;
- Per le barriere "bordo rilevato" la classe di deformazione "W", dove non indicata in progetto, deve essere compatibile con la dimensione dell'arginello (DM 04-11-2001); in alternativa vanno installate barriere per le quali l'omologazione delle stesse sia avvenuta nella effettiva condizione di rilevato e non in piano (DM 21-06-2004);
- Relativamente alle barriere "bordo ponte" la disposizione di dettaglio delle armature del cordolo di fondazione delle barriere ed il relativo dimensionamento dovranno essere compatibili e coerenti con lo specifico dispositivo di attacco previsto dalle barriere di sicurezza effettivamente approvvigionate. Altresì l'appaltatore dovrà verificare preventivamente che le barriere da approvvigionare non richiedano un elemento di fondazione con caratteristiche di resistenza del calcestruzzo superiori a quelle previste in progetto; l'eventuale adozione di una classe di resistenza maggiore sarà a cura e onere dello stesso.

Qualsiasi elemento isolato tale da configurare una potenziale situazione di pericolo per gli utenti della strada dovrà essere posto in opera a tergo della barriera di sicurezza e al di fuori della larghezza di lavoro della stessa.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 17 di 66

6.1 TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE IMPIEGATE

Sulla base di quanto illustrato al precedente paragrafo, per la deviazione della viabilità in progetto è stato scelto di adattare una barriera di sicurezza di tipo bordo ponte, ancorata su specifico cordolo, avente le seguenti caratteristiche:

- Livello di contenimento: **H2**
- Indice di severità accelerazione: **B**
- Larghezza operativa: **W5** (1.40m)
- Deflessione dinamica normalizzata: **1.1 m**
- Intrusione veicolo normalizzata: **VI6** (1.9 m)

In accordo con le indicazioni di Tabella 4, la scelta di tale tipologia di barriera è coerente con la classe funzionale della strada in progetto (Strada Locale extraurbana – F2), e alla destinazione delle protezioni (bordo ponte), indipendentemente dalla tipologia di traffico (Tabella 3).

Si prevede di impiegare barriere PAB H2 BPCP in quanto compatibili con le prestazioni sopra descritte.

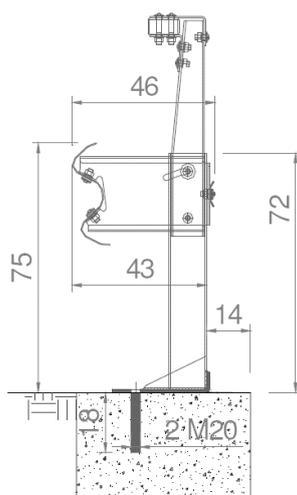


Fig. 6 – Sezione tipologica barriera PAB H2 BPCP

Nei tratti terminali delle barriere di sicurezza si prevede l’inserimento di appositi elementi terminali semplici di inizio e fine tratta. Tali dispositivi permettono di proteggere e scongiurare l’eventuale impatto e/o ribaltamento dei veicoli in caso di urto nei tratti iniziali e finali delle barriere di sicurezza, evitando così la creazione di ostacoli fissi.

Si noti che, eventuali dispositivi alternativi a quello proposto dovranno essere scelti e reperiti sul mercato sulla base delle caratteristiche prestazionali richieste. Per tal motivo sono state indicate delle caratteristiche prestazionali consone per l’installazione e riscontrabili nel parco barriere disponibile in commercio. Le barriere di tipo commerciale dovranno essere verificate per ogni produttore le specifiche di estensione, connessione, collegamento e transizione legate alle certificazioni ottenute da quest’ultimo in combinazione con dispositivo DSM in modo da rispettare i requisiti prestazionali richiesti. In fase costruttiva sarà, quindi, cura delle imprese esecutrici e della direzione lavori verificare le prescrizioni specifiche dei produttori selezionati, con particolare riguardo alle specifiche di progetto e normative vigenti.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 18 di 66

7. CORDOLO DI FONDAZIONE BARRIERE DI SICUREZZA

Di seguito si propone il calcolo strutturale del cordolo in c.a. che verrà realizzato in corrispondenza del ciglio di valle della NV044 e su cui verranno installate le barriere di sicurezza di tipo "bordo ponte" (L=72m).

In accordo alla normativa italiana e con le scelte progettuali effettuate dallo Scrittore, come indicato al paragrafo 5.1.3.10 delle NTC 2008, "per altri elementi", vale quanto riportato al paragrafo 3.6.3.3.2 delle NTC 2008; ovvero in assenza di specifiche prescrizioni, nel progetto strutturale si può tener conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 100 kN. Se non diversamente indicato, la forza deve essere considerata distribuita su 0,50 m ed applicata ad una quota h, misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h1, h2, dove h1 = (altezza della barriera - 0,10m) , h2 = 1,00m.

Gli schemi comunemente utilizzati nella progettazione dei cordoli utilizzano la seguente definizione del sistema di forze equivalenti alle azioni causate da collisioni sugli elementi di sicurezza in condizioni di progettazione ordinarie:

- **Forze trasversali:** si assume una forza orizzontale di collisione pari a 100 kN, applicata su singolo montante per interasse di montanti;
- **Carichi verticali:** oltre al peso proprio della struttura, si considera lo Schema di Carico 2 previsto nelle NTC, costituito da due impronte di carico di dimensioni 0.35 x 0.60 m su ciascuna delle quali è applicata una forza di 200 kN; le impronte sono collocate longitudinalmente in mezz'ora della zona di carreggiata interessata dall'applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa.

Combinazione delle azioni

Essendo l'urto un'azione eccezionale, le sollecitazioni indotte sulla struttura verranno studiate secondo la combinazione di carico eccezionale.

A seguito della definizione della geometria e delle armature occorre verificare l'elemento nei confronti della combinazione eccezionale, che come visto prevede l'introduzione dell'azione da urto. Ai sensi di quanto definito al punto 2.5.3 del D.M. 14 gennaio 2008, la combinazione eccezionale dei carichi assume la forma:

dove:

- G_1 è il valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali;
- G_2 è il valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali;
- P è il valore caratteristico delle azioni di precompressione (se presenti);
- A_d è il valore delle azioni eccezionali;
- Q_{ki} è il valore caratteristico della i-esima azione variabile;

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{i=1}^m \psi_{2i} Q_{ki}$$

- ψ_{2i} è il coefficiente di combinazione che tiene conto di azioni variabili concomitanti ($\psi_{2i} = 0.0$ per azione neve a quota ≤ 1000 m s.l.m.; $\psi_{2i} = 0.2$ per azione neve a quota > 1000 m s.l.m.; $\psi_{2i} = 0.0$ per variazioni termiche).

Per combinazioni che non coinvolgono la forza d'urto in svio, si utilizzerà la combinazione fondamentale (SLU).

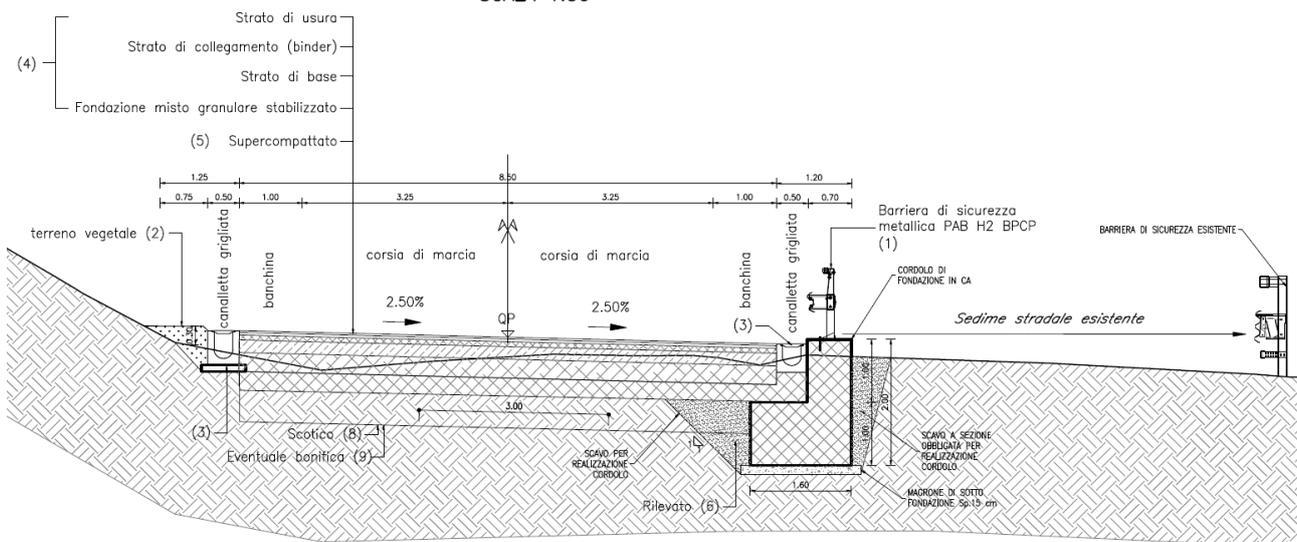
A valle di una breve descrizione dell'analisi dei carichi, si propongono le verifiche eseguite sul cordolo.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 19 di 66

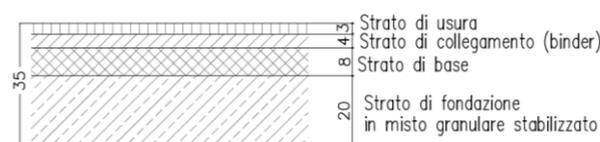
7.1 Analisi dei carichi

Per una maggiore chiarezza si riporta nel seguito la sezione tipo stradale con indicazione degli spessori della pavimentazione stradale.

SEZIONE TIPO STRADALE – F2 EXTRAURBANA
SCALA 1:50



PARTICOLARE SOVRASTRUTTURA



Si riporta nel seguito in maniera dettagliata il peso della pavimentazione stradale e del rilevato presente sul manufatto.

Il peso proprio dello strato di usura (sp.3cm) è pari a:	$22\text{Kn/m}^3 \cdot 0.03\text{m} = 0.66 \text{ kN/m}^2 (G_2)$
Il peso dello strato di collegamento "binder" (sp.4cm) è pari a:	$22\text{Kn/m}^3 \cdot 0.04\text{m} = 2.20 \text{ kN/m}^2 (G_2)$
Il peso dello strato di base in misto cementato (sp.8cm) è pari a:	$24\text{Kn/m}^3 \cdot 0.08\text{m} = 1.92 \text{ kN/m}^2 (G_1)$
Il peso dello strato di fondazione in misto granulare stabilizzato (sp.20cm) è pari a:	$24\text{Kn/m}^3 \cdot 0.20\text{m} = 4.80 \text{ kN/m}^2 (G_1)$
Il peso dello strato di terreno compattato per il rilevato (sp.60cm)	$19\text{Kn/m}^3 \cdot 0.60\text{m} = 11.40 \text{ kN/m}^2 (G_1)$

Nel modello agli elementi finiti (Verifica cordolo con urto) la modellazione del terreno è stata eseguita implementando elementi lineari di tipo GAP (only-compression) a cui è stata assegnata una rigidità assiale corrispondente ad una molla "alla Winkler" da 1 kg/cm^3 (assunzione cautelativa oltre che coerente con la geotecnica del sito).

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 20 di 66

Le verifiche geotecniche vengono eseguite in conformità alle indicazioni riportate ai capitoli 6 e 7 delle Norme Tecniche per le Costruzioni. La verifica statica fa riferimento al § 6.4.3 delle NTC08. I coefficienti parziali da applicare ai parametri geotecnici del terreno sono forniti dalla tabella 6.2.II delle NTC; i coefficienti di amplificazione delle azioni dalla tabella 6.2.I delle stesse norme:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tab. 2 – Coefficienti parziali per azioni e materiali

Per le opere di fondazione superficiale si fa riferimento a quanto riportato al § 6.4.2 delle NTC08:

6.4.2.1 Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
 - collasso per scorrimento sul piano di posa
 - stabilità globale
- SLU di tipo strutturale (STR)

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 21 di 66

– raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

accertando che la condizione (6.2.1) sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

– Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I, seguendo almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

– Combinazione 1: (A1+M1+R1)

– Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

(A1+M1+R3).

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

6.4.2.2 Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)

Si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione (§§ 2.2.2 e 2.6.2), nel rispetto della condizione (6.2.7).

Analogamente, forma, dimensioni e rigidità della struttura di fondazione devono essere stabilite nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo presente che le verifiche agli stati limite di esercizio possono risultare più restrittive di quelle agli stati limite ultimi.

I requisiti strutturali degli elementi di fondazione nei confronti dell'azione sismica sono definiti al §7.2.5 delle NTC08. Le modalità di verifica sono definite al §7.11.5.3.2.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 22 di 66

Le combinazioni di carico da adottare per la definizione delle azioni di verifica sono definite al 2.5.3 delle Norme Tecniche:

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

7.2 TIPOLOGIA DI VERIFICHE DA ESEGUIRE

Le verifiche delle strutture di sostegno sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite ultimi:

- GEO: collasso del complesso opera-terreno (SLU);
- GEO: verifica a scorrimento (SLU);
- EQU: verifica a ribaltamento (EQU+M2);
- STRU: verifica a pressoflessione (SLU);
- STRU: verifica a taglio (SLU);

Il dimensionamento geotecnico dell'opera è stato condotto con la verifica di stati limite ultimi, applicando l'Approccio 2 (A1+M1+R3).

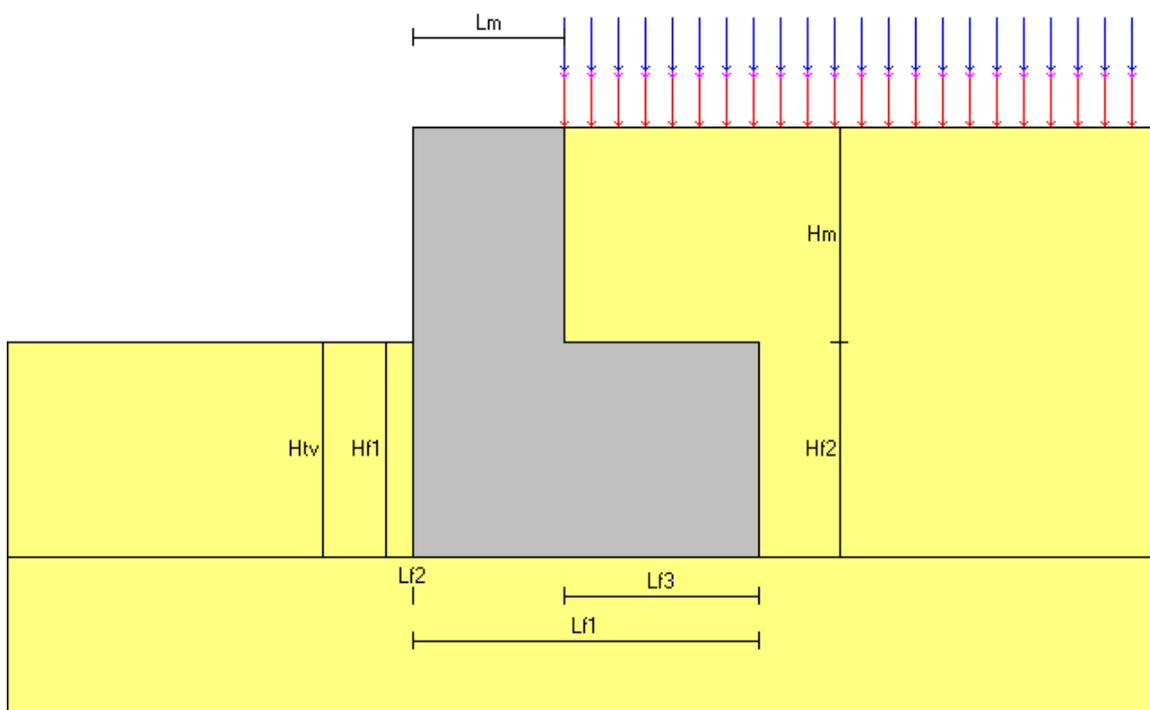
Si precisa che le verifiche effettuate nel seguito considerano, a favore di sicurezza, un calcestruzzo con resistenza $R_{ck} = 20$ MPa pur essendo stato previsto l'impiego di calcestruzzo C30/37.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 23 di 66

7.3 VERIFICA CORDOLO SENZA URTO

La geometria dei cordoli prevista è rappresentata nella figura che segue.

Relazione di verifica muro di sostegno secondo il D.M. 14/01/2008



Descrizione dell'opera

Tipo di opera:	muro in calcestruzzo armato
Tipo di sovrastruttura:	paramenti piani
Tipo di fondazione:	piana orizzontale

Caratteristiche geometriche

Mensola in elevazione

Altezza paramento	$H_m =$	1.000 m
Spessore in sommità	$L_{m1} =$	0.700 m
Spessore alla base	$L_{mb} =$	0.700 m
Inclinazione paramento esterno	$\beta_e =$	0.00 °
Inclinazione paramento interno	$\beta_i =$	0.00 °

Soletta di fondazione

Estensione	$E_f =$	14.000 m
Lunghezza totale	$L_{f1} =$	1.600 m
Lunghezza mensola a valle	$L_{f2} =$	0.000 m

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 24 di 66

Altezza bordo libero mensola a valle	$H_{f1} =$	1.000 m
Lunghezza mensola a monte	$L_{f3} =$	0.900 m
Altezza bordo libero mensola a monte	$H_{f2} =$	1.000 m
Altezza rinterro mensola a valle	$H_{tv} =$	1.000 m
Inclinazione piano di fondazione	$\psi_f =$	0.00 °

Angolo di inclinazione terrapieno $\alpha =$ 0.00 °

Materiali utilizzati

Il calcestruzzo impiegato per la realizzazione del cordolo sarà del tipo C30/37, come indicato negli elaborati. Nel seguito si assume, a favore di sicurezza, che il calcestruzzo sia del tipo C20/25.

Peso specifico del muro $\gamma_m =$ 25.00 kN/m³

Caratteristiche calcestruzzo

Classe di resistenza C20/25
Resistenza caratteristica $R_{ck} =$ 25.0 N/mm²
Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} =$ 11.8 N/mm²

Caratteristiche armature

Tipo acciaio B 450 C
Resistenza di calcolo $f_{yd} =$ 391.3 N/mm²

Caratteristiche geotecniche dei terreni

Il terreno a valle del muro è realizzato con terreno di riporto (qualità scadente), pertanto sono stati assunti i parametri riportati nel seguito:

Terreno a valle del muro

Peso specifico $\gamma_{tv} =$ 3.80 kN/m³
Angolo di attrito $\varphi_v =$ 0.10 °
Angolo di attrito terra-muro $\delta_v =$ 0.00 °
Coesione $c'_v =$ 0.00 kN/m²

Terreno di fondazione del muro

Peso specifico $\gamma_{tf} =$ 19.00 kN/m³
Angolo di attrito $\varphi_f =$ 33.00 °
Coesione $c'_f =$ 0.00 kN/m²

Terreno a monte del muro

Peso specifico $\gamma_{tm} =$ 19.00 kN/m³
Angolo di attrito $\varphi_m =$ 33.00 °
Angolo di attrito terra-muro $\delta_m =$ 22.00 °
Coesione $c'_m =$ 0.00 kN/m²

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 25 di 66

Carichi applicati

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente strutturale

Uniforme a valle del muro	$G_{1uv} =$	0.00 kN/m ²
Uniforme a monte del muro	$G_{1um} =$	18.12 kN/m ²
Nastriforme a monte del muro	$G_{1nm} =$	0.00 kN/m ²
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{G1n} =$	0.000 m
Larghezza del nastro	$l_{G1n} =$	0.000 m

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente non strutturale

Uniforme a valle del muro	$G_{2uv} =$	0.00 kN/m ²
Uniforme a monte del muro	$G_{2um} =$	2.86 kN/m ²
Nastriforme a monte del muro	$G_{2nm} =$	0.00 kN/m ²
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{G2n} =$	0.000 m
Larghezza del nastro	$l_{G2n} =$	0.000 m

Carichi distribuiti sul terreno di tipo variabile

Uniforme a valle del muro	$Q_{uv} =$	0.00 kN/m ²
Uniforme a monte del muro	$Q_{um} =$	20.00 kN/m ²
Nastriforme a monte del muro	$Q_{nm} =$	0.00 kN/m ²
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{Qn} =$	0.000 m
Larghezza del nastro	$l_{Qn} =$	0.000 m

Normativa

Le verifiche geotecniche e di resistenza vengono eseguite secondo i dettami del D.M. 14 gennaio 2008 adottando l'approccio progettuale 2, pertanto, vengono generate al massimo otto combinazioni di carico statiche:

- quattro di equilibrio di corpo rigido (EQU),
- quattro di tipo strutturale (STR),

ottenute permutando, se necessario, i coefficienti parziali per le azioni permanenti e per le azioni variabili. Vengono inoltre generate quattro combinazioni di carico sismiche variando i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1 per le prime due ed M2 per le restanti) e variando la direzione della componente verticale dell'azione sismica (verso il basso e verso l'alto): l'analisi in condizioni sismiche viene eseguita utilizzando il metodo pseudo-statico.

Parametri per la determinazione dei carichi derivanti da sisma

Località:	FUNES (BZ)	
Vita nominale	$V_N =$	50 anni
Tipo di costruzione	tipo =	2
Classe d'uso	$Cl_U =$	III
Coefficiente d'uso	$C_U =$	1.5
Periodo di riferimento	$V_R =$	75 anni
Probabilità di superamento	$P_{Vr} =$	10%
Periodo di ritorno	$T_R =$	712 anni
Accelerazione orizzontale massima	$a_g =$	0.0616 g

Lo spettro di risposta utilizzato è quello definito dalla normativa

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 26 di 66

Accelerazione orizzontale massima	$a_g =$	0.0616 g
Categoria di sottosuolo	suolo =	B
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_S =$	1.20000
Categoria topografica	$C_T =$	T2
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T =$	1.20000
Coefficienti di riduzione dell'accelerazione orizzontale massima		
verifiche locali	$\beta_m =$	0.18000
verifica di stabilità globale	$\beta_s =$	0.20000
Coefficienti sismici per le verifiche locali		
orizzontale	$k_h =$	0.01597
verticale	$k_v =$	0.00798
Coefficienti sismici per le verifiche di stabilità globale		
orizzontale	$k_h =$	0.01774
verticale	$k_v =$	0.00887

Coefficienti parziali per le azioni

Tipo CMB	$\gamma_{G1,2max}$	$\gamma_{G1,2min}$	γ_Q
STR (A1)	1.30	1.00	1.50
GEO (A2)	1.00	1.00	1.30
EQU	1.10	0.90	1.50
SIS	1.00	-	0.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tipo CMB	γ_ϕ	$\gamma_{c'}$	γ_γ
(M1)	1.00	1.00	1.00
(M2)	1.25	1.25	1.00

Coefficienti per la determinazione delle masse sismiche

Carichi permanenti	$\gamma_{G1,2} =$	1.00
Carichi variabili	$\psi_{Ei} =$	0.00

Coefficienti parziali per le verifiche

Verifica	(R ₁)	(R ₂)	(R ₃)
Capacità portante fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Stabilità globale	-	1.10	-

Combinazioni

CMB	Tipo	$\gamma_{G1,2}$	γ_Q	γ_{E^*}	γ_ϕ	$\gamma_{c'}$	γ_γ	R _{RIB}	R _{SCH}	R _{SCO}
1	EQU	1.10	1.50	0.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-
2	EQU	1.10	0.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-
3	EQU	0.90	1.50	0.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-
4	EQU	0.90	0.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-
5	STR	1.30	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 27 di 66

6	STR	1.30	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
7	STR	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
8	STR	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
9	SIS	1.00	0.00	+1.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
10	SIS	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
11	SIS	1.00	0.00	+1.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-
12	SIS	1.00	0.00	-1.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-

* Il segno di γ_E indica la direzione della componente verticale dell'azione sismica: positivo \Downarrow e negativo \Uparrow .

Verifiche di stabilità dell'opera

Coefficienti di spinta del terreno di monte

Terreno in condizioni statiche (Coulomb)

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AS} = 0.2645$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AS} = 0.3258$

Terreno in condizioni dinamiche (Mononobe-Okabe)

Componente verticale dell'azione sismica agente verso l'alto

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AD} = 0.2739$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AD} = 0.3366$

Componente verticale dell'azione sismica agente verso il basso

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AD} = 0.2737$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AD} = 0.3364$

Valori della spinta attiva del terreno di monte per metro di estensione del muro

Altezza di calcolo $H_t = 2.000$ m

Le spinte sono espresse in chilonewton e le coordinate in metri.

CMB	$S_{S,X}$	$S_{S,Y}$	Y_S	X_S	$S_{D,X}$	$S_{D,Y}$	Y_D	X_D	$S_{T,X}$	$S_{T,Y}$	Y_T	X_T
1	44.69	18.06	0.906	0.700	-	-	-	-	44.69	18.06	0.906	0.700
2	26.57	10.73	0.842	0.700	-	-	-	-	26.57	10.73	0.842	0.700
3	39.86	16.10	0.914	0.700	-	-	-	-	39.86	16.10	0.914	0.700
4	21.74	8.78	0.842	0.700	-	-	-	-	21.74	8.78	0.842	0.700
5	40.20	16.24	0.900	0.700	-	-	-	-	40.20	16.24	0.900	0.700
6	25.49	10.30	0.842	0.700	-	-	-	-	25.49	10.30	0.842	0.700
7	34.32	13.87	0.909	0.700	-	-	-	-	34.32	13.87	0.909	0.700
8	19.61	7.92	0.842	0.700	-	-	-	-	19.61	7.92	0.842	0.700
9	19.61	7.92	0.842	0.700	0.85	0.34	1.000	0.700	20.45	8.26	0.848	0.700
10	19.61	7.92	0.842	0.700	0.53	0.22	1.000	0.700	20.14	8.14	0.846	0.700
11	24.15	9.76	0.842	0.700	0.99	0.40	1.000	0.700	25.14	10.16	0.848	0.700
12	24.15	9.76	0.842	0.700	0.60	0.24	1.000	0.700	24.75	10.00	0.845	0.700

Legenda

$S_{S,X}$, $S_{D,X}$, $S_{T,X}$ componente orizzontale della spinta statica, dinamica, totale del terreno

$S_{S,Y}$, $S_{D,Y}$, $S_{T,Y}$ componente verticale della spinta statica, dinamica, totale del terreno

Y_S , Y_D , Y_T ordinata del punto di applicazione della spinta statica, dinamica, totale

X_S , X_D , X_T ascissa del punto di applicazione della spinta statica, dinamica, totale

(le coordinate del punto di applicazione sono riferite al piede di valle della fondazione)

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 28 di 66

Forze d'inerzia per metro di estensione del muro

Componente orizzontale forza d'inerzia	$F_{I,X} =$	1.49 kN
Ordinata del punto di applicazione della forza	$Y_I =$	1.173 m
Componente verticale forza d'inerzia	$F_{I,Y} =$	± 0.75 kN
Ascissa del punto di applicazione della forza	$X_I =$	0.850 m

Verifica a ribaltamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica si considerano positive le forze verticali dirette verso il basso, le forze orizzontali dirette verso monte e i momenti aventi senso orario: se il momento ribaltante risulta positivo (quindi stabilizzante) viene posto pari a zero. Vengono prese in considerazione le seguenti 6 combinazioni di carico: 1, 2, 3, 4, 11 e 12.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 3)

Il centro di rotazione coincide con il piede di valle della soletta di fondazione.

Descrizione carico	Forza [kN]	Braccio [m]	Momento [kN·m]
Peso del muro (P_M)	51.75	0.663	34.31250
Peso del terreno a monte (P_{TM})	15.39	1.150	17.69850
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	43.99	1.150	50.59287
Momento stabilizzante (M_{STAB})			102.60387
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	-39.86	0.914	-36.41441
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	16.10	0.700	11.27246
Momento ribaltante (M_{RIB})			-25.14195

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento

$$C_{RIB} = M_{STAB} / |M_{RIB}| = 4.08098$$

Restanti combinazioni

Si riportano, in forma tabellare, i risultati delle varie combinazioni di carico: viene fornito l'elenco delle variabili (VAR), le forze applicate (F [kN]), i relativi bracci (B [m]) e i momenti risultanti (M [kN·m]).

VAR	CMB 1			CMB 2			CMB 4		
	F	B	M	F	B	M	F	B	M
P_M	63.25	0.663	41.93750	63.25	0.663	41.93750	51.75	0.663	34.31250
P_{TM}	18.81	1.150	21.63150	18.81	1.150	21.63150	15.39	1.150	17.69850
P_{SM}	47.77	1.150	54.93573	20.77	1.150	23.88573	16.99	1.150	19.54287
M_{STAB}			118.50473			87.45474			71.55387
$S_{T,X}$	-44.69	0.906	-40.47938	-26.57	0.842	-22.35735	-21.74	0.842	-18.29238
$S_{T,Y}$	18.06	0.700	12.63851	10.73	0.700	7.51326	8.78	0.700	6.14722
M_{RIB}			-27.84087			-14.84409			-12.14516
C_{RIB}		4.25650			5.89155			5.89155	

VAR	CMB 11			CMB 12		
	F	B	M	F	B	M
P_M	57.50	0.663	38.12500	57.50	0.663	38.12500
P_{TM}	17.10	1.150	19.66500	17.10	1.150	19.66500
P_{SM}	18.88	1.150	21.71430	18.88	1.150	21.71430

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 29 di 66

$F_{I,Y}$	0.75	0.850	0.63471	-0.75	0.850	-0.63471
M_{STAB}			80.13902			78.86959
$S_{T,X}$	-25.14	0.848	-21.31227	-24.75	0.845	-20.92690
$S_{T,Y}$	10.16	0.700	7.10950	10.00	0.700	7.00051
$F_{I,X}$	-1.49	1.173	-1.75097	-1.49	1.173	-1.75097
M_{RIB}			-15.95374			-15.67737
C_{RIB}		5.02321			5.03079	

Verifica a schiacciamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le seguenti 6 combinazioni di carico: 5, 6, 7, 8, 9 e 10. Il coefficiente di sicurezza parziale di verifica è $R_3 = 1.40$.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 5)

Descrizione carico (componente ortogonale al piano di fondazione)	Forza [kN]
Peso del muro (P_M)	74.75
Peso del terreno a monte (P_{TM})	22.23
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	51.55
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	16.24
Carico totale ortogonale al piano di fondazione (N_{TOT})	164.77
Momento rispetto al piede di valle ($M_{TOT} = M_{STAB} + M_{RIB}$)	109.61226 kN•m
Distanza carico dal piede di valle ($d_N = M_{TOT} / N_{TOT}$)	0.665 m
Eccentricità del carico ($e_N = L_{f1} / 2 - d_N $)	0.135 m
(Il punto di applicazione del carico è interno al terzo medio)	
Compressione all'estremo di valle (σ_v)	155.02 kN/m ²
Compressione all'estremo di monte (σ_m)	50.94 kN/m ²
Ampiezza della zona compressa (B_{comp})	1.600 m
Compressione limite (σ_L)	262.70 kN/m ²

Coefficiente di sicurezza allo schiacciamento

$$C_{SCH} = (\sigma_L / R) / \sigma_{max} = 1.21047$$

Restanti combinazioni

Si riportano, in forma tabellare, i risultati delle varie combinazioni di carico, fornendo l'elenco delle variabili (VAR) e il relativo valore (CMB i). Con la sigla Pos_N si indica la posizione del carico totale ortogonale al piano di fondazione rispetto alla fondazione stessa: i.t.m. significa interno al terzo medio, e.t.m. significa esterno al terzo medio ed e.f. significa esterno alla fondazione.

VAR	CMB 6	CMB 7	CMB 8	CMB 9	CMB 10
P_M [kN]	74.75	57.50	57.50	57.50	57.50
P_{TM} [kN]	22.23	17.10	17.10	17.10	17.10
P_{SM} [kN]	24.55	45.88	18.88	18.88	18.88
$F_{I,X}$ [kN]	-	-	-	0.00	0.00
$F_{I,Y}$ [kN]	-	-	-	0.75	-0.75

APPALTATORE:  webuild Ingemias CONSORZIODOLOMITI	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 30 di 66

$S_{T,X}$ [kN]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$S_{T,Y}$ [kN]	10.30	13.87	7.92	8.26	8.14
N_{TOT} [kN]	131.82	134.35	101.40	102.49	100.87
M_{TOT} [kN•m]	89.11352	89.04758	68.54887	66.82498	65.77993
d_N [m]	0.676	0.663	0.676	0.652	0.652
e_N [m]	0.124	0.137	0.124	0.148	0.148
POS_N	i.t.m.	i.t.m.	i.t.m.	i.t.m.	i.t.m.
σ_v [kN/m ²]	120.70	127.16	92.85	99.61	98.01
σ_m [kN/m ²]	44.08	40.77	33.91	28.51	28.08
B_{comp} [m]	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
σ_L [kN/m ²]	315.83	251.60	315.83	287.27	286.97
C_{SCH}	1.86903	1.41327	2.42974	2.05995	2.09139

Verifica a scorrimento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le seguenti 6 combinazioni di carico: 5, 6, 7, 8, 9 e 10. Il coefficiente di sicurezza parziale di verifica è $R_3 = 1.10$ e il coefficiente di attrito per il terreno di fondazione è $f_t = \tan(\varphi_f) / \gamma_\varphi = 0.64941$.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 7)

Descrizione carico	Forza ortogonale [kN]	Forza tangenziale [kN]
Peso del muro (P_M)	57.50	0.00
Peso del terreno a monte (P_{TM})	17.10	0.00
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	45.88	0.00
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00	34.32
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	13.87	0.00
Carico totale ($\Sigma_\perp, \Sigma_\parallel$)	134.35	34.32

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento

$$C_{SCO} = (\Sigma_\perp \cdot f_t / R) / \Sigma_\parallel = 2.31114$$

Restanti combinazioni

Si riportano, in forma tabellare, i risultati delle varie combinazioni di carico: viene fornito l'elenco dei carichi (CAR) e le componenti ortogonali (F_\perp [kN]) e tangenziali (F_\parallel [kN]) al piano di scorrimento.

	CMB 5		CMB 6		CMB 8		CMB 9	
CAR	F_\perp	F_\parallel	F_\perp	F_\parallel	F_\perp	F_\parallel	F_\perp	F_\parallel
P_M	74.75	0.00	74.75	0.00	57.50	0.00	57.50	0.00
P_{TM}	22.23	0.00	22.23	0.00	17.10	0.00	17.10	0.00
P_{SM}	51.55	0.00	24.55	0.00	18.88	0.00	18.88	0.00
$F_{I,X}$	-	-	-	-	-	-	0.00	1.49
$F_{I,Y}$	-	-	-	-	-	-	0.75	0.00
$S_{T,X}$	0.00	40.20	0.00	25.49	0.00	19.61	0.00	20.45
$S_{T,Y}$	16.24	0.00	10.30	0.00	7.92	0.00	8.26	0.00
Σ	164.77	40.20	131.82	25.49	101.40	19.61	102.49	21.95
C_{SCO}	2.41974		3.05338		3.05338		2.75712	

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 31 di 66

CMB 10

CAR	F_{\perp}	F_{\parallel}
P_M	57.50	0.00
P_{TM}	17.10	0.00
P_{SM}	18.88	0.00
$F_{I,X}$	0.00	1.49
$F_{I,Y}$	-0.75	0.00
$S_{T,X}$	0.00	20.14
$S_{T,Y}$	8.14	0.00
Σ	100.87	21.63
C_{sco}	2.75281	

Verifica di stabilità globale (superata con successo)

Parametri di ricerca della superficie di rottura circolare

Metodo di ricerca	Janbu
Numero di punti di generazione delle superfici	$N_{pg} = 20$
Numero delle superfici generate per punto	$N_{sp} = 100$
Lunghezza dei segmenti generati	$L_s = 1.000 \text{ m}$
Distanza della zona di generazione delle superfici	$D_{zg} = 2.000 \text{ m}$
Lunghezza della zona di generazione delle superfici	$L_{zg} = 6.000 \text{ m}$
Distanza della zona di arrivo della superfici	$D_{za} = 2.000 \text{ m}$
Lunghezza della zona di arrivo della superfici	$L_{za} = 12.000 \text{ m}$

Combinazioni

CMB	Tipo	γ_G	γ_Q	γ_E^*	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{γ}	R2
1	GEO	1.00	1.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
2	GEO	1.00	1.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
3	GEO	1.00	1.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
4	GEO	1.00	1.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
5	SIS	1.00	1.00	+1.00	1.25	1.25	1.00	1.10
6	SIS	1.00	1.00	-1.00	1.25	1.25	1.00	1.10

* Il segno di γ_E indica la direzione della componente verticale dell'azione sismica: positivo \Downarrow e negativo \Uparrow .

Caratteristiche geometriche superficie di rottura (Combinazione 1)

Il sistema di riferimento coincide con il piede di valle della fondazione: l'asse delle ascisse è orizzontale diretto

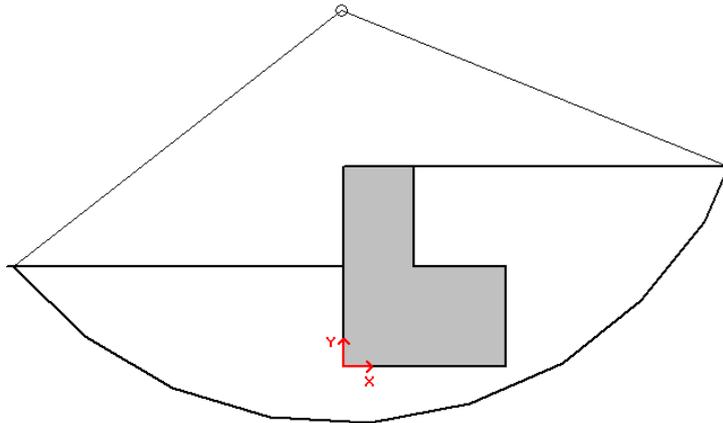
verso monte e l'asse delle ordinate è verticale diretto verso l'alto.

Ascissa centro	$X_{cs} = -0.021 \text{ m}$
Ordinata centro	$Y_{cs} = 3.557 \text{ m}$
Raggio	$R_s = 4.126 \text{ m}$

Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale

$C_{SG} = 1.03182$

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 32 di 66



Verifica delle armature

La verifica viene effettuata considerando lo stato limite ultimo, pertanto, si eseguono i seguenti controlli:

- Verifica N/M: si visualizza il valore del rapporto S_d/S_u ottenuto con incremento proporzionale delle sollecitazioni (S_d = sollecitazione di progetto derivante da N e M, S_u = sollecitazione ultima);
- Verifica (25): si visualizza il valore del rapporto N_d/N_u , dove N_u viene ottenuto con riduzione del 25% di f_{cd} (N_d = sollecitazione normale di progetto, N_u = sollecitazione normale ultima).

Entrambi i valori dei rapporti devono essere minori o uguali a 1 affinché la verifica sia superata.

Si riporta inoltre il valore del rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile della sezione (rapporto x/d) alla rottura della sezione (per sola flessione).

Le sollecitazioni riportate si riferiscono ad un tratto di muro di estensione 1 m.

Mensola in elevazione

Le quote delle sezioni sono riferite allo spiccatto di fondazione.

Sezione 1 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	A_f [cm ²]	A_f' [cm ²]
0.667	100.0	70.0	(1 Ø 14 / 40 cm) 3.85	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65

Condizioni più gravose (Combinazione 5)

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
7.58	5.02	0.81759

Rapporto $x/d = 0.07204$

Verifica N/M $S_d/S_u = 0.00148$

Verifica (25) $N_d/N_u = 0.00135$

Sezione 2 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	A_f [cm ²]	A_f' [cm ²]
0.333	100.0	70.0	[(1 Ø 14 + 1 Ø 12) / 40 cm] 6.68	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65

Condizioni più gravose (Combinazione 5)

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
15.17	10.71	3.41991

Rapporto $x/d = 0.09097$

Verifica N/M $S_d/S_u = 0.00462$

Verifica (25) $N_d/N_u = 0.00265$

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 35 di 66

Altezza bordo libero mensola a valle	$H_{f1} =$	1.000 m
Lunghezza mensola a monte	$L_{f3} =$	0.900 m
Altezza bordo libero mensola a monte	$H_{f2} =$	1.000 m
Altezza rinterro mensola a valle	$H_{tv} =$	1.000 m
Inclinazione piano di fondazione	$\psi_f =$	0.00 °

Angolo di inclinazione terrapieno $\alpha =$ 0.00 °

Materiali utilizzati

Peso specifico del muro $\gamma_m =$ 25.00 kN/m³

Caratteristiche calcestruzzo

Classe di resistenza C20/25

Resistenza caratteristica $R_{ck} =$ 25.0 N/mm²

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} =$ 11.8 N/mm²

Caratteristiche armature

Tipo acciaio B 450 C

Resistenza di calcolo $f_{yd} =$ 391.3 N/mm²

Caratteristiche geotecniche dei terreni

Terreno a valle del muro

Peso specifico $\gamma_{tv} =$ 3.80 kN/m³

Angolo di attrito $\varphi_v =$ 0.10 °

Angolo di attrito terra-muro $\delta_v =$ 0.00 °

Coesione $c'_v =$ 0.00 kN/m²

Terreno di fondazione del muro

Peso specifico $\gamma_{tf} =$ 19.00 kN/m³

Angolo di attrito $\varphi_f =$ 33.00 °

Coesione $c'_f =$ 0.00 kN/m²

Tensione limite del terreno $\sigma_f =$ 280.00 kN/m²

Terreno a monte del muro

Peso specifico $\gamma_{tm} =$ 19.00 kN/m³

Angolo di attrito $\varphi_m =$ 33.00 °

Angolo di attrito terra-muro $\delta_m =$ 22.00 °

Coesione $c'_m =$ 0.00 kN/m²

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 36 di 66

Per lo studio del cordolo è stato elaborato un modello di calcolo relativo a una porzione della struttura lunga 14 m (da giunto a giunto); con il modello sono state valutate le condizioni di stabilità ed eseguite le verifiche strutturali. Si fa riferimento ad una barriera tipo H2 BCPCP come riportato al capitolo 6 della presente relazione.

Le indicazioni riportate nella presente relazione fanno riferimento a tipologie standard di barriere correnti in commercio, ma ogni produttore ha poi specifiche di estensione, connessione e collegamento particolari legate alle certificazioni ottenute.

In fase costruttiva sarà quindi cura delle imprese esecutrici e della direzione lavori verificare le prescrizioni specifiche dei produttori selezionati, con particolare riguardo alle specifiche di progetto e normative vigenti.

Le combinazioni di calcolo considerate sono di tipo eccezionale (SLA) vista la natura del carico applicato e secondo quanto previsto dalle NTC2008.

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{i=2}^n \psi_{2i} Q_{ki}$$

In accordo con quanto definito al paragrafo 7.0 della presente relazione si considera un carico orizzontale pari a 100KN applicato sui montanti ad interasse pari a 1.55 m (interasse montanti conservativo rispetto ai prodotti commerciali), in concomitanza con un carico verticale corrispondente allo schema 2 (si vedano le immagini nel seguito riportate).

Carichi applicati

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente strutturale

Uniforme a valle del muro	$G_{1uv} =$	0.00 kN/m ²
Uniforme a monte del muro	$G_{1um} =$	18.12 kN/m ²
Nastriforme a monte del muro	$G_{1nm} =$	0.00 kN/m ²
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{G1n} =$	0.000 m
Larghezza del nastro	$l_{G1n} =$	0.000 m

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente non strutturale

Uniforme a valle del muro	$G_{2uv} =$	0.00 kN/m ²
Uniforme a monte del muro	$G_{2um} =$	2.86 kN/m ²
Nastriforme a monte del muro	$G_{2nm} =$	0.00 kN/m ²
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{G2n} =$	0.000 m
Larghezza del nastro	$l_{G2n} =$	0.000 m

Carichi distribuiti sul terreno di tipo variabile

Uniforme a valle del muro	$Q_{uv} =$	0.00 kN/m ²
Uniforme a monte del muro	$Q_{um} =$	20.00 kN/m ²
Nastriforme a monte del muro	$Q_{nm} =$	0.00 kN/m ²
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{Qn} =$	0.000 m
Larghezza del nastro	$l_{Qn} =$	0.000 m

Normativa

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 37 di 66

Le verifiche geotecniche e di resistenza vengono eseguite secondo i dettami del D.M. 14 gennaio 2008 adottando l'approccio progettuale 2, pertanto, vengono generate al massimo otto combinazioni di carico statiche:

- quattro di equilibrio di corpo rigido (EQU),
- quattro di tipo strutturale (STR),

ottenute permutando, se necessario, i coefficienti parziali per le azioni permanenti e per le azioni variabili. Vengono inoltre generate quattro combinazioni di carico sismiche variando i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1 per le prime due ed M2 per le restanti) e variando la direzione della componente verticale dell'azione sismica (verso il basso e verso l'alto): l'analisi in condizioni sismiche viene eseguita utilizzando il metodo pseudo-statico.

Parametri per la determinazione dei carichi derivanti da sisma

Località:	FUNES (BZ)	
Vita nominale	$V_N =$	50 anni
Tipo di costruzione	tipo =	2
Classe d'uso	$C_U =$	III
Coefficiente d'uso	$C_U =$	1.5
Periodo di riferimento	$V_R =$	75 anni
Probabilità di superamento	$P_{Vr} =$	10%
Periodo di ritorno	$T_R =$	712 anni
Accelerazione orizzontale massima	$a_g =$	0.0616 g
Lo spettro di risposta utilizzato è quello definito dalla normativa		
Accelerazione orizzontale massima	$a_g =$	0.0616 g
Categoria di sottosuolo	suolo =	B
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_S =$	1.20000
Categoria topografica	$C_T =$	T2
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T =$	1.20000
Coefficienti di riduzione dell'accelerazione orizzontale massima		
verifiche locali	$\beta_m =$	0.18000
verifica di stabilità globale	$\beta_s =$	0.20000
Coefficienti sismici per le verifiche locali		
orizzontale	$k_h =$	0.01597
verticale	$k_v =$	0.00798
Coefficienti sismici per le verifiche di stabilità globale		
orizzontale	$k_h =$	0.01774
verticale	$k_v =$	0.00887

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 38 di 66

Il modello di calcolo con le azioni applicate è qui di seguito rappresentato.

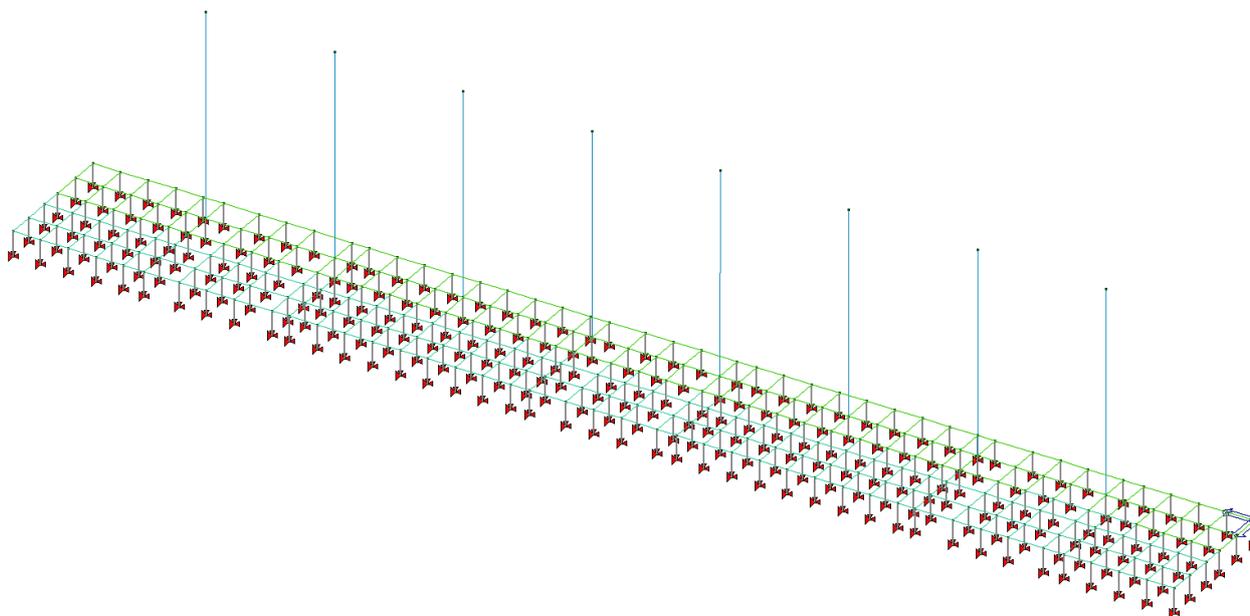


Fig. 7 – Schema unifiliare del cordolo

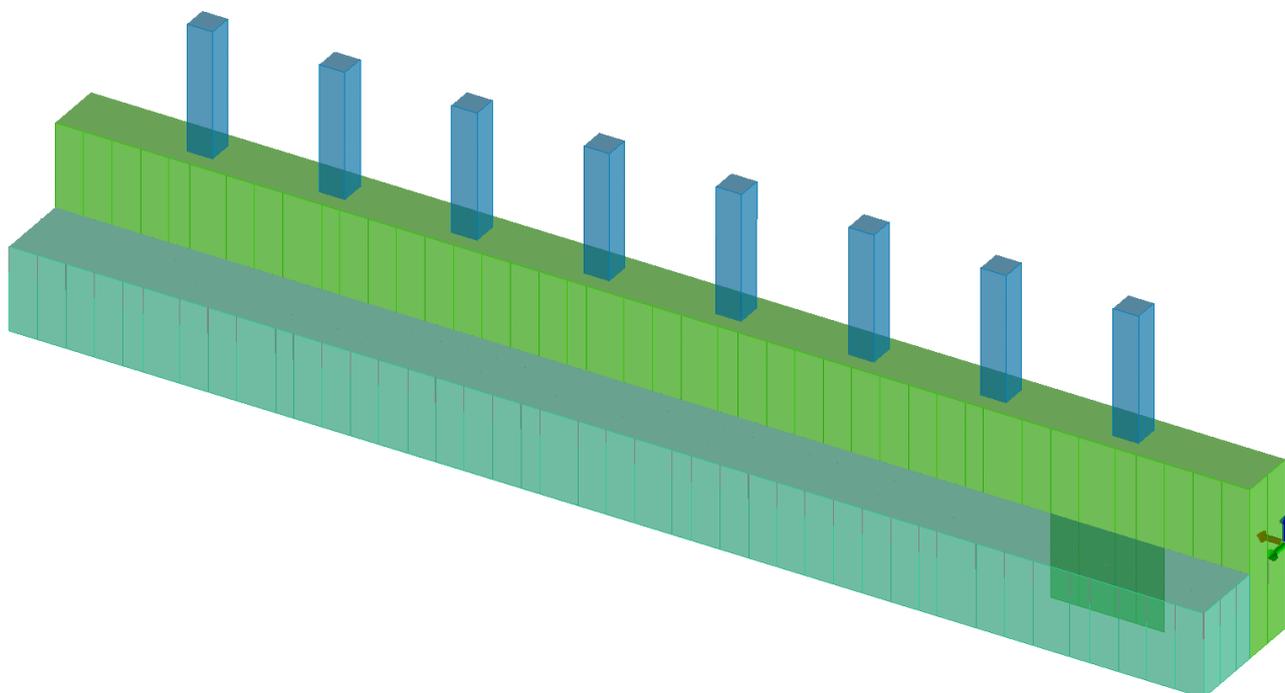


Fig. 8 – Schema solido del cordolo (giunto – giunto 14m)

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1AEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0440001</td> <td>C</td> <td>39 di 66</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1AEZZ	RH	NV0440001	C	39 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1AEZZ	RH	NV0440001	C	39 di 66								

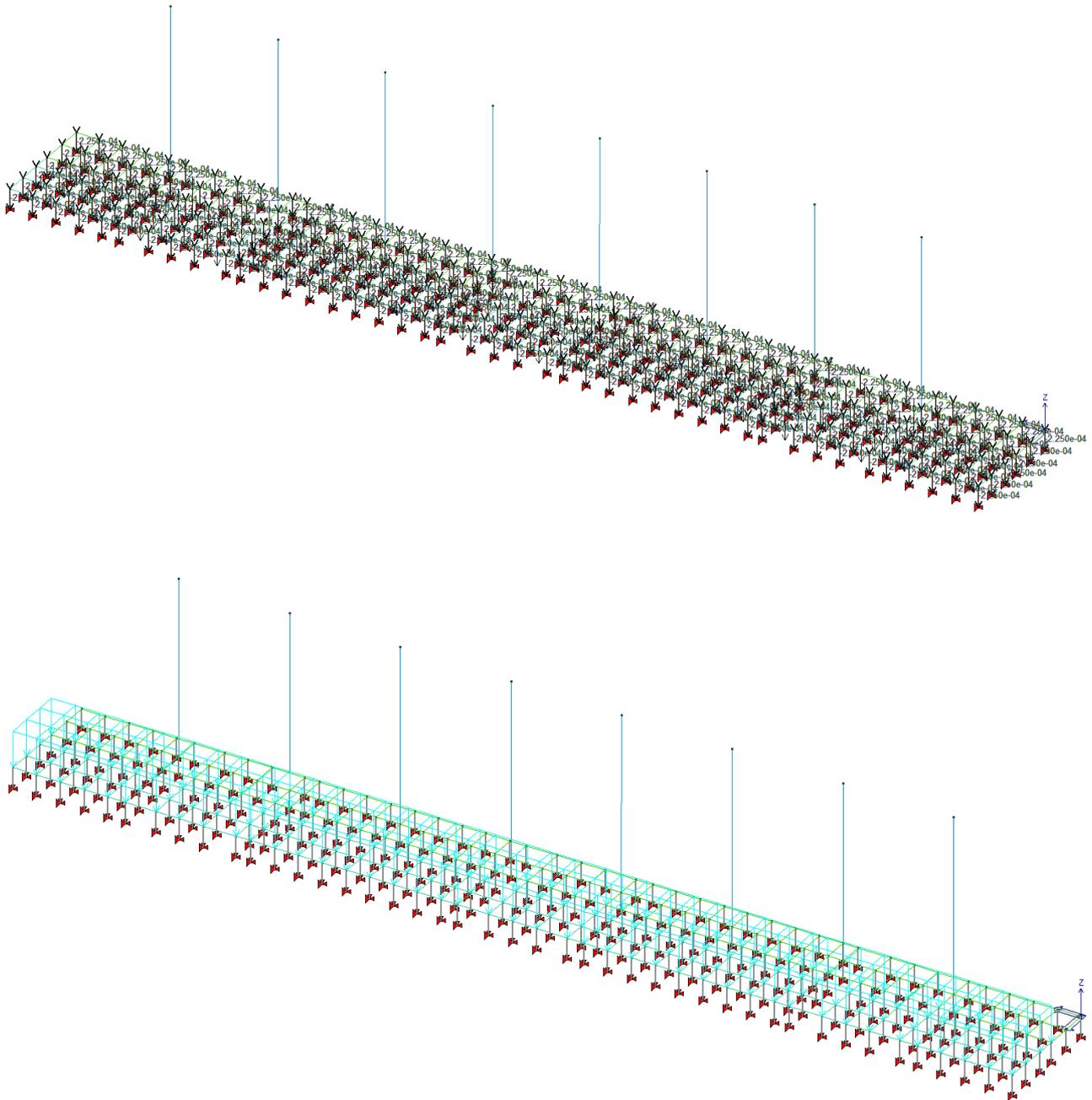


Fig. 9 – Pesì propri e permanente portato – pavimentazione stradale

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 40 di 66

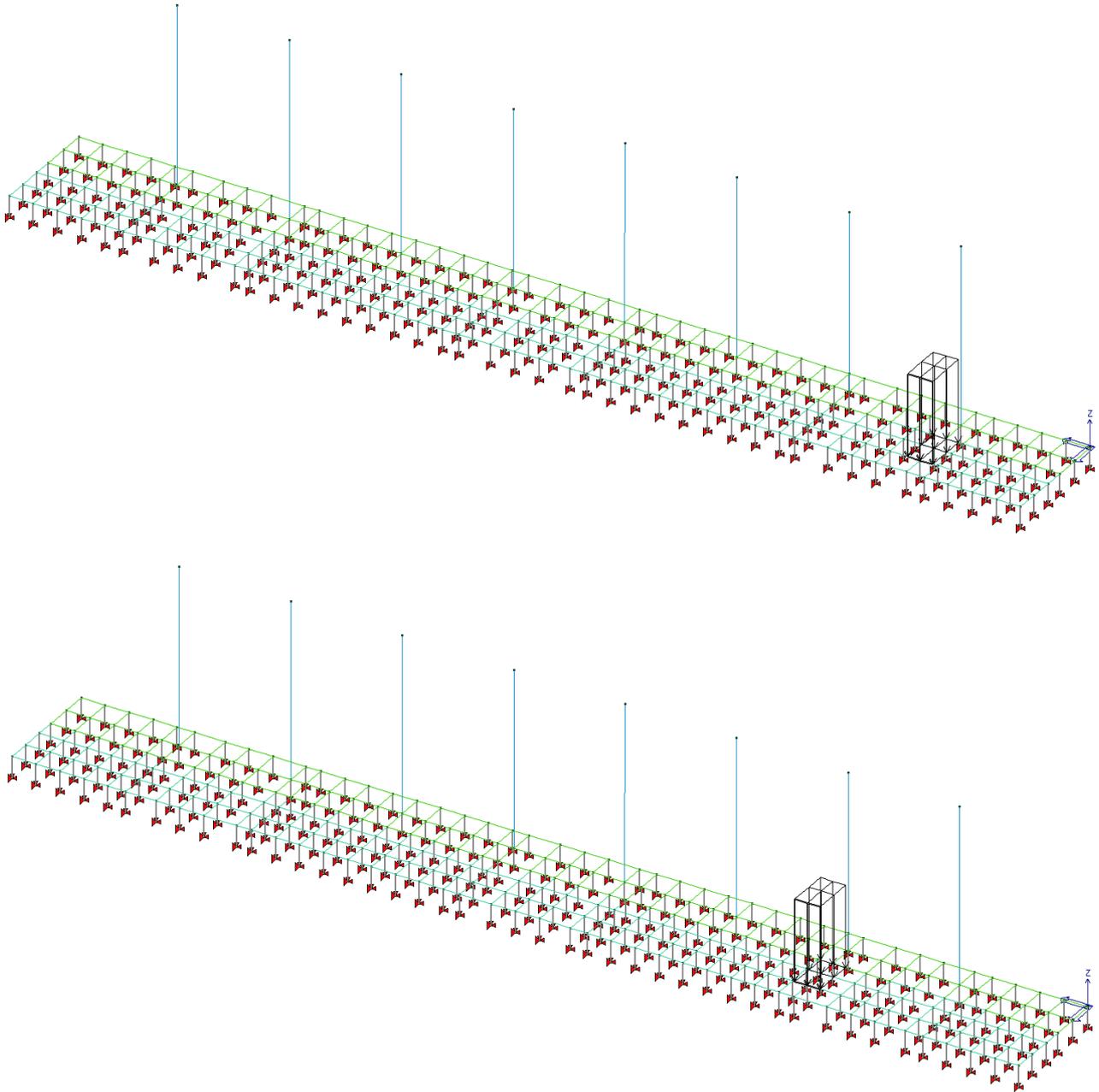


Fig. 10 – Impronta di carico – pos.1 e pos.2

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 41 di 66

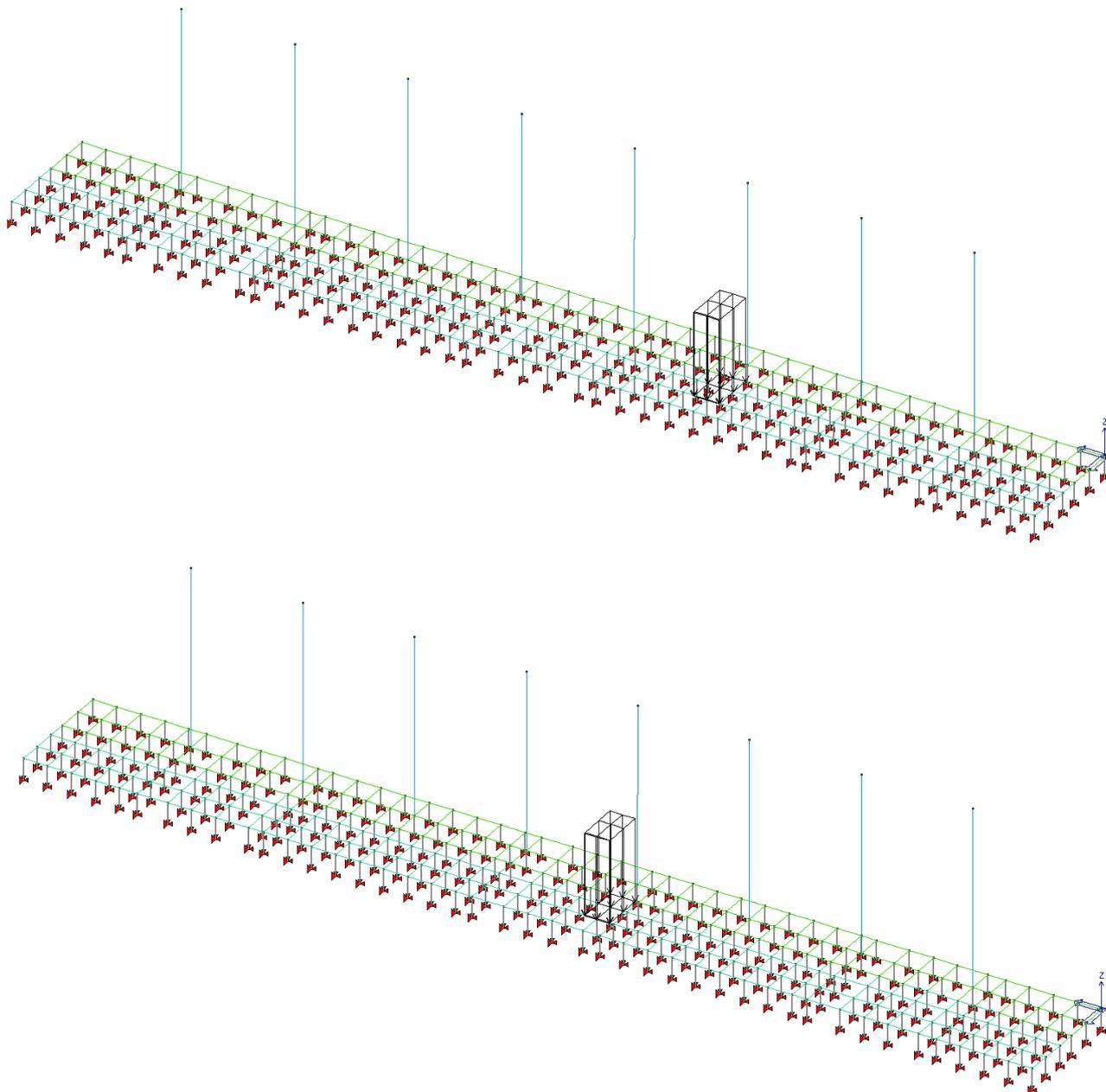


Fig. 11 – Impronta di carico – pos.3 e pos.4

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1AEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0440001</td> <td>C</td> <td>42 di 66</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1AEZZ	RH	NV0440001	C	42 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1AEZZ	RH	NV0440001	C	42 di 66								
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento													

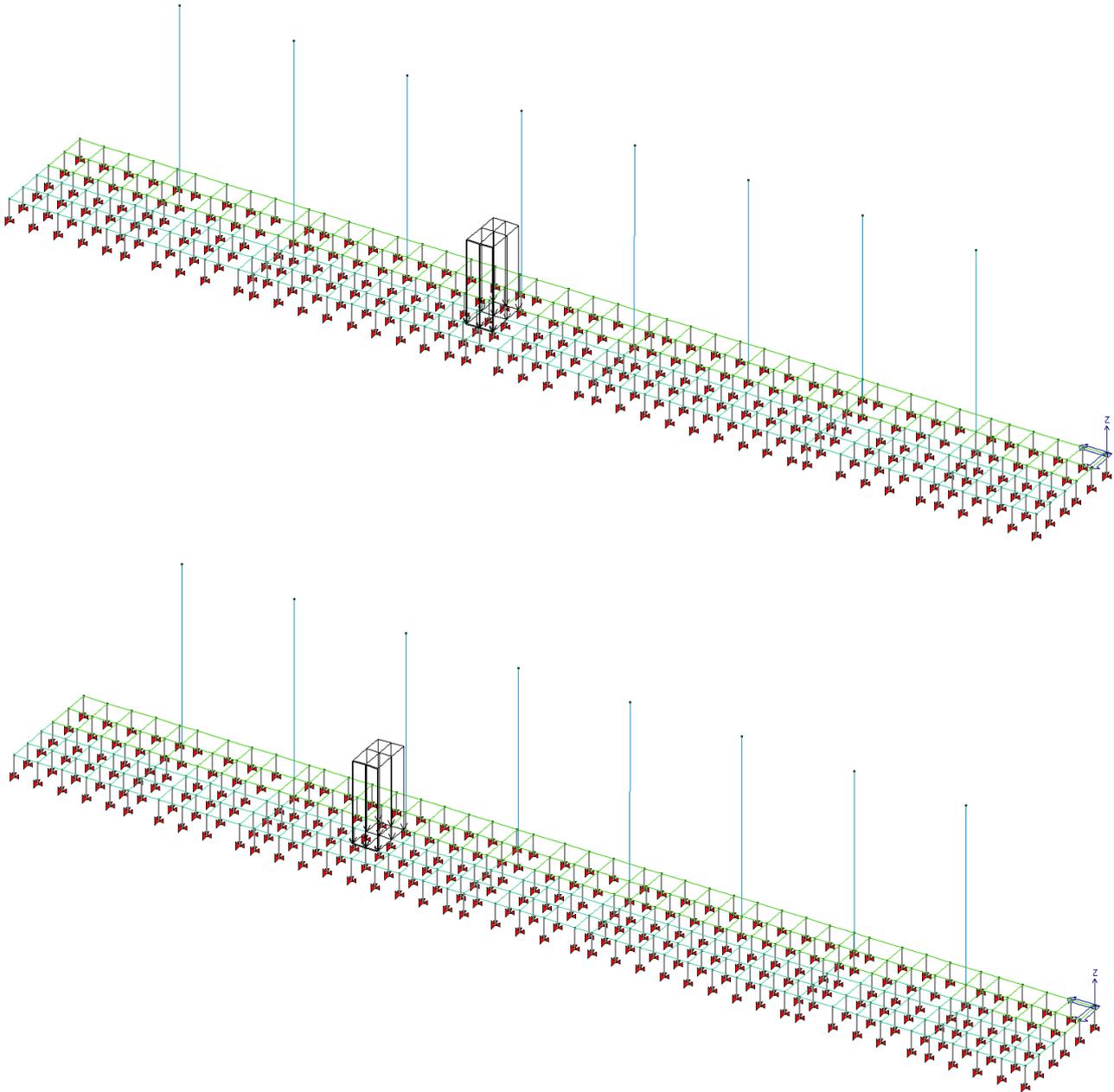


Fig. 12 – Impronta di carico – pos.5 e pos.6

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 43 di 66

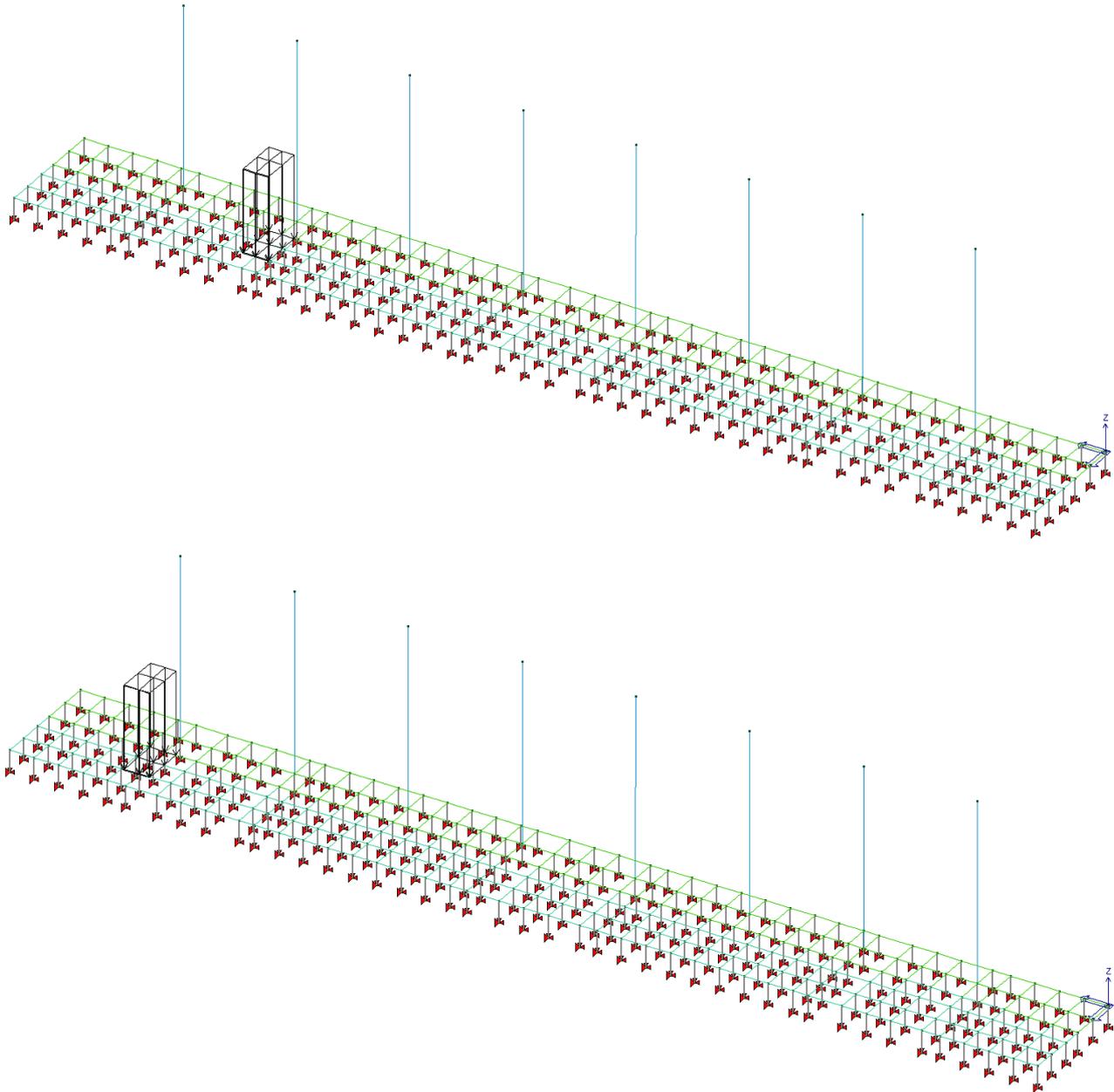


Fig. 13 – Impronta di carico – pos.7 e pos 8

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 44 di 66

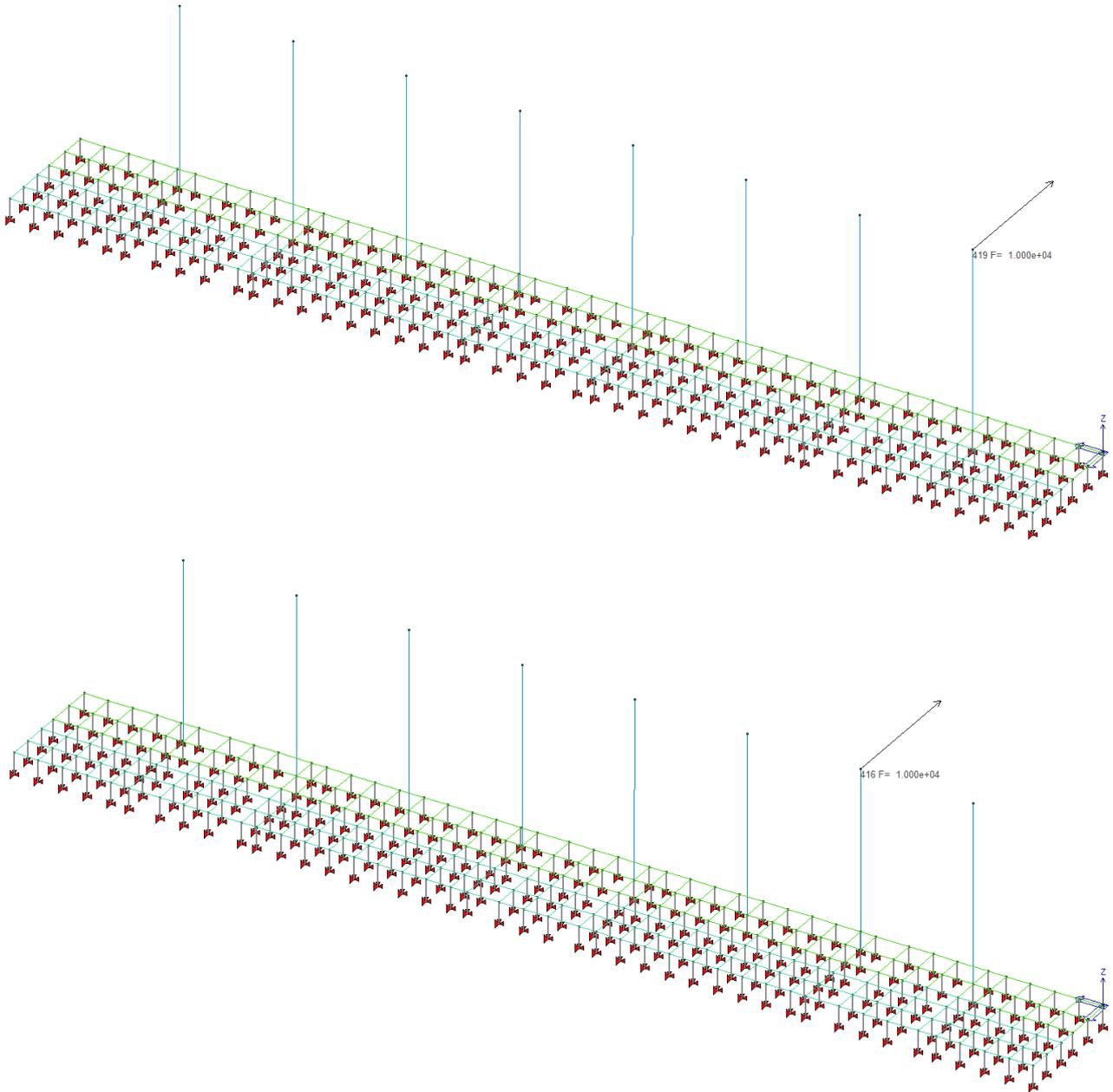


Fig. 14 – Urto – pos.1 e pos.2

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1AEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0440001</td> <td>C</td> <td>45 di 66</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1AEZZ	RH	NV0440001	C	45 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1AEZZ	RH	NV0440001	C	45 di 66								

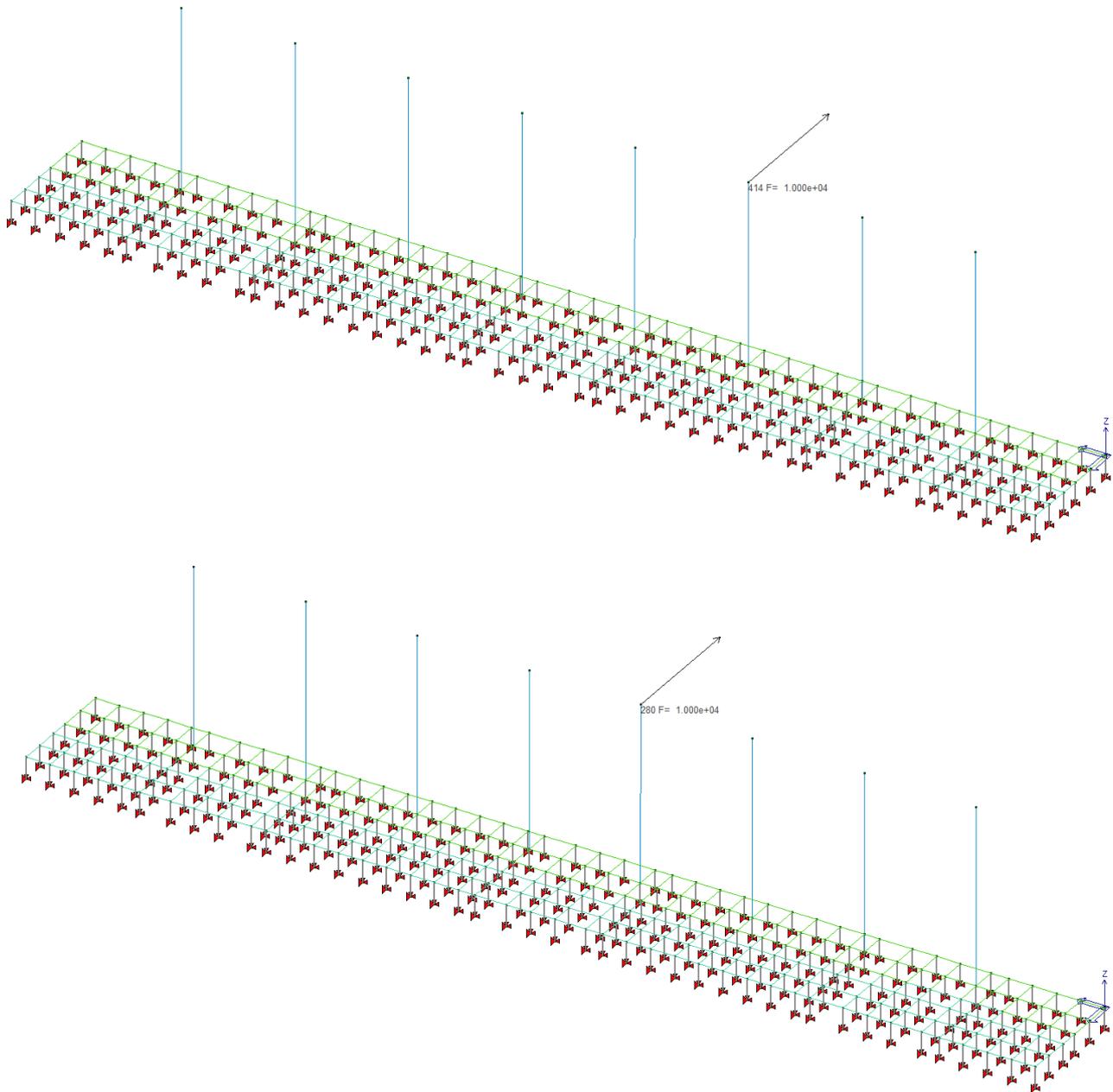


Fig. 15 – Urto – pos.3 e pos.4

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 46 di 66

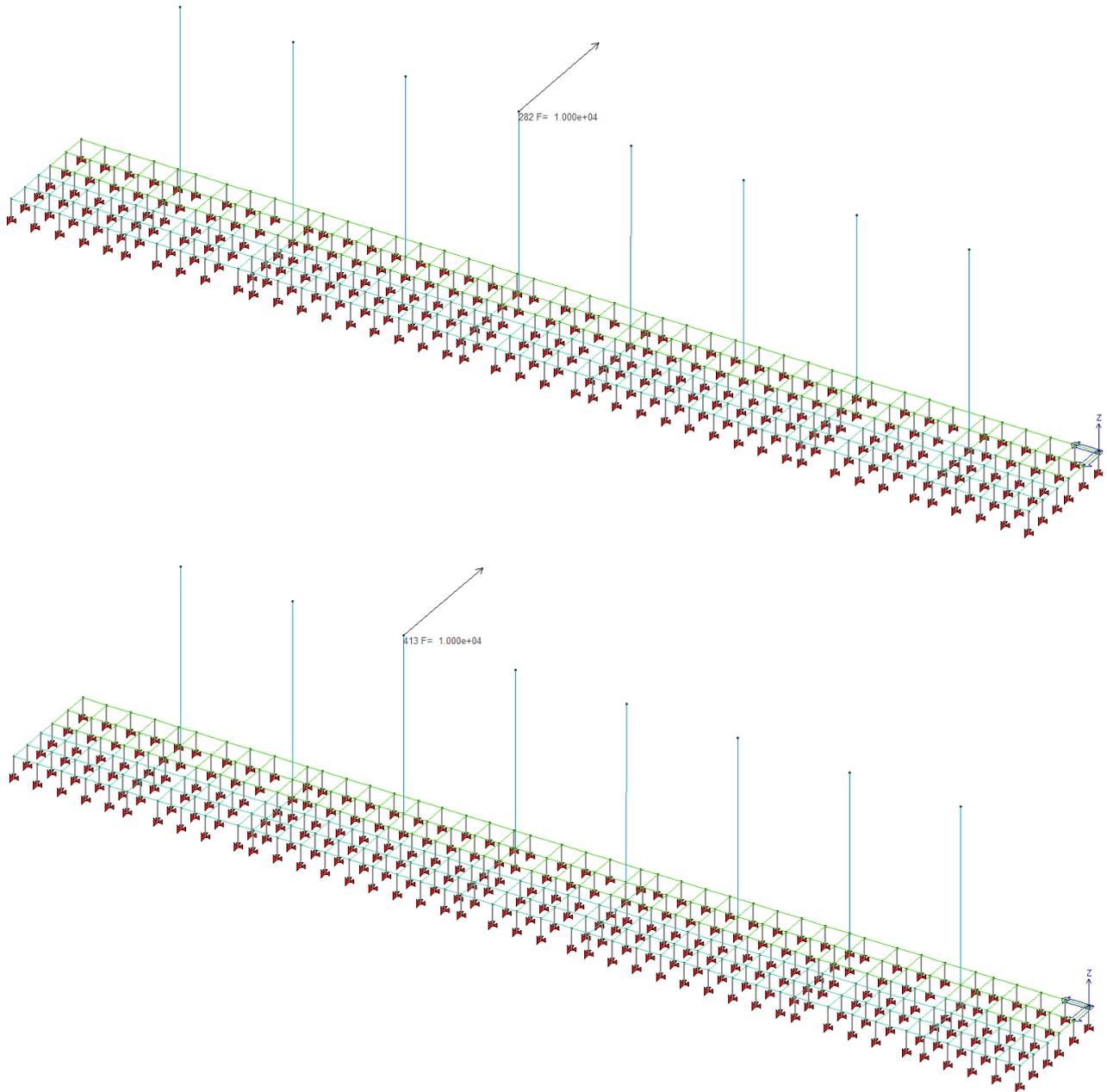


Fig. 16 – Urto – pos.5 e pos.6

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 47 di 66

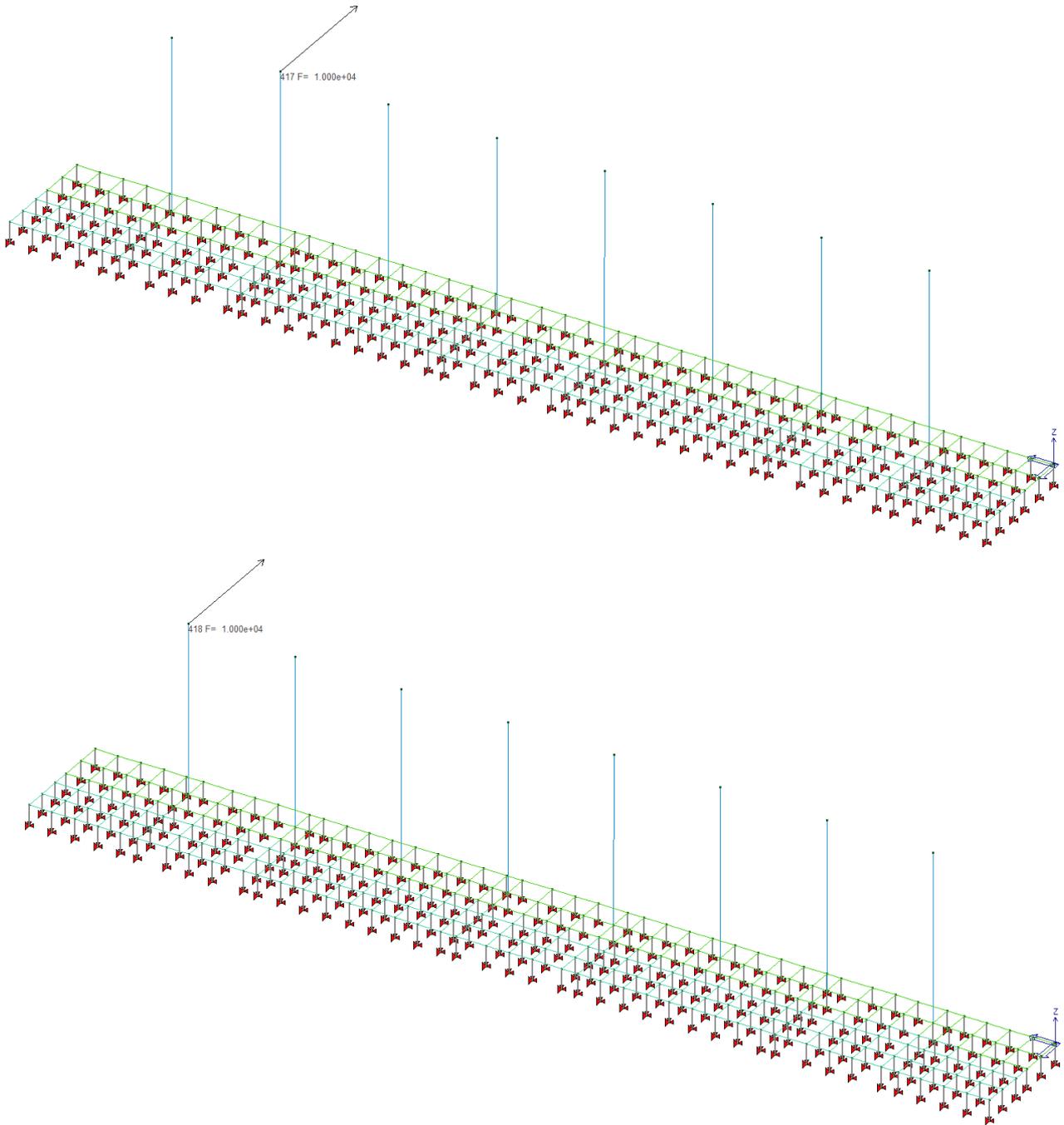


Fig. 17 – Urto – pos.7 e pos.8

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 49 di 66

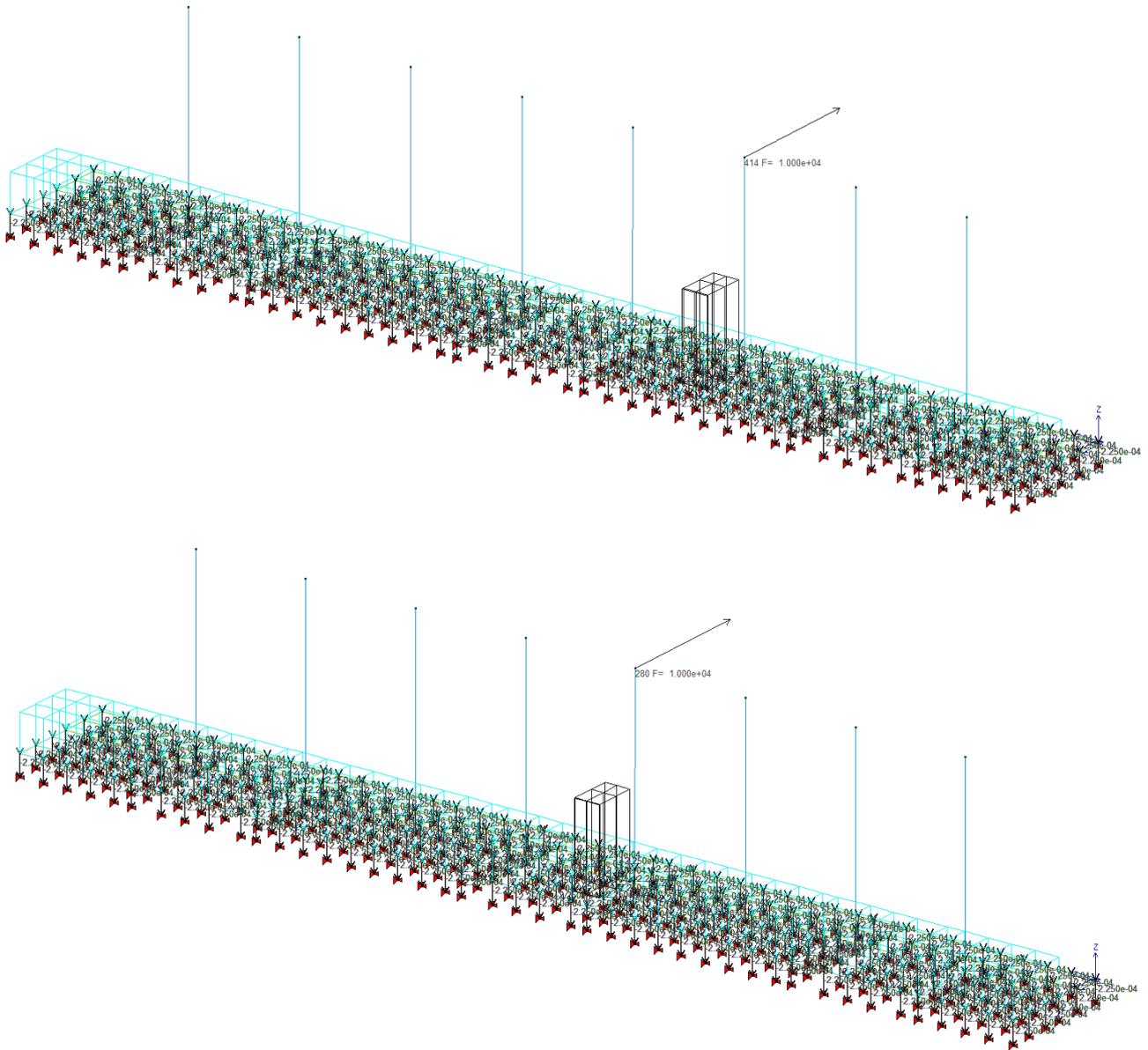


Fig. 19 Combinazione eccezionale 3 e 4

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 50 di 66

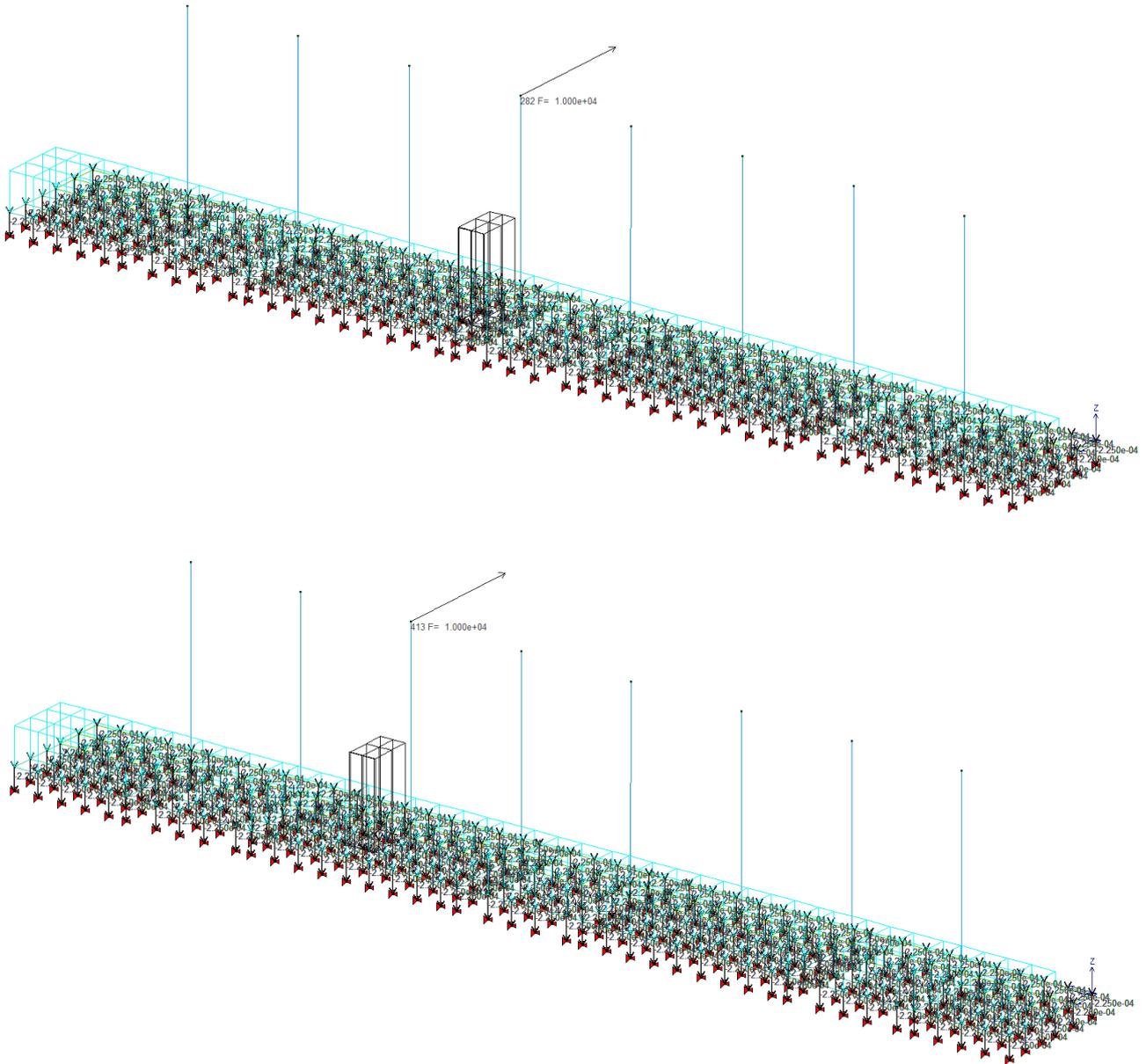


Fig. 20 Combinazione eccezionale 5 e 6

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1AEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0440001</td> <td>C</td> <td>51 di 66</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1AEZZ	RH	NV0440001	C	51 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1AEZZ	RH	NV0440001	C	51 di 66								

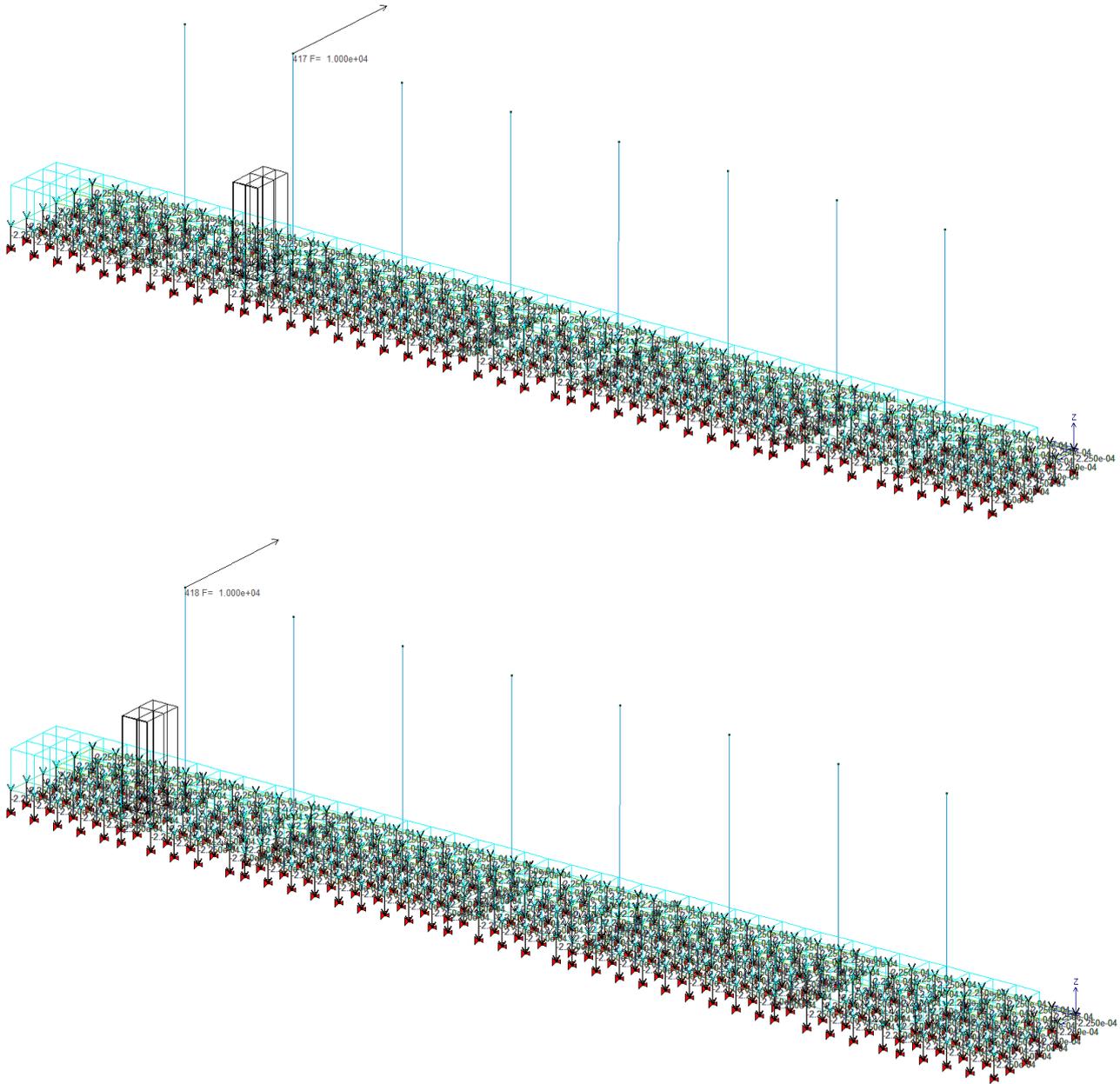


Fig. 21 Combinazione eccezionale 7 e 8

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 52 di 66

Si riportano per semplicità le massime sollecitazioni.

Si considerano i risultati dell'analisi:

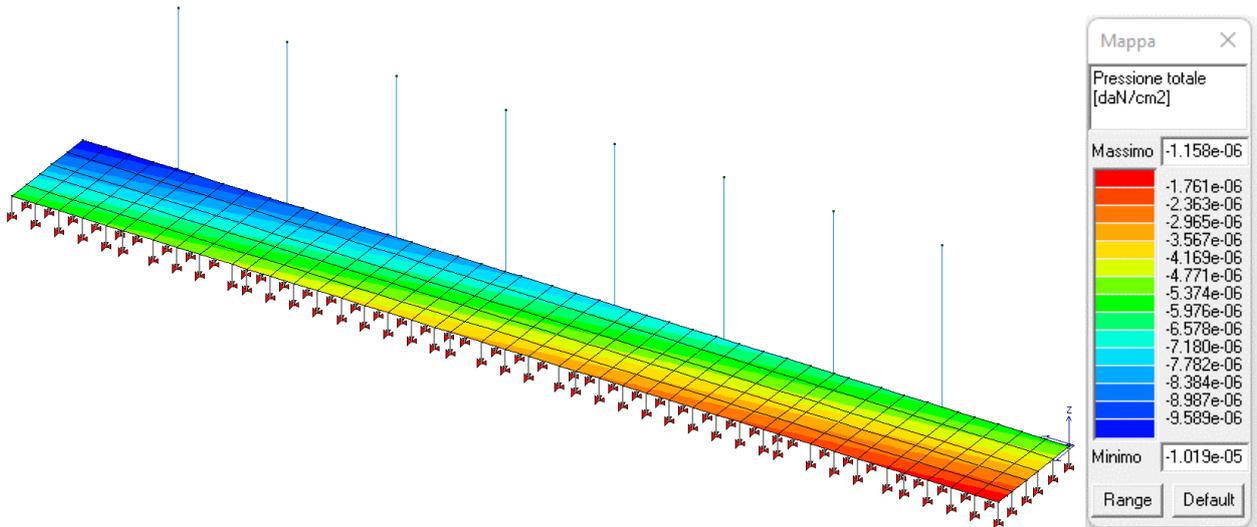


Fig. 22 – Pressioni sul terreno – Combinazione 8

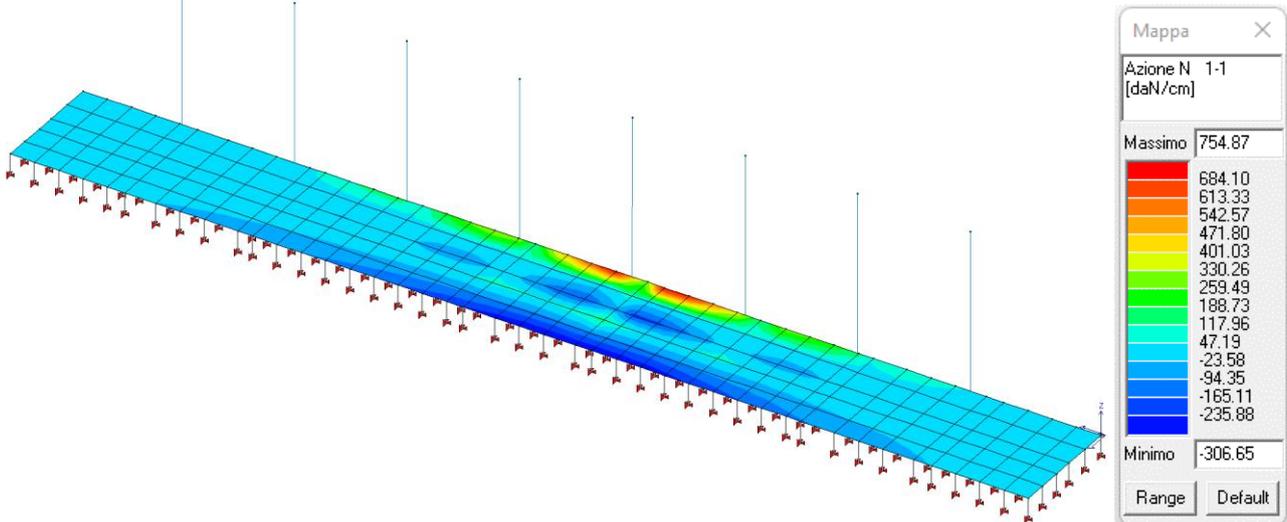


Fig. 23 – max N11 – Combinazione 4

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 53 di 66

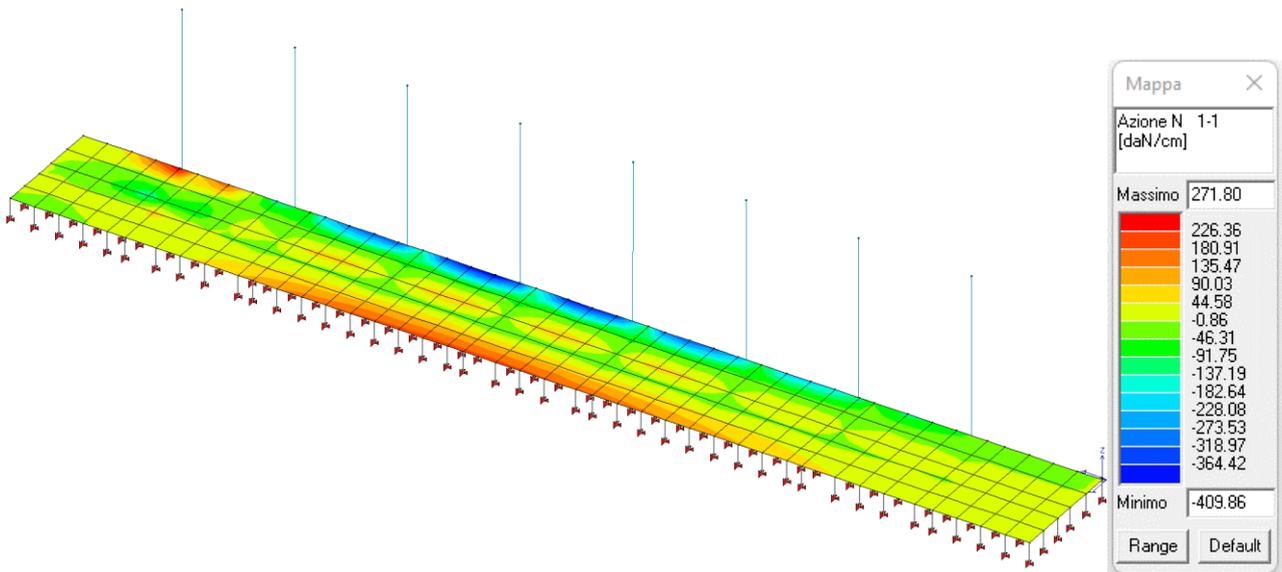


Fig. 24 – min N11 – Combinazione 8

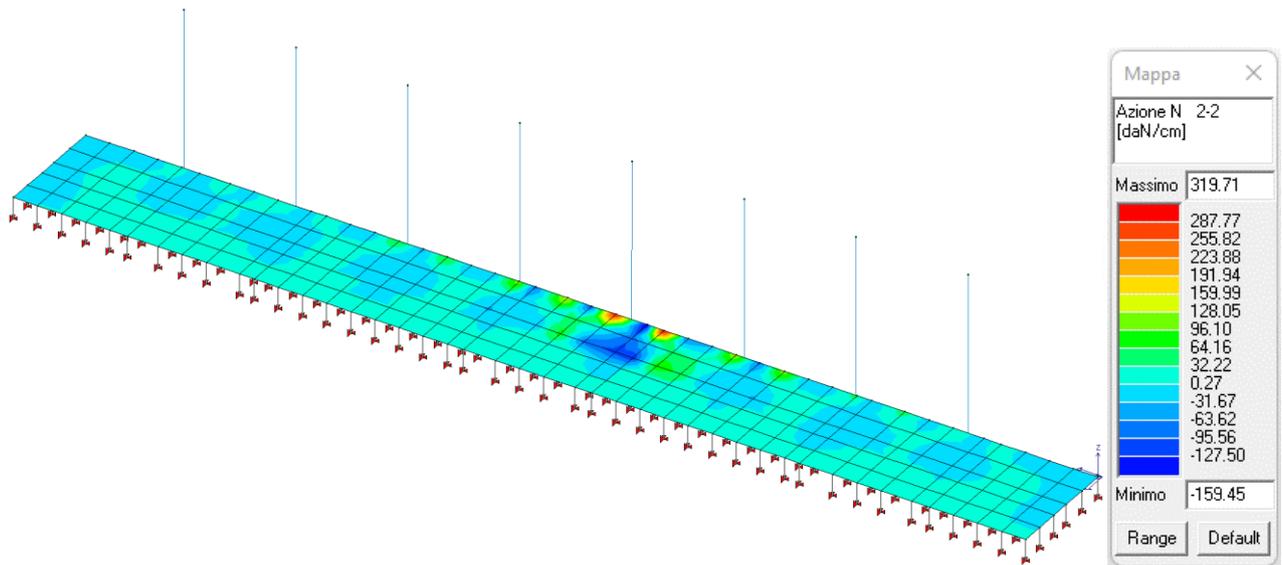


Fig. 25 – max e min N22 – Combinazione 4

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 54 di 66

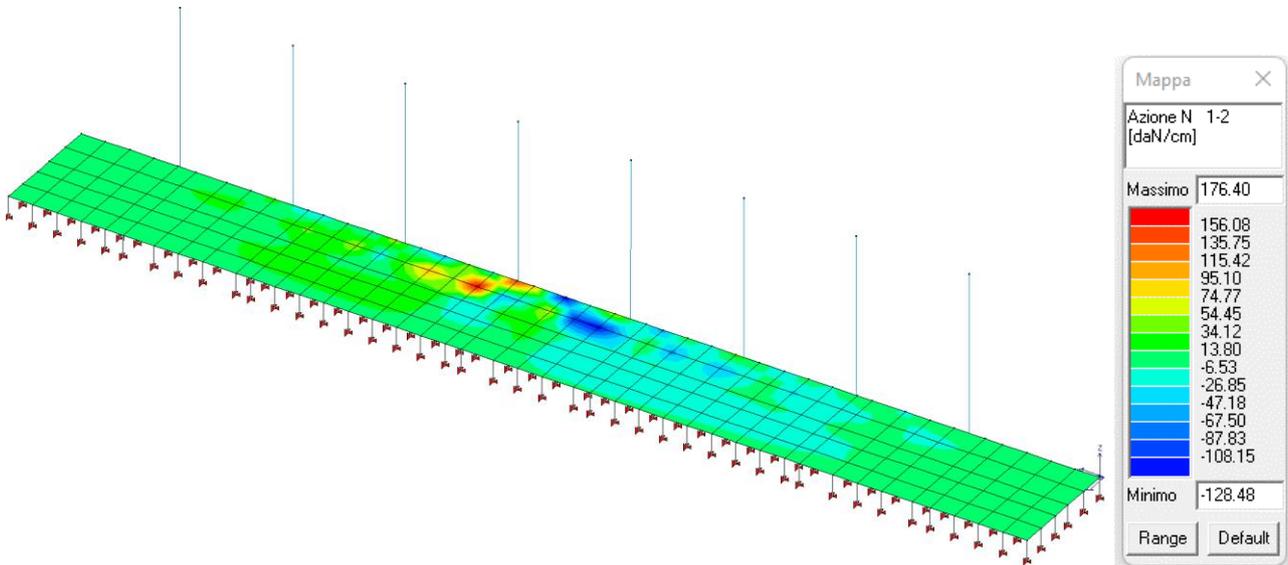


Fig. 26 – max N12 – Combinazione 5

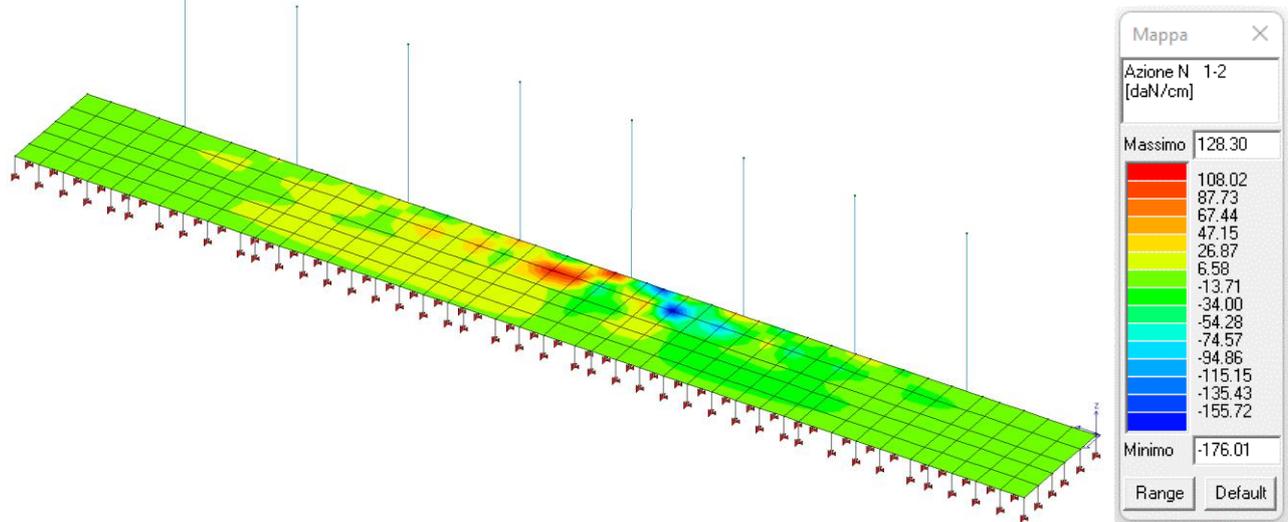


Fig. 27 – min N12 – Combinazione 4

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 55 di 66

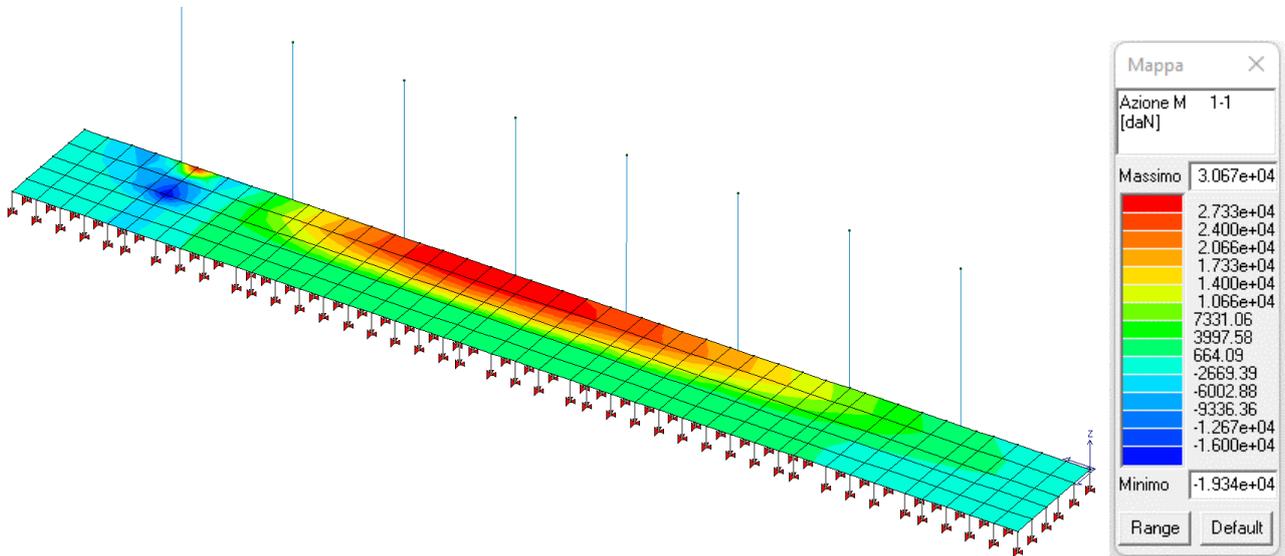


Fig. 28 – max M11 – Combinazione 8

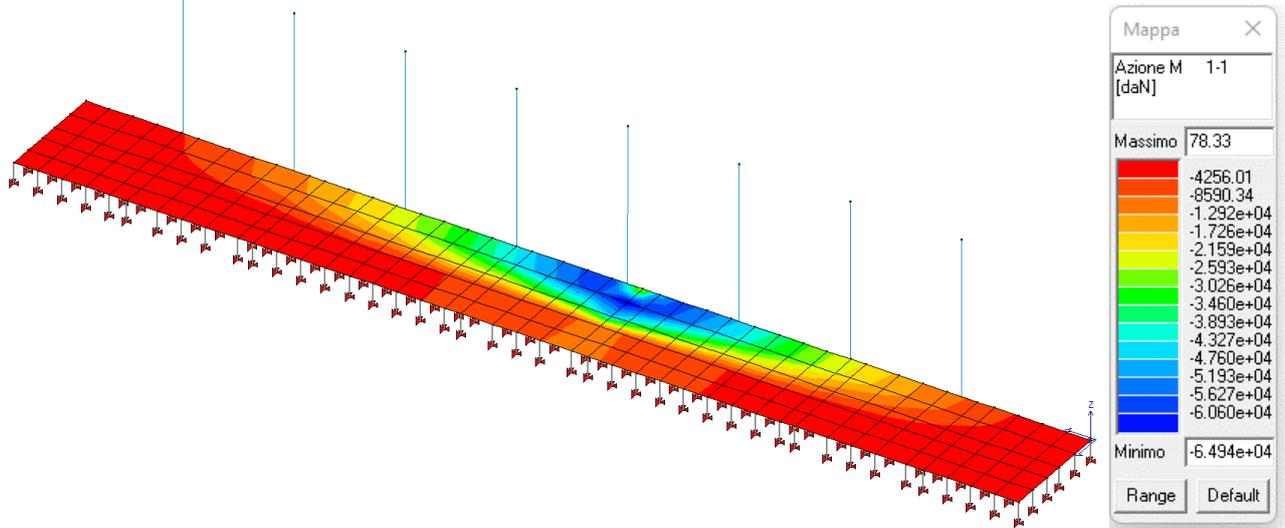


Fig. 29 – min M11 – Combinazione 4

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica e di tracciamento	IBOU	1AEZZ	RH	NV0440001	C	56 di 66

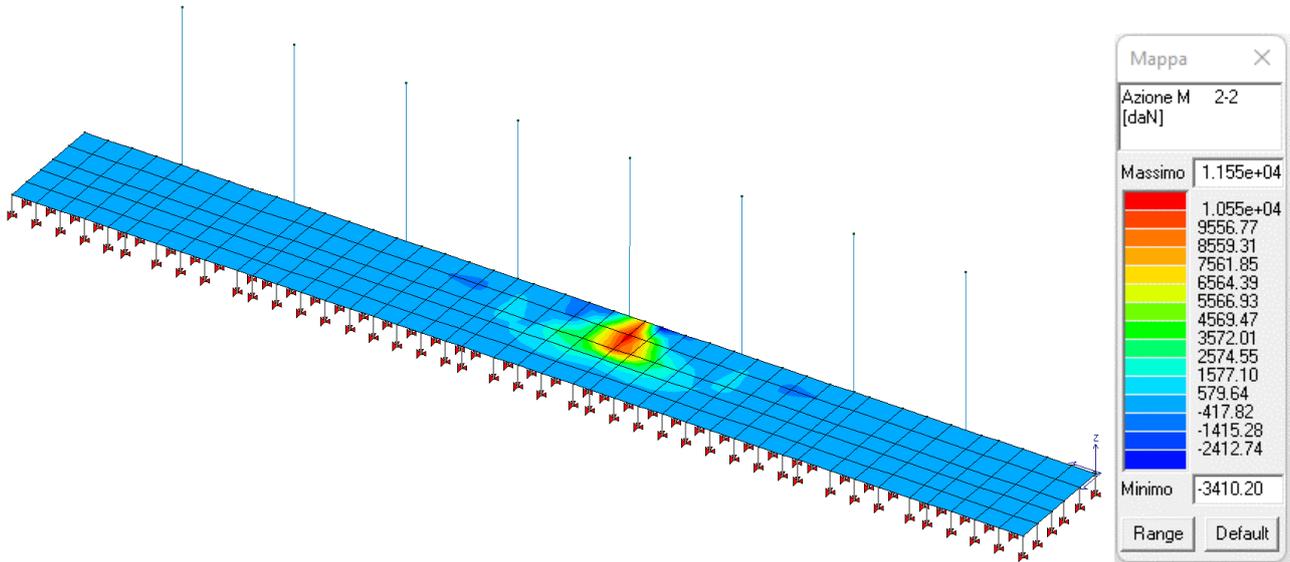


Fig. 30 – max M22 – Combinazione 4

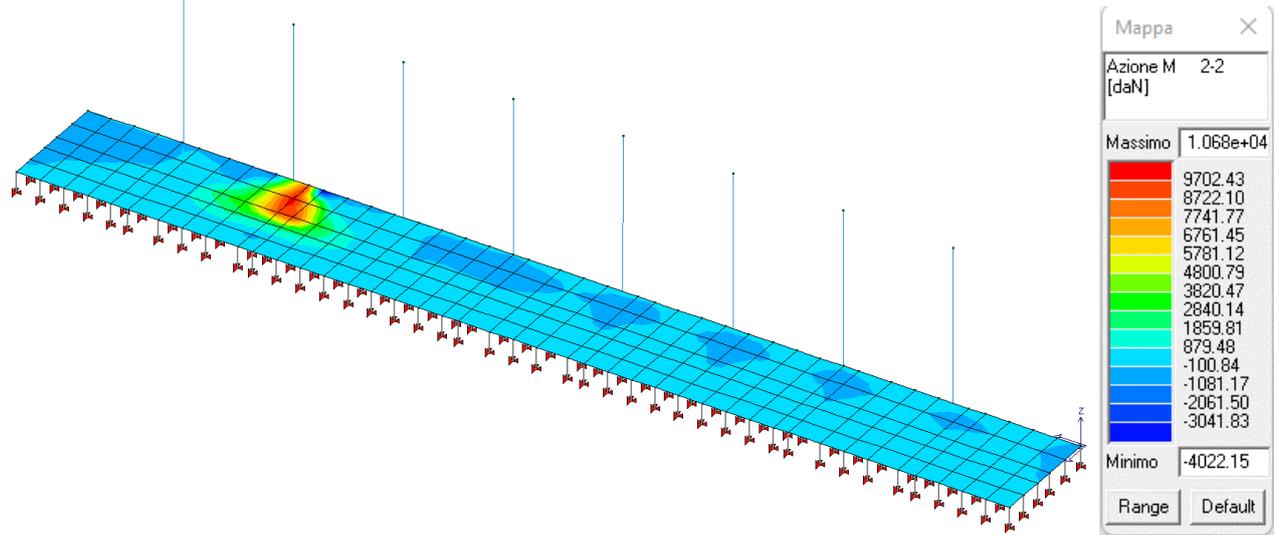


Fig. 31 – min M22 – Combinazione 7

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 57 di 66

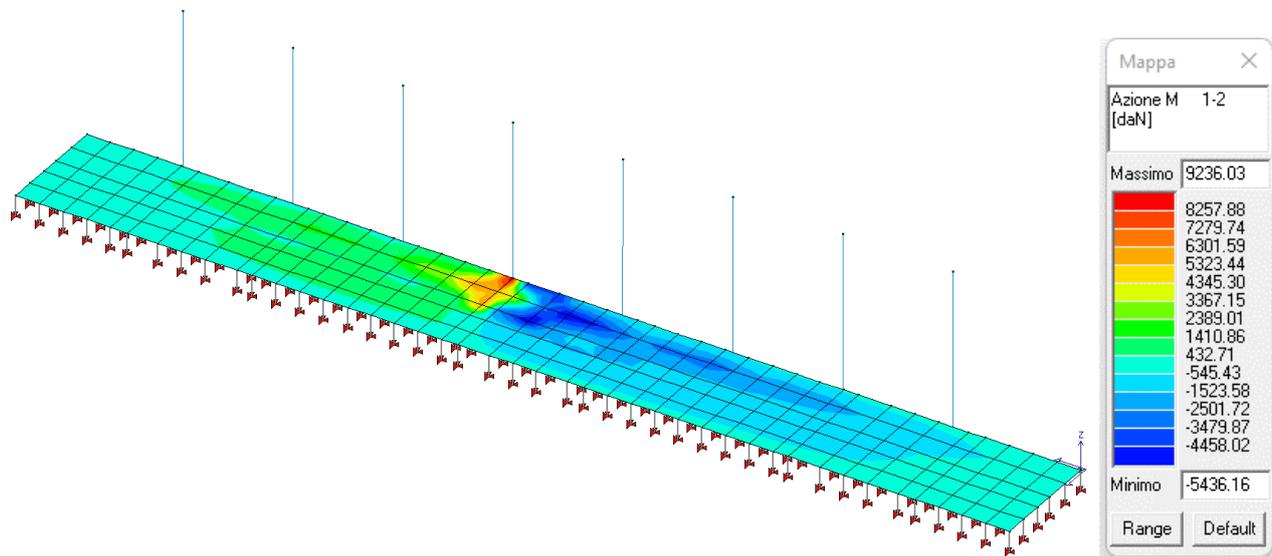


Fig. 32 – max M12 – Combinazione 5

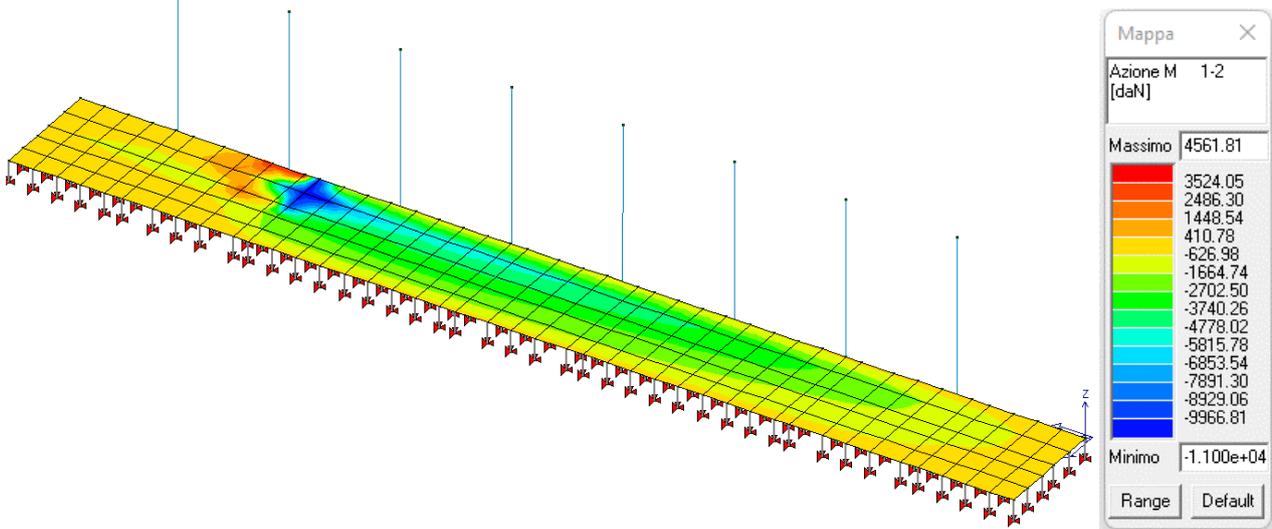


Fig. 33 – min M12 – Combinazione 7

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 58 di 66

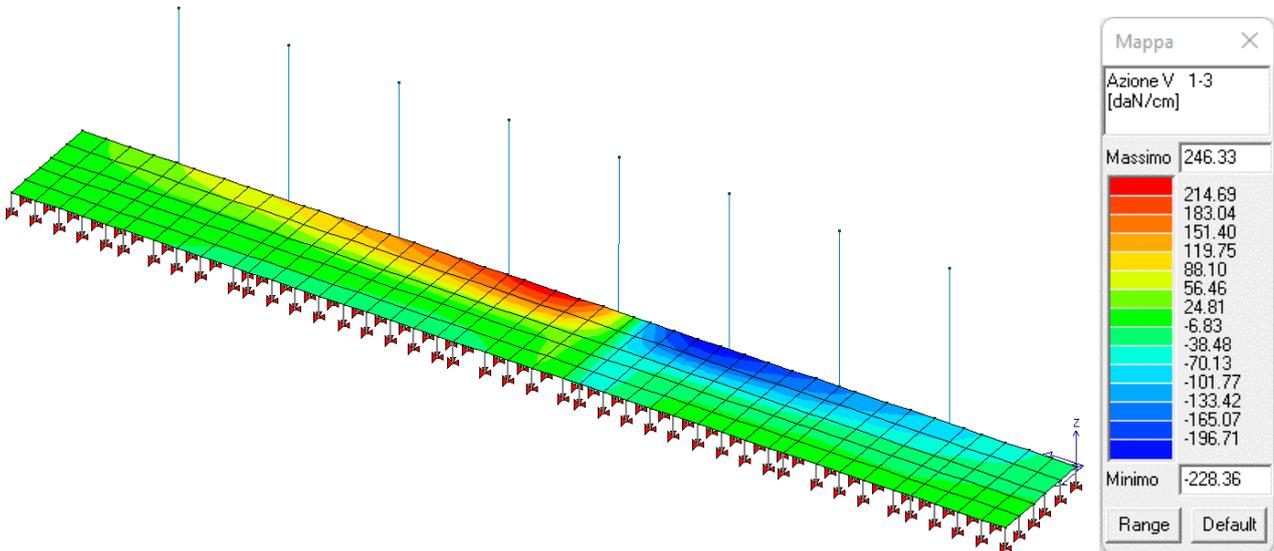


Fig. 34 – max V13– Combinazione 4

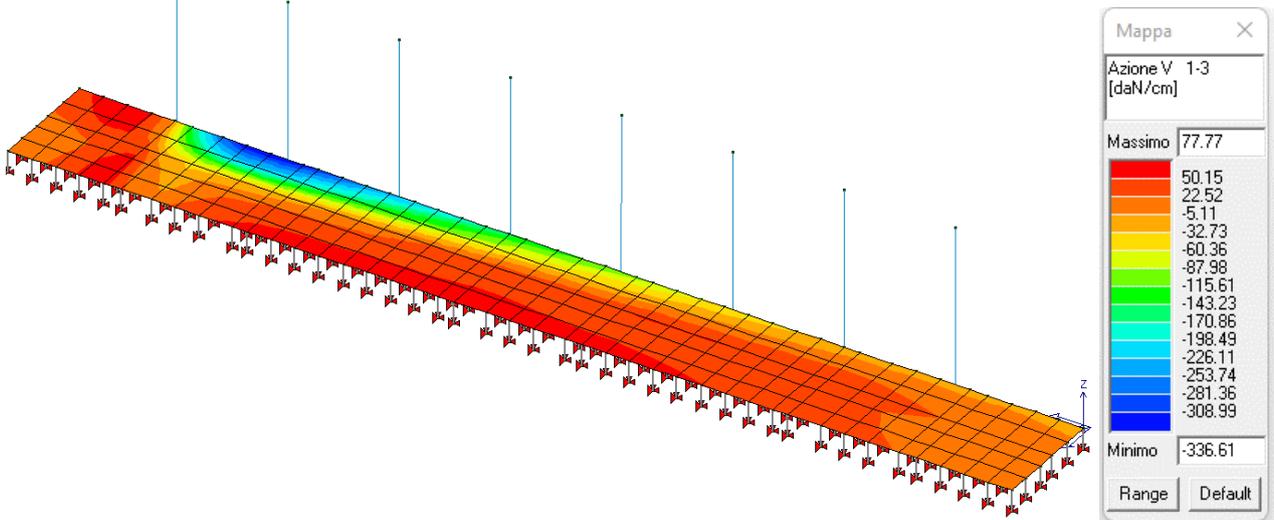


Fig. 35 – min V13 – Combinazione 8

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica e di tracciamento	IBOU	1AEZZ	RH	NV0440001	C	59 di 66

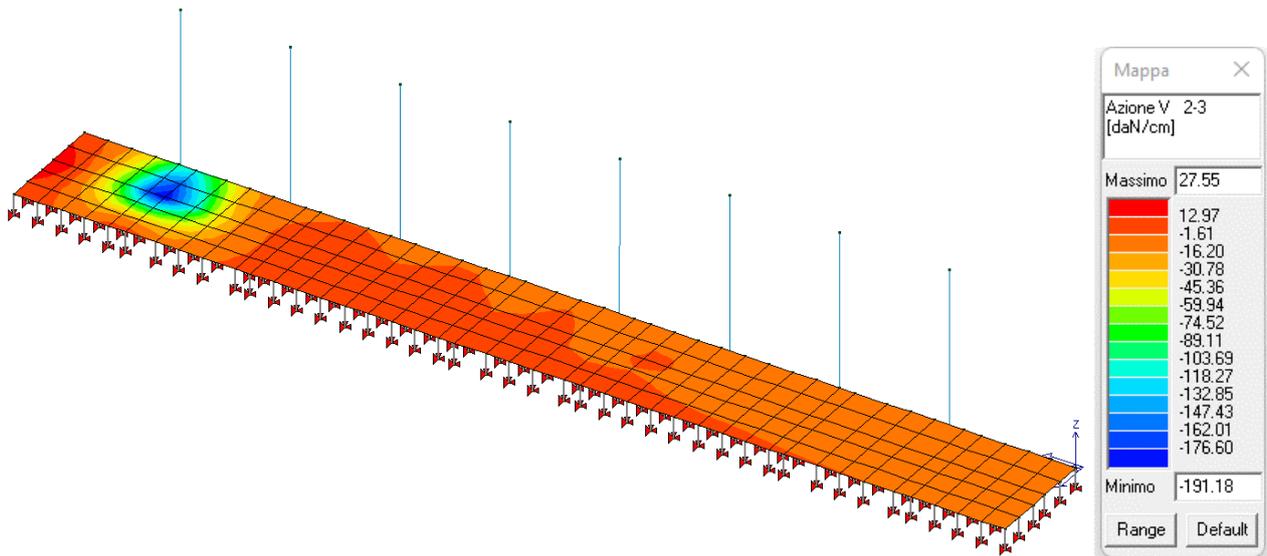


Fig. 36 – max V23 – Combinazione 8

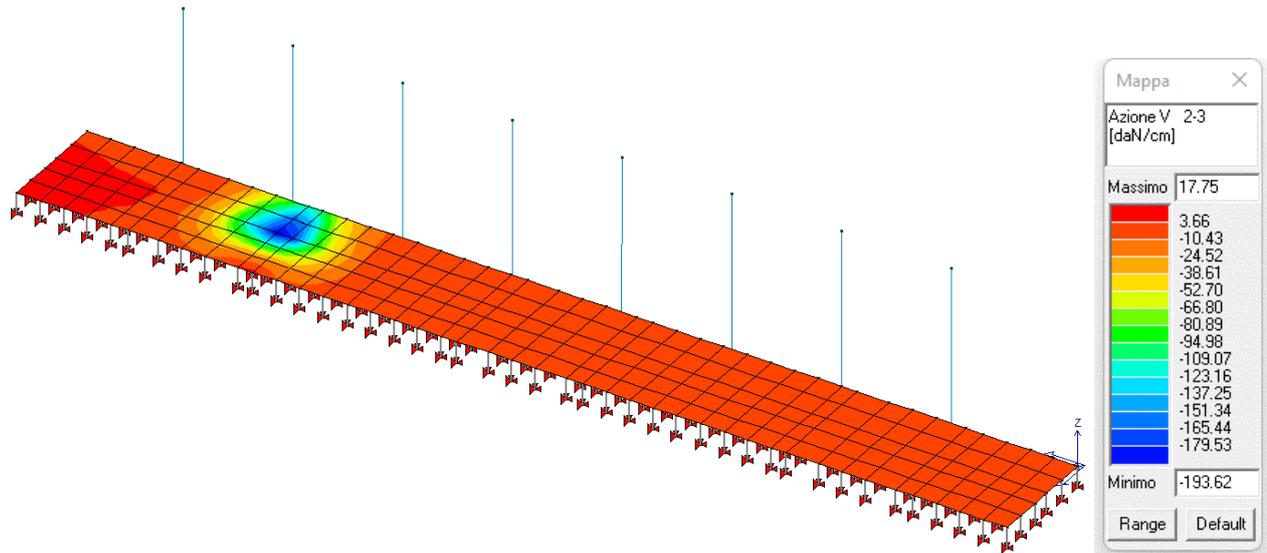


Fig. 37 – min V23 – Combinazione 7

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 60 di 66

Si riporta qui di seguito l'esito delle verifiche strutturali del cordolo.

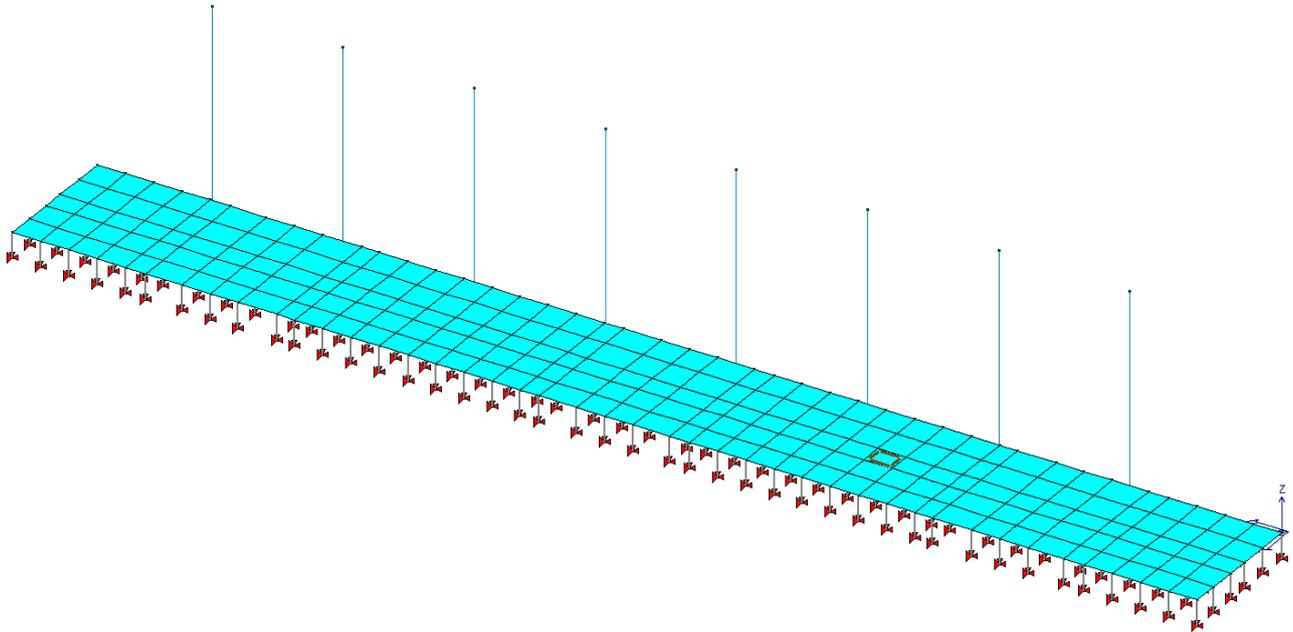
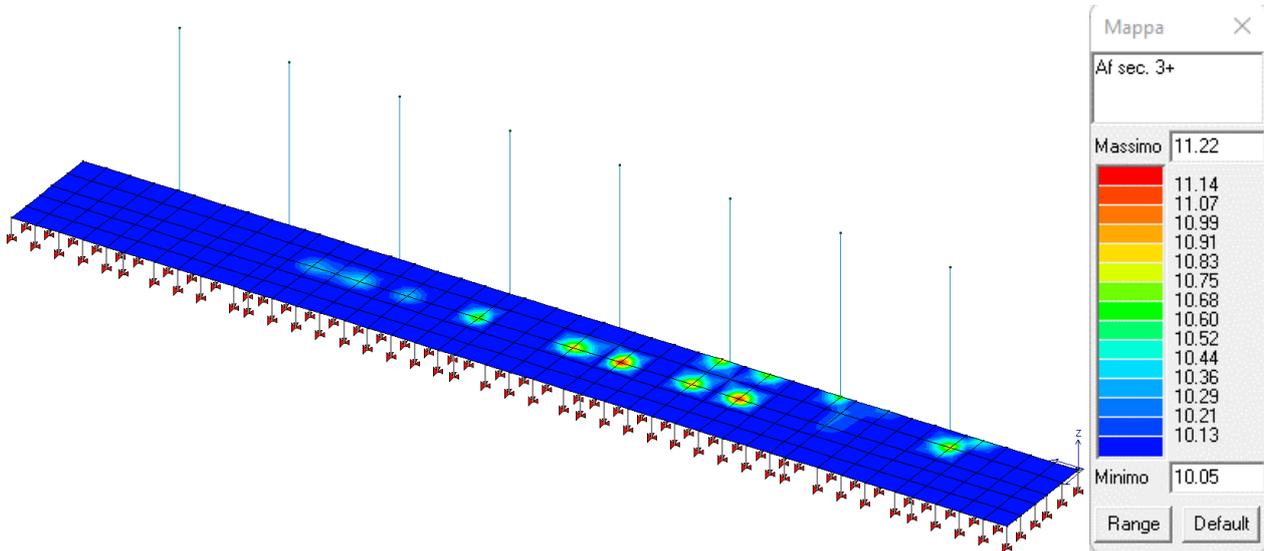


Fig. 38 – esito della verifica



APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 61 di 66

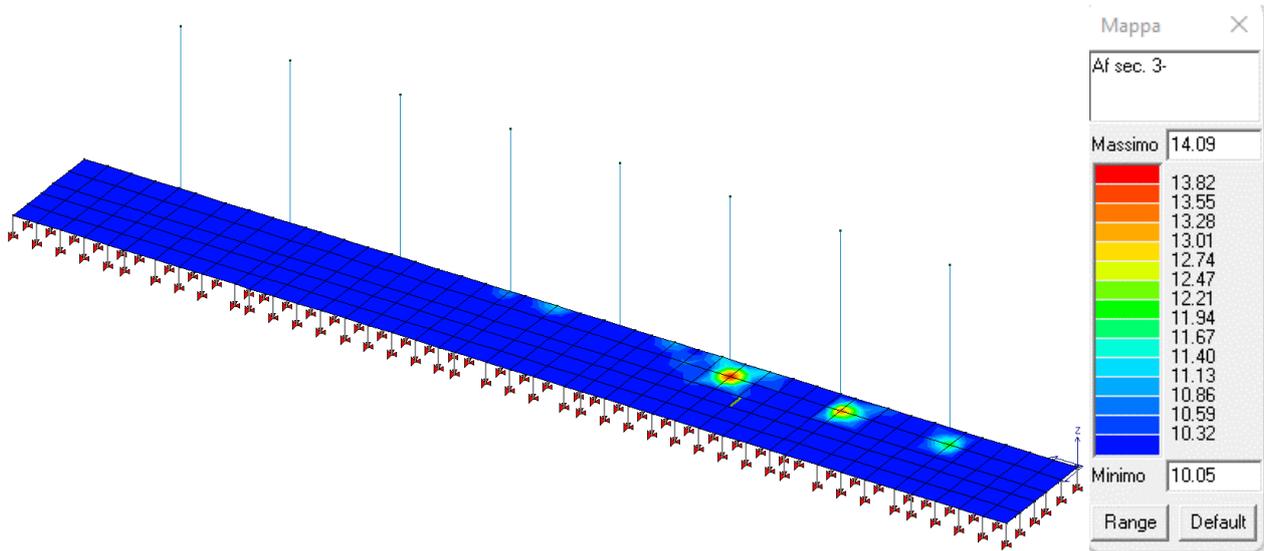


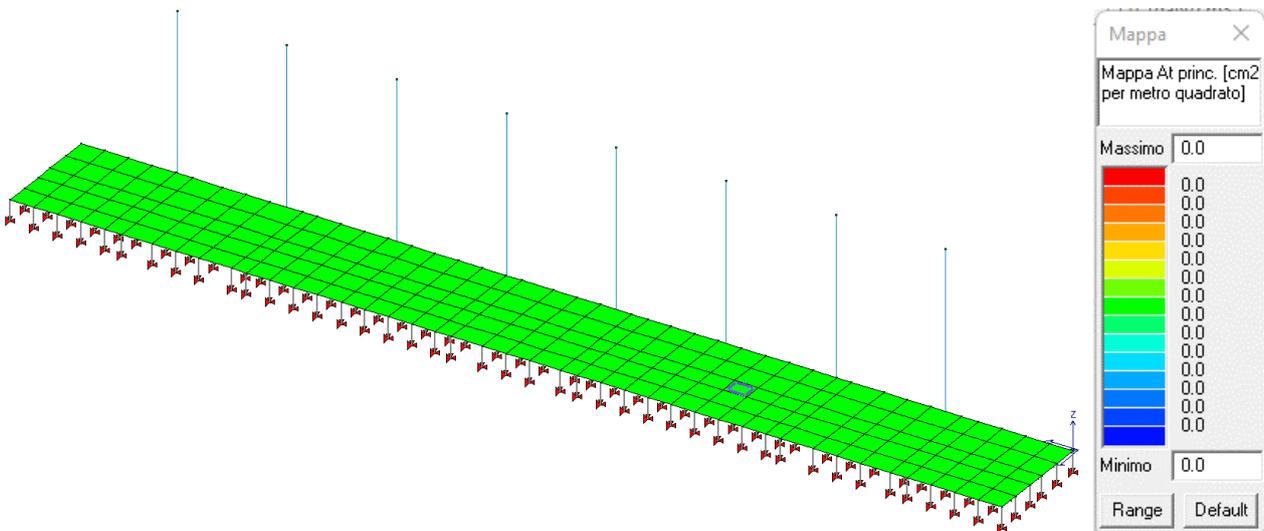
Fig. 39 – Armatura trasversale superiore e inferiore

Si trascurano i valori di picco dovuti alla modellazione in corrispondenza dell'attacco del sicurvia con il cordolo.

Si adottano le seguenti armature:

Armatura superiore direzione X	(Af. Princ. 3+)	$\phi 8/20$ cm
Armatura inferiore direzione X	(Af. Princ. 3-)	$\phi 8/20$ cm
Armatura superiore direzione Y	(Af. Sec. 3+)	$\phi 16/20$ cm
Armatura inferiore direzione Y	(Af. Sec 3-)	$\phi 16/20$ cm

Per maggiori dettagli consultare gli elaborati grafici (IBOU1AEZZBZNV0440002)



APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 62 di 66

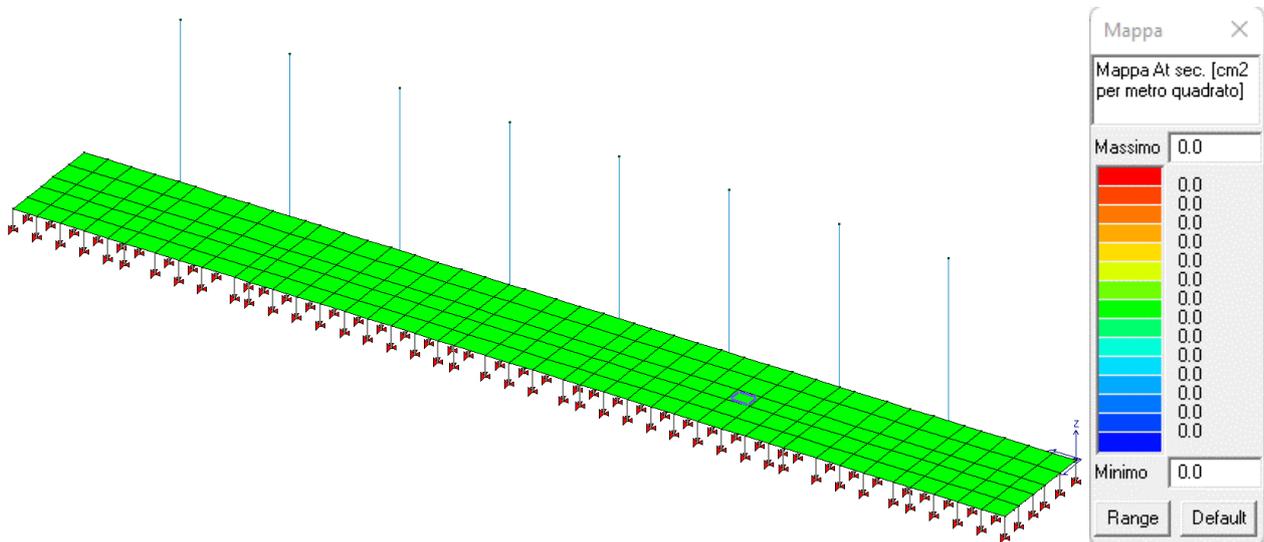


Fig. 40 – Armatura a taglio principale e secondaria

Non risulta necessaria una specifica armatura a taglio come evidenziato nelle immagini sopra riportate. Per maggiori dettagli consultare gli elaborati grafici (IBOU1AEZZBZNV0440002)

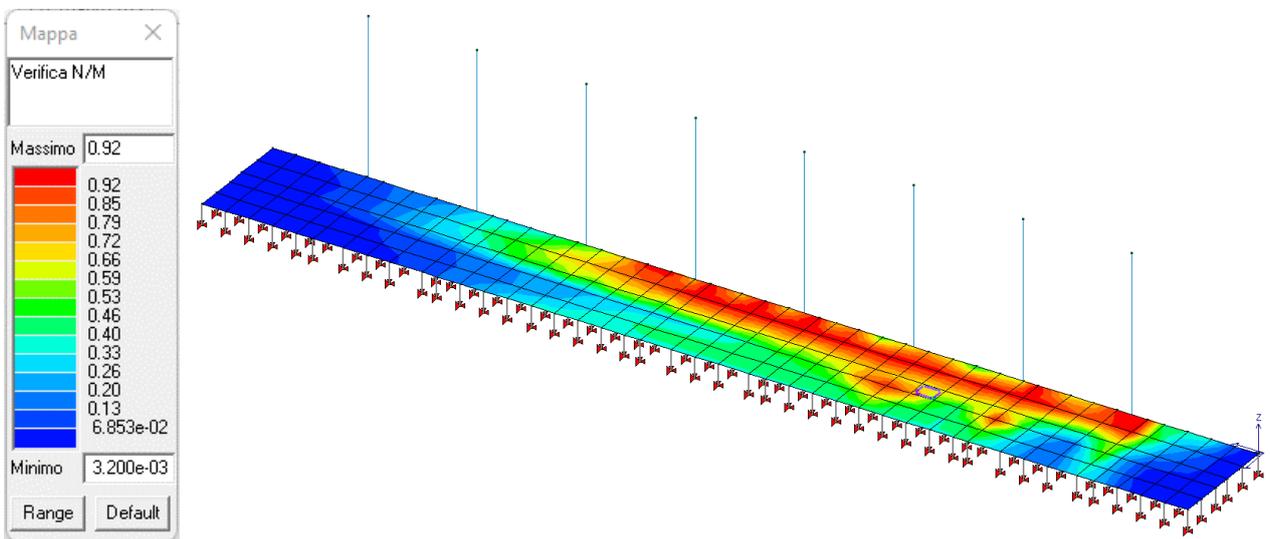


Fig. 41 – Esito verifica a pressoflessione

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria		PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 63 di 66

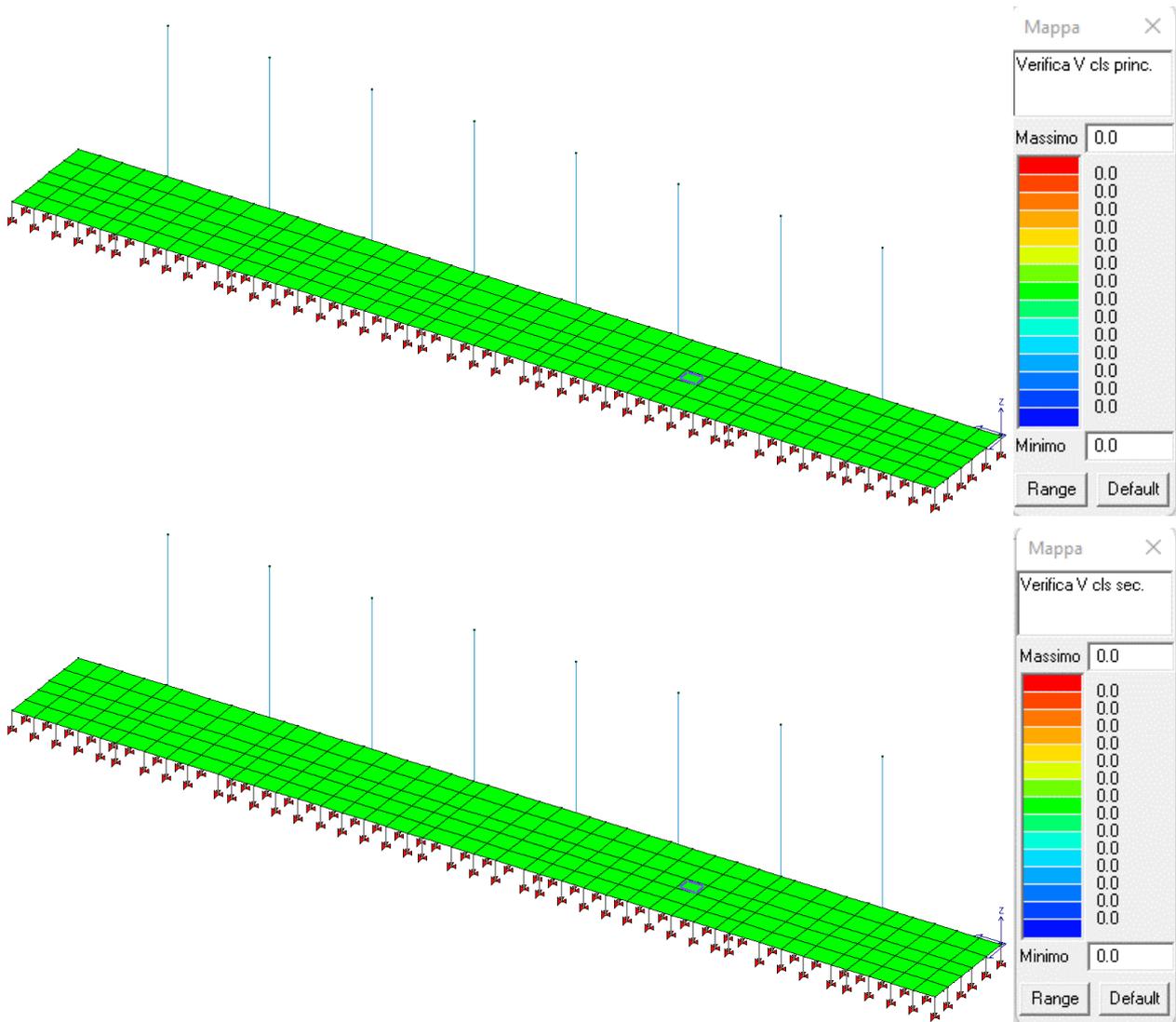


Fig. 42 – Verifica a taglio lato calcestruzzo in direzione longitudinale e trasversale

Si osserva che le verifiche risultano soddisfatte.

In merito alle verifiche geotecniche si osserva che il cordolo è stabile nei riguardi del ribaltamento con buon margine in quanto la fondazione sotto le azioni di progetto non perde l'equilibrio, lo sforzo normale cade all'interno del nocciolo centrale di inerzia e nei riguardi delle pressioni di contatto col terreno la fondazione non si parzializza (si veda la figura 22 dove le tensioni sono entrambe negative).

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 64 di 66

VERIFICA DA AZIONI ECCEZIONALI: URTO - EQU + M2		
Azione urto (§ 3.6.3.3.2 NTC08)		
La verifica a ribaltamento viene eseguita nei confronti dell'azione ribaltante rispetto al piede esterno dell'opera. Vengono utilizzati i coefficienti EQU sulle azioni ed M2 sui materiali. Si trascura a favore di sicurezza il peso della pavimentazione e del terreno che poggiano sul cordolo		
Fd,x	0.00	[KN]
Fd,y	100.00	[KN]
Urto	100.00	[KN]
Braccio applicazione	3.00	[m]
Peso cordolo		
Peso volume cls	25.00	[KN/m ³]
Larghezza cordolo	1.60	[m]
Lunghezza cordolo	14.00	[m]
Spessore cordolo	1.00	[m]
Altezza batolo	1.00	[m]
Larghezza batolo	0.70	[m]
Peso batolo	245.00	[KN]
Peso cordolo	560.00	[KN]
Braccio applicazione batolo	0.35	[m]
Braccio applicazione cordolo	0.80	[m]
Attrito cordolo/terreno		
Angolo attrito terreno	-	[°]
Angolo attrito terreno di progetto	-	[°]
Angolo attrito plinto/terreno	-	[°]
Forza orizzontale di attrito	-	[KN]
Caratteristiche barriera antirumore		
Altezza	-	[m]
VERIFICA		
coefficiente sicurezza azioni	1.00	[-]
coefficiente sicurezza resistente Fav.(G1)	0.90	[-]
coefficiente sicurezza resistente Fav.(G2/Qk _j)	0.00	[-]
Momento ribaltante	300.00	[KNm]
Momento resistente	480.38	[KNm]
Verifica	1.601	VERIFICATO

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0440001	REV. C	FOGLIO. 65 di 66

VERIFICA DA AZIONI ECCEZIONALI: URTO -A1 + M1 + R3		
Azione urto (§ 3.6.3.3.2 NTC08)		
La verifica a scorrimento svolta con la combinazione A1 +M1+ R3		
Fd,x	0.00	[KN]
Fd,y	100.00	[KN]
Urto	100.00	[KN]
Braccio applicazione	-	[m]
Peso cordolo		
Peso volume cls	25.00	[KN/m ³]
Larghezza cordolo	1.60	[m]
Lunghezza cordolo	14.00	[m]
Spessore cordolo	1.00	[m]
Altezza batolo	1.00	[m]
Larghezza batolo	0.70	[m]
Peso batolo	245.00	[KN]
Peso cordolo	560.00	[KN]
Braccio applicazione batolo	-	[m]
Braccio applicazione cordolo	-	[m]
Attrito cordolo/terreno		
Angolo attrito terreno	33.00	[°]
Angolo attrito terreno di progetto	33.00	[°]
Angolo attrito plinto/terreno	22.00	[°]
Coesione del terreno	0.00	[KPa]
Forza orizzontale di attrito	243.93	[KN]
Caratteristiche barriera antirumore		
Altezza	-	[m]
VERIFICA		
coefficiente sicurezza azioni	1.00	[-]
coefficiente sicurezza resistente Scor.(R3)	1.10	[-]
Azione orizzontale sollecitante	100.00	[KN]
Azione orizzontale resistente	221.76	[KN]
Verifica	2.22	VERIFICATO