

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 - ACCESSO ALL'AREA DI FUNES

Relazione tecnica e di tracciamento

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO Ing. Pietro Gianvecchio		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I B O U 1 B E Z Z R H N V 0 4 2 0 0 0 1 B

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M.Ingianni	26/01/2022	A.Valente	27/01/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	28/01/2022	IL PROGETTISTA 30/07/2022
B	Emissione a seguito di indicazioni Committenza	B. Fiorentino	18/07/2022	A.Valente	19/07/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	20/07/2022	

File: IB0U1BEZZRHN0420001B.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: 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 1 di 92

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. INQUADRAMENTO GENERALE.....	6
4. CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI	8
4.1 CARATTERISTICHE DEL CORPO STRADALE	9
4.1.1 Sezione stradale tipo.....	9
4.1.2 Sovrastruttura stradale	12
4.1.3 Scotico e bonifica	12
4.2 VELOCITÀ DI PROGETTO.....	13
4.3 ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	14
4.3.1 Allargamenti in curva	15
4.4 ANDAMENTO ALTIMETRICO.....	16
4.5 DISTANZA DI VISUALE LIBERA	17
4.5.1 Verifiche di visuale libera per l'arresto	18
5. INTERSEZIONI LINEARI A RASO.....	1
5.1 VERIFICA CONDIZIONI DI VISIBILITÀ DELLE INTERSEZIONI A RASO.....	1
5.1.1 Intersezione pk 0+830.....	2
6. BARRIERE DI SICUREZZA.....	3
6.1 PRESCRIZIONI MANUALE RFI.....	5
6.1.1 Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II sezione 3 CORPO STRADALE	5
6.2 TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE IMPIEGATE.....	7
6.2.1 Barriera tipo H2 W4 e W5 Bordo Laterale	8
6.2.2 Barriera tipo H2 W4 Bordo Ponte	9
6.2.3 Barriera tipo H3 W5 Bordo Laterale.....	9
6.2.4 Barriera tipo H3 W4 Bordo Ponte	9
6.2.5 Barriera tipo H4 W4 Bordo Ponte	10
7. SEGNALETICA	11
7.1 SEGNALETICA PER IL CONTENIMENTO DELLE VELOCITÀ OPERATIVE	12
8. CALCOLO STRUTTURALE CORDOLO DI FONDAZIONE BARRIERE DI SICUREZZA	14

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"> <tr> <td data-bbox="703 315 831 353">COMMESSA</td> <td data-bbox="831 315 959 353">LOTTO</td> <td data-bbox="959 315 1086 353">CODIFICA</td> <td data-bbox="1086 315 1214 353">DOCUMENTO</td> <td data-bbox="1214 315 1342 353">REV.</td> <td data-bbox="1342 315 1441 353">FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="703 353 831 387">IB0U</td> <td data-bbox="831 353 959 387">1BEZZ</td> <td data-bbox="959 353 1086 387">RH</td> <td data-bbox="1086 353 1214 387">NV0420001</td> <td data-bbox="1214 353 1342 387">B</td> <td data-bbox="1342 353 1441 387">2 di 92</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	2 di 92													

8.1	VERIFICA CORDOLO TIPO1 SENZA URTO.....	14
8.2	VERIFICA CORDOLO TIPO1 CON URTO	24
8.3	VERIFICA CORDOLO TIPO2 SENZA URTO.....	34
8.4	VERIFICA CORDOLO TIPO2 CON URTO	44
9.	ALLEGATO – TABULATO DI TRACCIAMENTO	54

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"> <tr> <td data-bbox="703 315 831 353">COMMESSA</td> <td data-bbox="831 315 959 353">LOTTO</td> <td data-bbox="959 315 1086 353">CODIFICA</td> <td data-bbox="1086 315 1214 353">DOCUMENTO</td> <td data-bbox="1214 315 1342 353">REV.</td> <td data-bbox="1342 315 1439 353">FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="703 353 831 387">IB0U</td> <td data-bbox="831 353 959 387">1BEZZ</td> <td data-bbox="959 353 1086 387">RH</td> <td data-bbox="1086 353 1214 387">NV0420001</td> <td data-bbox="1214 353 1342 387">B</td> <td data-bbox="1342 353 1439 387">3 di 92</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	3 di 92													

1. PREMESSA

Gli interventi necessari all'esecuzione delle opere relative alla viabilità di accesso all'area di cantiere della finestra costruttiva di Funes ricadono nell'ambito del progetto di Quadruplicamento della Linea Fortezza – Verona (linea Fortezza – Ponte Gardena - Lotto 1A).

La presente relazione tecnica illustra la soluzione progettuale per la realizzazione della viabilità di accesso all'area di Funes (menzionata come NV042), necessaria per la logistica di cantiere e 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: 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 4 di 92

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)".

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: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 5 di 92

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

- 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 17 gennaio 2018 – “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 – “Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 6 di 92

3. INQUADRAMENTO GENERALE

La viabilità di accesso all'area di Funes (NV042), è situata nella località di Gudon - Putzen, e presenta uno sviluppo complessivo di circa 1+150,77m. L'inizio del tracciato stradale è posto in corrispondenza dell'intersezione a raso sulla S.P. 141, nelle immediate vicinanze dello svincolo autostradale di Chiusa-Val Gardena della A-22 e si sviluppa, dapprima, in corrispondenza dell'asse stradale di collegamento alla località di Putzen attualmente esistente. Successivamente, la viabilità si stacca dal sedime stradale esistente e supera il torrente Funes, tramite un nuovo ponte in progetto, terminando all'altezza delle opere di imbocco della finestra di Funes. Tale viabilità, infatti, è realizzata per permettere di raggiungere l'area di stoccaggio e di lavoro durante l'esecuzione delle opere d'imbocco di Funes, dello scavo della relativa finestra e delle gallerie dell'asse ferroviario. Il tracciato plano-altimetrico dell'asse stradale in progetto è stato studiato in modo da agevolare il transito dei mezzi pesanti e d'opera provenienti e diretti al cantiere e al sito di stoccaggio dell'area di Funes, nonostante siano presenti in sito molteplici vincoli (stretto affiancamento con la linea ferroviaria storica Bolzano-Fortezza a valle e a monte con l'asse autostradale della A-22) che limitano sensibilmente le dimensioni della piattaforma stradale.

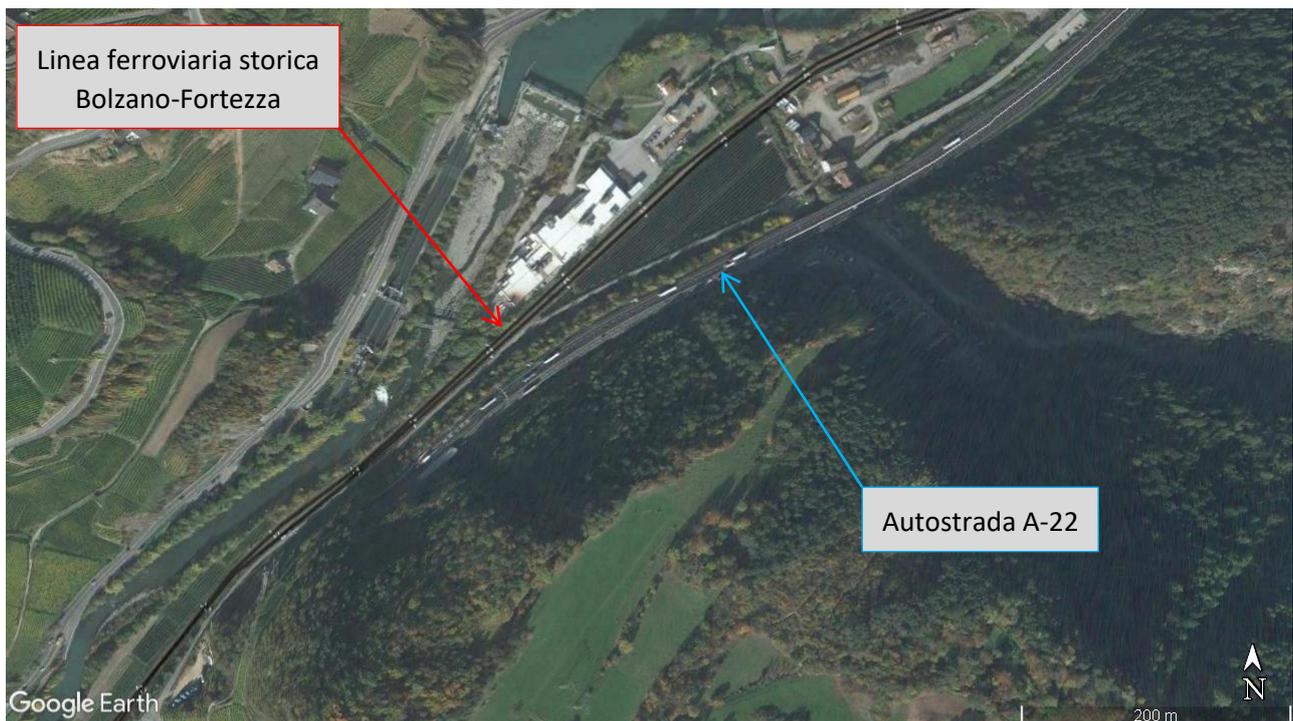


Fig. 1 - Planimetria area d'intervento –Google Earth

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 7 di 92



Fig. 2 - Planimetria d'intervento viabilità di accesso all'area di Funes

Al fine di garantire un adeguato livello di sicurezza, la progettazione dell'asse viario NV042 è stata condotta cercando di soddisfare, per quanto possibile, i criteri e le indicazioni previste dal D.M. 5/11/2001 e s.m.i. che definiscono i criteri e i parametri progettuali per la nuova costruzione di strade, in relazione al diagramma di velocità di progetto preso a riferimento. Noti i vincoli plano-altimetrici determinati dalla posizione della strada locale esistente e la presenza nelle sue immediate vicinanze dell'autostrada A-22 e della linea ferroviaria Bolzano-Fortezza non risulta possibile la completa applicazione dei riferimenti normativi indicati. Occorre precisare che dalla progressiva 0+000 alla progressiva 0+290, la piattaforma stradale deve necessariamente adattarsi a quella esistente, non prevedendo la riqualificazione del sedime stradale esistente, a causa del notevole complessità dello stato dei luoghi (shelter ferroviario, opere di presidio versante roccioso e rilevato ferroviario).

Inoltre, la viabilità di accesso all'area di Funes è da intendersi come una strada a destinazione particolare in ambito extraurbano, la quale assolve alle seguenti funzioni:

- Accesso all'area di stoccaggio e di cantiere della finestra di Funes da parte di categorie di traffico selezionate, quali mezzi pesanti e mezzi d'opera, durante la realizzazione dei lavori di Quadruplicamento della Linea Fortezza – Verona;
- Accesso al piazzale di sicurezza ed emergenza della galleria Gardena da parte dei mezzi di soccorso.

Infine, occorre precisare che la viabilità in oggetto si sviluppa in parte sul sedime stradale esistente della strada di collegamento alla località di Putzer, per i veicoli provenienti dalla S.P. 141, a cui sarà sempre garantito l'accesso anche durante la realizzazione dei lavori.

APPALTATORE:  CONSORZIO DOLOMITI	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 8 di 92

4. CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI

La viabilità in oggetto risulta necessaria per permettere l'accesso all'area di stoccaggio e di cantiere della finestra di Funes durante tutta la durata dei lavori di Quadruplicamento della Linea Fortezza – Verona. Una volta completata l'esecuzione di tali lavori la viabilità permetterà di raggiungere il piazzale di sicurezza ed emergenza della galleria Gardena da parte dei mezzi di soccorso, oltretutto mantenere il collegamento alla località di Putzer, provenendo dalla S.P. 141.

Per tali motivazioni, la viabilità di accesso all'area di Funes è da intendersi come una strada a destinazione particolare. Tale scelta dell'inquadramento funzionale oltretutto alla funzione assoluta da tale ramo viario all'interno della rete stradale. Le dimensioni della piattaforma stradale adottata in progetto sono state assunte pari a 6,50m a causa dei ridotti spazi a disposizione, determinata dalla condizione di stretto affiancamento con la linea ferroviaria storica Bolzano-Fortezza a valle e a monte con il rilevato dell'autostrada A-22.

La successione degli elementi planimetrici del tracciato è stata definita in modo tale da consentire il transito a doppio senso di marcia, introducendo gli opportuni allargamenti per l'iscrizione dei veicoli in curva. Ciascuna corsia è stata opportunamente allargata prevedendo un allargamento pari a quello previsto da normativa secondo la formula $E=K/R$. Si noti che, nel tratto in cui la nuova viabilità si sviluppa sul sedime stradale esistente, le caratteristiche geometriche degli elementi plano-altimetrici ricalcano sostanzialmente lo stato di fatto. Al fine di razionalizzare lo schema di raccolta delle acque di piattaforma stradale e limitare il numero dei cambiamenti di pendenza trasversale è stata prevista una piattaforma a pendenza unica anche nei tratti in rettilineo. Inoltre, il valore di sovrappendenza nei tratti in curva è stato limitato a 3.50% in ragione delle ridotte velocità di percorrenza (30 km/h) previste in progetto.

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 è pari al 0.30% per garantire il deflusso delle acque di piattaforma.

In Tab. 1, è riportato il riassunto delle caratteristiche principali della viabilità di accesso al piazzale di emergenza.

Viabilità di accesso all'area di Funes	
Larghezza piattaforma (corsie + banchine)	6.50 m (0.50+2.75+2.75+0.50)
Lunghezza intervento	1+150.77 m
Raggio planimetrico minimo	25.00 m
Raggio altimetrico convesso minimo	380 m
Raggio altimetrico concavo minimo	200 m
Pendenza trasversale minima	2.50%
Pendenza trasversale massima	3.50%
Pendenza longitudinale massima	10.00%
Pendenza longitudinale minima	0.30%

Tab. 1 - Caratteristiche viabilità di accesso all'area di Funes (NV042)

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 9 di 92

4.1 CARATTERISTICHE DEL CORPO STRADALE

4.1.1 Sezione stradale tipo

La sezione tipo adottata, dal momento in cui si tratta di una viabilità a destinazione particolare, è definita in relazione alla tipologia di mezzi che interessano l'infrastruttura. La piattaforma pavimentata possiede una larghezza pari a 6,50 m a causa dei ridotti spazi a disposizione.

La sezione stradale è completata da diversi elementi marginali a seconda dei tratti d'opera:

- Da pk. 0+000 a pk 0+290 - stretto affiancamento alla linea ferroviaria con conservazione delle dimensioni della piattaforma stradale esistente:
Sul lato sinistro è prevista la realizzazione di un cordolo in c.a. su cui è posta la barriera di sicurezza bordo ponte. Sul lato destro si prevede esclusivamente il raccordo allo stato di fatto con la conservazione degli elementi esistenti;
- Da pk. 0+290 a pk 0+600 - stretto affiancamento alla linea ferroviaria e riqualificazione viabilità esistente:
Sul lato destro è prevista la realizzazione di un cordolo in c.a. su cui è posta la barriera di sicurezza bordo ponte. Sul lato sinistro si prevede un arginello di larghezza variabile di raccordo con il versante roccioso oppure la realizzazione di un'opera di sostegno del rilevato autostradale;
- Da pk. 0+600 a pk 0+960 - sezione in allarmamento al sedime stradale esistente:
Su entrambi i lati è prevista la realizzazione di un arginello, di larghezza totale pari a 1,25 m, e da minima scarpata con pendenza 2 su 3;
- Da pk. 0+960 a pk 1+150 - sezione in nuova sede:
sul lato destro è prevista la realizzazione di un arginello, di larghezza totale pari a 1,25 m, e da minima scarpata con pendenza 2 su 3. Sul lato sinistro è previsto un arginello di larghezza variabile di raccordo sul muro esistente della linea ferroviaria che viene preservato.

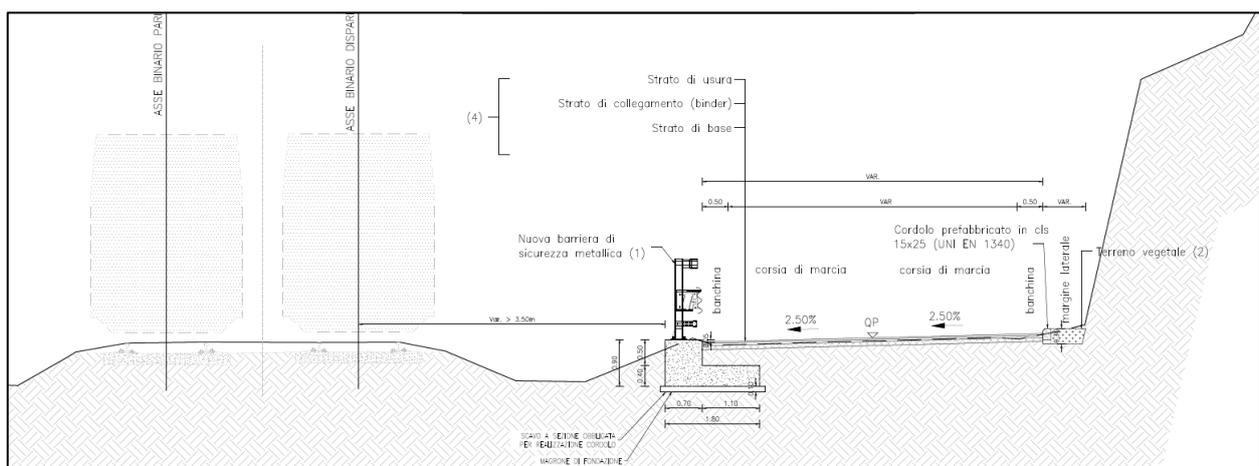


Fig. 3 - Sezione tipologica stretto affiancamento con conservazione della piattaforma stradale esistente

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 10 di 92

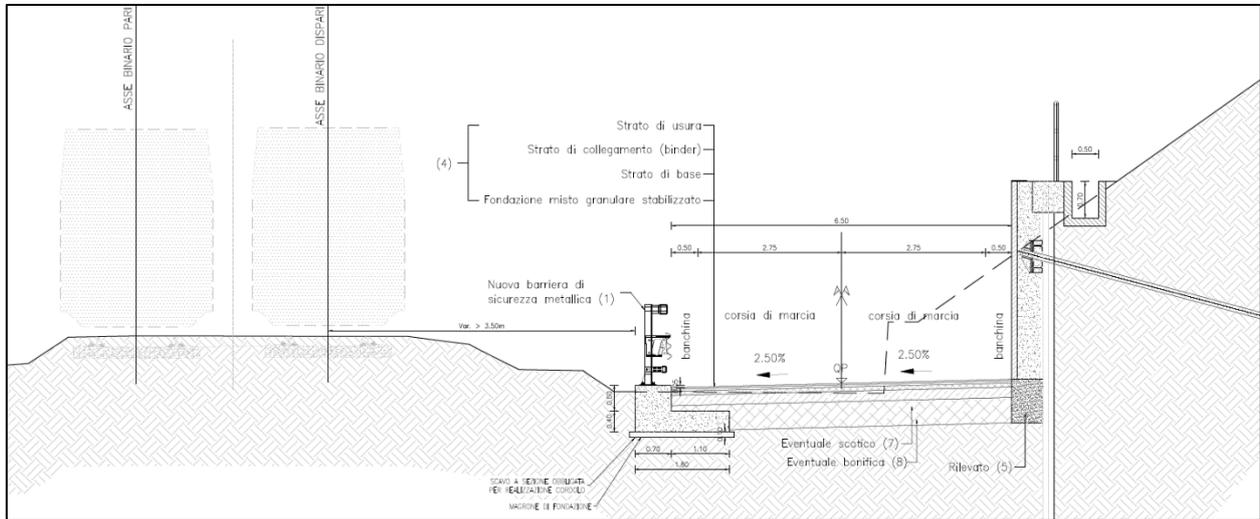


Fig. 4 - Sezione tipologica stretto affiancamento con riqualificazione della viabilità esistente

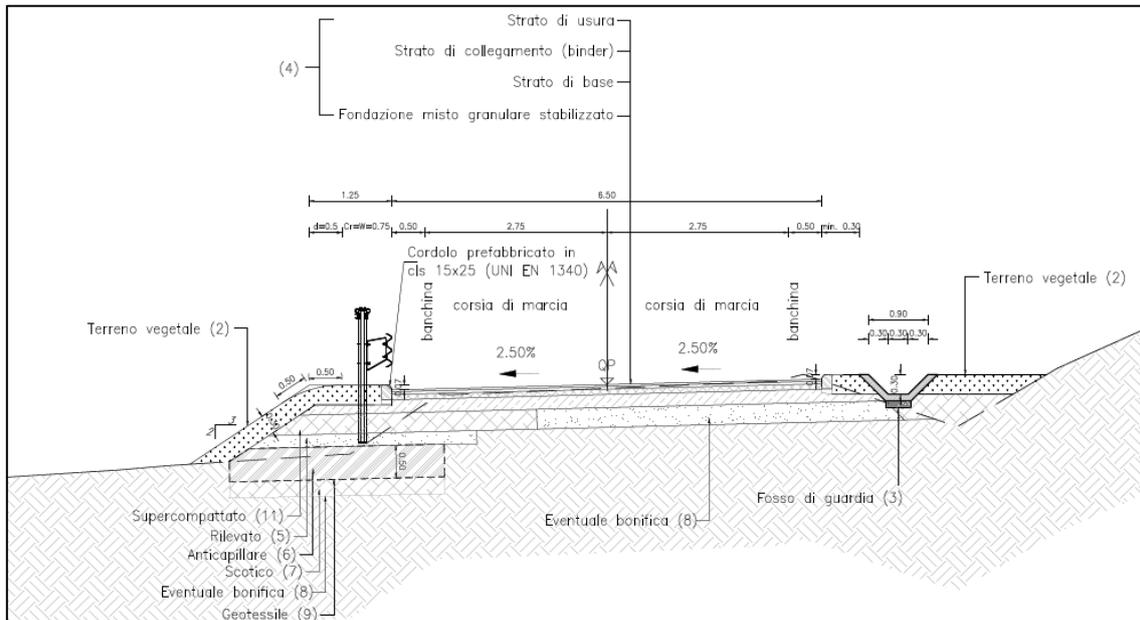


Fig. 5 - Sezione tipologica viabilità in allargamento al sedime stradale esistente

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	<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>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0420001</td> <td>B</td> <td>11 di 92</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	NV0420001	B	11 di 92
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	NV0420001	B	11 di 92								

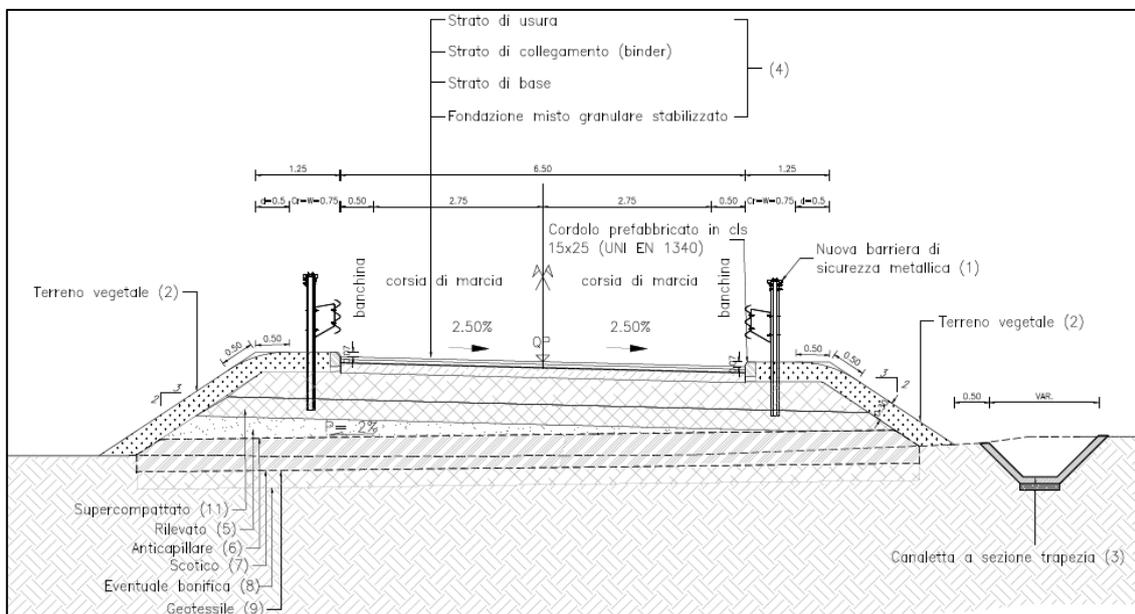


Fig. 6 - Sezione tipologica viabilità in nuova sede

Ricapitolando, le caratteristiche della sede stradale (nei tratti in cui è prevista la riqualificazione del sedime stradale esistente e in quelli in nuova sede) sono le seguenti:

- Carreggiata, 2 corsie (una per senso di marcia $L=2.75\text{m}$) e banchine ($L = 0,50\text{ m}$), per una larghezza complessiva della carreggiata stradale pari a $6,50\text{ m}$, all'interno della quale sono posti gli elementi di raccolta e regimazione delle acque;
- Arginello in destra e in sinistra, $L = 1,25\text{ m}$;
- Pendenza trasversale in rettilo, pari al $2,50\%$ a falda unica;
- Pendenza trasversale massima in curva, pari al $3,50\%$.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: 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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 12 di 92

4.1.2 Sovrastruttura stradale

Per la viabilità in oggetto in analogia con quanto previsto in PD 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, avente le seguenti caratteristiche:

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.

4.1.3 Scotico e bonifica

Per l'esecuzione dei rilevati viene eseguito uno scavo di 0,50 m di scotico al fine di eliminare il terreno superficiale che contiene le sostanze organiche derivanti dalle coltivazioni. Il riempimento di tale scavo viene effettuato mediante un primo strato di rilevato, al di sopra del piano di posa, con caratteristiche tali da impedire la risalita dell'acqua per capillarità (strato anticapillare).

Lo scavo di 0,50 m di scotico è previsto anche per le sezioni in trincea.

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 13 di 92

4.2 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]
0.000	25.00	0.00	0.80
47.020	40.00	0.80	0.00
129.822	40.00	0.00	0.00
166.359	40.00	0.00	0.00
187.757	40.00	0.00	0.00
325.252	40.00	0.00	0.00
362.579	40.00	0.00	0.00
541.958	40.00	0.00	0.00
604.652	40.00	0.00	0.00
784.937	40.00	0.00	-0.80
823.392	28.33	-0.80	0.00
841.502	28.33	0.00	0.80
868.200	36.83	0.80	-0.80
894.899	28.33	-0.80	0.00
907.838	28.33	0.00	0.80
946.293	40.00	0.80	0.00
1103.748	40.00	0.00	-0.80
1150.768	25.00	-0.80	0.00

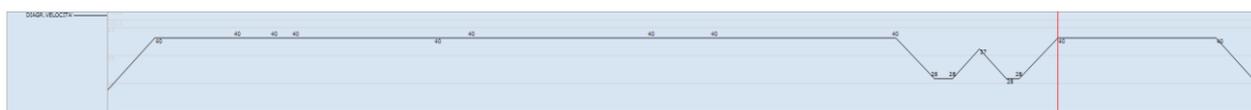


Fig. 7 – Diagramma di velocità

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 14 di 92

4.3 ANDAMENTO PLANIMETRICO

In Tab. 2, è riportato il tabulato della successione degli elementi costitutivi del tracciato planimetrico, in cui sono esplicitati tutti i valori e le caratteristiche geometriche di rettili, curve e clotoidi.

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]
RETTIFILO	0.00	67.03	67.03	0.00	0.00	0.00		10.50	-7.00	40.00
CLOTOIDE	67.03	92.80	25.78	77.00	0.00	230.00	Dx	2.50	-2.50	40.00
ARCO	92.80	129.82	37.02	0.00	230.00	230.00	Dx	2.50	-2.50	40.00
CLOTOIDE	129.82	155.60	25.78	77.00	230.00	0.00	Dx	2.50	-2.50	40.00
RETTIFILO	155.60	159.40	3.80	0.00	0.00	0.00		2.50	-2.50	40.00
CLOTOIDE	159.40	166.36	6.96	40.01	0.00	230.00	Dx	2.50	-2.50	40.00
ARCO	166.36	187.76	21.40	0.00	230.00	230.00	Dx	2.50	-2.50	40.00
CLOTOIDE	187.76	194.71	6.96	40.00	230.00	0.00	Dx	2.50	-2.50	40.00
RETTIFILO	194.71	325.25	130.54	0.00	0.00	0.00		2.50	-2.50	40.00
ARCO	325.25	362.58	37.33	0.00	1150.00	1150.00	Sx	2.50	-2.50	40.00
RETTIFILO	362.58	505.29	142.71	0.00	0.00	0.00		2.50	-2.50	40.00
CLOTOIDE	505.29	541.96	36.67	110.00	0.00	330.00	Dx	0.00	0.00	40.00
ARCO	541.96	604.65	62.69	0.00	330.00	330.00	Dx	-2.50	2.50	40.00
CLOTOIDE	604.65	641.32	36.67	110.00	330.00	0.00	Dx	0.00	0.00	40.00
RETTIFILO	641.32	798.39	157.07	0.00	0.00	0.00		2.50	-2.50	40.00
CLOTOIDE	798.39	823.39	25.00	25.00	0.00	25.00	Sx	0.00	0.00	35.92
ARCO	823.39	841.50	18.11	0.00	25.00	25.00	Sx	3.50	-3.50	28.33
CLOTOIDE	841.50	866.51	25.01	25.01	25.00	0.00	Sx	0.00	0.00	36.29
RETTIFILO	866.51	869.89	3.38	0.00	0.00	0.00		2.50	-2.50	36.83
CLOTOIDE	869.89	894.90	25.01	25.00	0.00	25.00	Dx	0.00	0.00	36.29
ARCO	894.90	907.84	12.94	0.00	25.00	25.00	Dx	-3.50	3.50	28.33
CLOTOIDE CONT.	907.84	931.79	23.95	25.00	25.00	600.00	Dx	0.00	0.00	35.60
ARCO	931.79	1150.77	218.98	0.00	600.00	600.00	Dx	-2.50	2.50	40.00

Tab. 2 – Andamento planimetrico NV042

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

Tipo: tipo di elemento geometrico (Rettilo/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;

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 15 di 92

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.

4.3.1 Allargamenti in curva

In Tab. 3, sono riportati i valori $E=45/R$ calcolati per ciascuna curva, confrontandoli con i valori effettivi corrispondenti (Eeffettivo) e i valori adottati (Eadottato) degli allargamenti per iscrizione.

R	$E = 45/R$	E effettivo	E adottato
[m]	[m]	[m]	[m]
230	0.2	0.40	0
230	0.2	0.40	0
1150	0.04	0.08	0
330	0.140	0.28	0
25	1.80 + 1.62	3.42	3.42
25	1.80 + 1.62	3.42	3.42
600	0.080	0.16	0

Tab. 3 – Allargamenti in curva NV042

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 16 di 92

4.4 ANDAMENTO ALTIMETRICO

In Fig. 8, 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).

Vertici									
N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	
▶ 0	-0.001	536.983	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1	12.765	536.677	12.766	0.226	-2.400	-0.306	12.770	0.226	
2	42.617	533.990	29.852	9.812	-9.000	-2.687	29.973	9.852	
3	101.850	528.067	59.233	20.833	-10.000	-5.923	59.529	20.937	
4	192.717	528.340	90.867	48.092	0.300	0.273	90.867	48.092	
5	360.193	530.433	167.476	136.229	1.250	2.093	167.489	136.240	
6	480.839	530.072	120.646	90.273	-0.300	-0.362	120.647	90.274	
7	512.596	529.278	31.757	10.976	-2.500	-0.794	31.767	10.979	
8	546.624	531.755	34.028	8.598	7.280	2.477	34.118	8.621	
9	614.470	534.570	67.846	45.946	4.150	2.816	67.904	45.985	
10	794.369	542.936	179.899	139.399	4.650	8.365	180.093	139.550	
11	926.525	540.028	132.156	80.156	-2.200	-2.907	132.187	80.175	
12	988.979	536.437	62.455	18.665	-5.750	-3.591	62.558	18.695	
13	1056.374	534.024	67.394	1.004	-3.580	-2.413	67.438	1.005	
14	1150.771	535.724	94.398	54.048	1.800	1.699	94.413	54.056	

Raccordi Verticali												
N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorpi/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel	Raggio Min.	
▶ 1	Parabolico	380.000	-6.600	25.125	0.225	25.305	25.080	<input type="checkbox"/>	33.073	<input checked="" type="checkbox"/>	164.972	
2	Parabolico	1500.000	-1.000	15.068	35.117	50.117	15.000	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761	
3	Parabolico	600.000	10.300	61.900	70.950	132.750	61.800	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	727.661	
4	Parabolico	2500.000	0.950	23.751	180.842	204.592	23.750	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761	
5	Parabolico	2500.000	-1.550	38.744	340.822	379.565	38.743	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761	
6	Parabolico	1000.000	-2.200	22.005	469.838	491.841	22.003	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761	
7	Parabolico	200.000	9.780	19.573	502.816	522.376	19.560	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	705.512	
8	Parabolico	1000.000	-3.130	31.352	530.974	562.274	31.300	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761	
9	Parabolico	2500.000	0.500	12.512	608.220	620.720	12.500	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761	
10	Parabolico	1000.000	-6.850	68.519	760.119	828.619	68.500	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	408.435	
11	Parabolico	1000.000	-3.550	35.530	908.775	944.275	35.500	<input type="checkbox"/>	39.353	<input checked="" type="checkbox"/>	199.160	
12	Parabolico	2400.000	2.170	52.138	962.939	1015.019	52.080	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761	
13	Parabolico	1500.000	5.380	80.713	1016.024	1096.724	80.700	<input type="checkbox"/>	40.000	<input checked="" type="checkbox"/>	686.159	

Fig. 8 – Andamento altimetrico NV042

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 17 di 92

4.5 DISTANZA DI VISUALE LIBERA

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione; per distanza di visuale libere si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Per le distanze di visuale libera per l'arresto sono state calcolate secondo i criteri previsti dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (D.M. n.6792 del 05/11/2001) adottando un'altezza dell'occhio del guidatore (PdV) a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo (PdM) dal piano viabile di 0.10 m.

L'adozione delle barriere di sicurezza, pur aumentando intrinsecamente il livello di sicurezza della strada, costituisce di fatto, un ostacolo alla visuale nelle curve destrorse; per tale motivo si è reso necessario analizzare le condizioni di visibilità lungo l'intero tracciato, considerando come continua la presenza delle barriere di sicurezza a margine. Inoltre all'interno delle verifiche condotte è stato considerato il contributo positivo dato dagli ampliamenti della carreggiata previsti dal capitolo precedente.

La distanza di visibilità per l'arresto è stata calcolata in base a quanto riportato dalle stesse norme, valutando la distanza in funzione della velocità di progetto e della pendenza longitudinale, secondo la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

Dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s^2]

R_a = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Per f_l si sono adottati i valori riportati nella tabella seguente. Tali valori sono compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm):

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 18 di 92

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_i Autostrade	-	-	-	0,44	0,4	0,36	0,34
f_i Altre strade	0,45	0,43	0,35	0,3	0,25	0,21	-

Per il tempo complessivo di reazione si assumono valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione dell'attenzione più concentrata alle alte velocità.

Fermi restando i criteri di verifica delle distanze di visuale libera sopra esposti, al fine di diagrammare, in funzione della progressiva dell'asse stradale, l'andamento delle visuali libere disponibili e delle visuali libere richieste, e confrontare, quindi, le stesse, è stato redatto il diagramma di visibilità per ciascun asse di progetto.

Il diagramma di visibilità, sviluppato mediante software, è stato generato considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso un modello tridimensionale in continuo della strada. Il modello tridimensionale adottato ai fini della verifica ha tenuto conto degli ampliamenti della carreggiata, ove previsti, e ha previsto una sezione trasversale semplificata avente come ostacolo alla visibilità un elemento verticale di altezza pari a 1,10 m in corrispondenza del limite esterno della banchina.

4.5.1 Verifiche di visuale libera per l'arresto

Con riferimento all'andamento plano-altimetrico, è stata condotta la verifica delle distanze di visuale libera verificando che lungo le curve circolari sia garantita la distanza di visuale libera richiesta per l'arresto. Le verifiche di visuale tengono conto degli eventuali ostacoli alla visibilità, come barriere di sicurezza, scarpate ecc.

Il diagramma di visibilità in cui è indicata la verifica delle distanze di visuale libera, considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso il modello tridimensionale utilizzato, è stato riportato in Fig. 9. Nelle tabelle Tab. 4 e Tab. 5 sono riportati i tabulati di calcolo ottenuti a seguito dell'esecuzione della verifica di visibilità su ciascuna corsia di marcia dell'asse stradale preso in esame.

<i>Progressiva</i> [m]	<i>Vp</i> [km/h]	<i>Pendenza longitudinale</i> [%]	<i>Dist. arresto Corsia sx</i> (<i>Da_sx</i>) [m]	<i>Visuale d'arresto Corsia sx</i> (<i>Dva_esx</i>) [m]
0.000	25.00	2.40	22.885	360.00
5.000	26.60	3.66	24.430	360.00
10.000	28.19	4.97	25.969	360.00
15.000	29.79	6.29	27.509	360.00
20.000	31.38	7.60	29.047	360.00
25.000	32.98	8.92	30.584	360.00
30.000	34.57	9.00	32.314	360.00
35.000	36.17	9.00	34.083	360.00
40.000	37.76	9.33	35.815	360.00
45.000	39.36	9.66	37.562	43.01

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:	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		IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	19 di 92

50.000	40.00	9.99	38.203	45.51
55.000	40.00	10.00	38.202	49.01
60.000	40.00	10.00	38.202	52.01
65.000	40.00	10.00	38.202	55.51
70.000	40.00	10.00	38.202	59.52
75.000	40.00	9.33	38.346	63.52
80.000	40.00	8.49	38.530	68.02
85.000	40.00	7.66	38.719	72.53
90.000	40.00	6.83	38.915	77.54
95.000	40.00	5.99	39.117	83.05
100.000	40.00	5.16	39.325	88.57
105.000	40.00	4.33	39.541	94.08
110.000	40.00	3.49	39.765	99.59
115.000	40.00	2.66	39.996	105.59
120.000	40.00	1.83	40.235	111.11
125.000	40.00	0.99	40.484	117.12
130.000	40.00	0.16	40.741	122.63
135.000	40.00	-0.30	40.887	128.64
140.000	40.00	-0.30	40.887	134.15
145.000	40.00	-0.30	40.887	140.15
150.000	40.00	-0.30	40.887	145.16
155.000	40.00	-0.30	40.887	150.67
160.000	40.00	-0.30	40.887	156.18
165.000	40.00	-0.30	40.887	161.69
170.000	40.00	-0.30	40.887	166.71
175.000	40.00	-0.30	40.887	170.72
180.000	40.00	-0.30	40.887	174.74
185.000	40.00	-0.47	40.941	178.76
190.000	40.00	-0.67	41.006	182.76
195.000	40.00	-0.87	41.071	186.77
200.000	40.00	-1.07	41.138	99.21
205.000	40.00	-1.25	41.199	99.20
210.000	40.00	-1.25	41.199	100.19
215.000	40.00	-1.25	41.199	99.17
220.000	40.00	-1.25	41.199	98.66
225.000	40.00	-1.25	41.199	99.15

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:	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		IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	20 di 92

230.000	40.00	-1.25	41.199	100.64
235.000	40.00	-1.25	41.199	102.64
240.000	40.00	-1.25	41.199	105.13
245.000	40.00	-1.25	41.199	108.13
250.000	40.00	-1.25	41.199	111.63
255.000	40.00	-1.25	41.199	115.13
260.000	40.00	-1.25	41.199	119.12
265.000	40.00	-1.25	41.199	123.62
270.000	40.00	-1.25	41.199	127.62
275.000	40.00	-1.25	41.199	132.12
280.000	40.00	-1.25	41.199	136.62
285.000	40.00	-1.25	41.199	141.12
290.000	40.00	-1.25	41.199	145.62
295.000	40.00	-1.25	41.199	150.12
300.000	40.00	-1.25	41.199	154.62
305.000	40.00	-1.25	41.199	159.12
310.000	40.00	-1.25	41.199	164.12
315.000	40.00	-1.25	41.199	168.62
320.000	40.00	-1.25	41.199	173.12
325.000	40.00	-1.25	41.199	178.12
330.000	40.00	-1.25	41.199	182.61
335.000	40.00	-1.25	41.199	187.60
340.000	40.00	-1.25	41.199	192.60
345.000	40.00	-1.08	41.143	197.59
350.000	40.00	-0.88	41.077	202.58
355.000	40.00	-0.68	41.011	207.58
360.000	40.00	-0.48	40.946	212.57
365.000	40.00	-0.28	40.882	217.57
370.000	40.00	-0.08	40.818	222.57
375.000	40.00	0.12	40.754	228.07
380.000	40.00	0.30	40.697	233.07
385.000	40.00	0.30	40.697	238.07
390.000	40.00	0.30	40.697	243.07
395.000	40.00	0.30	40.697	248.07
400.000	40.00	0.30	40.697	253.07
405.000	40.00	0.30	40.697	258.57

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													
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>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0420001</td> <td>B</td> <td>21 di 92</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	21 di 92
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	21 di 92									

410.000	40.00	0.30	40.697	263.57
415.000	40.00	0.30	40.697	268.57
420.000	40.00	0.30	40.697	273.57
425.000	40.00	0.30	40.697	278.57
430.000	40.00	0.30	40.697	283.57
435.000	40.00	0.30	40.697	288.57
440.000	40.00	0.30	40.697	293.57
445.000	40.00	0.30	40.697	174.46
450.000	40.00	0.30	40.697	154.46
455.000	40.00	0.30	40.697	147.46
460.000	40.00	0.30	40.697	144.96
465.000	40.00	0.30	40.697	144.96
470.000	40.00	0.32	40.692	146.46
475.000	40.00	0.82	40.537	147.96
480.000	40.00	1.32	40.386	148.96
485.000	40.00	1.82	40.238	149.97
490.000	40.00	2.32	40.093	151.97
495.000	40.00	2.50	40.041	153.97
500.000	40.00	2.50	40.041	155.98
505.000	40.00	1.41	40.358	158.98
510.000	40.00	-1.09	41.146	163.98
515.000	40.00	-3.59	42.030	170.98
520.000	40.00	-6.09	43.029	179.99
525.000	40.00	-7.28	43.551	191.99
530.000	40.00	-7.28	43.551	207.49
535.000	40.00	-6.88	43.371	234.01
540.000	40.00	-6.38	43.152	307.52
545.000	40.00	-5.88	42.938	320.04
550.000	40.00	-5.38	42.731	335.07
555.000	40.00	-4.88	42.528	355.09
560.000	40.00	-4.38	42.331	360.00
565.000	40.00	-4.15	42.243	360.00
570.000	40.00	-4.15	42.243	360.00
575.000	40.00	-4.15	42.243	360.00
580.000	40.00	-4.15	42.243	360.00
585.000	40.00	-4.15	42.243	360.00

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:	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	1BEZZ	RH	NV0420001	B	22 di 92

590.000	40.00	-4.15	42.243	360.00
595.000	40.00	-4.15	42.243	360.00
600.000	40.00	-4.15	42.243	77.31
605.000	40.00	-4.15	42.243	79.83
610.000	40.00	-4.22	42.270	82.84
615.000	40.00	-4.42	42.348	86.85
620.000	40.00	-4.62	42.426	90.86
625.000	40.00	-4.65	42.438	95.36
630.000	40.00	-4.65	42.438	99.88
635.000	40.00	-4.65	42.438	104.38
640.000	40.00	-4.65	42.438	108.88
645.000	40.00	-4.65	42.438	113.88
650.000	40.00	-4.65	42.438	117.88
655.000	40.00	-4.65	42.438	120.36
660.000	40.00	-4.65	42.438	122.86
665.000	40.00	-4.65	42.438	125.85
670.000	40.00	-4.65	42.438	128.38
675.000	40.00	-4.65	42.438	131.83
680.000	40.00	-4.65	42.438	135.32
685.000	40.00	-4.65	42.438	139.33
690.000	40.00	-4.65	42.438	142.82
695.000	40.00	-4.65	42.438	146.81
700.000	40.00	-4.65	42.438	150.81
705.000	40.00	-4.65	42.438	154.81
710.000	40.00	-4.65	42.438	158.80
715.000	40.00	-4.65	42.438	163.30
720.000	40.00	-4.65	42.438	167.29
725.000	40.00	-4.65	42.438	171.79
730.000	40.00	-4.65	42.438	176.29
735.000	40.00	-4.65	42.438	180.79
740.000	40.00	-4.65	42.438	185.28
745.000	40.00	-4.65	42.438	189.79
750.000	40.00	-4.65	42.438	194.28
755.000	40.00	-4.65	42.438	198.78
760.000	40.00	-4.65	42.438	203.28
765.000	40.00	-4.16	42.247	207.78

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													
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento		<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0420001</td> <td>B</td> <td>23 di 92</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	23 di 92
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	23 di 92									

770.000	40.00	-3.66	42.057	212.78
775.000	40.00	-3.16	41.871	217.27
780.000	40.00	-2.66	41.689	221.77
785.000	39.98	-2.16	41.502	226.77
790.000	38.46	-1.66	39.372	231.27
795.000	36.95	-1.16	37.307	236.27
800.000	35.43	-0.66	35.301	241.27
805.000	33.91	-0.16	33.352	247.23
810.000	32.39	0.34	31.401	92.31
815.000	30.88	0.84	29.562	65.02
820.000	29.36	1.34	27.772	37.04
825.000	28.33	1.84	26.569	30.86
830.000	28.33	2.20	26.518	30.09
835.000	28.33	2.20	26.518	31.95
840.000	28.33	2.20	26.518	34.19
845.000	29.44	2.20	27.738	37.52
850.000	31.03	2.20	29.524	41.06
855.000	32.62	2.20	31.343	44.79
860.000	34.22	2.20	33.195	49.64
865.000	35.81	2.20	35.079	54.60
870.000	36.25	2.20	35.584	40.35
875.000	34.66	2.20	33.692	35.10
880.000	33.07	2.20	31.833	37.62
885.000	31.48	2.20	30.006	42.29
890.000	29.89	2.20	28.212	47.84
895.000	28.33	2.20	26.518	55.51
900.000	28.33	2.20	26.518	63.16
905.000	28.33	2.20	26.518	71.68
910.000	28.95	2.32	27.173	45.78
915.000	30.47	2.82	28.770	42.87
920.000	31.99	3.32	30.380	41.91
925.000	33.50	3.82	32.057	42.43
930.000	35.02	4.32	33.693	43.91
935.000	36.54	4.82	35.340	45.33
940.000	38.06	5.32	36.999	45.85
945.000	39.57	5.75	38.684	48.19

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:	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		IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	24 di 92

950.000	40.00	5.75	39.176	51.15
955.000	40.00	5.75	39.176	54.12
960.000	40.00	5.75	39.176	57.60
965.000	40.00	5.66	39.198	61.59
970.000	40.00	5.46	39.250	66.09
975.000	40.00	5.25	39.303	70.07
980.000	40.00	5.04	39.356	74.57
985.000	40.00	4.83	39.409	79.07
990.000	40.00	4.62	39.463	82.72
995.000	40.00	4.41	39.518	87.74
1000.000	40.00	4.21	39.573	92.58
1005.000	40.00	4.00	39.628	97.08
1010.000	40.00	3.79	39.684	101.58
1015.000	40.00	3.58	39.740	106.08
1020.000	40.00	3.31	39.813	110.58
1025.000	40.00	2.98	39.905	114.57
1030.000	40.00	2.65	39.999	119.07
1035.000	40.00	2.31	40.093	123.06
1040.000	40.00	1.98	40.190	127.05
1045.000	40.00	1.65	40.287	130.53
1050.000	40.00	1.31	40.386	134.52
1055.000	40.00	0.98	40.487	138.51
1060.000	40.00	0.65	40.589	142.50
1065.000	40.00	0.31	40.692	146.49
1070.000	40.00	-0.02	40.797	150.99
1075.000	40.00	-0.35	40.904	155.49
1080.000	40.00	-0.69	41.012	159.99
1085.000	40.00	-1.02	41.122	164.49
1090.000	40.00	-1.35	41.233	169.51
1095.000	40.00	-1.69	41.347	174.01
1100.000	40.00	-1.80	41.386	179.02
1105.000	39.60	-1.80	40.938	184.03
1110.000	38.01	-1.80	38.869	188.53
1115.000	36.41	-1.80	36.839	193.54
1120.000	34.82	-1.80	34.847	198.04
1125.000	33.22	-1.80	32.893	203.05

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:						
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 25 di 92

1130.000	31.63	-1.80	30.977	207.56
1135.000	30.03	-1.80	29.098	212.57
1140.000	28.44	-1.80	27.256	217.58
1145.000	26.84	-1.80	25.451	222.08
1150.000	25.25	-1.80	23.681	226.58
1145.000	26.84	-1.80	25.451	222.08
1150.000	25.25	-1.80	23.681	226.58

Tab. 4 – Distanza di visuale libera per l'arresto corsia sinistra NV042

Progressiva	Vp	Pendenza longitudinale	Dist. arresto Corsia dx (Da_dx)	Visuale d'arresto Corsia dx (Dva_edx)
[m]	[km/h]	[%]	[m]	[m]
0.000	25.00	-2.40	23.467	112.84
5.000	26.60	-3.66	25.438	108.83
10.000	28.19	-4.97	27.520	104.82
15.000	29.79	-6.29	29.719	111.76
20.000	31.38	-7.60	32.049	107.76
25.000	32.98	-8.92	34.528	103.75
30.000	34.57	-9.00	36.707	99.75
35.000	36.17	-9.00	38.909	96.73
40.000	37.76	-9.33	41.307	93.06
45.000	39.36	-9.66	43.789	89.72
50.000	40.00	-9.99	44.877	85.71
55.000	40.00	-10.00	44.881	81.70
60.000	40.00	-10.00	44.881	78.69
65.000	40.00	-10.00	44.881	74.69
70.000	40.00	-10.00	44.881	72.67
75.000	40.00	-9.33	44.532	74.64
80.000	40.00	-8.49	44.119	73.63
85.000	40.00	-7.66	43.724	72.62
90.000	40.00	-6.83	43.347	70.63
95.000	40.00	-5.99	42.987	69.63
100.000	40.00	-5.16	42.641	70.63
105.000	40.00	-4.33	42.310	74.64
110.000	40.00	-3.49	41.993	72.66

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:	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		IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	26 di 92

115.000	40.00	-2.66	41.688	71.69
120.000	40.00	-1.83	41.395	70.71
125.000	40.00	-0.99	41.113	69.73
130.000	40.00	-0.16	40.842	65.76
135.000	40.00	0.30	40.697	61.79
140.000	40.00	0.30	40.697	58.82
145.000	40.00	0.30	40.697	55.85
150.000	40.00	0.30	40.697	53.87
155.000	40.00	0.30	40.697	53.90
160.000	40.00	0.30	40.697	56.92
165.000	40.00	0.30	40.697	65.95
170.000	40.00	0.30	40.697	89.97
175.000	40.00	0.30	40.697	208.04
180.000	40.00	0.30	40.697	203.04
185.000	40.00	0.47	40.645	198.05
190.000	40.00	0.67	40.583	193.05
195.000	40.00	0.87	40.522	188.05
200.000	40.00	1.07	40.461	183.55
205.000	40.00	1.25	40.406	179.05
210.000	40.00	1.25	40.406	175.05
215.000	40.00	1.25	40.406	171.05
220.000	40.00	1.25	40.406	167.05
225.000	40.00	1.25	40.406	163.05
230.000	40.00	1.25	40.406	159.55
235.000	40.00	1.25	40.406	156.05
240.000	40.00	1.25	40.406	152.55
245.000	40.00	1.25	40.406	149.55
250.000	40.00	1.25	40.406	147.55
255.000	40.00	1.25	40.406	145.55
260.000	40.00	1.25	40.406	145.05
265.000	40.00	1.25	40.406	146.55
270.000	40.00	1.25	40.406	151.55
275.000	40.00	1.25	40.406	165.05
280.000	40.00	1.25	40.406	194.55
285.000	40.00	1.25	40.406	197.54
290.000	40.00	1.25	40.406	194.05

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
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		IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	27 di 92

295.000	40.00	1.25	40.406	189.55
300.000	40.00	1.25	40.406	185.04
305.000	40.00	1.25	40.406	180.54
310.000	40.00	1.25	40.406	176.04
315.000	40.00	1.25	40.406	171.54
320.000	40.00	1.25	40.406	167.04
325.000	40.00	1.25	40.406	162.55
330.000	40.00	1.25	40.406	158.54
335.000	40.00	1.25	40.406	154.03
340.000	40.00	1.25	40.406	149.53
345.000	40.00	1.08	40.456	145.52
350.000	40.00	0.88	40.517	141.02
355.000	40.00	0.68	40.578	137.01
360.000	40.00	0.48	40.640	132.50
365.000	40.00	0.28	40.702	128.50
370.000	40.00	0.08	40.765	124.50
375.000	40.00	-0.12	40.829	120.00
380.000	40.00	-0.30	40.887	116.00
385.000	40.00	-0.30	40.887	111.50
390.000	40.00	-0.30	40.887	108.00
395.000	40.00	-0.30	40.887	104.00
400.000	40.00	-0.30	40.887	100.50
405.000	40.00	-0.30	40.887	98.00
410.000	40.00	-0.30	40.887	157.82
415.000	40.00	-0.30	40.887	152.82
420.000	40.00	-0.30	40.887	147.82
425.000	40.00	-0.30	40.887	142.82
430.000	40.00	-0.30	40.887	138.81
435.000	40.00	-0.30	40.887	133.81
440.000	40.00	-0.30	40.887	128.81
445.000	40.00	-0.30	40.887	123.81
450.000	40.00	-0.30	40.887	118.81
455.000	40.00	-0.30	40.887	114.81
460.000	40.00	-0.30	40.887	109.81
465.000	40.00	-0.30	40.887	105.80
470.000	40.00	-0.32	40.892	100.80

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
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		IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	28 di 92

475.000	40.00	-0.82	41.055	96.80
480.000	40.00	-1.32	41.221	91.80
485.000	40.00	-1.82	41.392	87.80
490.000	40.00	-2.32	41.566	84.79
495.000	40.00	-2.50	41.631	81.78
500.000	40.00	-2.50	41.631	78.77
505.000	40.00	-1.41	41.252	75.76
510.000	40.00	1.09	40.453	73.75
515.000	40.00	3.59	39.737	72.74
520.000	40.00	6.09	39.092	70.73
525.000	40.00	7.28	38.807	70.72
530.000	40.00	7.28	38.807	69.72
535.000	40.00	6.88	38.902	69.71
540.000	40.00	6.38	39.022	69.71
545.000	40.00	5.88	39.145	69.71
550.000	40.00	5.38	39.270	70.72
555.000	40.00	4.88	39.397	71.73
560.000	40.00	4.38	39.527	73.25
565.000	40.00	4.15	39.587	76.08
570.000	40.00	4.15	39.587	82.28
575.000	40.00	4.15	39.587	95.30
580.000	40.00	4.15	39.587	125.32
585.000	40.00	4.15	39.587	194.84
590.000	40.00	4.15	39.587	190.36
595.000	40.00	4.15	39.587	185.38
600.000	40.00	4.15	39.587	180.40
605.000	40.00	4.15	39.587	175.43
610.000	40.00	4.22	39.569	170.94
615.000	40.00	4.42	39.516	165.96
620.000	40.00	4.62	39.464	161.47
625.000	40.00	4.65	39.456	156.49
630.000	40.00	4.65	39.456	151.99
635.000	40.00	4.65	39.456	147.50
640.000	40.00	4.65	39.456	143.00
645.000	40.00	4.65	39.456	138.00
650.000	40.00	4.65	39.456	133.50

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:														
Mandataria: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: 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>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0420001</td> <td>B</td> <td>29 di 92</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	29 di 92
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	29 di 92									

655.000	40.00	4.65	39.456	129.00
660.000	40.00	4.65	39.456	124.50
665.000	40.00	4.65	39.456	120.00
670.000	40.00	4.65	39.456	115.50
675.000	40.00	4.65	39.456	111.00
680.000	40.00	4.65	39.456	106.50
685.000	40.00	4.65	39.456	102.50
690.000	40.00	4.65	39.456	98.00
695.000	40.00	4.65	39.456	94.00
700.000	40.00	4.65	39.456	90.00
705.000	40.00	4.65	39.456	86.50
710.000	40.00	4.65	39.456	82.50
715.000	40.00	4.65	39.456	79.00
720.000	40.00	4.65	39.456	75.50
725.000	40.00	4.65	39.456	72.50
730.000	40.00	4.65	39.456	70.00
735.000	40.00	4.65	39.456	68.02
740.000	40.00	4.65	39.456	66.57
745.000	40.00	4.65	39.456	66.14
750.000	40.00	4.65	39.456	67.28
755.000	40.00	4.65	39.456	73.03
760.000	40.00	4.65	39.456	69.56
765.000	40.00	4.16	39.584	65.59
770.000	40.00	3.66	39.718	61.50
775.000	40.00	3.16	39.855	57.12
780.000	40.00	2.66	39.995	53.66
785.000	39.98	2.16	40.127	50.70
790.000	38.46	1.66	38.398	48.77
795.000	36.95	1.16	36.680	49.40
800.000	35.43	0.66	34.974	56.16
805.000	33.91	0.16	33.279	65.25
810.000	32.39	-0.34	31.539	61.17
815.000	30.88	-0.84	29.873	58.06
820.000	29.36	-1.34	28.221	55.92
825.000	28.33	-1.84	27.145	76.18
830.000	28.33	-2.20	27.207	68.53

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													
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>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0420001</td> <td>B</td> <td>30 di 92</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	30 di 92
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	30 di 92									

835.000	28.33	-2.20	27.207	61.72
840.000	28.33	-2.20	27.207	54.91
845.000	29.44	-2.20	28.483	48.93
850.000	31.03	-2.20	30.354	42.95
855.000	32.62	-2.20	32.262	37.85
859.529	0.00	0.00	0.000	0.00
860.000	34.22	-2.20	34.209	33.63
865.000	35.81	-2.20	36.195	30.29
870.000	36.25	-2.20	36.726	27.82
875.000	34.66	-2.20	34.731	26.22
880.000	33.07	-2.20	32.775	24.71
885.000	31.48	-2.20	30.857	24.28
890.000	29.89	-2.20	28.978	25.24
893.587	0.00	0.00	0.000	0.00
895.000	28.33	-2.20	27.207	28.68
900.000	28.33	-2.20	27.207	28.41
904.890	0.00	0.00	0.000	0.00
905.000	28.33	-2.20	27.207	27.18
910.000	28.95	-2.32	27.932	25.93
913.715	0.00	0.00	0.000	0.00
915.000	30.47	-2.82	29.794	30.48
920.000	31.99	-3.32	31.712	63.71
925.000	33.50	-3.82	33.754	87.76
930.000	35.02	-4.32	35.799	94.78
935.000	36.54	-4.82	37.910	94.78
940.000	38.06	-5.32	40.090	94.78
945.000	39.57	-5.75	42.315	94.78
950.000	40.00	-5.75	42.885	95.78
955.000	40.00	-5.75	42.885	97.78
960.000	40.00	-5.75	42.885	100.77
965.000	40.00	-5.66	42.849	103.76
970.000	40.00	-5.46	42.763	106.75
975.000	40.00	-5.25	42.678	109.75
980.000	40.00	-5.04	42.593	111.74
985.000	40.00	-4.83	42.510	113.74
990.000	40.00	-4.62	42.427	112.74

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:	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		IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	31 di 92

995.000	40.00	-4.41	42.345	111.74
1000.000	40.00	-4.21	42.264	109.75
1005.000	40.00	-4.00	42.184	107.75
1010.000	40.00	-3.79	42.105	104.76
1015.000	40.00	-3.58	42.026	102.76
1020.000	40.00	-3.31	41.927	100.77
1025.000	40.00	-2.98	41.805	98.77
1030.000	40.00	-2.65	41.684	96.78
1035.000	40.00	-2.31	41.566	95.78
1040.000	40.00	-1.98	41.449	94.78
1045.000	40.00	-1.65	41.334	94.78
1050.000	40.00	-1.31	41.221	360.00
1055.000	40.00	-0.98	41.110	360.00
1060.000	40.00	-0.65	41.000	360.00
1065.000	40.00	-0.31	40.892	360.00
1070.000	40.00	0.02	40.785	360.00
1075.000	40.00	0.35	40.681	360.00
1080.000	40.00	0.69	40.577	360.00
1085.000	40.00	1.02	40.476	360.00
1090.000	40.00	1.35	40.375	360.00
1095.000	40.00	1.69	40.276	360.00
1100.000	40.00	1.80	40.243	360.00
1105.000	39.60	1.80	39.813	360.00
1110.000	38.01	1.80	37.837	360.00
1115.000	36.41	1.80	35.895	360.00
1120.000	34.82	1.80	33.987	360.00
1125.000	33.22	1.80	32.113	360.00
1130.000	31.63	1.80	30.272	360.00
1135.000	30.03	1.80	28.464	360.00
1140.000	28.44	1.80	26.689	360.00
1145.000	26.84	1.80	24.946	360.00
1150.000	25.25	1.80	23.234	360.00

Tab. 5 – Distanza di visuale libera per l'arresto corsia destra NV042

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> <u>Mandanti:</u> SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">11 - OPERE CIVILI</th> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Relazione tecnica e di tracciamento</td> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">NV0420001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">32 di 92</td> </tr> </tbody> </table>						11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	Relazione tecnica e di tracciamento	IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	32 di 92
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.														
Relazione tecnica e di tracciamento	IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	32 di 92														

Si noti che la visuale libera per l'arresto è garantita sull'intero tracciato con la sola eccezione di un breve tratto della corsia destra nei pressi dell'attraversamento del torrente Funes. In tale tratto, sono previsti presidi di sicurezza e opportuna segnaletica.

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	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0420001</td> <td>B</td> <td>1 di 92</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	NV0420001	B	1 di 92
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	NV0420001	B	1 di 92								

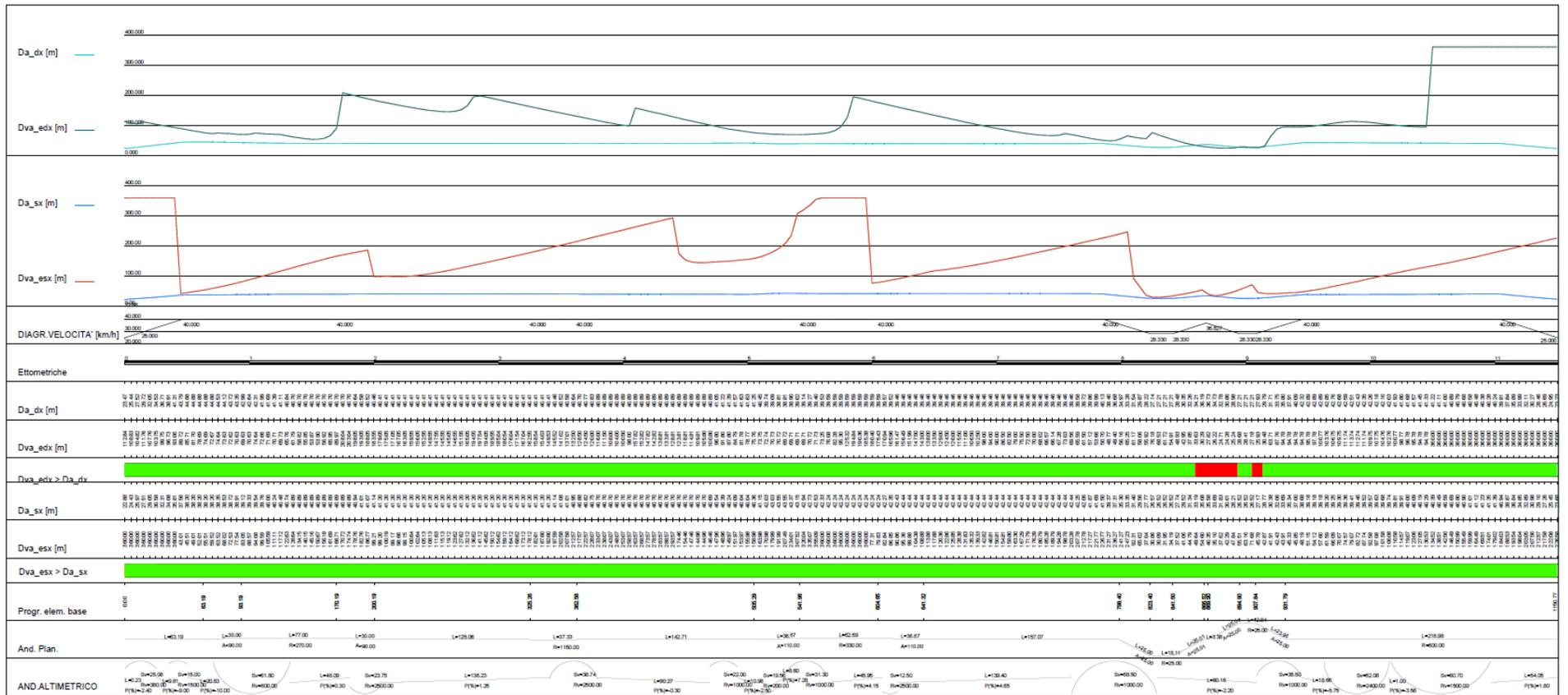


Fig. 9 – Diagramma di visibilità per l'arresto viabilità NV042

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 1 di 92

5. INTERSEZIONI LINEARI A RASO

Per quanto riguarda la gerarchizzazione delle manovre, i flussi veicolari provenienti dalle viabilità interferenti, in immissione/attraversamento degli assi stradali in progetto sono regolamentati attraverso segnaletica di "STOP". Le viabilità interferenti costituiscono, quindi, "strade secondarie" rispetto agli assi stradali in progetto, i quali assumono i caratteri di "strada principale".

5.1 VERIFICA CONDIZIONI DI VISIBILITÀ DELLE INTERSEZIONI A RASO

Per il corretto e sicuro funzionamento delle intersezioni, è necessario che i veicoli che giungono all'incrocio e che si apprestano a compiere le manovre di attraversamento o di immissione possano reciprocamente vedersi onde adeguare la loro condotta di guida nei modi di regolazione dell'incrocio stesso.

A tal fine, come prescritto dal D.M. 19/04/2006, per le intersezioni previste in progetto sono state individuate le zone, denominate triangoli di visibilità (di cui nel seguito si riporta uno schema), che debbono essere libere da qualsiasi ostacolo che impedirebbe ai veicoli di vedersi.



Fig. 10 – Schema tipologico dei triangoli di visibilità

Nel caso di regolazione con STOP, indicando con L e D, rispettivamente, il lato minore ed il lato maggiore del triangolo di visibilità, si ha:

$$L = 3 \text{ m}; \quad D = v \cdot t;$$

Dove:

- v = velocità di riferimento [m/s], pari alla velocità di progetto della strada principale, oppure, in presenza di limiti di velocità, la massima velocità consentita;
- t = tempo di manovra = 6 s (tale tempo deve essere aumentato di 1 s per ogni punto percentuale in più della pendenza del ramo secondario, quando la stessa supera il 2%).

All'interno del triangolo di visibilità non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione 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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 2 di 92

Si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0,8 m.

La determinazione dei triangoli di visibilità è riportata nelle tabelle e figure seguenti. Per maggiori dettagli e si rimanda agli specifici elaborati grafici.

5.1.1 Intersezione pk 0+830

V= 40 km/h (11.11 m/s)

Intersezione STOP

Tmin = 6 sec (pendenza longitudinale asse secondario < 2.00%)

L = 6 x 11.11 = 66.67 m



Fig. 11 – Triangoli di visibilità intersezione pk 0+830

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 3 di 92

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.

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

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	H2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Per la viabilità analizzata è previsto, inoltre, l'introduzione di dispositivi stradali di sicurezza per motociclisti, poiché si prevede che venga utilizzata per raggiungere la località di Putzen.

Come da istruzioni del D.M. 01/04/2019 "Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)" i dispositivi devono essere montati sulle barriere discontinue installate o da installare lungo il ciglio esterno della carreggiata su tutte le strade a uso pubblico aperte al transito di veicoli a motore, nei tratti di curva circolare, di cui al decreto ministeriale 5 novembre 2001, della singola carreggiata, caratterizzato da un raggio minore di 250 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: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: 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>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0420001</td> <td>B</td> <td>4 di 92</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	4 di 92													

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.

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: 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 5 di 92

6.1 PRESCRIZIONI MANUALE RFI

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

6.1.1 Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II sezione 3 CORPO STRADALE

Parallelismo dei tracciati

Essendo L la larghezza di una fascia di terreno interposta tra bordo della carreggiata e bordo manufatto (ciglio della trincea o del fosso di guardia), ed essendo H il dislivello tra P.F. e Piano Strada:

a) $H \leq 3.00$ e $0.00m \leq L < 16.50m$: *Stretto affiancamento*

In tal caso la ferrovia si trova in una posizione di poco superiore o inferiore a quella stradale. Tra il bordo stradale e il bordo del manufatto ferroviario non vi è lo spazio necessario per modellare il terreno al fine di realizzare una via di fuga per i veicoli sviati.

In tal caso se la sede stradale si trova in posizione superiore alla sede ferroviaria devono essere adottate barriere stradali di classe H4b, tipo bordo laterale o bordo ponte a seconda delle caratteristiche dell'infrastruttura stradale.

Se la sede stradale si trova in posizione non superiore alla sede ferroviaria, devono essere adottate barriere stradali con livello di contenimento adeguato alle caratteristiche dell'infrastruttura stradale, secondo la tabella seguente:

Tipologia stradale	Categoria di barriera
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	H4b
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	H2

b) $H \leq 3.00$ e $L \geq 16.50$: *Normale affiancamento*

In tal caso la ferrovia si trova ancora in una posizione altimetrica suscettibile di rischio d'invasione da parte di veicoli sviati, ma tra il bordo stradale e il bordo del manufatto ferroviario vi è uno spazio sufficiente per modellare il terreno al fine di realizzare una via di fuga per i veicoli sviati.

Il valore limite di $L = 16.50$ m e l'elemento separatore tra le condizioni di stretto e normale affiancamento. In corrispondenza di tale valore limite è possibile realizzare la minima modellazione del terreno necessaria e sufficiente a non porre in opera barriere di sicurezza stradali e reti di protezione dalla caduta o dal lancio di oggetti di piccole dimensioni.

c) $H > 3.00$ e L e $0.00m \leq L < 16.50m$: *Stretto affiancamento*

In tal caso la ferrovia si trova in una posizione altimetrica non suscettibile di rischio d'invasione da parte di veicoli sviati, poiché il paramento del rilevato ferroviario o il relativo muro di contenimento costituiscono di per se elementi di contenimento.

Si può ragionevolmente escludere che sussistano problematiche di affiancamento concernenti la

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: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: 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>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>NV0420001</td> <td>B</td> <td>6 di 92</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	6 di 92													

ferrovia. Tali problematiche afferiscono piuttosto all'esigenza di garantire l'incolumità degli automobilisti. Tuttavia la fascia di terreno interposta tra bordo stradale e bordo manufatto ferroviario non è sufficiente per realizzare una modellazione del terreno che permetta di far ridurre la velocità degli automezzi senza rischio per i conducenti. Pertanto tra muro e sede stradale o tra rilevato e sede stradale occorrerà prevedere la posa di una barriera di sicurezza che, conformemente a quanto stabilito dalla norma di legge in vigore, sia del tipo "bordo laterale", di classe idonea alla tipologia di strada e di traffico, nonché caratterizzata da Indice ASI minore o uguale ad 1.

d) *H > 3.00 m e L ≥ 6.00 m: Normale affiancamento*

In tal caso la ferrovia si trova, come nel punto c), in una posizione altimetrica non suscettibile di rischio d'invasione da parte di veicoli sviati; ma si possono distinguere le seguenti due casistiche:

- **Rilevato non delimitato da muri:**

La larghezza della fascia di terreno interposta tra bordo stradale e bordo manufatto ferroviario è sufficiente per realizzare una modellazione del terreno che permetta di far ridurre la velocità degli automezzi senza rischio per i conducenti, poiché il paramento del rilevato ferroviario può essere considerato parte integrante.

Il valore limite di $L = 6.00$ m è l'elemento separatore tra le condizioni di stretto e normale affiancamento. In corrispondenza di tale valore limite è possibile realizzare la minima modellazione dei terreni necessaria e sufficiente a non porre in opera barriere di sicurezza stradali. Essa consiste, come nel suesposto caso b), nella successione di cunetta e rilevato, in modo che i veicoli sviati possano fermarsi per inerzia senza incontrare ostacoli, senza rovesciarsi e senza correre il rischio di coinvolgere altri automezzi presenti sulla carreggiata stradale.

Per $L > 6.00$ m l'affiancamento tenderà, con l'aumento della distanza tra sede stradale e sede ferroviaria, a essere sempre più modesto. Il criterio da seguire per configurare la fascia di separazione rimane comunque il medesimo. Anche in questo caso, qualora la conformazione della fascia di interposizione non consentisse la realizzazione della modellazione su esposta (per la presenza di ostacoli non eliminabili, come essenze arboree pregiate, preesistenze tutelate, ecc.) e non permettesse di garantire l'incolumità degli automobilisti, deve essere prevista la posa di una barriera di sicurezza stradale.

Tale barriera, conformemente a quanto stabilito dalla norma di legge in vigore, deve essere del tipo "bordo laterale", di classe idonea alla tipologia di strada e di traffico, nonché caratterizzata da Indice ASI minore o uguale ad 1. Qualora la realizzazione della modellazione del terreno non fosse economicamente conveniente rispetto alla posa di una barriera di sicurezza, si può ricorrere alla sola installazione di una barriera stradale di sicurezza;

- **Rilevato delimitato da muri:**

In tal caso occorrerà necessariamente prevedere la posa di una barriera di sicurezza stradale, come previsto nel punto c). Solo per fasce di terreno di larghezze equiparabili a quelle esaminate nel suesposto punto b) si può pensare di realizzare delle modellazioni che permettano di non utilizzare barriere di sicurezza stradale. Tuttavia considerazioni di questo tipo investono anche questioni di convenienza economica e non solo di sicurezza dell'infrastruttura ferroviaria.

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 7 di 92

6.2 TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE IMPIEGATE

Sulla base delle prescrizioni normative, sull'infrastruttura di progetto si prevede l'impiego delle seguenti tipologie di barriere di sicurezza:

- **H2 BL** lungo i rilevati stradali di altezza superiore a 1m;
- **H2 BP** in corrispondenza dei tratti in cui sono presenti opere d'arte e in condizioni di stretto affiancamento con quota inferiore al piano ferroviario;
- **H3 BL** lungo i rilevati stradali di altezza superiore a 1m;
- **H3 BP** in corrispondenza dei tratti in cui sono presenti opere d'arte in ca., scavalchi e scatolari;
- **H4 BP** in corrispondenza dei tratti in cui sono presenti opere d'arte e condizioni di stretto affiancamento all'infrastruttura ferroviaria e con quota superiore al piano ferroviario.

Nei tratti in cui è necessaria l'interruzione delle barriere per dare accesso a fabbricati tecnologici o per l'accesso alle proprietà laterali, è prevista la protezione dei tratti iniziali/finali delle barriere con terminali semplici e speciali omologati, quest'ultimi di classe P1 (velocità inferiori a 90 km/h) nei riguardi dell'impatto frontale.

In Fig. 12, è riportato lo stralcio planimetrico con la disposizione delle barriere stradali di progetto.

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: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 8 di 92

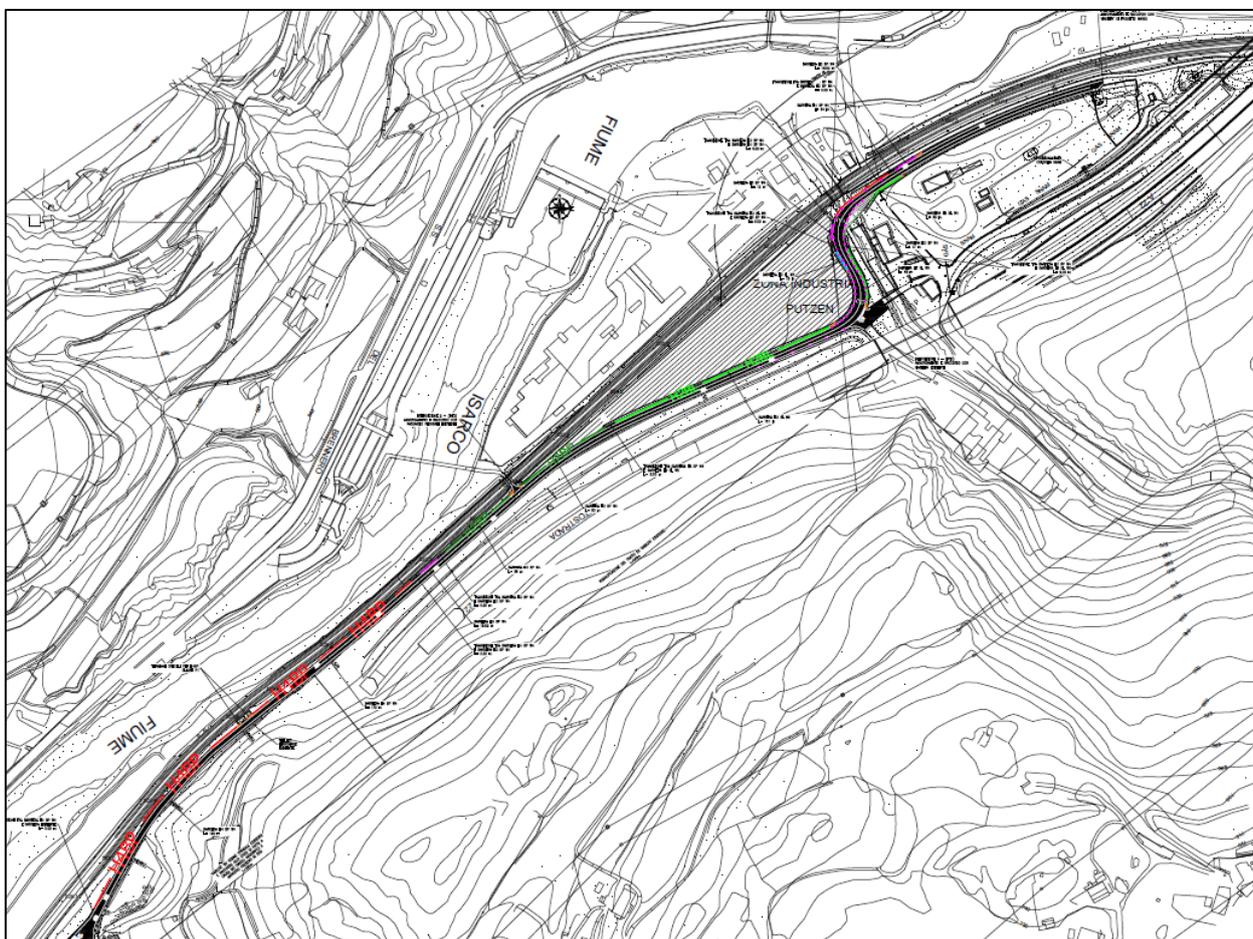


Fig. 12 - Stralcio planimetrico configurazione di progetto barriere di sicurezza NV042

6.2.1 Barriera tipo H2 W4 e W5 Bordo Laterale

Per le suddette barriere è stata prevista una classe di livello di larghezza operativa W4, determinata in funzione dell'urto con veicoli pesanti, avente le seguenti prestazioni in caso d'urto:

- a) Livello di contenimento: **H2**
- b) Indice di severità accelerazione: **B**
- c) Larghezza operativa: **W4** (1.20m)
- d) Deflessione dinamica normalizzata: **1.0 m**
- e) Intrusione veicolo normalizzata: **VI3** (1.0 m)

Per le suddette barriere è stata prevista una classe di livello di larghezza operativa W5, determinata in funzione dell'urto con veicoli pesanti, avente le seguenti prestazioni in caso d'urto:

- a) Livello di contenimento: **H2**
- b) Indice di severità accelerazione: **A**

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 9 di 92

- c) Larghezza operativa: **W5** (1.70m)
- d) Deflessione dinamica normalizzata: **1.6 m**
- e) Intrusione veicolo normalizzata: **VI7** (2.3 m)

6.2.2 Barriera tipo H2 W4 Bordo Ponte

Per le suddette barriere è stata prevista una classe di livello di larghezza operativa W4, determinata in funzione dell'urto con veicoli pesanti, avente le seguenti prestazioni in caso d'urto:

- a) Livello di contenimento: **H2**
- b) Indice di severità accelerazione: **B**
- c) Larghezza operativa: **W4** (1.20m)
- d) Deflessione dinamica normalizzata: **1.0 m**
- e) Intrusione veicolo normalizzata: **VI3** (1.0 m)

6.2.3 Barriera tipo H3 W5 Bordo Laterale

Per le suddette barriere è stata prevista una classe di livello di larghezza operativa W5, determinata in funzione dell'urto con veicoli pesanti, avente le seguenti prestazioni in caso d'urto:

- a) Livello di contenimento: **H3**
- b) Indice di severità accelerazione: **B**
- c) Larghezza operativa: **W5** (1.70m)
- d) Deflessione dinamica normalizzata: **1.3 m**
- e) Intrusione veicolo normalizzata: **VI6** (2.1 m)

6.2.4 Barriera tipo H3 W4 Bordo Ponte

Per le suddette barriere è stata prevista una classe di livello di larghezza operativa W4, determinata in funzione dell'urto con veicoli pesanti, avente le seguenti prestazioni in caso d'urto:

- a) Livello di contenimento: **H3**
- b) Indice di severità accelerazione: **B**
- c) Larghezza operativa: **W4** (1.20m)
- d) Deflessione dinamica normalizzata: **1.0 m**
- e) Intrusione veicolo normalizzata: **VI3** (1.0 m)

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: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<table border="1"> <tr> <td data-bbox="730 324 858 376"> COMMESSA IBOU </td> <td data-bbox="858 324 970 376"> LOTTO 1BEZZ </td> <td data-bbox="970 324 1086 376"> CODIFICA RH </td> <td data-bbox="1086 324 1230 376"> DOCUMENTO NV0420001 </td> <td data-bbox="1230 324 1310 376"> REV. B </td> <td data-bbox="1310 324 1439 376"> FOGLIO. 10 di 92 </td> </tr> </table>					
COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 10 di 92							
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento												

6.2.5 Barriera tipo H4 W4 Bordo Ponte

Per le suddette barriere è stata prevista una classe di livello di larghezza operativa W4, determinata in funzione dell'urto con veicoli pesanti, avente le seguenti prestazioni in caso d'urto:

- a) Livello di contenimento: **H4**
- b) Indice di severità accelerazione: **B**
- c) Larghezza operativa: **W4** (1.20m)
- d) Deflessione dinamica normalizzata: **1.0 m**
- e) Intrusione veicolo normalizzata: **VI3** (1.0 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: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<table border="1"> <tr> <td data-bbox="703 315 831 353">COMMESSA</td> <td data-bbox="831 315 959 353">LOTTO</td> <td data-bbox="959 315 1086 353">CODIFICA</td> <td data-bbox="1086 315 1214 353">DOCUMENTO</td> <td data-bbox="1214 315 1342 353">REV.</td> <td data-bbox="1342 315 1437 353">FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="703 353 831 387">IB0U</td> <td data-bbox="831 353 959 387">1BEZZ</td> <td data-bbox="959 353 1086 387">RH</td> <td data-bbox="1086 353 1214 387">NV0420001</td> <td data-bbox="1214 353 1342 387">B</td> <td data-bbox="1342 353 1437 387">11 di 92</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	NV0420001	B	11 di 92													

7. 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.

In particolare, ove necessario, allo scopo di migliorare i livelli di sicurezza dell'infrastruttura, ai sensi dell'art. 40 e 42 del CdS e per regolare adeguatamente la velocità nei tratti in approccio alle intersezioni è stata prevista l'introduzione di segnali complementari, che migliorano la visualizzazione a distanza dell'andamento della strada e riducono la velocità di percorrenza dei mezzi. In particolare, è prevista l'introduzione di:

- delineatori normali di margine;
- delineatori modulari di curva;
- bande trasversali a effetto ottico, acustico o vibratorio;
- marker supplementari del limite massimo di velocità;
- dispositivi retroriflettenti integrati.

Le verifiche per la sicurezza delle viabilità sono state fatte tenendo conto della velocità di progetto previste per ciascun tracciato in progetto, pertanto per le viabilità dovrà essere previsto un limite amministrativo ridotto di 10 km/h rispetto alla velocità di progetto prevista.

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 a 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, 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" 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	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 12 di 92

7.1 SEGNALETICA PER IL CONTENIMENTO DELLE VELOCITÀ OPERATIVE

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 è stata prevista l'introduzione di dei seguenti elementi principali del sistema strada:

ATTREZZATURE STRADALI:

- Lungo tutto il tracciato è prevista l'installazione di segnali complementari costituiti dai delineatori normali di margine, allo scopo di migliorare la visualizzazione a distanza dell'andamento dell'asse stradale;
- In corrispondenza di alcuni raccordi planimetrici è prevista l'installazione di segnali complementari costituiti dai delineatori modulari di curva, allo scopo di migliorare la visualizzazione a distanza dell'andamento della curva;

SISTEMI DI MODERAZIONE DELLA VELOCITÀ "Traffic Calming":

- Lungo tutto il tracciato e soprattutto nei tratti in approccio alle intersezioni è prevista la messa in opera di Bande trasversali ad effetto ottico, acustico o vibratorio (Trattamento superficiale o segnalamento orizzontale), allo scopo di conseguire un aumento del livello di attenzione da parte dell'utente ed una riduzione della velocità di marcia;
- Lungo tutto il tracciato è previsto il posizionamento di segnaletica verticale con limite di velocità previsto per la viabilità (ripetuto in corrispondenza delle curve nei tracciati più lunghi);
- Nei tratti in approccio alle intersezioni è previsto il posizionamento di marker supplementari riportanti il limite massimo di velocità previsto per regolare e limitare le velocità di percorrenza;
- Nei tratti in approccio alle intersezioni è prevista l'installazione di dispositivi retroriflettenti integrati allo scopo di migliorare la visualizzazione a distanza dell'andamento dell'asse stradale e indurre una diminuzione della velocità di percorrenza.

Allo scopo di dare evidenza del miglioramento raggiungibile in termini di innalzamento dei livelli di sicurezza della strada, si riportano di seguito gli esiti di alcuni studi presenti in letteratura relativi agli interventi di tipo "non strutturale" che si intende introdurre:

- I delineatori normali di margine (ai sensi dell'art.42 del CdS e dell'art.173 del Regolamento) devono essere installati fuori dai centri abitati, con spaziatura costante lungo i rettilinei e maggior infittimento in corrispondenza delle curve (proporzionalmente al raggio), in modo da costituire una guida ottica omogenea. Essi devono avere un'altezza fuori terra pari a 70-110 cm ed in presenza di barriere, muri o altri impedimenti possono essere sostituiti da elementi rifrangenti fissati ai manufatti a pari altezza di quella prevista per il delineatore;
- I delineatori modulari di curva (ai sensi dell'art.42 del CdS e dell'art.174.e del Regolamento) sono impiegati in serie di più elementi per evidenziare il lato esterno delle curve stradali di raggio superiore a 30 m, allo scopo di migliorare la visibilità dell'andamento della strada a distanza; il loro spaziamento longitudinale è funzione del raggio e tale che, in ogni caso, almeno 3 delineatori devono essere sempre nel cono visivo del conducente. Numerosi studi hanno dimostrato che il miglioramento della delineazione del margine, sia in rettilineo che in curva, contribuisce a ridurre

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"> <tr> <td data-bbox="703 315 826 387">COMMESSA IB0U</td> <td data-bbox="826 315 949 387">LOTTO 1BEZZ</td> <td data-bbox="949 315 1072 387">CODIFICA RH</td> <td data-bbox="1072 315 1195 387">DOCUMENTO NV0420001</td> <td data-bbox="1195 315 1318 387">REV. B</td> <td data-bbox="1318 315 1439 387">FOGLIO. 13 di 92</td> </tr> </table>					
COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 13 di 92							

considerevolmente la percentuale di incidenti notturni e di fuoriuscite (Fonte: Progettare la sicurezza Autori Canale, Distefano, Leonardi);

- Le bande trasversali a effetto ottico, acustico o vibratorio (ai sensi dell'art.42 del CdS e dell'art.179 del Regolamento) sono dei dispositivi a nastro realizzati sulla pavimentazione trasversalmente al senso di marcia, con forma, disposizione e colore tali per cui possano essere facilmente percepiti dagli automobilisti ed in cui provocano un riflesso psicologico; la loro efficacia, inoltre, è anche vista in termini di riduzione della velocità di marcia praticata:

Alcune indagini compiute in Gran Bretagna hanno evidenziato una riduzione, seppur non considerevole, della velocità di percorrenza del veicolo (Fonte: Progettare la sicurezza Autori Canale, Distefano, Leonardi);

Molteplici studi di tipo before-after, basati su indicatori di incidentalità, hanno dimostrato che l'introduzione di bande sonore in corrispondenza di alcune intersezioni e/o punti critici, ha comportato un abbattimento degli incidenti gravi superiore al 30% e di quelli con danni materiali pari al 25% (Fonte: The handbook of road safety measures);

- Il posizionamento di segnaletica verticale con limite di velocità previsto per la viabilità (ripetuto in corrispondenza delle curve nei tracciati più lunghi), influiscono significativamente sul comportamento degli utenti, condizionando conseguentemente il grado di sicurezza della strada: Molteplici studi di tipo before-after, condotti a livello europeo ed extraeuropeo e basati su indicatori di incidentalità, hanno dimostrato che l'introduzione di limiti di velocità, ha comportato una riduzione dei tassi di incidentalità pari al 7,8% (Fonte: The handbook of road safety measures); Una serie di studi condotti in Gran Bretagna e USA hanno evidenziato che il posizionamento in curva di segnaletica verticale con limite di velocità, ha comportato una riduzione significativa dei sinistri compresa tra il 20 ed il 30% (Fonte: The handbook of road safety measures);

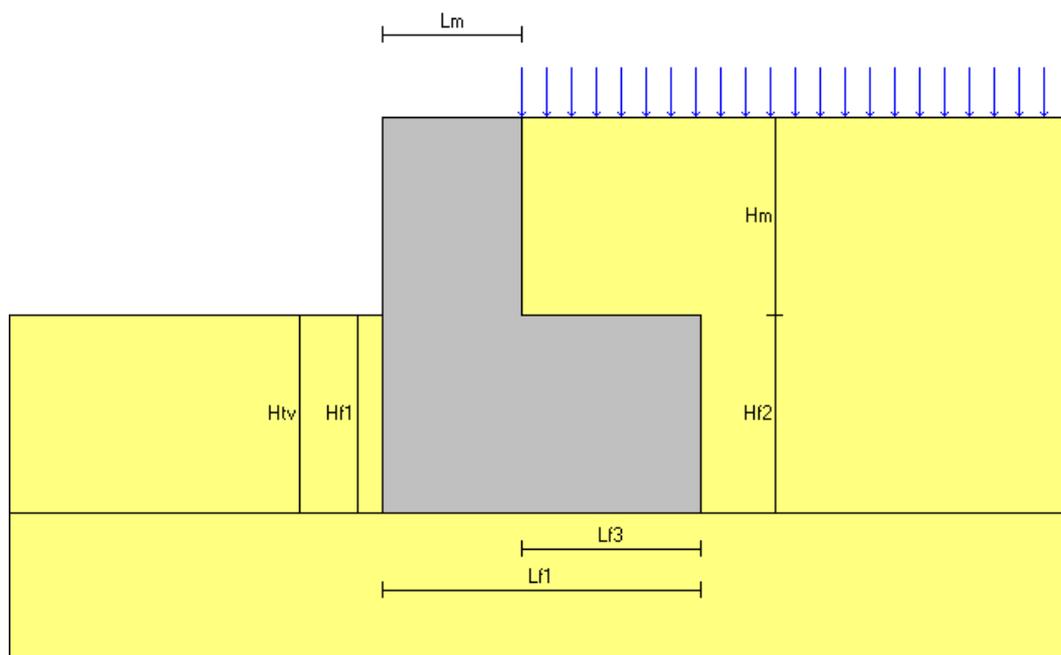
Sulla base degli elementi appena descritti e in base a quelle che sono le velocità di progetto imposte, è possibile affermare che l'introduzione degli interventi di tipo "non strutturale" previsti in progetto, consegue un'effettiva modifica del modo d'uso dell'infrastruttura ed un conseguente innalzamento dei suoi livelli di sicurezza.

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 14 di 92

8. CALCOLO STRUTTURALE CORDOLO DI FONDAZIONE BARRIERE DI SICUREZZA

8.1 VERIFICA CORDOLO TIPO1 SENZA URTO

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	$E_f =$	20.000 m
Lunghezza totale	$L_{f1} =$	1.600 m
Lunghezza mensola a valle	$L_{f2} =$	0.000 m
Altezza bordo libero mensola a valle	$H_{f1} =$	1.000 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: 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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 15 di 92

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	$H_{fv} =$	1.000 m
Inclinazione piano di fondazione	$\psi_f =$	0.00 °

<u>Angolo di inclinazione terrapieno</u>	$\alpha =$	0.00 °
--	------------	--------

Materiali utilizzati

Il calcestruzzo impiegato per la realizzazione del cordolo sarà del tipo C25/30, 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/m ³
-------------------------	--------------	-------------------------

Caratteristiche calcestruzzo

Classe di resistenza		C20/25
Resistenza caratteristica	$R_{ck} =$	25.0 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	11.8 N/mm ²

Caratteristiche armature

Tipo acciaio		B 450 C
Resistenza di calcolo	$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²

I

Caratteristiche geotecniche dei terreni

Terreno a valle del muro

Peso specifico	$\gamma_{tv} =$	3.80 kN/m ³
Angolo di attrito	$\varphi_v =$	0.10 °
Angolo di attrito terra-muro	$\delta_v =$	0.00 °
Coesione	$c'_v =$	0.00 kN/m ²

Terreno di fondazione del muro

Peso specifico	$\gamma_{tf} =$	19.00 kN/m ³
Angolo di attrito	$\varphi_f =$	35.00 °
Coesione	$c'_f =$	0.00 kN/m ²

Terreno a monte del muro

Peso specifico	$\gamma_{tm} =$	19.00 kN/m ³
Angolo di attrito	$\varphi_m =$	35.00 °
Angolo di attrito terra-muro	$\delta_m =$	20.67 °
Coesione	$c'_m =$	0.00 kN/m ²

Carichi applicati

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 16 di 92

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	$G_{1um} =$	0.00 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	$G_{2um} =$	0.00 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	$C_U =$	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

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 17 di 92

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

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	γ_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	γ_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	-	-

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 18 di 92

5	STR	1.30	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
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) $K_{AS} = 0.2448$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AS} = 0.3054$

Terreno in condizioni dinamiche (Mononobe-Okabe)

Componente verticale dell'azione sismica agente verso l'alto

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AD} = 0.2537$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AD} = 0.3156$

Componente verticale dell'azione sismica agente verso il basso

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AD} = 0.2536$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AD} = 0.3154$

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	29.08	10.97	0.863	0.700	-	-	-	-	29.08	10.97	0.863	0.700
2	11.94	4.51	0.667	0.700	-	-	-	-	11.94	4.51	0.667	0.700
3	26.91	10.15	0.879	0.700	-	-	-	-	26.91	10.15	0.879	0.700
4	9.77	3.69	0.667	0.700	-	-	-	-	9.77	3.69	0.667	0.700
5	25.06	9.45	0.849	0.700	-	-	-	-	25.06	9.45	0.849	0.700
6	11.32	4.27	0.667	0.700	-	-	-	-	11.32	4.27	0.667	0.700
7	22.45	8.47	0.871	0.700	-	-	-	-	22.45	8.47	0.871	0.700
8	8.70	3.28	0.667	0.700	-	-	-	-	8.70	3.28	0.667	0.700
9	8.70	3.28	0.667	0.700	0.38	0.14	1.000	0.700	9.09	3.43	0.681	0.700
10	8.70	3.28	0.667	0.700	0.24	0.09	1.000	0.700	8.95	3.38	0.676	0.700
11	10.86	4.10	0.667	0.700	0.45	0.17	1.000	0.700	11.30	4.26	0.680	0.700
12	10.86	4.10	0.667	0.700	0.27	0.10	1.000	0.700	11.13	4.20	0.675	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

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 19 di 92

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)

Forze d'inerzia per metro di estensione del muro

Componente orizzontale forza d'inerzia	$F_{I,X} =$	1.19 kN
Ordinata del punto di applicazione della forza	$Y_I =$	0.964 m
Componente verticale forza d'inerzia	$F_{I,Y} =$	± 0.60 kN
Ascissa del punto di applicazione della forza	$X_I =$	0.775 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})	27.00	1.150	31.05000
Momento stabilizzante (M_{STAB})			83.06100

Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	-26.91	0.879	-23.65643
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	10.15	0.700	7.10756
Momento ribaltante (M_{RIB})			-16.54888

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento

$$C_{RIB} = M_{STAB} / |M_{RIB}| = 5.01913$$

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})	27.00
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	9.45
Carico totale ortogonale al piano di fondazione (N_{TOT})	133.43

Momento rispetto al piede di valle ($M_{TOT} = M_{STAB} + M_{RIB}$)	91.50687 kN•m
---	---------------

Distanza carico dal piede di valle ($d_N = M_{TOT} / N_{TOT}$)	0.686 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: 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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 20 di 92

Eccentricità del carico ($e_N = |L_{f1} / 2 - d_N|$) 0.114 m
(Il punto di applicazione del carico è **interno** al terzo medio)

Compressione all'estremo di valle (σ_v) 119.12 kN/m²
 Compressione all'estremo di monte (σ_m) 47.68 kN/m²
 Ampiezza della zona compressa (B_{comp}) 1.600 m
 Compressione limite (σ_L) 435.57 kN/m²

Coefficiente di sicurezza allo schiacciamento $C_{SCH} = (\sigma_L / R) / \sigma_{max} = 2.61192$

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 $f_t = \tan(\varphi_f) / \gamma_\phi = 0.70021$.

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})	27.00	0.00
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00	22.45
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	8.47	0.00
Carico totale ($\Sigma_{\perp}, \Sigma_{\parallel}$)	110.07	22.45

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento $C_{SCO} = (\Sigma_{\perp} \cdot f_t / R) / \Sigma_{\parallel} = 3.12108$

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	$L_s = 1.000$ m
Distanza della zona di generazione delle superfici	$D_{zg} = 2.000$ m
Lunghezza della zona di generazione delle superfici	$L_{zg} = 6.000$ m
Distanza della zona di arrivo della superfici	$D_{za} = 2.000$ m
Lunghezza della zona di arrivo della superfici	$L_{za} = 12.000$ 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

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 21 di 92

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.

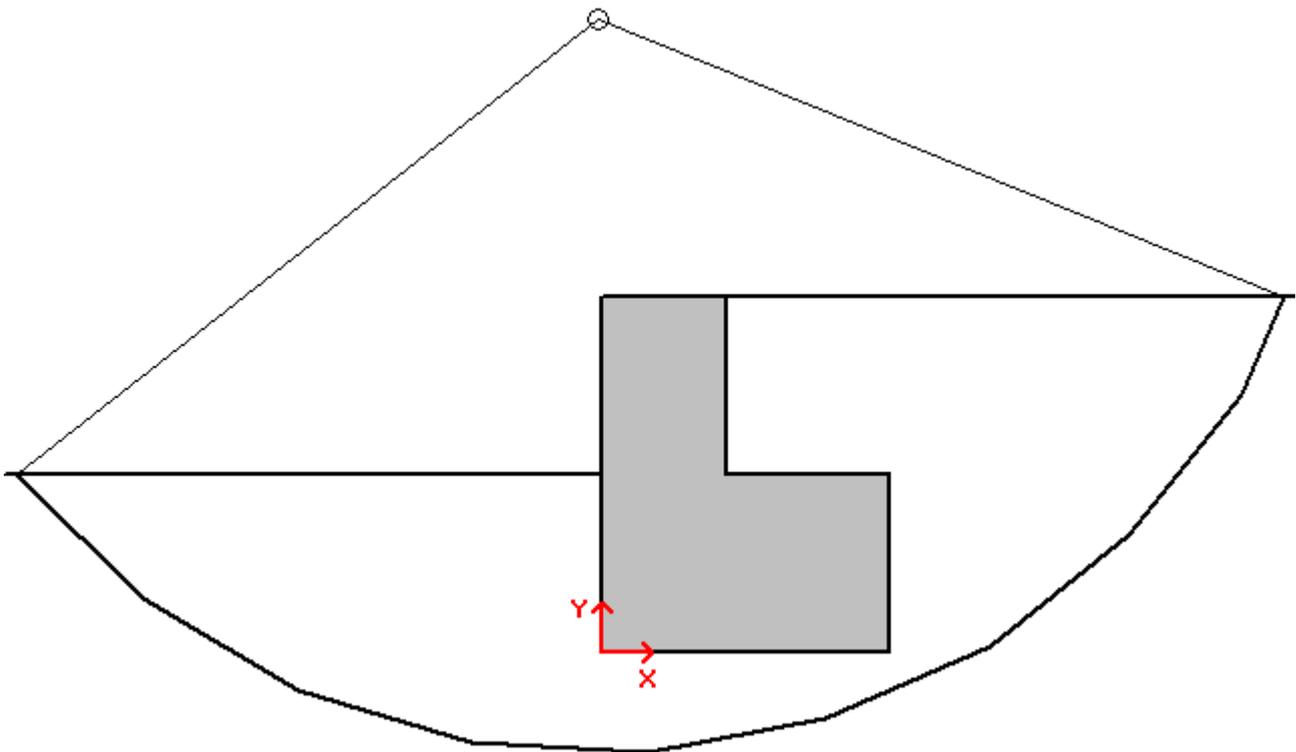
Ascissa centro $X_{cs} = -0.021$ m

Ordinata centro $Y_{cs} = 3.557$ m

Raggio $R_s = 4.126$ m

Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale

$C_{SG} = 1.25636$



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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 22 di 92

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	2.61	0.41671

Rapporto $x/d = 0.07204$

Verifica N/M	$S_d/S_u = 0.00124$
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	5.84	1.80655

Rapporto $x/d = 0.09097$

Verifica N/M	$S_d/S_u = 0.00309$
Verifica (25)	$N_d/N_u = 0.00265$

Sezione 3 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	A_f [cm ²]	A_f' [cm ²]
0.000	100.0	70.0	(1 Ø 14 / 20 cm) 7.70	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65

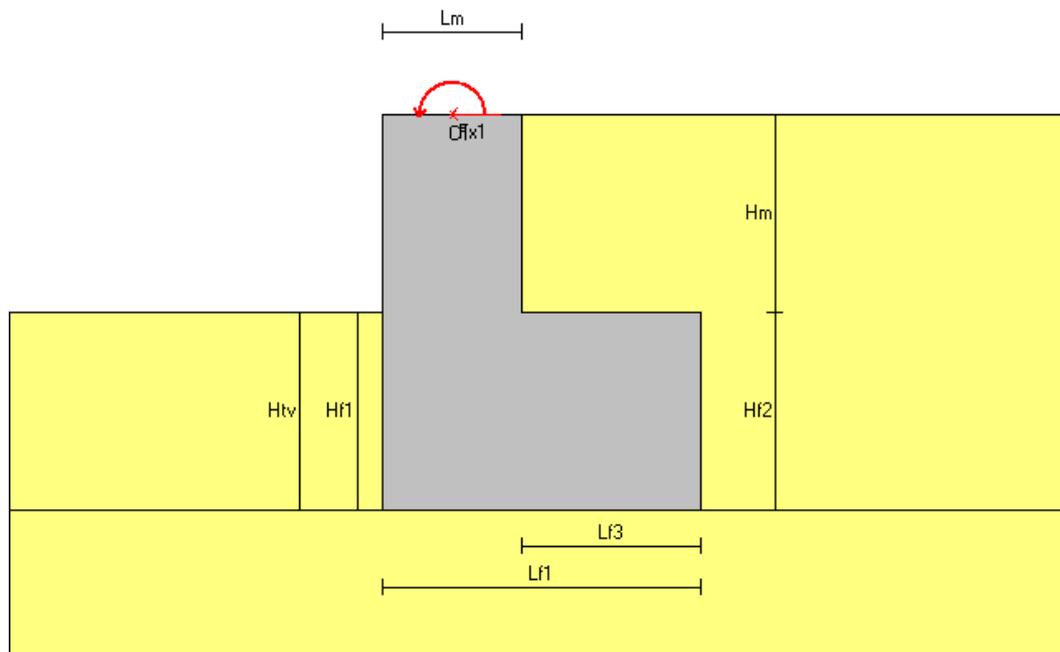
Condizioni più gravose (Combinazione 5)

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

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 24 di 92

8.2 VERIFICA CORDOLO TIPO1 CON URTO

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

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

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 25 di 92

Inclinazione piano di fondazione $\psi_f = 0.00^\circ$

Angolo di inclinazione terrapieno $\alpha = 0.00^\circ$

Materiali utilizzati

Peso specifico del muro $\gamma_m = 25.00 \text{ kN/m}^3$

Caratteristiche calcestruzzo

Classe di resistenza C20/25

Resistenza caratteristica $R_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 11.8 \text{ N/mm}^2$

Caratteristiche armature

Tipo acciaio B 450 C

Resistenza di calcolo $f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$

Caratteristiche geotecniche dei terreni

Terreno a valle del muro

Peso specifico $\gamma_{tv} = 3.80 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito $\phi_v = 0.10^\circ$

Angolo di attrito terra-muro $\delta_v = 0.00^\circ$

Coesione $c'_v = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Terreno di fondazione del muro

Peso specifico $\gamma_{tf} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito $\phi_f = 35.00^\circ$

Coesione $c'_f = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Tensione limite del terreno $\sigma_f = 280.00 \text{ kN/m}^2$

Terreno a monte del muro

Peso specifico $\gamma_{tm} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito $\phi_m = 35.00^\circ$

Angolo di attrito terra-muro $\delta_m = 20.67^\circ$

Coesione $c'_m = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Carichi applicati

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente strutturale

Uniforme a valle del muro $G1_{uv} = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Uniforme a monte del muro $G1_{um} = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Nastriforme a monte del muro $G1_{nm} = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Distanza nastriforme dal paramento interno $d_{G1n} = 0.000 \text{ m}$

Larghezza del nastro $l_{G1n} = 0.000 \text{ m}$

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 26 di 92

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente non strutturale

Uniforme a valle del muro	$G2_{uv} =$	0.00 kN/m ²
Uniforme a monte del muro	$G2_{um} =$	0.00 kN/m ²
Nastriforme a monte del muro	$G2_{nm} =$	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	$Q_{um} =$	0.00 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

Carichi applicati alla mensola in elevazione

n.	tipo	H [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M_z [kN•m]
1	G1	1.000	-10.80	0.00	-10.80000

Legenda

- tipo G1 carico permanente strutturale; G2 carico permanente non strutturale; Q carico variabile
- H quota del punto di applicazione del carico rispetto alla base della mensola di elevazione
- F_x forza orizzontale positiva se verso monte
- F_y forza verticale positiva se verso il basso
- M_z coppia positiva se oraria

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	$C_U =$	III
Coefficiente d'uso	$C_U =$	1.5
Periodo di riferimento	$V_R =$	75 anni

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 27 di 92

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

Coefficienti parziali per le azioni

Tipo CMB	$\gamma_{G1,2max}$	$\gamma_{G1,2min}$	γ_Q
STR (A1)	1.00	1.00	1.00
GEO (A2)	1.00	1.00	1.00
EQU	1.00	0.90	1.00
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	1.00	1.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 28 di 92

2	EQU	0.90	1.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-
3	STR	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
4	SIS	1.00	0.00	+1.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
5	SIS	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
6	SIS	1.00	0.00	+1.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-
7	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) $K_{AS} = 0.2448$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AS} = 0.3054$

Terreno in condizioni dinamiche (Mononobe-Okabe)

Componente verticale dell'azione sismica agente verso l'alto

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AD} = 0.2537$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AD} = 0.3156$

Componente verticale dell'azione sismica agente verso il basso

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AD} = 0.2536$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AD} = 0.3154$

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	10.86	4.10	0.667	0.700	-	-	-	-	10.86	4.10	0.667	0.700
2	9.77	3.69	0.667	0.700	-	-	-	-	9.77	3.69	0.667	0.700
3	8.70	3.28	0.667	0.700	-	-	-	-	8.70	3.28	0.667	0.700
4	8.70	3.28	0.667	0.700	0.38	0.14	1.000	0.700	9.09	3.43	0.681	0.700
5	8.70	3.28	0.667	0.700	0.24	0.09	1.000	0.700	8.95	3.38	0.676	0.700
6	10.86	4.10	0.667	0.700	0.45	0.17	1.000	0.700	11.30	4.26	0.680	0.700
7	10.86	4.10	0.667	0.700	0.27	0.10	1.000	0.700	11.13	4.20	0.675	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)

Forze d'inerzia per metro di estensione del muro

Componente orizzontale forza d'inerzia $F_{I,X} = 1.19$ kN

Ordinata del punto di applicazione della forza $Y_I = 0.964$ m

Componente verticale forza d'inerzia $F_{I,Y} = \pm 0.60$ kN

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 29 di 92

Ascissa del punto di applicazione della forza $X_I = 0.775 \text{ m}$

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 4 combinazioni di carico: 1, 2, 6 e 7.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 7)

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)	57.50	0.663	38.12500
Peso del terreno a monte (P_{TM})	17.10	1.150	19.66500
Componente verticale forza d'inerzia ($F_{I,Y}$)	-0.60	0.775	-0.46136
Carichi concentrati stabilizzanti (C_{CS})			0.00000
Momento stabilizzante (M_{STAB})			57.32865
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	-11.13	0.675	-7.51192
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	4.20	0.700	2.93954
Componente orizzontale forza d'inerzia ($F_{I,X}$)	-1.19	0.964	-1.14801
Carichi concentrati ribaltanti (C_{CR})			-32.40000
Momento ribaltante (M_{RIB})			-38.12039

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento

$$C_{RIB} = M_{STAB} / |M_{RIB}| = 1.50388$$

Verifica a schiacciamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le seguenti 3 combinazioni di carico: 3, 4 e 5. 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)	57.50
Peso del terreno a monte (P_{TM})	17.10
Componente orizzontale forza d'inerzia ($F_{I,X}$)	0.00
Componente verticale forza d'inerzia ($F_{I,Y}$)	-0.60
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	3.38
Carichi concentrati (C_C)	0.00
Carico totale ortogonale al piano di fondazione (N_{TOT})	77.38

Momento rispetto al piede di valle ($M_{TOT} = M_{STAB} + M_{RIB}$) 20.09702 kN·m

Distanza carico dal piede di valle ($d_N = M_{TOT} / N_{TOT}$) 0.260 m

Eccentricità del carico ($e_N = |L_{f1} / 2 - d_N|$) 0.540 m

(Il punto di applicazione del carico è **esterno** al terzo medio)

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 30 di 92

Compressione all'estremo di valle (σ_v)	198.63 kN/m ²
Compressione all'estremo di monte (σ_m)	0.00 kN/m ²
Ampiezza della zona compressa (B_{comp})	0.779 m
Compressione limite (σ_L)	280.00 kN/m ²

Coefficiente di sicurezza allo schiacciamento $C_{SCH} = (\sigma_L / R) / \sigma_{max} = 1.00691$

Verifica a scorrimento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le seguenti 3 combinazioni di carico: 3, 4 e 5. Il coefficiente di sicurezza parziale di verifica è $R_3 = 1.10$ e il coefficiente di attrito per il terreno di fondazione è $f_t = \tan(\varphi_f) / \gamma_\varphi = 0.70021$.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 5)

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
Componente orizzontale forza d'inerzia ($F_{I,X}$)	0.00	1.19
Componente verticale forza d'inerzia ($F_{I,Y}$)	-0.60	0.00
Carichi concentrati (C_C)	0.00	10.80
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00	8.95
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	3.38	0.00
Carico totale (Σ_{\perp}, Σ_{\parallel})	77.38	20.94

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento $C_{SCO} = (\Sigma_{\perp} \cdot f_t / R) / \Sigma_{\parallel} = 2.35234$

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	$L_s = 1.000$ m
Distanza della zona di generazione delle superfici	$D_{zg} = 2.000$ m
Lunghezza della zona di generazione delle superfici	$L_{zg} = 6.000$ m
Distanza della zona di arrivo della superfici	$D_{za} = 2.000$ m
Lunghezza della zona di arrivo della superfici	$L_{za} = 12.000$ 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

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 31 di 92

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 5)

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.

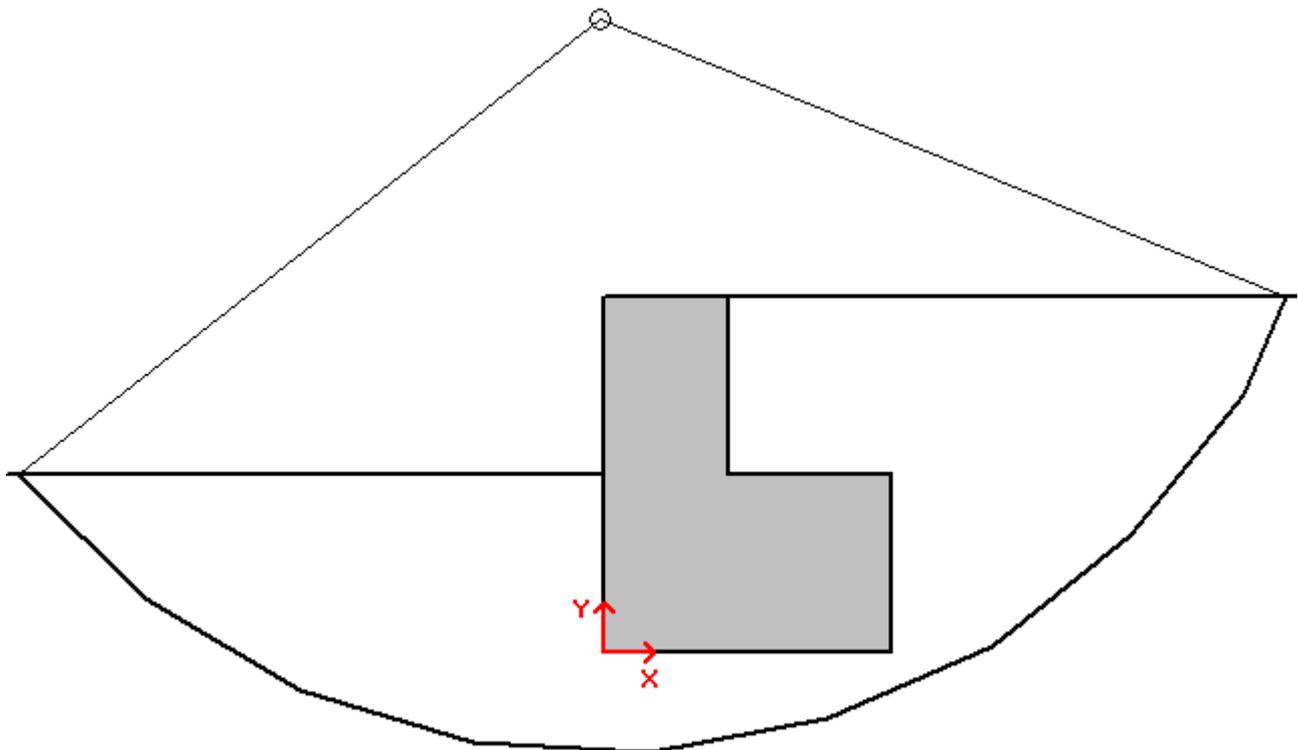
Ascissa centro $X_{cs} = -0.021$ m

Ordinata centro $Y_{cs} = 3.557$ m

Raggio $R_s = 4.126$ m

Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale

$C_{SG} = 1.68818$



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.

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 32 di 92

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 spiccato 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 16 / 40 cm) 5.03	(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]
5.79	11.23	14.45869

Rapporto $x/d = 0.08045$

Verifica N/M	$S_d/S_u = 0.10170$
Verifica (25)	$N_d/N_u = 0.00102$

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 16 + 1 Ø 12) / 40 cm] 7.85	(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]
11.57	12.16	18.34672

Rapporto $x/d = 0.09728$

Verifica N/M	$S_d/S_u = 0.07691$
Verifica (25)	$N_d/N_u = 0.00200$

Sezione 3 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	A_f [cm ²]	A_f' [cm ²]
0.000	100.0	70.0	(1 Ø 16 / 20 cm) 10.05	(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]
17.36	13.59	22.63207

Rapporto $x/d = 0.10990$

Verifica N/M	$S_d/S_u = 0.07110$
Verifica (25)	$N_d/N_u = 0.00296$

Sezione d'incastro mensola di fondazione a monte (verificata)

Caratteristiche

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 33 di 92

L_{mensola} [m]	B [cm]	H [cm]	A_f [cm ²]	A_f' [cm ²]
1.250	100.0	100.0	(1 Ø 16 / 20 cm) 10.05	(1 Ø 16 / 20 cm) 10.05

Condizioni più gravose (Combinazione 4)

Compressione terreno estremo di monte $\sigma_m = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Compressione terreno all'incastro $\sigma_i = 110.62 \text{ kN/m}^2$

Lunghezza zona compressa $L_c = 0.448 \text{ m}$

Descrizione carico	Forza [kN]	Braccio [m]	Momento [kN•m]
Forza di compressione terreno	-24.79	0.149	-3.70261
Peso della mensola	22.50	0.800	18.00000
Peso del terreno	17.10	0.800	13.68000
Inerzia verticale (terreno e cls)	0.32	0.800	0.25291

Sforzo di taglio [kN] Momento flettente [kN•m]
-15.13 -28.23030

Rapporto $x/d = 0.08583$

Verifica N/M

$S_d/S_u = 0.07819$

Computo materiali

I valori riportati sono riferiti ad ogni metro di estensione del muro

Volumi del calcestruzzo

Mensola in elevazione	0.70 m ³
Soletta di fondazione	1.60 m ³

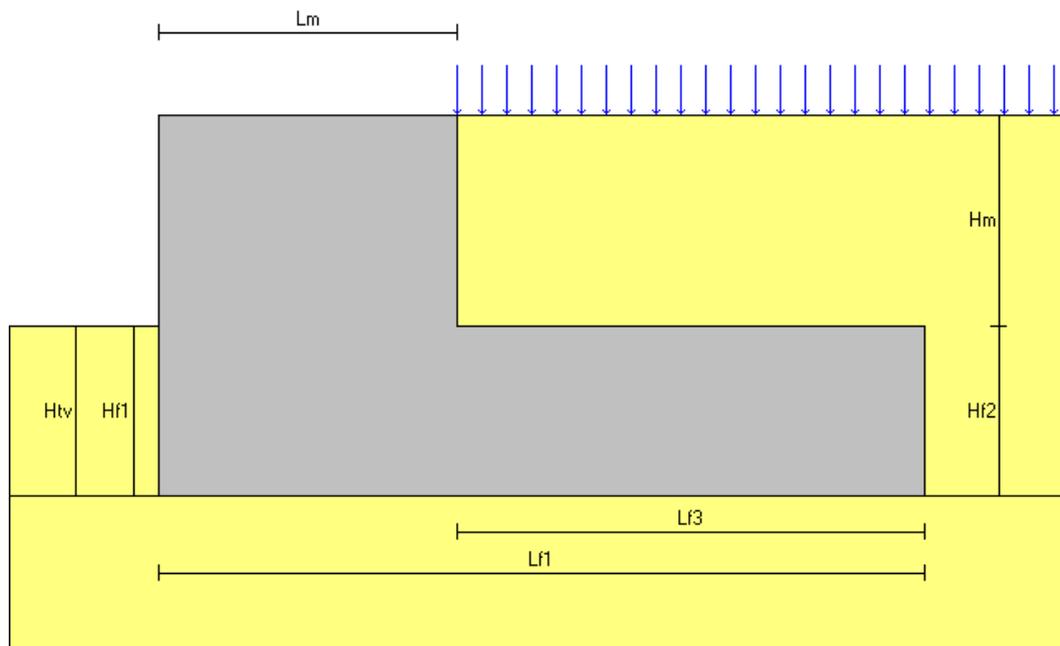
Pesi dei ferri di armatura

Mensola in elevazione	40.65 Kg
Soletta di fondazione	58.03 Kg

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 34 di 92

8.3 VERIFICA CORDOLO TIPO2 SENZA URTO

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	$H_m =$	0.500 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	$E_f =$	20.000 m
Lunghezza totale	$L_{f1} =$	1.800 m
Lunghezza mensola a valle	$L_{f2} =$	0.000 m
Altezza bordo libero mensola a valle	$H_{f1} =$	0.400 m
Lunghezza mensola a monte	$L_{f3} =$	1.100 m
Altezza bordo libero mensola a monte	$H_{f2} =$	0.400 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: 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 35 di 92

Altezza rinterro mensola a valle $H_{tv} = 0.400$ 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 C25/30, 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

I

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 $\varphi_f = 35.00$ °
 Coesione $c'_f = 0.00$ kN/m²

Terreno a monte del muro

Peso specifico $\gamma_{tm} = 19.00$ kN/m³
 Angolo di attrito $\varphi_m = 35.00$ °
 Angolo di attrito terra-muro $\delta_m = 20.67$ °
 Coesione $c'_m = 0.00$ kN/m²

Carichi applicati

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente strutturale

Uniforme a valle del muro $G_{1uv} = 0.00$ 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 36 di 92

Uniforme a monte del muro	$G_{1um} =$	0.00 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	$G_{2um} =$	0.00 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		
Accelerazione orizzontale massima	$a_g =$	0.0616 g

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 37 di 92

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)
6	STR	1.30	0.00	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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 38 di 92

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) $K_{AS} = 0.2448$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AS} = 0.3054$

Terreno in condizioni dinamiche (Mononobe-Okabe)

Componente verticale dell'azione sismica agente verso l'alto

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AD} = 0.2537$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AD} = 0.3156$

Componente verticale dell'azione sismica agente verso il basso

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AD} = 0.2536$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AD} = 0.3154$

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

Altezza di calcolo $H_t = 0.900$ 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	10.13	3.82	0.414	0.700	-	-	-	-	10.13	3.82	0.414	0.700
2	2.42	0.91	0.300	0.700	-	-	-	-	2.42	0.91	0.300	0.700
3	9.69	3.66	0.419	0.700	-	-	-	-	9.69	3.66	0.419	0.700
4	1.98	0.75	0.300	0.700	-	-	-	-	1.98	0.75	0.300	0.700
5	8.48	3.20	0.409	0.700	-	-	-	-	8.48	3.20	0.409	0.700
6	2.29	0.86	0.300	0.700	-	-	-	-	2.29	0.86	0.300	0.700
7	7.95	3.00	0.417	0.700	-	-	-	-	7.95	3.00	0.417	0.700
8	1.76	0.67	0.300	0.700	-	-	-	-	1.76	0.67	0.300	0.700
9	1.76	0.67	0.300	0.700	0.08	0.03	0.450	0.700	1.84	0.69	0.306	0.700
10	1.76	0.67	0.300	0.700	0.05	0.02	0.450	0.700	1.81	0.68	0.304	0.700
11	2.20	0.83	0.300	0.700	0.09	0.03	0.450	0.700	2.29	0.86	0.306	0.700
12	2.20	0.83	0.300	0.700	0.06	0.02	0.450	0.700	2.25	0.85	0.304	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: 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 39 di 92

Forze d'inerzia per metro di estensione del muro

Componente orizzontale forza d'inerzia	$F_{I,X} =$	0.59 kN
Ordinata del punto di applicazione della forza	$Y_I =$	0.432 m
Componente verticale forza d'inerzia	$F_{I,Y} =$	± 0.30 kN
Ascissa del punto di applicazione della forza	$X_I =$	0.869 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)	24.07	0.720	17.33625
Peso del terreno a monte (P_{TM})	9.40	1.250	11.75625
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	33.00	1.250	41.25000
Momento stabilizzante (M_{STAB})			70.34249
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	-9.69	0.419	-4.06492
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	3.66	0.700	2.55974
Momento ribaltante (M_{RIB})			-1.50518

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento

$$C_{RIB} = M_{STAB} / |M_{RIB}| = 46.73357$$

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)	34.77
Peso del terreno a monte (P_{TM})	13.58
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	33.00
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	3.20
Carico totale ortogonale al piano di fondazione (N_{TOT})	84.56

Momento rispetto al piede di valle ($M_{TOT} = M_{STAB} + M_{RIB}$) 82.04036 kN*m

Distanza carico dal piede di valle ($d_N = M_{TOT} / N_{TOT}$) 0.970 m

Eccentricità del carico ($e_N = |L_{f1} / 2 - d_N|$) 0.070 m

(Il punto di applicazione del carico è **interno** al terzo medio)

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 40 di 92

Compressione all'estremo di valle (σ_v)	35.98 kN/m ²
Compressione all'estremo di monte (σ_m)	57.97 kN/m ²
Ampiezza della zona compressa (B_{comp})	1.800 m
Compressione limite (σ_L)	583.97 kN/m ²

Coefficiente di sicurezza allo schiacciamento $C_{SCH} = (\sigma_L / R) / \sigma_{max} = 7.19503$

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 $f_t = \tan(\phi_t) / \gamma_\phi = 0.70021$.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 7)

Descrizione carico	Forza ortogonale [kN]	Forza tangenziale [kN]
Peso del muro (P_M)	26.75	0.00
Peso del terreno a monte (P_{TM})	10.45	0.00
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	33.00	0.00
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00	7.95
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	3.00	0.00
Carico totale ($\Sigma_\perp, \Sigma_\parallel$)	73.20	7.95

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento $C_{SCO} = (\Sigma_\perp \cdot f_t / R) / \Sigma_\parallel = 5.86273$

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	$L_s = 1.000$ m
Distanza della zona di generazione delle superfici	$D_{zg} = 1.000$ m
Lunghezza della zona di generazione delle superfici	$L_{zg} = 6.000$ m
Distanza della zona di arrivo della superfici	$D_{za} = 0.000$ m
Lunghezza della zona di arrivo della superfici	$L_{za} = 6.000$ 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

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 41 di 92

* 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

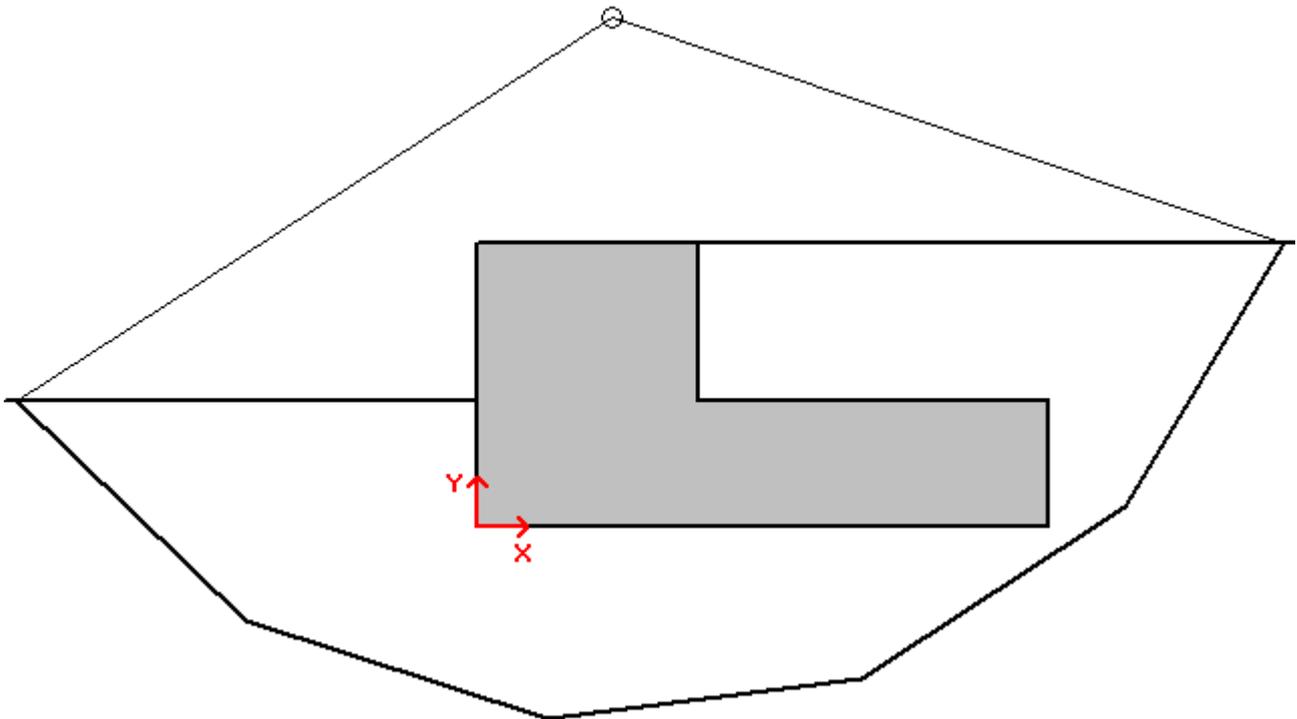
verso monte e l'asse delle ordinate è verticale diretto verso l'alto.

Ascissa centro $X_{cs} = 0.424$ m

Ordinata centro $Y_{cs} = 1.613$ m

Raggio $R_s = 2.233$ m

Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale $C_{SG} = 1.40818$



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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 42 di 92

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]
0.333	100.0	70.0	(1 Ø 16 / 40 cm) 5.03	(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]
3.79	1.22	0.09981

Rapporto $x/d = 0.08045$

Verifica N/M **$S_d/S_u = 0.00056$**

Verifica (25) **$N_d/N_u = 0.00067$**

Sezione 2 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	A_f [cm ²]	A_f' [cm ²]
0.167	100.0	70.0	[(1 Ø 16 + 1 Ø 12) / 40 cm] 7.85	(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	2.61	0.41671

Rapporto $x/d = 0.09728$

Verifica N/M **$S_d/S_u = 0.00124$**

Verifica (25) **$N_d/N_u = 0.00131$**

Sezione 3 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	A_f [cm ²]	A_f' [cm ²]
0.000	100.0	70.0	(1 Ø 16 / 20 cm) 10.05	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65

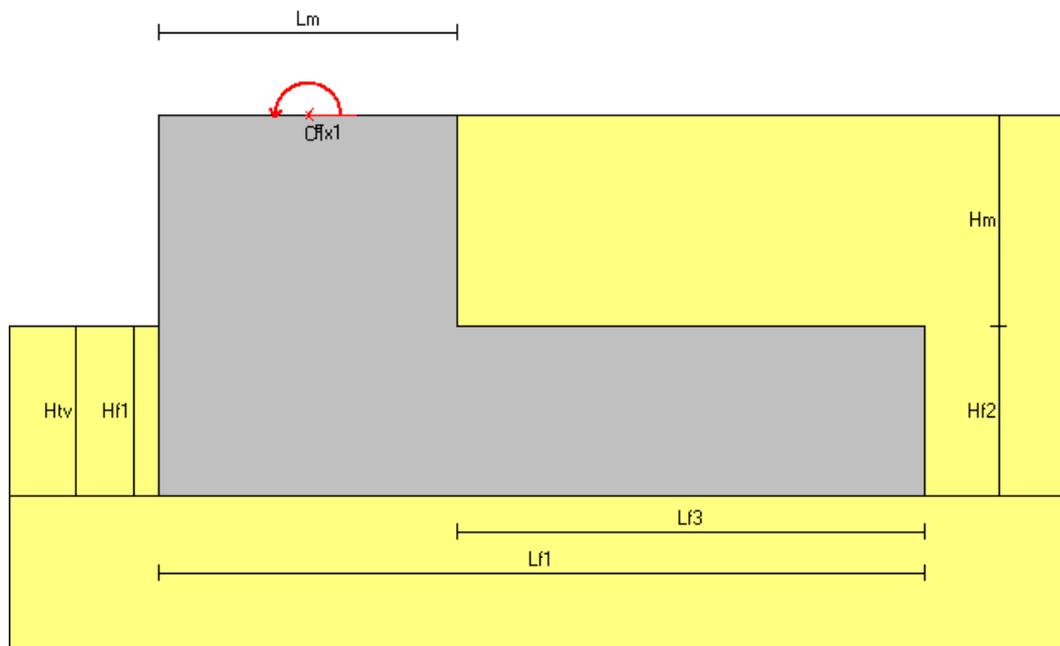
Condizioni più gravose (Combinazione 5)

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

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 44 di 92

8.4 VERIFICA CORDOLO TIPO2 CON URTO

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	$H_m =$	0.500 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

Lunghezza totale	$L_{f1} =$	1.800 m
Lunghezza mensola a valle	$L_{f2} =$	0.000 m
Altezza bordo libero mensola a valle	$H_{f1} =$	0.400 m
Lunghezza mensola a monte	$L_{f3} =$	1.100 m
Altezza bordo libero mensola a monte	$H_{f2} =$	0.400 m
Altezza rinterro mensola a valle	$H_{tv} =$	0.400 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: 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 45 di 92

Inclinazione piano di fondazione $\psi_f = 0.00^\circ$

Angolo di inclinazione terrapieno $\alpha = 0.00^\circ$

Materiali utilizzati

Peso specifico del muro $\gamma_m = 25.00 \text{ kN/m}^3$

Caratteristiche calcestruzzo

Classe di resistenza C20/25

Resistenza caratteristica $R_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 11.8 \text{ N/mm}^2$

Caratteristiche armature

Tipo acciaio B 450 C

Resistenza di calcolo $f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$

Caratteristiche geotecniche dei terreni

Terreno a valle del muro

Peso specifico $\gamma_{tv} = 3.80 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito $\varphi_v = 0.10^\circ$

Angolo di attrito terra-muro $\delta_v = 0.00^\circ$

Coesione $c'_v = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Terreno di fondazione del muro

Peso specifico $\gamma_{tf} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito $\varphi_f = 35.00^\circ$

Coesione $c'_f = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Tensione limite del terreno $\sigma_f = 280.00 \text{ kN/m}^2$

Terreno a monte del muro

Peso specifico $\gamma_{tm} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito $\varphi_m = 35.00^\circ$

Angolo di attrito terra-muro $\delta_m = 20.67^\circ$

Coesione $c'_m = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Carichi applicati

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente strutturale

Uniforme a valle del muro $G_{1uv} = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Uniforme a monte del muro $G_{1um} = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Nastriforme a monte del muro $G_{1nm} = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Distanza nastriforme dal paramento interno $d_{G1n} = 0.000 \text{ m}$

Larghezza del nastro $l_{G1n} = 0.000 \text{ m}$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 46 di 92

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	$G_{2um} =$	0.00 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	$Q_{um} =$	0.00 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

Carichi applicati alla mensola in elevazione

n.	tipo	H [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M_z [kN•m]
1	G1	0.500	-14.49	0.00	-14.49000

Legenda

- tipo G1 carico permanente strutturale; G2 carico permanente non strutturale; Q carico variabile
- H quota del punto di applicazione del carico rispetto alla base della mensola di elevazione
- F_x forza orizzontale positiva se verso monte
- F_y forza verticale positiva se verso il basso
- M_z coppia positiva se oraria

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	$C_U =$ III
Coefficiente d'uso	$C_U =$ 1.5
Periodo di riferimento	$V_R =$ 75 anni

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 47 di 92

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

Coefficienti parziali per le azioni

Tipo CMB	$\gamma_{G1,2max}$	$\gamma_{G1,2min}$	γ_Q
STR (A1)	1.00	1.00	1.00
GEO (A2)	1.00	1.00	1.00
EQU	1.00	0.90	1.00
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	1.00	1.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 48 di 92

2	EQU	0.90	1.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-
3	STR	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
4	SIS	1.00	0.00	+1.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
5	SIS	1.00	0.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	-	1.40 (R ₃)	1.10 (R ₃)
6	SIS	1.00	0.00	+1.00	1.25	1.25	1.00	1	-	-
7	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) $K_{AS} = 0.2448$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AS} = 0.3054$

Terreno in condizioni dinamiche (Mononobe-Okabe)

Componente verticale dell'azione sismica agente verso l'alto

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AD} = 0.2537$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AD} = 0.3156$

Componente verticale dell'azione sismica agente verso il basso

Spinta attiva (coefficienti M1) $K_{AD} = 0.2536$

Spinta attiva (coefficienti M2) $K_{AD} = 0.3154$

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

Altezza di calcolo $H_t = 0.900$ 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	2.20	0.83	0.300	0.700	-	-	-	-	2.20	0.83	0.300	0.700
2	1.98	0.75	0.300	0.700	-	-	-	-	1.98	0.75	0.300	0.700
3	1.76	0.67	0.300	0.700	-	-	-	-	1.76	0.67	0.300	0.700
4	1.76	0.67	0.300	0.700	0.08	0.03	0.450	0.700	1.84	0.69	0.306	0.700
5	1.76	0.67	0.300	0.700	0.05	0.02	0.450	0.700	1.81	0.68	0.304	0.700
6	2.20	0.83	0.300	0.700	0.09	0.03	0.450	0.700	2.29	0.86	0.306	0.700
7	2.20	0.83	0.300	0.700	0.06	0.02	0.450	0.700	2.25	0.85	0.304	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)

Forze d'inerzia per metro di estensione del muro

Componente orizzontale forza d'inerzia $F_{I,X} = 0.59$ kN

Ordinata del punto di applicazione della forza $Y_I = 0.432$ m

Componente verticale forza d'inerzia $F_{I,Y} = \pm 0.30$ kN

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 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 49 di 92

Ascissa del punto di applicazione della forza $X_I = 0.869 \text{ m}$

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 4 combinazioni di carico: 1, 2, 6 e 7.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 7)

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)	26.75	0.720	19.26250
Peso del terreno a monte (P_{TM})	10.45	1.250	13.06250
Componente verticale forza d'inerzia ($F_{I,Y}$)	-0.30	0.869	-0.25806
Carichi concentrati stabilizzanti (C_{CS})			0.00000
Momento stabilizzante (M_{STAB})			32.06693
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	-2.25	0.304	-0.68452
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	0.85	0.700	0.59526
Componente orizzontale forza d'inerzia ($F_{I,X}$)	-0.59	0.432	-0.25674
Carichi concentrati ribaltanti (C_{CR})			-27.53100
Momento ribaltante (M_{RIB})			-27.87701

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento

$$C_{RIB} = M_{STAB} / |M_{RIB}| = 1.15030$$

Verifica a schiacciamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le seguenti 3 combinazioni di carico: 3, 4 e 5. 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)	26.75
Peso del terreno a monte (P_{TM})	10.45
Componente orizzontale forza d'inerzia ($F_{I,X}$)	0.00
Componente verticale forza d'inerzia ($F_{I,Y}$)	-0.30
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	0.68
Carichi concentrati (C_C)	0.00
Carico totale ortogonale al piano di fondazione (N_{TOT})	37.59

Momento rispetto al piede di valle ($M_{TOT} = M_{STAB} + M_{RIB}$) 4.20671 kN·m

Distanza carico dal piede di valle ($d_N = M_{TOT} / N_{TOT}$) 0.112 m

Eccentricità del carico ($e_N = |L_{f1} / 2 - d_N|$) 0.788 m

(Il punto di applicazione del carico è **esterno** al terzo medio)

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 50 di 92

Compressione all'estremo di valle (σ_v)	223.89 kN/m ²
Compressione all'estremo di monte (σ_m)	0.00 kN/m ²
Ampiezza della zona compressa (B_{comp})	0.336 m
Compressione limite (σ_L)	500.00 kN/m ²

Coefficiente di sicurezza allo schiacciamento $C_{SCH} = (\sigma_L / R) / \sigma_{max} = 1.59518$

Verifica a scorrimento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le seguenti 3 combinazioni di carico: 3, 4 e 5. Il coefficiente di sicurezza parziale di verifica è $R_3 = 1.10$ e il coefficiente di attrito per il terreno di fondazione è $f_t = \tan(\varphi_f) / \gamma_\varphi = 0.70021$.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 5)

Descrizione carico	Forza ortogonale [kN]	Forza tangenziale [kN]
Peso del muro (P_M)	26.75	0.00
Peso del terreno a monte (P_{TM})	10.45	0.00
Componente orizzontale forza d'inerzia ($F_{I,X}$)	0.00	0.59
Componente verticale forza d'inerzia ($F_{I,Y}$)	-0.30	0.00
Carichi concentrati (C_C)	0.00	14.49
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00	1.81
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	0.68	0.00
Carico totale (Σ_{\perp}, Σ_{\parallel})	37.59	16.90

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento $C_{SCO} = (\Sigma_{\perp} \cdot f_t / R) / \Sigma_{\parallel} = 1.41607$

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	$L_s = 1.000$ m
Distanza della zona di generazione delle superfici	$D_{zg} = 1.000$ m
Lunghezza della zona di generazione delle superfici	$L_{zg} = 6.000$ m
Distanza della zona di arrivo della superfici	$D_{za} = 0.000$ m
Lunghezza della zona di arrivo della superfici	$L_{za} = 6.000$ 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

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 51 di 92

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 6)

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.

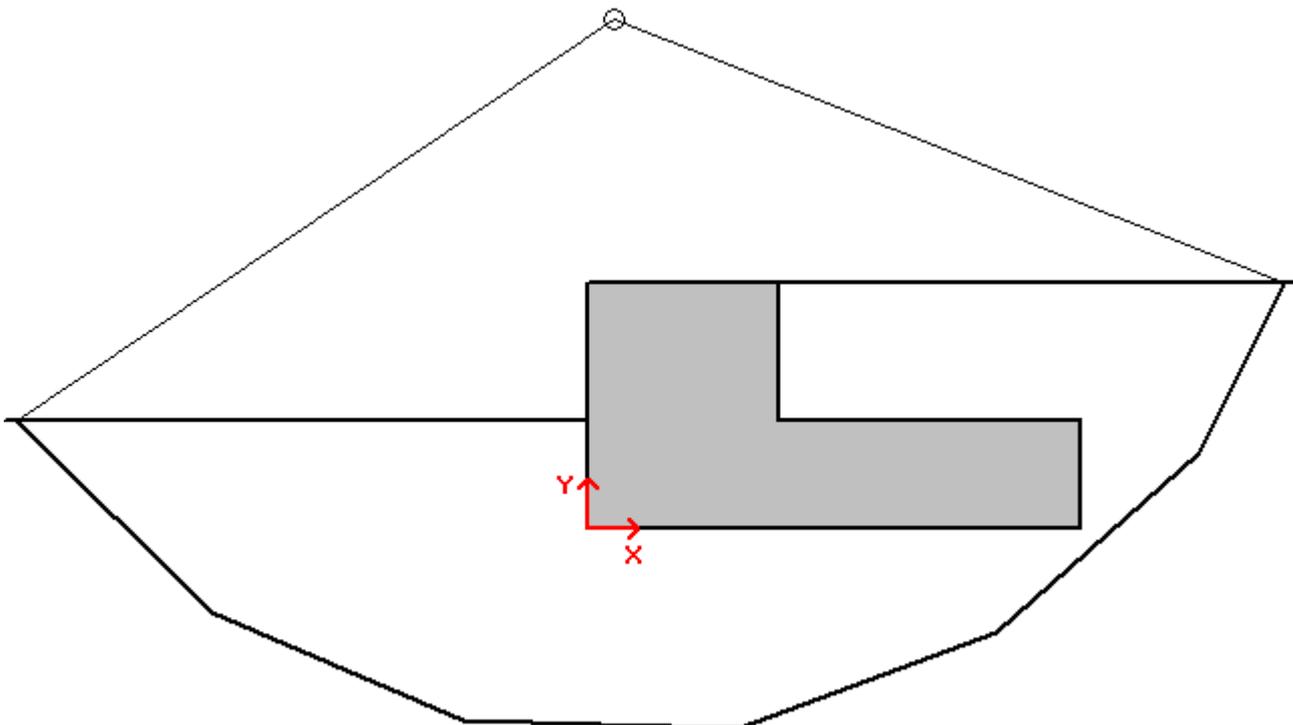
Ascissa centro $X_{cs} = 0.098$ m

Ordinata centro $Y_{cs} = 1.870$ m

Raggio $R_s = 2.627$ m

Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale

$C_{SG} = 2.46636$



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

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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 52 di 92

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 spiccato di fondazione.

Sezione 1 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	A_r [cm ²]	A_r' [cm ²]
0.333	100.0	70.0	(1 Ø 16 / 40 cm) 5.03	(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]
2.89	14.65	16.91702

Rapporto x/d = 0.08045

Verifica N/M **$S_d/S_u = 0.12886$**

Verifica (25) **$N_d/N_u = 0.00051$**

Sezione 2 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	A_r [cm ²]	A_r' [cm ²]
0.167	100.0	70.0	[(1 Ø 16 + 1 Ø 12) / 40 cm] 7.85	(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]
5.79	14.94	19.38206

Rapporto x/d = 0.09728

Verifica N/M **$S_d/S_u = 0.09149$**

Verifica (25) **$N_d/N_u = 0.00100$**

Sezione 3 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	A_r [cm ²]	A_r' [cm ²]
0.000	100.0	70.0	(1 Ø 16 / 20 cm) 10.05	(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]
8.68	15.36	21.90612

Rapporto x/d = 0.10990

Verifica N/M **$S_d/S_u = 0.07872$**

Verifica (25) **$N_d/N_u = 0.00148$**

Sezione d'incastro mensola di fondazione a monte (verificata)

Caratteristiche

L_{mensola} [m]	B [cm]	H [cm]	A_r [cm ²]	A_r' [cm 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 IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 53 di 92

1.450 100.0 40.0 (1 Ø 16 / 20 cm) 10.05 (1 Ø 16 / 20 cm) 10.05

Condizioni più gravose (Combinazione 4)

Compressione terreno estremo di monte $\sigma_m = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Compressione terreno all'incastro $\sigma_i = 11.45 \text{ kN/m}^2$

Lunghezza zona compressa $L_c = 0.021 \text{ m}$

Descrizione carico	Forza [kN]	Braccio [m]	Momento [kN•m]
Forza di compressione terreno	-0.12	0.007	-0.00081
Peso della mensola	11.00	0.900	9.90000
Peso del terreno	10.45	0.900	9.40500
Inerzia verticale (terreno e cls)	0.17	0.900	0.15412

Sforzo di taglio [kN] Momento flettente [kN•m]

-21.50 -19.45831

Rapporto $x/d = 0.15792$

Verifica N/M

$S_d/S_u = 0.15136$

Computo materiali

I valori riportati sono riferiti ad ogni metro di estensione del muro

Volumi del calcestruzzo

Mensola in elevazione 0.35 m³

Soletta di fondazione 0.72 m³

Pesi dei ferri di armatura

Mensola in elevazione 25.87 Kg

Soletta di fondazione 43.13 Kg

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:	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	1BEZZ	RH	NV0420001	B	54 di 92

9. ALLEGATO – TABULATO DI TRACCIAMENTO

Dati generali sul tracciato NV042	
Progressiva Iniziale (m): 0.000	Lunghezza (m) : 1150.771
Progressiva Finale (m): 1150.771	

Rettifilo	1	Progl. 0.000 - ProgF 63.194
Coordinate	P.to	Iniziale X: 18413.941 Y: 25893.329
Coordinate	P.to	Finale X: 18443.502 Y: 25949.183
Lunghezza	:	63.194
Azimut	:	62
V_p (Km/h) = 40.0 $L \geq L_{min} = 30.000$ OK $L \leq L_{max} = 880.000$ OK $R_{succ} = 270.000$ $R_{succ} > R_{min} = 63.190$ OK		

Curva 2 Destra	Progl. 63.194 - ProgF 200.195
Coordinate vertice	X: 18475.890
Coordinate vertice	Y: 26010.379
Coordinate I punto Tg	X: 18443.502 Y: 25949.183
Coordinate II punto Tg	X: 18529.390 Y: 26054.330
Tangente Prim. 1:	54.212
Tangente Prim. 2:	54.212
Alfa Ang. al Vert.:	157
TT1 Tangente 1:	69.238
TT2 Tangente 2:	69.238
Numero Archi	:
	1

Clotoide in entrata	Progl. 63.194 - ProgF 93.194
Coordinate vertice	X: 18452.859
Coordinate vertice	Y: 25966.862
Coordinate I punto Tg	X: 18443.502 Y: 25949.183
Coordinate II punto Tg	X: 18458.022 Y: 25975.430
Raggio	: 270.000
Parametro N	: 1.000
Parametro A	: 90.000
Scostamento	: 0.139
Pti (%)	: 2.5
Angolo	: 3
Tangente lunga	: 20.003
Tangente corta	: 10.003
Sviluppo	: 30.000
Ptf (%)	: -2.5
V_p (Km/h) = 40.0 $A \geq \text{radq}[(V_p^3 - gVR(P_{tf} - P_{ti})) / c]$ = 33.000 OK $A \geq \text{radq}(R / \text{dimax} * B_i * P_{ti} - P_{tf} * 100)$ = 0.000 OK $A \geq R / 3$ = 90.000 OK $A / A_u = 1.000$ $A / A_u \geq 2 / 3 = 0.670$ OK $A \leq R$ = 270.000 OK $A / A_u = 1.000$ $A / A_u \leq 3 / 2 = 1.500$ OK	

Arco	Progl. 93.194 - ProgF 170.195
Coordinate vertice	X: 18478.029
Coordinate vertice	Y: 26008.631
Coordinate I punto Tg	X: 18458.022 Y: 25975.430
Coordinate II punto Tg	X: 18506.569 Y: 26034.863
Raggio	: 270.000
Tangente	: 38.764
Saetta	: 2.740
Pt (%)	: 2.5
Angolo al vertice	: 16
Sviluppo	: 77.001
Corda	: 76.740
V_p (Km/h) = 40.0 $R \geq R_{min} = 19.299$ OK $S_v \geq S_{min} = 27.780$ OK $P_t \geq P_{tmin} = 2.500$ No	

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatari:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 55 di 92

Clotoide in uscita		ProgI 170.195 - ProgF 200.195			
Coordinate vertice	X:	18513.933	Coordinate I punto Tg X: 18506.569		
Coordinate vertice	Y:	26041.632	Coordinate I punto Tg Y: 26034.863		
			Coordinate II punto Tg X: 18529.390		
			Coordinate II punto Tg Y: 26054.330		
Raggio	:	270.000	Angolo	:	3
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	20.003
Parametro A	:	90.000	Tangente corta	:	10.003
Scostamento	:	0.139	Sviluppo	:	30.000
Pti (%)	:	2.5	Ptf (%)	:	2.5
Vp (Km/h) = 40.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	33.000 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	0.000 OK			
A >= R/3	=	90.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK	
A <= R	=	270.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK	

Rettifilo 3		ProgI 200.195 - ProgF 325.255			
Coordinate P.to Iniziale	X:	18529.390	Coordinate P.to Finale X: 18626.023		
	Y:	26054.330	Coordinate P.to Finale Y: 26133.716		
Lunghezza	:	125.060	Azimut	:	39
Vp (Km/h) = 40.0					
L >= Lmin = 30.000 OK	Rprec = 270.000	Rprec > Rmin = 125.060 OK			
L <= Lmax = 880.000 OK	Rsucc = 1150.000	Rsucc > Rmin = 125.060 OK			

Curva 4 Sinistra		ProgI 325.255 - ProgF 362.583	
Coordinate vertice	X:	18640.445	Coordinate I punto Tg X: 18626.023
Coordinate vertice	Y:	26145.564	Coordinate I punto Tg Y: 26133.716
			Coordinate II punto Tg X: 18654.476
			Coordinate II punto Tg Y: 26157.874
Tangente Prim. 1:	18.665	TT1 Tangente 1:	18.665
Tangente Prim. 2:	18.665	TT2 Tangente 2:	18.665
Alfa Ang. al Vert.:	178	Numero Archi	1

Arco		ProgI 325.255 - ProgF 362.583			
Coordinate vertice	X:	18640.445	Coordinate I punto Tg X: 18626.023		
Coordinate vertice	Y:	26145.564	Coordinate I punto Tg Y: 26133.716		
Coordinate centro curva	X:	17896.026	Coordinate II punto Tg X: 18654.476		
Coordinate centro curva	Y:	27022.313	Coordinate II punto Tg Y: 26157.874		
Raggio	:	1150.000	Angolo al vertice	:	2
Tangente	:	18.665	Sviluppo	:	37.327
Saetta	:	0.151	Corda	:	37.326
Pt (%)	:	0.0			

Arco		ProgI 325.255 - ProgF 362.583			
Coordinate vertice	X:	18640.445	Coordinate I punto Tg X: 18626.023		
Coordinate vertice	Y:	26145.564	Coordinate I punto Tg Y: 26133.716		
Coordinate centro curva	X:	17896.026	Coordinate II punto Tg X: 18654.476		
Coordinate centro curva	Y:	27022.313	Coordinate II punto Tg Y: 26157.874		
Raggio	:	1150.000	Angolo al vertice	:	2
Tangente	:	18.665	Sviluppo	:	37.327
Saetta	:	0.151	Corda	:	37.326
Pt (%)	:	0.0			

Rettifilo 5		ProgI 362.583 - ProgF 505.294			
Coordinate P.to Iniziale	X:	18654.476	Coordinate P.to Finale X: 18761.750		
	Y:	26157.874	Coordinate P.to Finale Y: 26251.995		
Lunghezza	:	142.712	Azimut	:	41
Vp (Km/h) = 40.0					
L >= Lmin = 30.000 OK	Rprec = 1150.000	Rprec > Rmin = 142.710 OK			
L <= Lmax = 880.000 OK	Rsucc = 330.000	Rsucc > Rmin = 142.710 OK			

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:		
Mandatari:	Mandanti:	
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ RH NV0420001 B 56 di 92	

Curva 6 Destra ProgI 505.294 - ProgF 641.322					
Coordinate vertice	X:	18813.178	Coordinate I punto Tg	X:	18761.750
Coordinate vertice	Y:	26297.117	Coordinate I punto Tg	Y:	26251.995
Coordinate vertice	X:	18875.673	Coordinate II punto Tg	X:	18875.673
Coordinate vertice	Y:	26324.958	Coordinate II punto Tg	Y:	26324.958
Tangente Prim. 1:	50.059		TT1 Tangente 1:	68.416	
Tangente Prim. 2:	50.059		TT2 Tangente 2:	68.416	
Alfa Ang. al Vert.:	163		Numero Archi :	1	

Clotoide in entrata ProgI 505.294 - ProgF 541.961					
Coordinate vertice	X:	18780.128	Coordinate I punto Tg	X:	18761.750
Coordinate vertice	Y:	26268.120	Coordinate I punto Tg	Y:	26251.995
Coordinate vertice	X:	18789.751	Coordinate II punto Tg	X:	18789.751
Coordinate vertice	Y:	26275.660	Coordinate II punto Tg	Y:	26275.660
Raggio :	330.000		Angolo :	3	
Parametro N :	1.000		Tangente lunga :	24.448	
Parametro A :	110.000		Tangente corta :	12.226	
Scostamento :	0.170		Sviluppo :	36.667	
Pti (‰) :	2.5		Ptf (‰) :	-2.5	
Vp (Km/h) = 40.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	0.000 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi*(Pti-Ptf *100))	=	60.600 OK			
A >= R/3	=	110.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3	= 0.670 OK
A <= R	=	330.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2	= 1.500 OK

Arco ProgI 541.961 - ProgF 604.655					
Coordinate vertice	X:	18814.500	Coordinate I punto Tg	X:	18789.751
Coordinate vertice	Y:	26295.052	Coordinate I punto Tg	Y:	26275.660
Coordinate centro curva	X:	18993.284	Coordinate II punto Tg	X:	18842.466
Coordinate centro curva	Y:	26015.902	Coordinate II punto Tg	Y:	26309.422
Raggio :	330.000		Angolo al vertice :	11	
Tangente :	31.442		Sviluppo :	62.694	
Saetta :	1.488		Corda :	62.600	
Pt (‰) :	2.5				
Vp (Km/h) = 40.0					
R >= Rmin =	19.299 OK				
Sv >= Smin =	27.780 OK				
Pt >= Ptmin =	2.500 OK				

Clotoide in uscita ProgI 604.655 - ProgF 641.322					
Coordinate vertice	X:	18853.341	Coordinate I punto Tg	X:	18842.466
Coordinate vertice	Y:	26315.009	Coordinate I punto Tg	Y:	26309.422
Coordinate vertice	X:	18875.673	Coordinate II punto Tg	X:	18875.673
Coordinate vertice	Y:	26324.958	Coordinate II punto Tg	Y:	26324.958
Raggio :	330.000		Angolo :	3	
Parametro N :	1.000		Tangente lunga :	24.448	
Parametro A :	110.000		Tangente corta :	12.226	
Scostamento :	0.170		Sviluppo :	36.667	
Pti (‰) :	-2.5		Ptf (‰) :	2.5	
Vp (Km/h) = 40.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	0.000 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi*(Pti-Ptf *100))	=	60.600 OK			
A >= R/3	=	110.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3	= 0.670 OK
A <= R	=	330.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2	= 1.500 OK

Rettifilo 7 ProgI 641.322 - ProgF 798.395					
Coordinate P.to Iniziale	X:	18875.673	Coordinate P.to Finale	X:	19019.154
Coordinate P.to Iniziale	Y:	26324.958	Coordinate P.to Finale	Y:	26388.876
Lunghezza :	157.073		Azimut :	24	
Vp (Km/h) = 40.0					
L >= Lmin =	30.000 OK	Rprec = 330.000	Rprec > Rmin =	157.070 OK	
L <= Lmax =	880.000 OK	Rsucc = 25.000	Rsucc > Rmin =	157.070 No	

APPALDATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatari:	Mandanti:					
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	1BEZZ	RH	NV0420001	B	57 di 92

Clotoide in entrata 8 ProgI 798.395 - ProgF 823.395					
Coordinate vertice	X:	19034.582	Coordinate I punto Tg	X:	19019.154
Coordinate vertice	Y:	26395.749	Coordinate I punto Tg	Y:	26388.876
Coordinate vertice	X:		Coordinate II punto Tg	X:	19039.760
Coordinate vertice	Y:		Coordinate II punto Tg	Y:	26402.536
Raggio	:	25.000	Angolo	:	29
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	16.890
Parametro A	:	25.000	Tangente corta	:	8.537
Scostamento	:	1.032	Sviluppo	:	25.000
Pti (%)	:	2.5	Ptf (%)	:	3.5
Vp (Km/h) = 35.9					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 26.300 No					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 7.100 OK					
A >= R/3 = 8.300 OK					
A <= R = 25.000 OK					
			A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK	
			A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	

Arco 9 Sinistra ProgI 823.395 - ProgF 841.505					
Coordinate vertice	X:	19045.506	Coordinate I punto Tg	X:	19039.760
Coordinate vertice	Y:	26410.067	Coordinate I punto Tg	Y:	26402.536
Coordinate centro curva	X:	19019.884	Coordinate II punto Tg	X:	19044.818
Coordinate centro curva	Y:	26417.700	Coordinate II punto Tg	Y:	26419.515
Raggio	:	25.000	Angolo al vertice	:	42
Tangente	:	9.473	Sviluppo	:	18.110
Saetta	:	1.622	Corda	:	17.716
Pt (%)	:	3.5			
Vp (Km/h) = 28.3					
R >= Rmin = 19.299 OK					
Sv >= Smin = 19.670 No					
Pt >= Ptmin = 3.500 OK					

Clotoide in uscita 10 ProgI 841.505 - ProgF 866.518					
Coordinate vertice	X:	19044.198	Coordinate I punto Tg	X:	19044.818
Coordinate vertice	Y:	26428.034	Coordinate I punto Tg	Y:	26419.515
Coordinate vertice	X:		Coordinate II punto Tg	X:	19035.037
Coordinate vertice	Y:		Coordinate II punto Tg	Y:	26442.235
Raggio	:	25.000	Angolo	:	0
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	16.899
Parametro A	:	25.006	Tangente corta	:	8.542
Scostamento	:	1.033	Sviluppo	:	25.013
Pti (%)	:	3.5	Ptf (%)	:	2.5
Vp (Km/h) = 36.3					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 26.800 No					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 7.100 OK					
A >= R/3 = 8.300 OK					
A <= R = 25.000 OK					
			Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK	
			Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK	

Rettifilo 11 ProgI 866.518 - ProgF 869.895					
Coordinate P.to Iniziale	X:	19035.037	Coordinate P.to Finale	X:	19033.206
Coordinate P.to Iniziale	Y:	26442.235	Coordinate P.to Finale	Y:	26445.073
Lunghezza	:	3.378	Azimut	:	123
Vp (Km/h) = 36.8					
L <= Lmax = 810.188 OK					
		Rprec = 25.000	Rprec > Rmin = 3.380 OK		
		Rsucc = 25.000	Rsucc > Rmin = 3.380 OK		

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatari:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione tecnica e di tracciamento	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0420001	REV. B	FOGLIO. 58 di 92

Clotoide in entrata 12		ProgI 869.895 - ProgF 894.902			
Coordinate vertice	X:	19024.047	Coordinate I punto Tg X:	19033.206	
Coordinate vertice	Y:	26459.270	Coordinate I punto Tg Y:	26445.073	
Coordinate vertice	X:	19023.426	Coordinate II punto Tg X:	19023.426	
Coordinate vertice	Y:	26467.787	Coordinate II punto Tg Y:	26467.787	
Raggio	:	25.000	Angolo	:	29
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	16.895
Parametro A	:	25.003	Tangente corta	:	8.539
Scostamento	:	1.033	Sviluppo	:	25.006
Pti (%)	:	2.5	Ptf (%)	:	-3.5
Vp (Km/h) = 36.3					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	25.100 No	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	17.400 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	
A >= R/3	=	8.300 OK			
A <= R	=	25.000 OK			

Arco 13 Destra		ProgI 894.902 - ProgF 907.841			
Coordinate vertice	X:	19022.944	Coordinate I punto Tg X:	19023.426	
Coordinate vertice	Y:	26474.387	Coordinate I punto Tg Y:	26467.787	
Coordinate centro curva	X:	19048.359	Coordinate II punto Tg X:	19025.792	
Coordinate centro curva	Y:	26469.605	Coordinate II punto Tg Y:	26480.361	
Raggio	:	25.000	Angolo al vertice	:	30
Tangente	:	6.618	Sviluppo	:	12.939
Saetta	:	0.832	Corda	:	12.795
Pt (%)	:	3.5			
Vp (Km/h) = 28.3					
R >= Rmin = 19.299 OK			R >= Rmin = 350.000 No		
Sv >= Smin = 19.670 No			R <= Rmax = 100000.000 OK		
Pt >= Ptmin = 3.500 OK					

Clotoide di Continuità 14		ProgI 907.841 - ProgF 931.793			
Coordinate vertice	X:	19029.451	Coordinate I punto Tg X:	19025.792	
Coordinate vertice	Y:	26488.039	Coordinate I punto Tg Y:	26480.361	
Coordinate vertice	X:	19042.302	Coordinate II punto Tg X:	19042.302	
Coordinate vertice	Y:	26497.351	Coordinate II punto Tg Y:	26497.351	
Raggio Iniziale	:	600.000	Angolo Iniziale	:	0
Raggio Finale	:	25.000	Angolo Finale	:	29
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	15.870
Parametro A	:	24.997	Tangente corta	:	8.505
Sviluppo	:	23.952			
Pti (%)	:	-3.5	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 35.6					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	25.700 No	A/Aprec = 1.000	A/Aprec >= 2/3 = 0.670 OK	
A >= radq(Bi*(qi-qf)/((1/Ri-1/Rf)*dimax/100))	=	7.200 OK	A/Aprec = 1.000	A/Aprec <= 3/2 = 1.500 OK	
A >= Rmax/3	=	200.000 No			
A <= Rmin	=	25.000 OK			

Arco 15 Destra		ProgI 931.793 - ProgF 1150.771			
Coordinate vertice	X:	19131.961	Coordinate I punto Tg X:	19042.302	
Coordinate vertice	Y:	26562.315	Coordinate I punto Tg Y:	26497.351	
Coordinate centro curva	X:	19394.348	Coordinate II punto Tg X:	19238.901	
Coordinate centro curva	Y:	26011.487	Coordinate II punto Tg Y:	26591.001	
Raggio	:	600.000	Angolo al vertice	:	21
Tangente	:	110.721	Sviluppo	:	218.978
Saetta	:	9.962	Corda	:	217.764
Pt (%)	:	2.5			
Vp (Km/h) = 40.0					
R >= Rmin = 19.299 OK		R = 600.000	R >= Rminp = 40.000 OK		
Sv >= Smin = 27.780 OK			R <= Rmaxp = 120.000 No		
Pt >= Ptmin = 2.500 OK					