

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

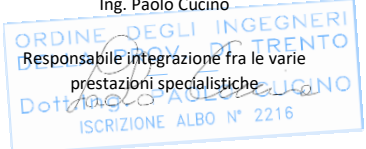


MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino



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

A-PONTE SUL FIUME ISARCO

Elaborati Generali

Relazione di calcolo Pile B.P.

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	C L	V I O O O O	0 0 7	C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	T.Donolato	14/01/2022	F.Favaro	18/01/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	19/01/2022	IL PROGETTISTA M. Organte Ing. MARIO ORGANTE 15/12/2022
B	Emissione a seguito di indicazioni Committenza	T.Donolato	18/07/2022	F.Favaro	19/07/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	20/07/2022	
C	Emissione per aggiornamento progressive	T.Donolato	18/11/2022	F.Favaro	25/11/2022	D.Buttafoco	5/12/2022	

File: IB0U1BEZZCLVI0000007B.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:		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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	2 di 214

SOMMARIO

1	PREMESSA	6
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PONTE SULL'ISARCO.....	6
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	9
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
4	ELABORATI DI RIFERIMENTO	9
5	MATERIALI	10
5.1	CALCESTRUZZO PER RIEMPIMENTO POZZI	10
	Caratteristiche meccaniche	10
	Valori di progetto	10
5.2	CALCESTRUZZO PER ANELLI SOTTOMURAZIONE POZZI.....	10
	Caratteristiche meccaniche	10
	Valori di progetto	11
5.3	CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE PILE, SPALLE E SOLETTONI.....	11
	Caratteristiche meccaniche	11
	Valori di progetto	12
5.4	CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONE PILE, PULVINI, SPALLE, BAGGIOLI E RITEGNI.....	12
	Caratteristiche meccaniche	12
	Valori di progetto	12
5.5	REQUISITI DI LIMITAZIONE DELLA FESSURAZIONE.....	13
5.6	PRESCRIZIONI DI DURABILITÀ.....	13
5.7	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO.....	15
6	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO, CLASSE DI ESECUZIONE	16
6.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.	16
6.2	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	16
6.3	CLASSE DI ESECUZIONE	17
7	SOFTWARE DI CALCOLO	18
7.1	SOFTWARE PER L'ANALISI STRUTTURALE DELL'IMPALCATO E DELLE SOTTOSTRUTTURE	18
7.2	SOFTWARE PER LE VERIFICHE DI RESISTENZA.....	18
8	ANALISI GENERALE DEI CARICHI	20

APPALTAZIONE: 	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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 3 di 214

8.1	CARICHI PERMANENTI (G).....	20
8.1.1	Peso proprio strutture in acciaio (g1a).....	20
8.1.2	Soletta in c.a. (g1b).....	20
8.1.3	Permanenti portati (g2b).....	20
8.2	DISTORSIONI DI PROGETTO (E1)	21
8.3	CEDIMENTI VINCOLARI (E4)	21
8.4	CARICHI TRAFFICO (Q).....	21
8.4.1	Treni di carico (q1)	21
8.4.2	Carico pedonale (q1,ped)	24
8.4.3	Azione di avviamento e frenatura (q3)	24
8.4.4	Azione Centrifuga (q4)	26
8.4.5	Azione laterale/serpeggio (q5).....	26
8.4.6	Coefficiente dinamico	26
8.5	AZIONI AMBIENTALI (Q)	27
8.5.1	Variazioni termiche (q7).....	27
8.5.2	Vento (q5w).....	28
8.5.3	Neve (q5s)	28
8.5.4	Azione sismica (E).....	28
8.6	ATTRITO DEI VINCOLI (Q9)	28
8.7	AZIONE SISMICA (E).....	29
8.7.1	Spettro di progetto.....	29
8.7.2	Spostamenti relativi del terreno di fondazione	33
8.7.3	Risposta alle diverse componenti dell'azione sismica	34
8.8	URTI	34
8.8.1	Urto ferroviario	34
9	MODELLO DI CALCOLO.....	35
9.1	SOLLECITAZIONI SULLE SOTTOSTRUTTURE – BINARIO PARI	39
9.2	SOLLECITAZIONI SULLE SOTTOSTRUTTURE – BINARIO DISPARI.....	48
10	ANALISI SISMICA	58
10.1	ANALISI SISMICA PER IL BINARIO DISPARI.....	58
10.2	ANALISI SISMICA BINARIO PARI	66

APPALTAZIONE: 	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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 4 di 214

11	COMBINAZIONI DI CARICO E FASI DI CALCOLO.....	73
11.1	COMBINAZIONI DI CARICO.....	73
12	VERIFICA DEI PULVINI	80
12.1	VERIFICHE IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO.....	81
12.2	VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE	89
12.3	VERIFICHE IN CONDIZIONI DI SOLLEVAMENTO.....	93
13	PILE BINARIO PARI.....	97
13.1	SOLLECITAZIONI DELLA SEZIONE DI INCASTRO DELLA PILA 1	98
13.2	SOLLECITAZIONI DELLA SEZIONE DI INCASTRO DELLA PILA 2	100
13.3	SOLLECITAZIONI DELLA SEZIONE DI INCASTRO DELLA PILA P3	102
13.4	VERIFICHE DELLE PILE.....	104
13.4.1	Pila P1	104
13.4.2	Pila P2	114
13.4.3	Pila P3.....	125
13.4.4	Verifica a taglio.....	135
13.4.5	Armatura minima per il confinamento delle pile.....	138
14	PLINTO DI FONDAZIONE.....	140
14.1	SOLLECITAZIONI PLINTO DI FONDAZIONE – PILA 1	141
14.2	SOLLECITAZIONI PLINTO DI FONDAZIONE – PILA 2	143
14.3	SOLLECITAZIONI PLINTO DI FONDAZIONE – PILA 3	145
14.4	VERIFICA DEI PLINTI DI FONDAZIONE.....	148
14.4.1	Verifica del plinto della pila P1.....	148
14.4.2	Verifica del plinto della pila P2.....	158
14.4.3	Verifica del plinto della pila P3.....	168
14.4.4	Verifica a taglio del plinto di fondazione.....	178
14.5	VERIFICA DI EQUILIBRIO DEL PLINTO	181
14.5.1	Verifica dell'equilibrio del plinto della pila 1.....	182
14.5.2	Verifica dell'equilibrio del plinto della pila 2.....	185
14.5.3	Verifica dell'equilibrio del plinto della pila 3.....	189
14.6	VERIFICA DELL'ARMATURA INFERIORE DEI PLINTI.....	192
14.7	VERIFICA PER CONTATTO TRA PLINTO E POZZO	194

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0000007</td> <td>C</td> <td>5 di 214</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	5 di 214													

14.8	ATTACCO DELL'ARCO	195
15	POZZO.....	203
15.1	VERIFICA DELL'EQUILIBRIO DEL POZZO DI PILA 1	204
15.2	VERIFICA DELL'EQUILIBRIO DEL POZZO DI PILA 2	207
15.3	VERIFICA DELL'EQUILIBRIO DEL POZZO DI PILA 3	211

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	6 di 214

1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono riportate le analisi e dimensionamenti strutturali relativi alle pile del viadotto sull'Isarco binario pari. L'impalcato fa parte della coppia di viadotti (uno per il binario pari e uno per il binario dispari) necessari al superamento del fiume Isarco, colleganti gli imbocchi Scaleres Sud con Gardena Nord e rientra nell'ambito dei lavori di "quadruplicamento ferroviario della linea Fortezza-Verona – Lotto 1 Fortezza – Gardena". I viadotti sono previsti fra le progressive:

- Pk km 15+718.67 (BP – Asse appoggi spalla lato Scaleres) e pk km 15+939.57 (BP – Asse appoggi spalla lato Ponte Gardena)
- Pk km 15+707.57 (BD – Asse appoggi spalla lato Scaleres) e pk km 15+958.32 (BD – Asse appoggi spalla lato Ponte Gardena)

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PONTE SULL'ISARCO.

Il ponte, a vie separate per ciascun binario distanti fra loro circa 40m, consente di superare sia l'Isarco che alcune vie di comunicazione importanti: la linea ferroviaria storica, l'autostrada A22, la S.S. 12 e la S.P. per Funes. I due impalcati hanno lunghezza pari a 220,90m (binario pari) e 250,75m (binario dispari), e collegano le gallerie Gardena e Scaleres.

Le due campate principali del ponte, una a scavalco dell'Autostrada e l'altra a scavalco del fiume Isarco e della linea ferroviaria "storica", hanno struttura in acciaio ad arco gemello affiancato, a via superiore. Le campate di riva sono a travata semplicemente appoggiata ed hanno luce variabile da 23m a 28m. Gli archi, che hanno luce di circa 84m e sono incernierati al piede e gemellati tramite traversi di collegamento, sono realizzati in struttura metallica a cassone e sostengono alle reni ed in chiave un classico impalcato metallico a due travi portanti principali, a via inferiore, a doppio T simmetrico parete piena alto 2,80m; l'impalcato sostenuto dagli archi ha quindi schema statico di trave continua su 5 appoggi.

Gli appoggi sono a calotta sferica in acciaio e teflon.

Gli archi sono scanditi da pile in c.a. di altezza circa 30m, alle base delle quali vi sono le sedi delle cerniere cilindriche a perno; le pile hanno fondazioni del tipo a pozzo.

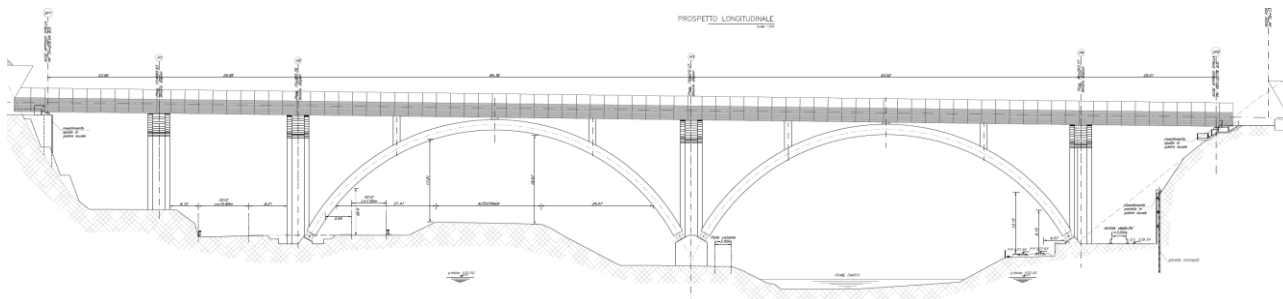


Figura 1: Prospetto del ponte sul binario dispari

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 7 di 214

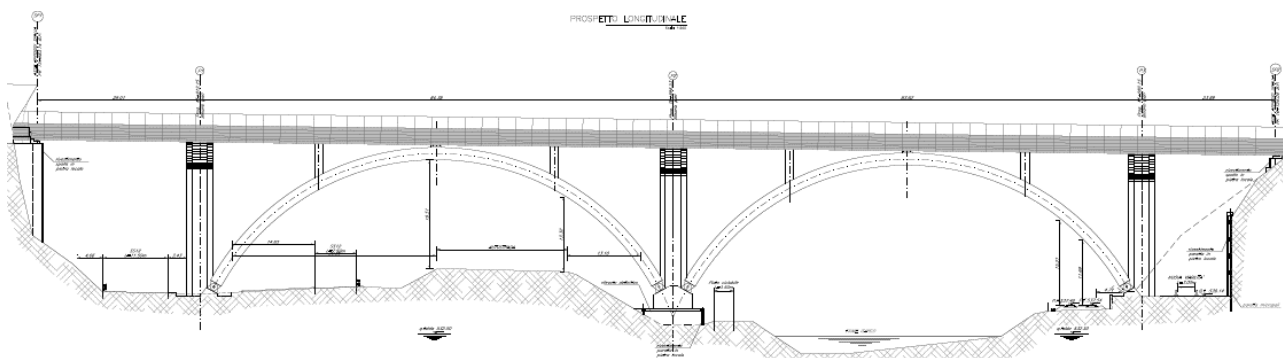


Figura 2: prospetto del ponte sul binario pari.

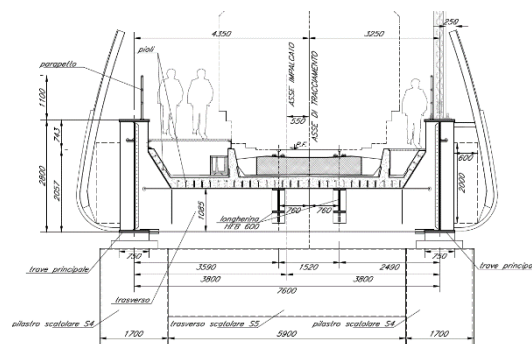


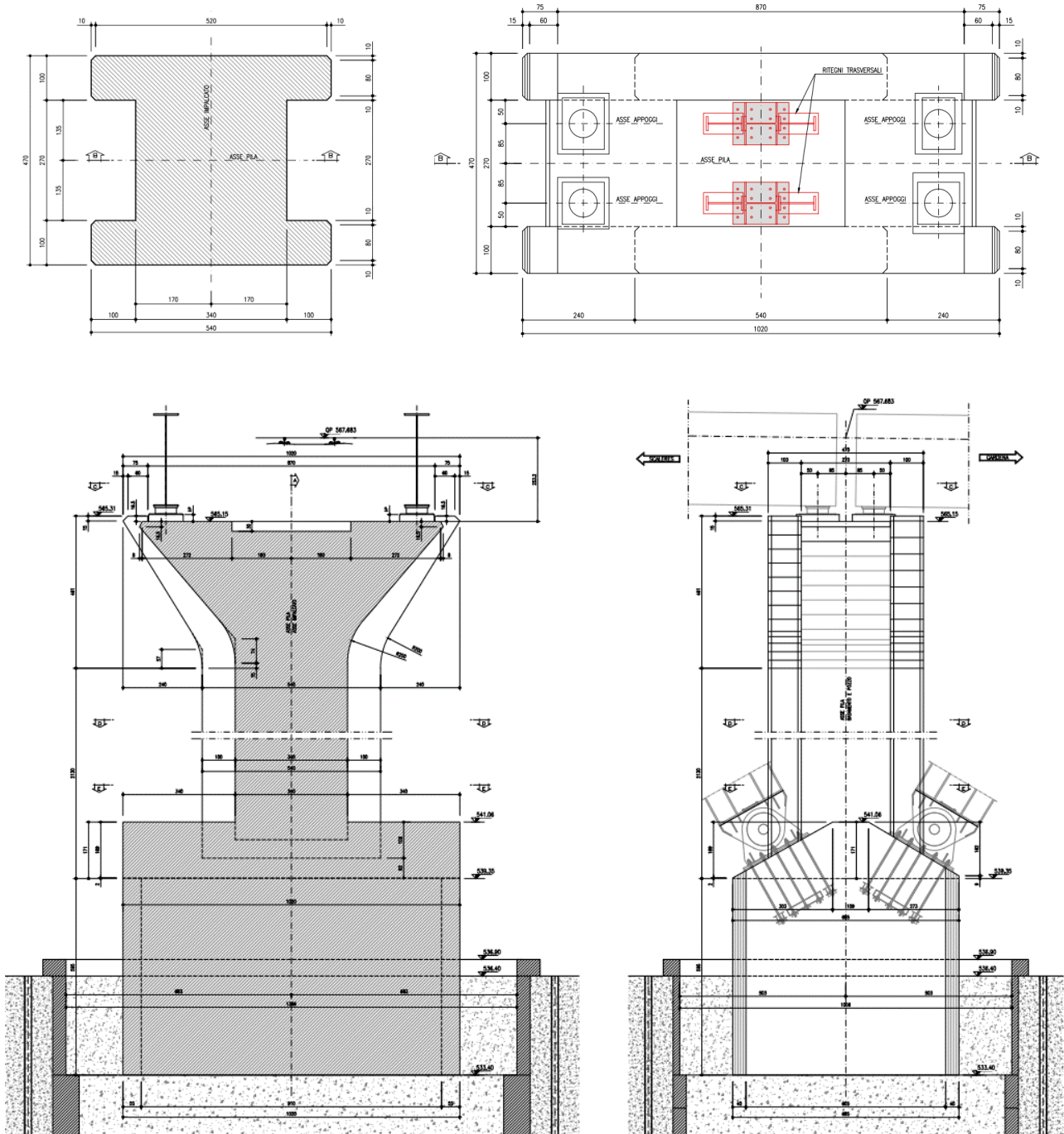
Figura 3: rendering (a sinistra) e sezione trasversale dell'impalcato (a destra)

Il viadotto sul BP è stato previsto con 4 campate appoggiate (due campate d'approccio e due centrali). Lungo lo sviluppo del viadotto a partire dalla spalla lato Scaleres si individuano:

- L'impalcato d'approccio lato Scaleres in appoggio alla spalla Scaleres, alla pila P1BP e di lunghezza pari a 29.01m.
- L'impalcato principale lato Scaleres di lunghezza pari a 84.38m circa che poggia in schema di trave continua su Pila P1BP e P2BP, oltre che su appoggi intermedi costituiti dalla chiave dell'arco e da due appoggi direttamente collegati all'arco.
- L'impalcato principale lato Ponte Gardena di lunghezza pari a 83.62m circa che poggia in schema di trave continua su Pila P2BP e P3BP, oltre che su appoggi intermedi costituiti dalla chiave dell'arco e da due appoggi direttamente collegati all'arco.
- L'impalcato d'approccio lato Ponte Gardena in appoggio alla pila P3BP e alla spalla lato Ponte Gardena di lunghezza pari a 23.89m.

Le pile del viadotto hanno una sezione di base a doppio T, con dimensione globale pari a 4.70m x 5.40m, che aumenta solo in direzione trasversale in corrispondenza della sommità in modo da formare il pulvino senza soluzione di continuità col fusto. Il pulvino, che occupa 4.46m dell'altezza della pila, ha dimensione in pianta di 4.7x10.2m ed ospita gli appoggi, lo spazio per i martinetti di sollevamento e i ritegni trasversali.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	8 di 214



La pila si innesta nella parte inferiore nel plinto di fondazione, fungente anche da base di arrivo degli archi metallici per le campate ad essi adiacenti. I plinti hanno una forma rettangolare in pianta pari a 6.85x10.2m e dall'estradosso trapezio per ospitare le cerniere degli archi.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 9 di 214

Il plinto viene sostenuto da un pozzo di fondazione ellittico di raggi 6.83m e 4.83m, rispettivamente maggiore e minore. I pozzi di fondazione, diversi per profondità a seconda delle pile, poggiano su un terreno consolidato mediante colonne di Jet-grouting, che funge anche da tappo contro il sollevamento del fondo scavo durante le fasi di realizzazione dello stesso. Il dimensionamento delle fondazioni profonde non sono oggetto del presente documento.

Il plinto, il fusto e il pulvino sono realizzate in c.a. gettato in opera.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Nel presente documento sono riportate le analisi mirate al dimensionamento delle pile dell'impalcato relativo al Binario Pari, sia a livello globale (es.verifica del fusto della pila) che a livello locale (es. verifica del pulvino).

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono svolti in ottemperanza alla seguente Normativa:

- NTC 2008: D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008
- Circolare Ministeriale 2 Febbraio 2009 n°617: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- RFI DTC SI MA IFS 001 B: Manuale di progettazione opere civili;
Parte II – Sezione 2: Ponti e strutture ed allegati

Ove le normative indicate non siano esaustive sono state utilizzate normative di comprovata validità.

4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Oltre agli elaborati grafici relativi alla progettazione esecutiva, si sono presi a riferimento gli elaborati della progettazione definitiva, in particolar modo le relazioni di calcolo:

- IBL11BD09CLVI0000001 – Relazione di calcolo deformabilità pozzi
- IBL11BD09CLVI0000002 – Relazione di calcolo spalle lato Scaleres
- IBL11BD09CLVI0000004 – Relazione di calcolo opere provvisionali per pozzo pile campate approccio
- IBL11BD09CLVI0000005 – Relazione di calcolo opere provvisionali per pozzo pile arco
- IBL11BD09CLVI0000006 – Relazione di calcolo portanza pozzi
- IBL11BD09CLVI0000007 – Relazione di calcolo pile
- IBL11BD09CLVI0000008 – Relazione di calcolo spalle lato Gardena

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 10 di 214

5 MATERIALI

Nel seguito si riportano le prescrizioni circa i materiali impiegati nella presente progettazione.

5.1 CALCESTRUZZO PER RIEMPIMENTO POZZI

Il calcestruzzo strutturale deve essere prodotto secondo i criteri proposti nella UNI EN 11104:2016 (aggregati EN 12620 ed acqua d'impasto EN 1008).

Caratteristiche meccaniche

Classe di resistenza cubica:	C25/30
Resist. a compr. cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 24.9 \text{ MPa}$
Resist. a compr. cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.9 \text{ MPa}$
Resist. a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ MPa}$
Resist. a trazione caratteristica:	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm} = 1.79 \text{ MPa}$
Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm}/10]^{0.3} = 31447 \text{ MPa}$
Resist. tangenz. caratt. di aderenza ($\varnothing < 32 \text{ mm}$):	$f_{bk} = 2.25 f_{ctk} = 4.03 \text{ MPa}$
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Valori di progetto

Coeff. sicurezza materiali:	$\gamma_c = 1.50$
Coeff. riduttivo carichi lunga durata:	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza a compressione di progetto:	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 14.11 \text{ MPa}$

Limiti di tensione in SLE:

Tensione limite di trazione,	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$
Tensione limite a compressione in SLE rara	$\sigma_{c,rara} = 0.6 f_{ck}$
Tensione limite a compressione in SLE quasi perm.	$\sigma_{c,qp} = 0.45 f_{ck}$

5.2 CALCESTRUZZO PER ANELLI SOTTOMURAZIONE POZZI

Il calcestruzzo strutturale deve essere prodotto secondo i criteri proposti nella UNI EN 11104:2016 (aggregati EN 12620 ed acqua d'impasto EN 1008).

Caratteristiche meccaniche

Classe di resistenza cubica:	C30/37
------------------------------	--------

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	11 di 214

Resist. a compr. cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 30.71 \text{ MPa}$
Resist. a compr. cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71 \text{ MPa}$
Resist. a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ MPa}$
Resist. a trazione caratteristica:	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm} = 2.06 \text{ MPa}$
Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm}/10]^{0.3} = 33019 \text{ MPa}$
Resist. tangenz. caratt. di aderenza($\phi < 32 \text{ mm}$):	$f_{bk} = 2.25 f_{ctk} = 4.635 \text{ MPa}$
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Valori di progetto

Coeff. sicurezza materiali:	$\gamma_c = 1.50$
Coeff. riduttivo carichi lunga durata:	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza a compressione di progetto:	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 17.40 \text{ MPa}$

Limiti di tensione in SLE:

Tensione limite di trazione,	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$
Tensione limite a compressione in SLE rara	$\sigma_{c,rara} = 0.6 f_{ck}$
Tensione limite a compressione in SLE quasi perm.	$\sigma_{c,qp} = 0.45 f_{ck}$

5.3 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE PILE, SPALLE E SOLETTONI

Il calcestruzzo strutturale deve essere prodotto secondo i criteri proposti nella UNI EN 11104:2016 (aggregati EN 12620 ed acqua d'impasto EN 1008).

Caratteristiche meccaniche

Classe di resistenza cubica:	C28/35
Resist. a compr. cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 29.1 \text{ MPa}$
Resist. a compr. cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 37.1 \text{ MPa}$
Resist. a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.84 \text{ MPa}$
Resist. a trazione caratteristica:	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm} = 1.99 \text{ MPa}$
Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm}/10]^{0.3} = 32601 \text{ MPa}$
Resist. tangenz. caratt. di aderenza($\phi < 32 \text{ mm}$):	$f_{bk} = 2.25 f_{ctk} = 4.48 \text{ MPa}$
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	12 di 214

Valori di progetto

Coeff. sicurezza materiali:	$\gamma_c = 1.50$
Coeff. riduttivo carichi lunga durata:	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza a compressione di progetto:	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 16.49 \text{ MPa}$

Limiti di tensione in SLE:

Tensione limite di trazione,	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$
Tensione limite a compressione in SLE rara	$\sigma_{c,rara} = 0.6 f_{ck}$
Tensione limite a compressione in SLE quasi perm.	$\sigma_{c,qp} = 0.45 f_{ck}$

5.4 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONE PILE, PULVINI, SPALLE, BAGGIOLI E RITEGNI

Il calcestruzzo strutturale deve essere prodotto secondo i criteri proposti nella UNI EN 11104:2016 (aggregati EN 12620 ed acqua d'impasto EN 1008) e plinti P2BP e P3BD.

Caratteristiche meccaniche

Classe di resistenza cubica:	C32/40
Resist. a compr. cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 33.2 \text{ MPa}$
Resist. a compr. cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.2 \text{ MPa}$
Resist. a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3.1 \text{ MPa}$
Resist. a trazione caratteristica:	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm} = 2.17 \text{ MPa}$
Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm} / 10]^{0.3} = 33643 \text{ MPa}$
Resist. tangenz. caratt. di aderenza ($\phi < 32 \text{ mm}$):	$f_{bk} = 2.25 f_{ctk} = 4.88 \text{ MPa}$
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Valori di progetto

Coeff. sicurezza materiali:	$\gamma_c = 1.50$
Coeff. riduttivo carichi lunga durata:	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza a compressione di progetto:	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 18.81 \text{ MPa}$

Limiti di tensione in SLE:

Tensione limite di trazione,	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$
Tensione limite a compressione in SLE rara	$\sigma_{c,rara} = 0.6 f_{ck}$
Tensione limite a compressione in SLE quasi perm.	$\sigma_{c,qp} = 0.45 f_{ck}$

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 13 di 214

5.5 REQUISITI DI LIMITAZIONE DELLA FESSURAZIONE

Condizioni ambientali ([2] §4.1.2.2.4.3): Ordinarie, cordoli opere provvisoriale e riempimento pozzi, fondazioni pile, spalle e solettoni (XC2)

Aggressive per elevazione pile (compresi pulvini, baggioli e ritegni), spalle e strutture scatolari (XC4+XF1) e plinti P2BP e P3BD

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 1 NTC 2008: Tab.4.IV - Descrizione delle condizioni ambientali

Gruppo di armature ([2] §4.1.2.2.4.5): poco sensibile.

Scelta dello stato limite di fessurazione ([2] §4.1.2.2.4.5):

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 2 NTC 2008: Tab.4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Dove:

$w_1 = 0,2$ mm

$w_2 = 0,3$ mm

$w_3 = 0,4$ mm

5.6 PRESCRIZIONI DI DURABILITÀ

Cordoli opere provvisoriale

Classe di esposizione	XC2
Tipo di cemento	CEM III ÷ V
Classe di lavorabilità:	S4
Cemento	32.5
Quantità cemento	300 kg/m 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:		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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	14 di 214

Massimo rapporto a/c: ≤ 0.6
Diametro massimo inerte: 32 mm
Copriferro: 60 mm

Riempimento pozzi da 0m (intradosso plinto) a -3m

Classe di esposizione XC2
Tipo di cemento CEM V
Classe di lavorabilità: S2-3
Cemento 32.5
Quantità cemento 300 kg/m³
Massimo rapporto a/c: ≤ 0.6
Diametro massimo inerte: 50 mm
Copriferro: 70 mm

Riempimento pozzi da -3m (da intradosso plinto) a -6m

Classe di esposizione X0
Tipo di cemento CEM V
Classe di lavorabilità: S2-3
Cemento 32.5
Quantità cemento 200-250 kg/m³
Massimo rapporto a/c: ≤ 0.65
Diametro massimo inerte: 50 mm

Fondazione pile, anelli sottomurazione, spalle e solettoni

Classe di esposizione XC2
Tipo di cemento CEM III ÷ V
Classe di lavorabilità: S4
Massimo rapporto a/c: ≤ 0.6
Diametro massimo inerte: 25 mm
Copriferro: 40 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:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 15 di 214

Elevazione pile (compresi pulvini, baggioli e ritegni), spalle e strutture scatolari e fondazioni P2BP e P3BD

Classe di esposizione	XC4+XF1
Tipo di cemento	CEM III ÷ V
Classe di lavorabilità:	S4
Massimo rapporto a/c:	≤0.5
Diametro massimo inerte:	25 mm
Copriferro:	50 mm

5.7 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Tipologia di acciaio	B450C
Modulo elastico	$E = 206.000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Coeff. sicurezza materiali:	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di progetto:	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 16 di 214

6 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO, CLASSE DI ESECUZIONE

6.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.5.1.1.1.1 del manuale di progettazione RFI DTC SI PS MA IFS001 C, di cui si riporta l'estratto di seguito:

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale V_N [Anni] ⁽¹⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(1) – La stessa V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

La struttura in esame si fa riferimento alla seconda dicitura "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ km/h" a cui corrisponde un valore per la vita nominale pari a $V_N = 75$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise quattro classi d'uso a seconda dell'importanza dell'opera.

La struttura in esame viene classificata come di **classe III (opera d'arte del sistema di grande viabilità ferroviaria)** a cui corrisponde un coefficiente d'uso $C_U = 1.5$.

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso	Coefficiente d'uso [CU]
GRANDI STAZIONI	C IV	2,00
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA	C III	1,50
ALTRE OPERE D'ARTE	C II	1,00

6.2 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \text{ anni} \times 1.5 = 112.5 \text{ anni}$$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	17 di 214

6.3 CLASSE DI ESECUZIONE

La "classe di esecuzione" per le strutture metalliche viene definita in base ai requisiti riportati nella UNI EN 1090-2:2018 "Esecuzione delle strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per le strutture in acciaio", espressamente richiamata dal D.M. 17/172018 (par. 4.2).

La determinazione della classe avviene tenendo conto dei seguenti due parametri:

- Classe di conseguenza o affidabilità (CC o RC)
- Classe di servizio (SC)

Le classi di conseguenza sono descritte nel prospetto B.1 della UNI EN 1990:2006.

Prospetto B.1 – Definizione della classe di conseguenze		
Classe di conseguenze	Descrizione	Esempi di edifici e di opere di ingegneria civile
CC3	Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali	Gradinate in impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (per esempio, una sala concerti)
CC2	Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali	Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (per esempio un edificio per uffici)
CC1	Conseguenze basse per perdita di vite umane, e conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali	Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (per esempio, i magazzini), serre

TABELLA 3 UNI EN 1990:2006 ANNESSO A PROSPETTO B.1 -

La classe di conseguenza idonea si può affermare che sia la classe CC3.

Le classi di servizio si dividono in:

- Carichi statici o quasi statici o struttura sismica DCL (bassa duttilità);
- Struttura soggetta a fatica, o sismica classificata DCM o DCH (duttilità media o alta)

Trattandosi di una serie di impalcati in acciaio non si può che scegliere la seconda classe di servizio in quanto si tratta di struttura soggetta a fatica.

La scelta della classe di esecuzione è guidata dalla tabella C.1. nell'appendice C della UNI EN 1993-1-1-/2014 di seguito riportata.

Classi di Affidabilità (RC) o Classi di Conseguenze (CC)	Quasi-statico e/o classe di duttilità sismica DCL (¹)	Soggette a fatica (²) e/o classe di duttilità sismica DCM o DCH (¹)
RC3 o CC3	EXC3(³)	EXC3(³)
RC2 o CC2	EXC2	EXC3
RC1 o CC1	EXC1	EXC2

(¹) Classi di duttilità definite in EN 1998-1; DCL=bassa, DCM=media, DCH=alta.
(²) Vedi EN 1993-1-9.
(³) Per strutture nelle quali il superamento degli stati limite di servizio ed ultimi porti a conseguenze giudicate particolarmente onerose, può essere specificata la classe EXC4.

TABELLA 4 UNI EN 1993-1-1:2005/A1:2014 TAB. C.1 APPENDICE C - DETERMINAZIONE DELLE CLASSI DI ESECUZIONE SECONDO

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	18 di 214

La tabella definisce che per strutture con la più elevata "classe di conseguenza" (CC3, caratteristica di strutture il cui collasso provochi "elevate conseguenze per la perdita di vite umane o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali ed ambientali) abbiano, indipendentemente dal regime di carico, la classe di esecuzione EXC 3.

Solo in caso di "conseguenze estreme" di un eventuale collasso, è prevista la adozione della classe di esecuzione EXC4.

In ogni caso, dato l'importanza dell'opera si assume la classe di esecuzione EXC4.

7 SOFTWARE DI CALCOLO

Si fornisce l'elenco del software utilizzato nel presente progetto.

I programmi vengono usati in forza di regolari licenze d'uso e sono testati periodicamente mediante procedure di controllo codificate, tali da verificare l'attendibilità delle applicazioni e dei risultati ottenuti ed individuare eventuali vizi ed anomalie.

7.1 SOFTWARE PER L'ANALISI STRUTTURALE DELL'IMPALCATO E DELLE SOTTOSTRUTTURE

MIDAS CIVIL versione 2018, prodotto da MIDAS Information Technology Co., Ltd. (MIDAS IT): si tratta di un programma agli elementi finiti che opera in campo lineare e non lineare, statico e dinamico, particolarmente adatto all'utilizzo per ponti e viadotti. Oltre a possedere un'ampia gamma di elementi finiti, fornisce la possibilità di analizzare in automatico le sollecitazioni dovute ai carichi mobili propri degli impalcati da ponte.

Midas Gen 2019 v2.1 sviluppato in Corea del Sud e distribuito in Italia da CSP Fea s.c. via Zuccherificio, 5/D - 35042 Este (PD) Italy - P.I. 04057560288. Questo software è utilizzato per l'analisi delle sollecitazioni degli elementi strutturali. Verifiche di resistenza.

STRAUS 7 Release 2.4.6 prodotto dalla G+D Computing, ed è commercializzato in Italia da HSH S.r.l. di Padova. Si tratta di un software completo e versatile per condurre analisi numerica agli elementi finiti (dei quali possiede una amplissima libreria) adatto ad una molteplicità di analisi. Tale software è usato prevalentemente per modelli locali di dettaglio.

7.2 SOFTWARE PER LE VERIFICHE DI RESISTENZA

Per le sezioni in c.a.

- RC-SEC vers. 2010.4 rev. 212, prodotto da GEOSTRU srl. Il programma consente di effettuare il calcolo di verifica delle sezioni di travi e pilastri in c.a. agli stati limite ultimi e di esercizio tenendo conto, nel caso di calcolo sismico, della classe di duttilità richiesta e della posizione della sezione nell'asta (se ricade in zona critica o meno). Per le verifiche di resistenza (e semi-progetto delle armature) a presso-tenso flessione (retta e deviata) è previsto l'uso del diagramma tensioni-deformazione parabola

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 19 di 214

rettangolo per il conglomerato e bilineare per l'acciaio. Nelle verifiche a taglio è stata implementata la nuova metodologia che prevede l'uso dell'inclinazione variabile delle bielle compresse. Vengono inoltre costruiti diagrammi momenti curvature utilizzando più leggi di comportamento del calcestruzzo (parabola rettangolo, Kent-Park, EC2) nel nucleo confinato della sezione e valutando per ogni combinazione il valore della duttilità in curvatura (CCDF) anche in regime di pressoflessione deviata. Possono essere analizzate sezioni di qualsiasi forma, da quelle più comuni (rettangolari, a T, T doppio, ad L, circolari) a quelle più complesse (a contorno poligonale costituite da uno o più domini di conglomerato, cave, miste).

- VCaSLU v7.7 del professor Pietro Gelfi (software freeware) per il calcolo e la verifica delle sezioni in calcestruzzo armato;
- Fogli di calcolo excel.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 20 di 214

8 ANALISI GENERALE DEI CARICHI

8.1 CARICHI PERMANENTI (G)

I pesi sono stati valutati considerando un peso specifico del calcestruzzo pari a 25kN/m^3 e un peso specifico dell'acciaio pari a 78.5kN/m^3 .

8.1.1 Peso proprio strutture in acciaio (g1a)

Il peso proprio dell'impalcato considerato è pari a:

Impalcato **56kN/m**

Il peso proprio dell'arco, dei pilastri e dei traversi dell'arco è calcolato automaticamente dal programma.

Pila (A=19.94mq) **498.5kN/m**

Dado (A=63.0705mq) **1592.62kN/m**

Pulvino (h=4.61m) **≈3800kN**

8.1.2 Soletta in c.a. (g1b)

Il peso della soletta in c.a. è considerato come segue:

Soletta in c.a. (g=25kN/mc / A=2.58mq) **64.50 kN/m**

8.1.3 Permanenti portati (g2b)

Di seguito si riportano i valori dei carichi permanenti portati dall'impalcato:

Armamento (γ=25kN/mc / A=1.70mq) **42.50 kN/m**

Rotaie e attacchi **1.50 kN/m**

Grigliati **1.20 kN/m**

Barriere fonoassorbenti (4kN/m², h=5m; 20kN/m per trave) **40 kN/m**

Tubazioni acqua **3.9 kN/m**

Supporto scorrevole **0.2 kN/m**

Supporto fisso **0.3 kN/m**

Cavi e canaline **1.0 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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 21 di 214

8.2 DISTORSIONI DI PROGETTO (E1)

Non sono previste distorsioni di progetto

8.3 CEDIMENTI VINCOLARI (E4)

I vincoli fondazionali sono stati implementati tramite molle aventi rigidità ricavate dal calcolo geotecnico. In questo modo si è tenuto conto dei cedimenti causati dal peso proprio della struttura e dai carichi agenti su di essa. Non sono stati considerati ulteriori cedimenti imposti come condizione di carico secondo quanto indicato dal §5.1.3.2 delle NTC08, in quanto dalle analisi condotte è emerso che i loro effetti sono trascurabili ai fini del dimensionamento delle strutture dato che l'impalcato risulta essere più flessibile se confrontato con il sistema fondazionale.

8.4 CARICHI TRAFFICO (Q)

I carichi da traffico sono generati dai convogli ferroviari, schematizzati con dei modelli di carico riportati di seguito.

8.4.1 Treni di carico (q1)

I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico; in particolare sono forniti due modelli di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale (modello di carico LM71) e il secondo rappresentativo del traffico pesante (modello di carico SW). I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico debbono moltiplicarsi per un coefficiente α che si assume in base alla tabella di seguito.

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE " α "
LM71	1,10
SW/0	1,10
SW/2	1,00

- **Modello di carico LM71:** questo modello di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale come mostrato nella figura di seguito. Esso risulta costituito da:
 - **Quattro assi da 250kN disposti ad interasse di 1.60m**
 - **Carico distribuito di 80kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0.80m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.**

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 22 di 214

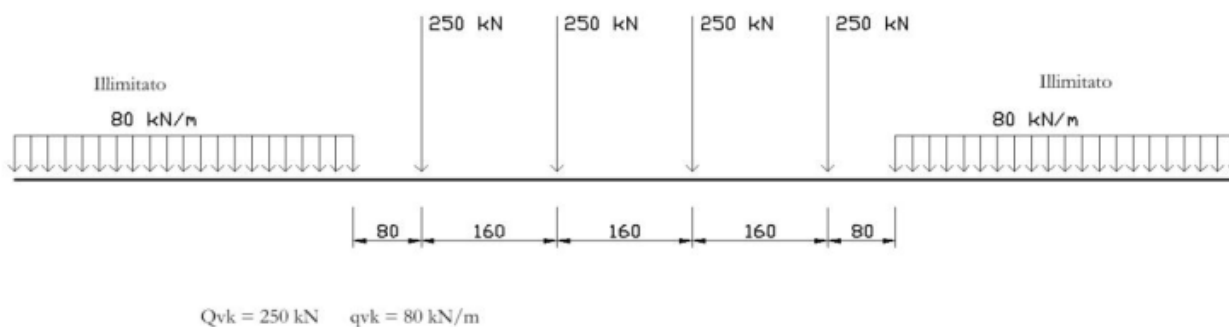


Figura 4: Schema di carico LM71

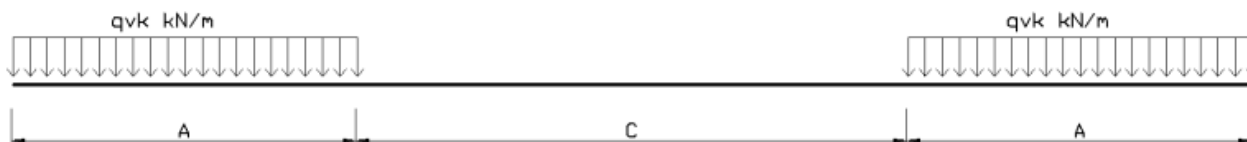
Per questo modello di carico è prevista una eccentricità di carico rispetto all'asse binario, dipendente dallo scartamento s , per tenere conto dello spostamento dei carichi; pertanto, essa è indipendente dal tipo di struttura e di armamento.

Tale eccentricità è calcolata sulla base del rapporto massimo fra i carichi afferenti a due ruote appartenenti al medesimo asse:

$$Q_{V2}/Q_{V1}=1.25$$

Essendo Q_{V1} e Q_{V2} i carichi verticali delle ruote di un medesimo asse, e risulta quindi pari a $s/18$ con s pari a 1435mm; questa eccentricità deve essere considerata nella direzione più sfavorevole.


- Modello di carico SW: sono considerate due distinte configurazioni denominate SW/0 e SW/2. Il modello di carico SW/0 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale per travi continue (va utilizzato per le sole travi continue qualora più sfavorevoli dell'LM71). Il modello SW/2 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. Lo schema si riporta di seguito.



Tipo di carico	Q_{vk} [kN/m]	A [m]	C [m]
SW/0	133	15,00	5,30
SW/2	150	25,00	7,00

Figura 5: Schema di carico SW

Il valore del coefficiente di adattamento α per ferrovie ordinarie è pari a 1.1 per il modello di carico SW/0 e ad 1.0 per il modello di carico SW/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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 23 di 214

- La diffusione dei carichi è tenuta in conto secondo le indicazioni riportate nel Manuale di Progettazione RFI DTC SI PS MA IFS 001 C – cap.2.5.1.4.1.4.

La distribuzione longitudinale del carico per mezzo del binario viene considerata tramite il carico assiale Q_{vi} che viene distribuito su tre traverse consecutive poste ad interasse uniforme a , ripartendolo fra la traversa che la precede, quella su cui insiste e quella successiva, nelle proporzioni 25%. 50% e 25%

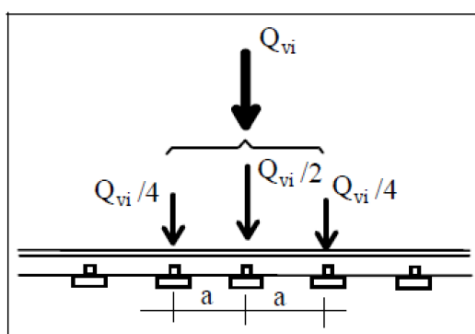


Figura 6: diffusione longitudinale dei carichi mobili per mezzo del binario

La distribuzione longitudinale del carico per mezzo delle traverse e del ballast viene considerata mediante i carichi del modello LM71, che possono venire distribuiti uniformemente nel senso longitudinale. Per il progetto di solette degli impalcati da ponte, la distribuzione longitudinale del carico assiale al di sotto delle traverse viene riportata di seguito, dove la superficie di appoggio del ballast è la superficie di riferimento.

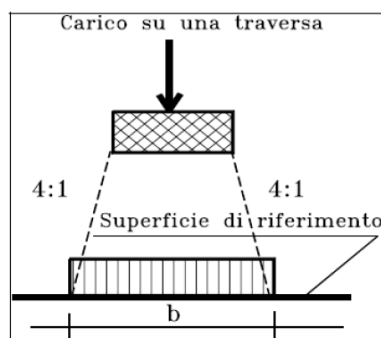


Figura 7: diffusione longitudinale dei carichi mobili per mezzo di traverse o ballast

La distribuzione trasversale delle azioni per mezzo di traverse e ballast avviene come riportato di seguito, salvo più accurate determinazioni, per ponti con armamento su ballast in rettilineo, le azioni possono distribuirsi trasversalmente secondo lo schema di seguito.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 24 di 214

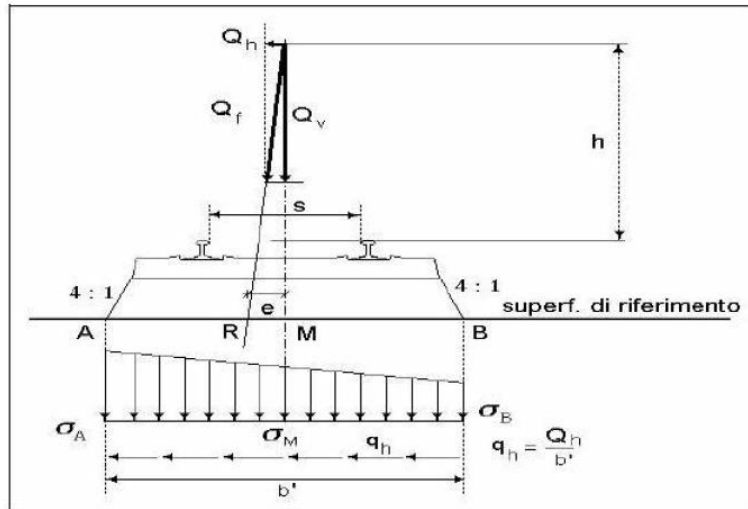


Figura 8: Diffusione trasversale del carico in rettilineo

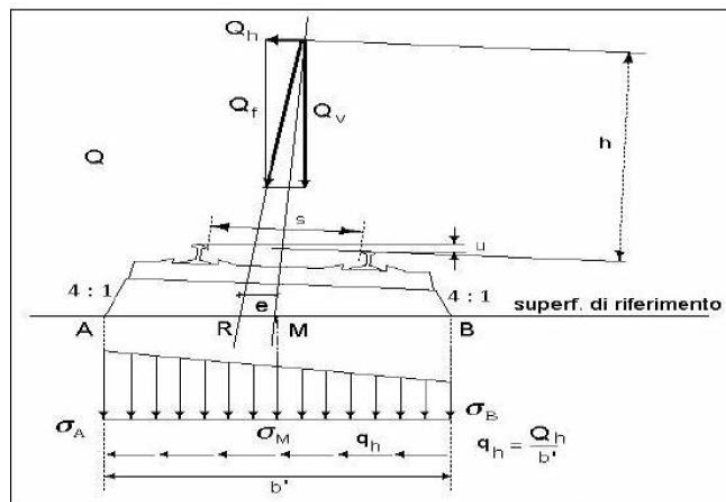


Figura 9: Diffusione trasversale del carico in curva

8.4.2 Carico pedonale ($q_{1,ped}$)

Non risultano passaggi pedonali specifici.

8.4.3 Azione di avviamento e frenatura (q_3)

La forza di frenamento o di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale 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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 25 di 214

I valori caratteristici da adottare sono i seguenti:

a) Avviamento:

$$Q_{la,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ kN per modelli di carico LM71, SW/0, SW/2}$$

b) Frenatura:

$$Q_{lb,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ kN per modelli di carico LM71, SW/0}$$

$$Q_{lb,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \text{ per modelli di carico SW/2}$$

Le forze di frenatura sono combinate con i relativi carichi verticali. I carichi applicati al modello sono:

Spalla 1 - Pila 1:

Categoria ponte	A
numero binari	1
Lunghezza parte caricata	24.7 m

avviamento

	(kN/m)	L(m)	Q _{la,k} (kN)	α	Q _{la,k} (kN)
LM 71	33x	24.7=	815x	1.10=	897
SW 0	33x	19.4=	640x	1.10=	704
SW 2	33x	24.7=	815x	1.00=	815

frenatura

	(kN/m)	L(m)	Q _{lb,k} (kN)	α	Q _{lb,k} (kN)
LM 71	20x	24.7=	494x	1.10=	543
SW 0	20x	19.4=	388x	1.10=	427
SW 2	35x	24.7=	865x	1.00=	865

Pila 1 - Pila 2 e Pila 4 - Spalla 2:

Categoria ponte	A
numero binari	1
Lunghezza parte caricata	30 m

avviamento

	(kN/m)	L(m)	Q _{la,k} (kN)	α	Q _{la,k} (kN)
LM 71	33x	30.0=	990x	1.10=	1089
SW 0	33x	24.7=	815x	1.10=	897
SW 2	33x	25.0=	825x	1.00=	825

frenatura

	(kN/m)	L(m)	Q _{lb,k} (kN)	α	Q _{lb,k} (kN)
LM 71	20x	30.0=	600x	1.10=	660
SW 0	20x	24.7=	494x	1.10=	543
SW 2	35x	25.0=	875x	1.00=	875

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 26 di 214

Pila 2 - Pila 3 e Pila 3 - Pila 4:

Categoria ponte	A
numero binari	1
Lunghezza parte caricata	84.4 m

avviamento

	(kN/m)	L(m)	Q _{la,k} (kN)	α	Q _{la,k} (kN)
LM 71	33x	84.4=	1000x	1.10=	1100
SW 0	33x	30.0=	990x	1.10=	1089
SW 2	33x	50.0=	1000x	1.00=	1000

frenatura

	(kN/m)	L(m)	Q _{lb,k} (kN)	α	Q _{lb,k} (kN)
LM 71	20x	84.4=	1688x	1.10=	1857
SW 0	20x	30.0=	600x	1.10=	660
SW 2	35x	50.0=	1750x	1.00=	1750

8.4.4 Azione Centrifuga (q4)

L'asse stradale ha asse rettilineo: non si considera l'azione centrifuga.

8.4.5 Azione laterale/serpeggio (q5)

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Il valore caratteristico di tale forza sarà assunto pari a $Q_{sk}=100\text{kN}$. Tale valore deve essere moltiplicato per α (se maggiore di 1) ma non per il coefficiente di incremento dinamico Φ . Questa forza è sempre combinata con i carichi verticali.

8.4.6 Coefficiente dinamico

Il coefficiente dinamico viene determinato secondo quanto riportato nel manuale di progettazione RFI DTC SI PS MA IFS 001 C. Tale coefficiente si applica ai modelli LM71, SW/0 e SW/2. I coefficienti considerati sono Φ_2 e Φ_3 in relazione al livello di manutenzione della linea. Nel caso in esame vengono determinati entrambi e si assume il maggiore. La loro espressione è:

$$\begin{aligned}
 - \quad \Phi_2 &= \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,82 && \text{per elevato standard manutentivo} && 1 \leq \Phi_2 \leq 1,67 \\
 - \quad \Phi_3 &= \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,73 && \text{per standard manutentivo normale} && 1 \leq \Phi_2 \leq 2
 \end{aligned}$$

Il termine L_Φ è la lunghezza caratteristica in metri definita come:

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 27 di 214

SUPPORTI STRUTTURALI		
6	6.1 Pile con snellezza $\lambda > 30$	Somma delle lunghezze delle campate adiacenti alla pila
	6.2 Appoggi, calcolo delle tensioni di contatto al di sotto degli stessi e tiranti di sospensione	Lunghezza degli elementi sostenuti

Per le pile, data la snellezza superiore a 30, si assumono i seguenti coefficienti:

Pila			1	2	3	4
Inerzia longitudinale	J_l	m ⁴	43.29	43.29	43.29	43.29
Area	A	m ²	19.94	19.94	19.94	19.94
raggio giratore di inerzia	ρ_0	m	1.47	1.47	1.47	1.47
Altezza	L	m	22.27	29.76	32.28	27.69
coefficiente	β	-	2	2	2	2
lunghezza libera di inflessione	$l_0 = \beta \cdot L$	m	44.54	59.52	64.56	55.38
snellezza	$\lambda = l_0 / \rho_0$	-	30.23	40.40	43.82	37.59
lunghezza campata 1 adiacente	L_{c1}	m	22.88	28.16	20.34	19.96
lunghezza campata 2 adiacente	L_{c2}	m	28.16	20.34	19.96	28.15
lunghezza caratteristica	$L_\phi = L_{c1} + L_{c2}$	m	51.04	48.50	40.30	48.11
coeff. dinamico (standard elevato)	ϕ_2	-	1.03	1.03	1.05	1.03
coeff. dinamico (standard normale)	ϕ_3	-	1.04	1.05	1.08	1.05
coeff. dinamico assunto	ϕ_{max}	-	1.04	1.05	1.08	1.05

Per le spalle il coefficiente dinamico viene assunto pari ad 1.

8.5 AZIONI AMBIENTALI (Q)

8.5.1 Variazioni termiche (q7)

8.5.1.1 Uniforme

Si considera una variazione termica uniforme pari a +/-25°C ed una differenza di temperatura di 5°C tra la soletta in calcestruzzo e la trave in acciaio.

Per la determinazione delle escursioni degli apparecchi di appoggio è stata considerata una variazione termica uniforme di $25^\circ \times 1,5 = 37,5^\circ\text{C}$.

8.5.1.2 Non Uniforme

In aggiunta, si considera un gradiente di temperatura di 5°C fra estradosso ed intradosso delle travi principali e dell'arco.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 28 di 214

8.5.2 Vento (q5w)

Il vento è considerato come una azione statica equivalente pari a 2.5kN/mq. Tale carico si applica ad una fascia massima di 6.02m pari all'altezza dell'impalcato più l'altezza del treno pari a 4m dal piano del ferro. Si ottiene:

$$H_T = 2.5 \times 6.02 \text{m} = \pm 15.05 \text{kN/m}$$

Si determinano infine i carichi da vento agenti su pila, pulvino, arco e pilastri:

- $H_{\text{pila}} = 2.5 \times 4.7 = 11.75 \text{kN/m}$ con 4.7m corrispondenti all'ingombro trasversale massimo.
- $H_{\text{pulvino}} = 2.5 \times 4.7 = 11.75 \text{kN/m}$ con 4.7m corrispondenti all'ingombro trasversale massimo.
- $H_{\text{arco}} = 2.5 \times 2.2 = 5.5 \text{kN/m}$ con 2.2m pari all'ingombro verticale
- $H_{\text{pilastri}} = 2.5 \times 1.5 = 3.75 \text{kN/m}$ con 2.2m pari all'ingombro trasversale

8.5.3 Neve (q5s)

Il carico da neve non è considerato per ponti scoperti a quota inferiore ai 1000 m.s.m.

8.5.4 Azione sismica (E)

Si rimanda al capitolo successivo.

8.6 ATTRITO DEI VINCOLI (Q9)

E' stata portata in conto la resistenza parassita dei vincoli applicando un coefficiente di attrito pari al 4% dei carichi verticali agenti agli appoggi. Sull'appoggio fisso presente su ogni pila, non si somma l'effetto dell'attrito con quello della frenatura, in quanto generano azioni di segno opposto. La forza di frenatura/avviamento è sempre maggiore di quella dell'attrito, pertanto, in testa alla pila, sull'appoggio fisso, si considera sempre la forza di frenatura, mentre su quello mobile adiacente, si considera la forza di attrito (a sommarsi alla frenatura) relativa al solo carico verticale del singolo appoggio.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 29 di 214

8.7 AZIONE SISMICA (E)

8.7.1 Spettro di progetto

Classificazione del sito: Gardena (BZ)

Ubicazione geografica del ponte:

Latitudine: 46.657206N

Longitudine: 11.603211E



Figura 10: Localizzazione del sito di intervento.

Per la valutazione dell'accelerazione sismica reale nel sito di riferimento, si utilizza il Software "Simqke" che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio italiano.


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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 30 di 214

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

Isole

Nodi del reticolo



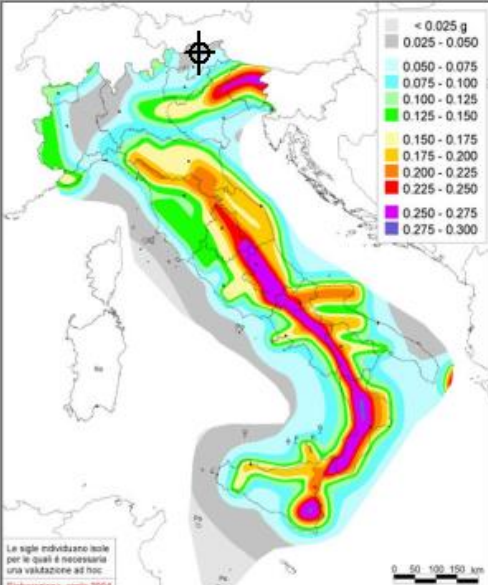
Longitudine:

Latitudine:

Parametri interpolati

TR	ag	Fo	Tc*
30	0.018	2.531	0.152
50	0.024	2.454	0.194
72	0.028	2.454	0.205
101	0.032	2.444	0.229
140	0.035	2.459	0.267
201	0.039	2.483	0.297
475	0.052	2.546	0.354
975	0.064	2.649	0.388
2475	0.081	2.783	0.428

OK Cancel



Le sigle individuano isole per le quali è necessaria una valutazione ad hoc.
Elaborazione aprile 2004

0 50 100 150 km

Vita nominale:

$$V_N = 75 \text{ anni}$$

Classe d'uso:

III

Coefficiente d'uso:

$$C_U = 1.5$$

Periodo di riferimento azione sismica:

$$V_R = V_N \times C_U = 112.5 \text{ anni}$$

Individuazione degli stati limite con relative probabilità di superamento:

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

La categoria del terreno viene identificata a partire dai risultati delle prove effettuate in prossimità del viadotto e riportate nel Progetto Definitivo e della zona di intestazione delle fondazioni dell'impalcato. A favore di sicurezza per la spalla A (con terreno in categoria A) viene presa la categoria B. Le pile in terreno alluvionale denotano una tipologia di terreno di tipo B, come evidenziato dalle prove sulla velocità di propagazione delle onde e avendo strati di circa 30m. Per le ultime pile in roccia, dove si denota una caratterizzazione del suolo derivante dai primi strati di terreno, si denota che tali strati sono rimossi durante

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.
Relazione di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C
						FOGLIO: 31 di 214

la realizzazione della paratia prossima alle pile, andando ad stabilire le fondazioni delle pile direttamente sullo strato di roccia omogenea con spessore dello strato maggiore di 30m e velocità maggiori di 800m/s, con la realizzazione dei pozzi all'interno di tale strato roccioso che secondo §3.2.2 delle NTC2018 risulta in categoria A.

Seguendo e concordando con le scelte del progetto definitivo, si definisce quindi di utilizzare la categoria B per tutta l'opera.

Categoria del sottosuolo: B → $S_s = 1.200$; $C_c = 1.327$; $V_{s30} = 400$ m/s

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Condizioni topografiche: T2 → $S_T = 1.2$

Il comportamento della struttura viene considerato non dissipativo ($q=1$) per le spalle e dissipativo per le pile ($q=1.5$).

Determinazione dell'azione sismica di progetto mediante spettro di risposta elastico:

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 32 di 214

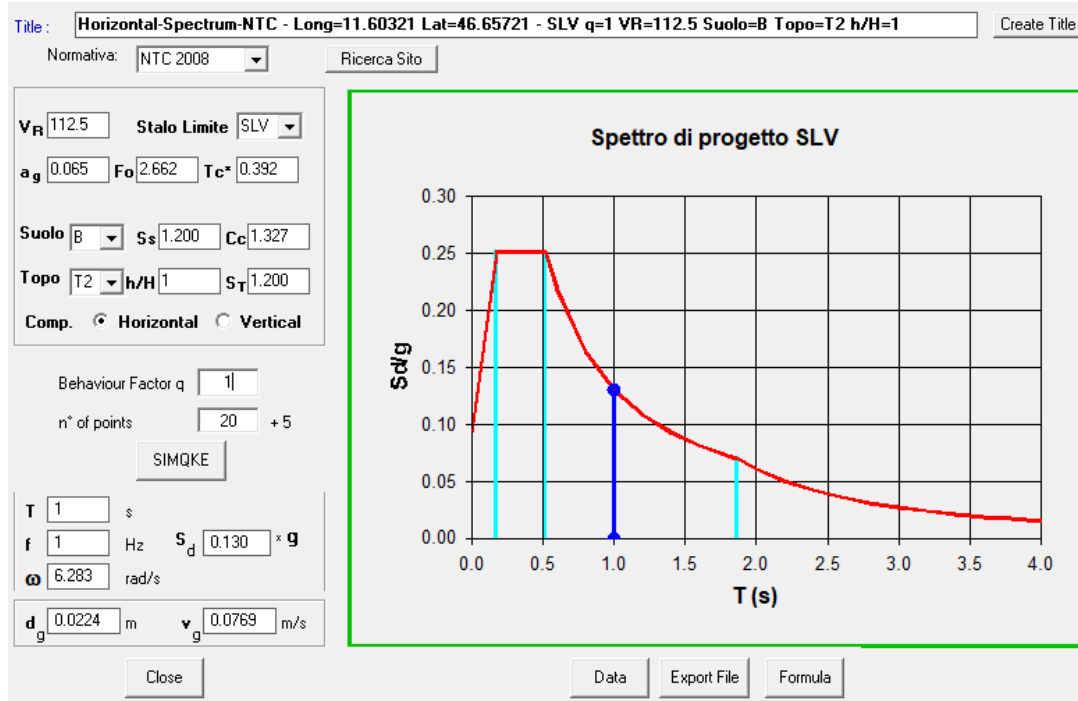


Figura 11: Spettro di calcolo per le spalle

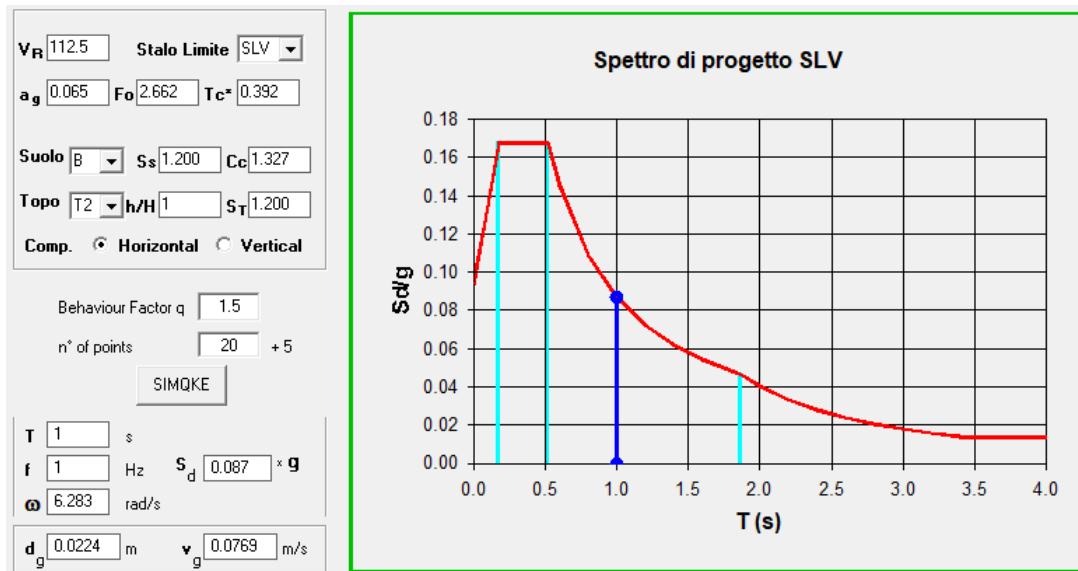



Figura 12: Spettro di calcolo per le pile

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	33 di 214

8.7.2 Spostamenti relativi del terreno di fondazione

Gli spostamenti relativi tra due punti i e j del terreno molto lontani si valutano con

$$d_{ijmax} = 1,25 (d_{gi}^2 + d_{gj}^2)^{0.5}$$

dove: d_{gi} e d_{gj} sono gli spostamenti massimi del suolo nei punti i e j, calcolati con riferimento alle caratteristiche locali del sottosuolo.

In questo caso le caratteristiche dei punti i e j si assumono uguali.

I valori dello spostamento orizzontale d_g è dato da:

$$d_g = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot TC \cdot TD \quad (3.2.15)$$

Gli spostamenti relativi tra due punti i e j del terreno a distanza x si valutano con:

$$d_{ij}(x) = d_{ij0} + (d_{ijmax} - d_{ij0}) [1 - \exp(-1.25(x/V_s)^{0.7})] \quad (3.2.19)$$

dove V_s è la velocità di propagazione delle onde di taglio in m/s e d_{ij0} , spostamento relativo tra due punti a piccola distanza, è dato dall'espressione:

$$d_{ij0}(x) = 1,25 |d_{gi} - d_{gj}| \quad (3.2.20)$$

nel caso: $d_{ij0}(x) = 0$.

Nel caso in esame si avranno valori diversi per i singoli viadotti, a seconda della lunghezza di quest'ultimi.

Nel caso del viadotto più lungo si riporta il valore dello spostamento tra le pile più distanti fra loro e con vincolo longitudinale all'impalcato. La velocità utilizzata per il calcolo viene ricavata dalla media delle velocità V_{s30} delle prove che identificano un terreno tipo B dell'opera in oggetto.

spostamento punto i	d_{gi}	0.022	m
spostamento punto j	d_{gj}	0.022	m
velocità punto i	v_{gi}	0.076	m/s
velocità punto j	v_{gj}	0.076	m/s
spostamento relativo max punti indipendenti	d_{ijmax}	0.039	m
velocità onde	V_s	400.000	m/s
distanza	x	84.380	m
spostamento relativo punti a piccola distanza	d_{ij0}	0.000	m
tipo sottosuolo	B		
spostamento relativo di calcolo fra due punti distanti x	$d_{ij}(x)$	0.013	m

Per la variabilità spaziale, sono state considerate le sole pile su cui scarica l'arco, in quanto gli altri impalcati sono isostatici. A favore di sicurezza si considera che il terreno su cui si innesta il sistema fondazionale degli

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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	34 di 214

archi sia tutto alluvionale (Tipo B) in modo da ottenere lo spostamento relativo massimo. Tale spostamento viene poi inserito all'interno del modello di calcolo.

8.7.3 Risposta alle diverse componenti dell'azione sismica

Gli effetti delle componenti dell'azione sismica nelle tre direzioni (EX, EY, EZ), derivanti dalla sovrapposizione degli effetti dell'analisi dinamica con spettro di risposta e dell'analisi statica degli spostamenti relativi del terreno, sono combinati applicando la seguente espressione:

$$1,00 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z \quad (7.3.15)$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

8.8 URTI

8.8.1 Urto ferroviario

Considerando che vicino alla struttura è presente una linea ferroviaria, dal piano del ferro si ha una altezza libera di circa 8m mentre lateralmente si hanno 4.48m che è inferiore a 4.5m. Si considera quindi nel modello di calcolo l'urto ferroviario sulla pila, determinato considerando le seguenti prescrizioni:

Per $d \leq 5$ m

- 4000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari (in direzione longitudinale all'impalcato)
- 1500 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari (in direzione trasversale all'impalcato)

Per $5\text{m} < d \leq 15\text{m}$

- 2000kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari (in direzione longitudinale all'impalcato)
- 750kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari (in direzione trasversale all'impalcato)

Tali forze devono essere applicate a 1.8m dal piano del ferro come descritto in §3.6.3.4 delle NTC2008.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 35 di 214

9 MODELLO DI CALCOLO

Le strutture che compongono il Binario Pari e il Binario dispari del nuovo ponte ad arco sul fiume Isarco seguono un tracciato rettilineo e il funzionamento è quello a trave. Il modello numerico quindi viene realizzato quindi considerando elementi "beam" a due nodi, considerando lo sviluppo tridimensionale del ponte.

Il piano del ferro ove avviene la circolazione dei convogli ferroviari è caratterizzato da un impalcato a due travi a via inferiore che viene modellato considerandolo "unifilare" con un solo beam, che tiene conto della rigidità complessiva dello stesso.

I carichi vengono applicati direttamente all'elemento unifilare considerando la rispettiva posizione. L'impalcato scarica le reazioni che i vari carichi generano mediante elementi "beam" definiti "appoggi" ai quali viene assegnata una rigidità tale da garantire il corretto passaggio delle sollecitazioni dall'impalcato ai pulvini e all'arco. A questi beam sono stati assegnati degli end-release tali da adottare lo schema di vincolo indicato negli elaborati dell'impalcato. Le sottostrutture e l'arco stesso sono anch'essi modellati come elementi "beam" a due nodi e sono sempre stati utilizzati degli end-release alla base degli archi per discretizzare le cerniere degli archi. Per la spalla si considera invece l'elemento rigido che simula l'appoggio fisso per la spalla Gardena e mobile per la spalla lato Scaleres.

Si conclude il modello con un ultimo elemento "beam" a due nodi per i plinti di fondazione delle diverse pile. Un'immagine illustrativa dei due modelli viene riportata di seguito.

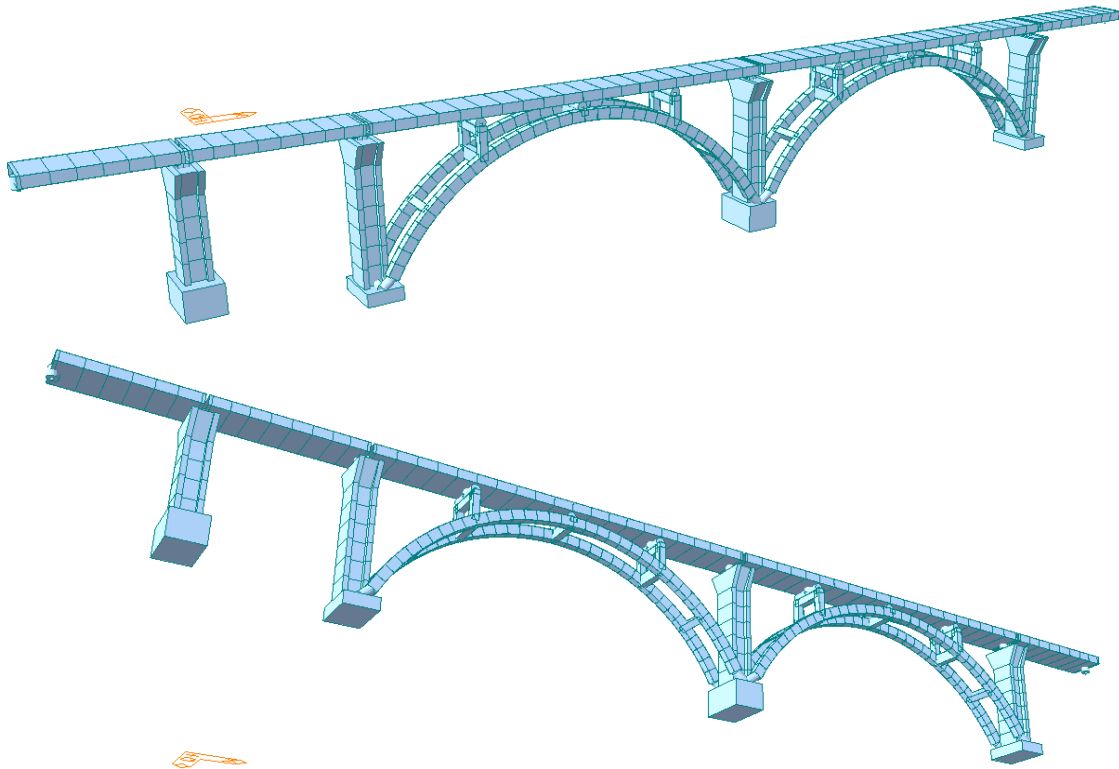


Figura 13: Modello del Binario Dispari

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 36 di 214

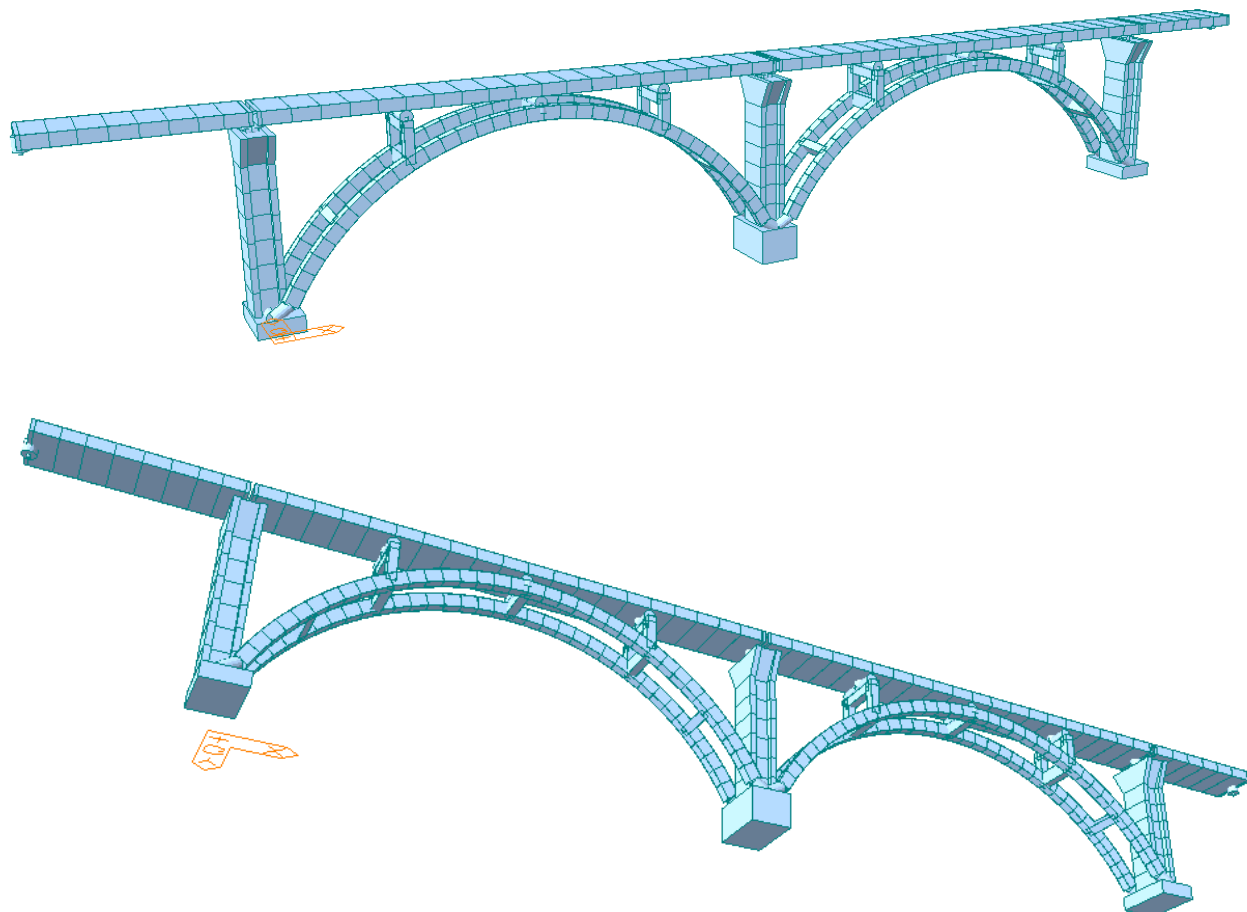


Figura 14: Modello del Binario Pari

Come si evince dalle immagini, gli impalcati sono stati modellati come elementi separati tra le varie pile, in modo da garantire la configurazione di progetto.

Alla base dei plinti sono stati assegnati dei vincoli rigidi per quanto concerne le fondazioni su roccia, mentre sono stati inseriti dei vincoli con rigidità definita per i pozzi in terreni alluvionali. Le rigidità utilizzate sono state ricavate dai modelli di deformabilità dei pozzi e calibrate sulla base delle sollecitazioni derivanti dagli stessi.

Per riportare correttamente le aste nella loro posizione geometrica reale, si sono utilizzati degli elementi rigidi (chiamati rigid), dotati di grande rigidità, ma senza massa.

I materiali assegnati alle sezioni sono riportati di seguito.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	37 di 214

General
Material ID: 1 Name: S355

Elasticity Data
Type of Design: Steel
Steel Standard: EN05(S) DB: S355
Concrete Standard: Code: DB:

Type of Material
 Isotropic Orthotropic

Steel
Modulus of Elasticity: 2.1000e+008 kN/m²
Poisson's Ratio: 0.3
Thermal Coefficient: 1.2000e-005 1/[C]
Weight Density: 76.98 kN/m³
 Use Mass Density: 7.85 kN/m³/g

Concrete
Modulus of Elasticity: 0.0000e+000 kN/m²
Poisson's Ratio: 0
Thermal Coefficient: 0.0000e+000 1/[C]
Weight Density: 0 kN/m³
 Use Mass Density: 0 kN/m³/g

Plasticity Data
Plastic Material Name: NONE

Thermal Transfer
Specific Heat: 0 Btu/kN*[C]
Heat Conduction: 0 Btu/m*hr*[C]

Damping Ratio: 0.02

Acciaio S355

General
Material ID: 3 Name: C28/35

Elasticity Data
Type of Design: Concrete
Steel Standard: DB:
Concrete Standard: NTC08(RC) Code: DB: C28/35

Type of Material
 Isotropic Orthotropic

Steel
Modulus of Elasticity: 0.0000e+000 kN/m²
Poisson's Ratio: 0
Thermal Coefficient: 0.0000e+000 1/[C]
Weight Density: 0 kN/m³
 Use Mass Density: 0 kN/m³/g

Concrete
Modulus of Elasticity: 3.2308e+007 kN/m²
Poisson's Ratio: 0.2
Thermal Coefficient: 1.0000e-005 1/[C]
Weight Density: 25 kN/m³
 Use Mass Density: 2.549 kN/m³/g

Plasticity Data
Plastic Material Name: NONE

Thermal Transfer
Specific Heat: 0 Btu/kN*[C]
Heat Conduction: 0 Btu/m*hr*[C]

Damping Ratio: 0.05

Calcestruzzo classe C28/35

General
Material ID: 3 Name: C32/40

Elasticity Data
Type of Design: Concrete
Steel Standard: DB:
Concrete Standard: NTC08(RC) Code: DB: C32/40

Type of Material
 Isotropic Orthotropic

Steel
Modulus of Elasticity: 0.0000e+000 kN/m²
Poisson's Ratio: 0
Thermal Coefficient: 0.0000e+000 1/[C]
Weight Density: 0 kN/m³
 Use Mass Density: 0 kN/m³/g

Concrete
Modulus of Elasticity: 3.3345e+007 kN/m²
Poisson's Ratio: 0.2
Thermal Coefficient: 1.0000e-005 1/[C]
Weight Density: 25 kN/m³
 Use Mass Density: 2.549 kN/m³/g

Plasticity Data
Plastic Material Name: NONE

Thermal Transfer
Specific Heat: 0 Btu/kN*[C]
Heat Conduction: 0 Btu/m*hr*[C]

Damping Ratio: 0.05

Calcestruzzo classe C32/40

APPALTATORE:					
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
Mandataria:	Mandanti:				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria				
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C 38 di 214

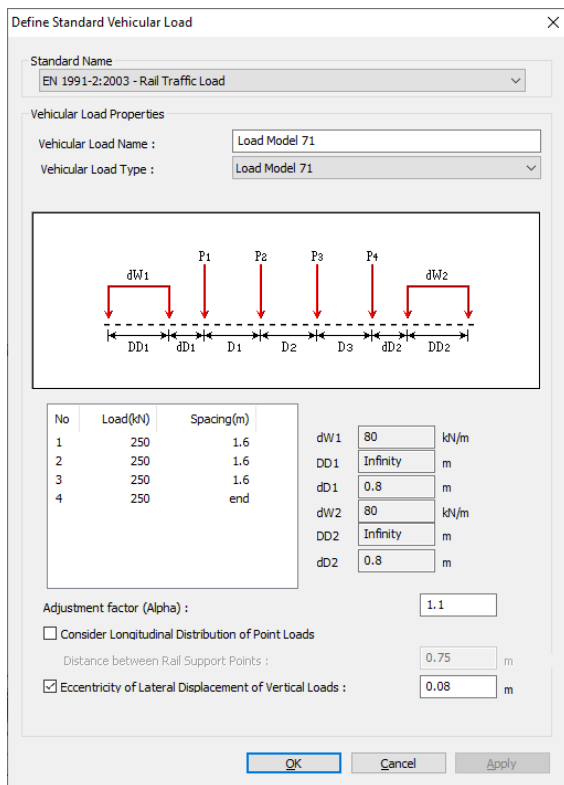
Le sezioni che riassumono invece le caratteristiche geometriche degli elementi vengono riportate di seguito.

DB/User	Shape	Name	Area [m2]	Asy [m2]	Asz [m2]	Ixx [m4]	Iyy [m4]	Izz [m4]	Cyp [m]	Cym [m]	Czp [m]	Czm [m]	Qyb [m2]	Qzb [m2]	Peri. (Out) [m]	Peri. (In) [m]
Value B	SR	Rigid	3.1416	2.8274	2.8274	1.5708	0.7854	0.7854	1	1	1	1	0.3333	0.3333	6.2832	0
Value B	B	Arco	0.3536	0.136	0.176	0.2692	0.2496	0.1642	0.85	0.85	1.1	1.1	1.4798	1.2411	7.8	7.48
Value B	B	TrasvS2	0.2184	0.09	0.132	0.1677	0.155	0.0862	0.75	0.75	1.1	1.1	1.3862	1.0677	7.4	7.16
Value B	B	TrasvS3	0.2342	0.09	0.1478	0.1966	0.2026	0.0948	0.75	0.75	1.2315	1.2315	1.6342	1.1644	7.926	7.686
Value B	B	ColonnaS4	0.1884	0.09	0.102	0.1152	0.0848	0.07	0.75	0.75	0.85	0.85	0.9625	0.884	6.4	6.16
Value B	B	TrasvS5	0.1884	0.09	0.102	0.1152	0.0848	0.07	0.75	0.75	0.85	0.85	0.9625	0.884	6.4	6.16
Value B	B	ImpalcT1	0.3086	0.2	0.2	0	0.4149	4.4652	4.175	4.175	1	1	4.6135	12.797	20.7	20.54
Value B	B	ImpalcT2	0.2506	0.2	0.2	0	0.309	3.6237	4.175	4.175	1	1	4.6135	12.797	20.7	20.54
Value I	I	Pila	19.98	9	15.98	38.5536	43.4399	35.0874	2.7	2.7	2.35	2.35	3.8495	3.645	24.2	0
Value SB	SB	Plinto	69.87	58.225	58.225	638.301	273.206	605.773	5.1	5.1	3.425	3.425	5.8653	13.005	34.1	0
Value I	I	Pulvino	25.38	13.5	15.98	40.3536	62.3714	97.4169	4.05	4.05	2.35	2.35	5.3186	8.2012	35	0
Tapered I	I	PulvinoTap	19.98	9	15.98	38.5536	43.4399	35.0874	2.7	2.7	2.35	2.35	3.8495	3.645	24.2	0

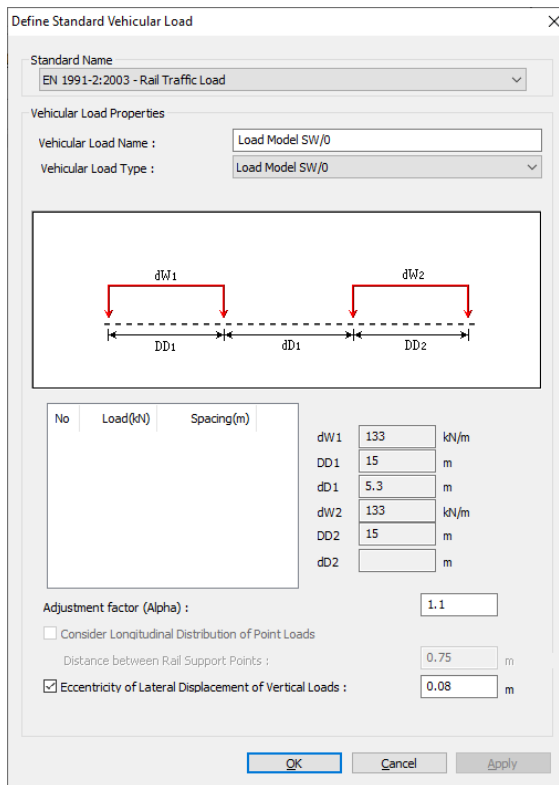
Agli elementi beam sono stati applicati i carichi descritti nei capitoli precedenti divisi per condizioni di carico e poi combinati direttamente in Midas per ottenere le sollecitazioni già combinate. Le combinazioni considerate sono riportate nel capitolo specifico.

Il carico mobile è stato applicato al modello mediante l'utilizzo del tool di Midas che permette di individuare per ogni singolo elemento la linea di influenza del carico mobile e quindi generare la combinazione più sfavorevole per ogni componente delle sollecitazioni per ogni elemento.

I carichi ferroviari da normativa sono automaticamente implementati all'interno del software.



No	Load(kN)	Spacing(m)
1	250	1.6
2	250	1.6
3	250	1.6
4	250	end



No	Load(kN)	Spacing(m)

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 39 di 214

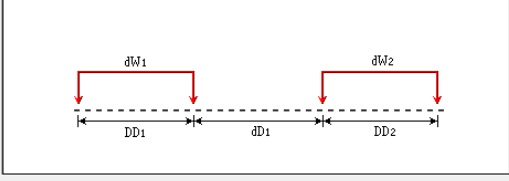
Define Standard Vehicular Load

Standard Name: EN 1991-2:2003 - Rail Traffic Load

Vehicular Load Properties

Vehicular Load Name: Load Model SW/2

Vehicular Load Type: Load Model SW/2



No	Load(kN)	Spacing(m)
	dW1	150 kN/m
	DD1	25 m
	dD1	7 m
	dW2	150 kN/m
	DD2	25 m
	dD2	m

Adjustment Factor (Alpha): 1

Consider Longitudinal Distribution of Point Loads

Distance between Rail Support Points: 0.75 m

Eccentricity of Lateral Displacement of Vertical Loads: 0.08 m

OK Cancel Apply

Le sollecitazioni generate vengono estratte dai singoli modelli e poi post-processate e analizzate in sede di verifica.

Il modello è impiegato sia per le analisi statiche che per le analisi sismiche.

9.1 SOLLECITAZIONI SULLE SOTTOSTRUTTURE – BINARIO PARI

Di seguito vengono riportati i diagrammi delle sollecitazioni per le sottostrutture del binario pari.

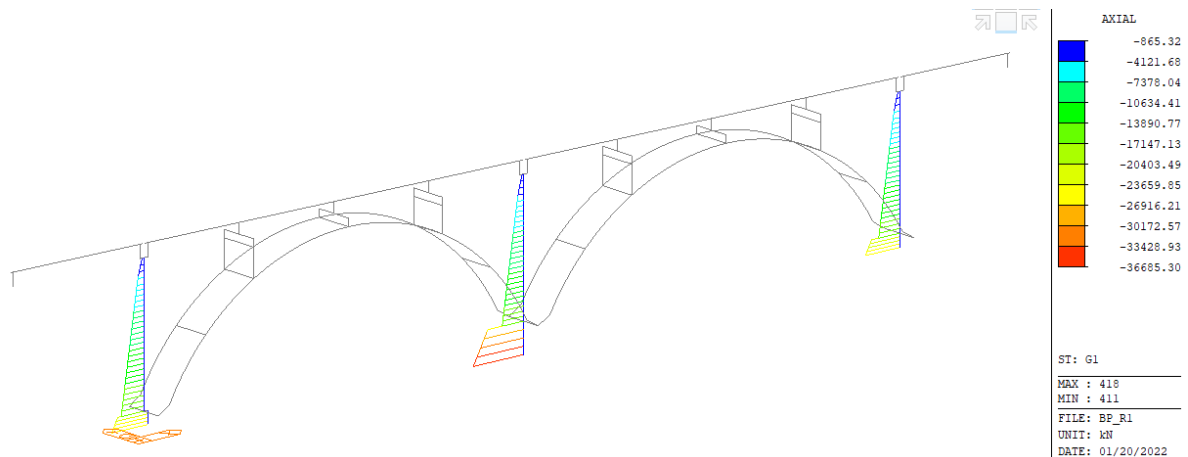


Figura 15: Sforzo normale – Binario Pari - G1

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 40 di 214

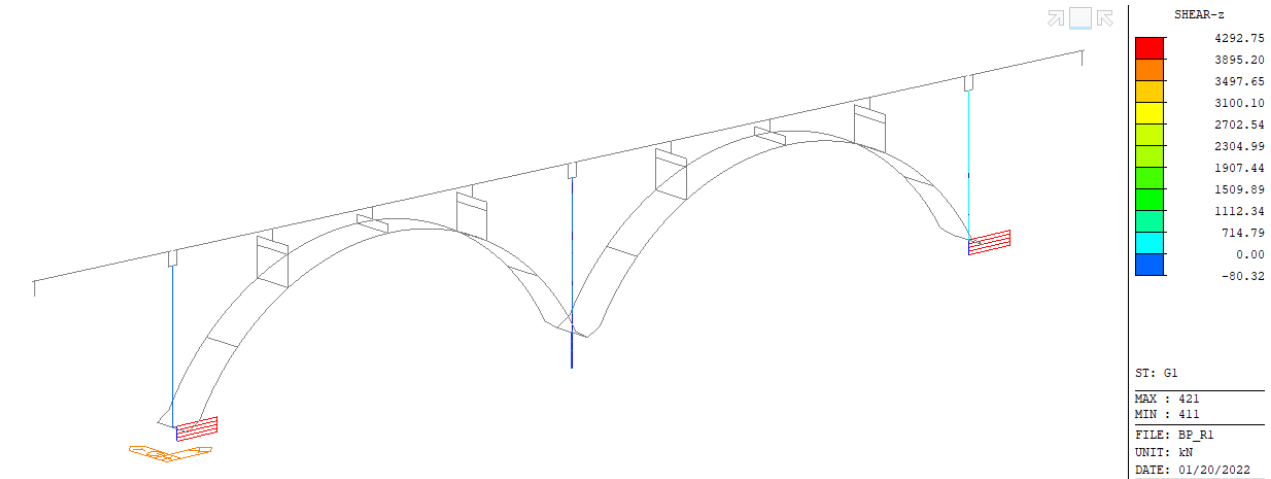


Figura 16: Taglio longitudinale Fz - Binario Pari - G1

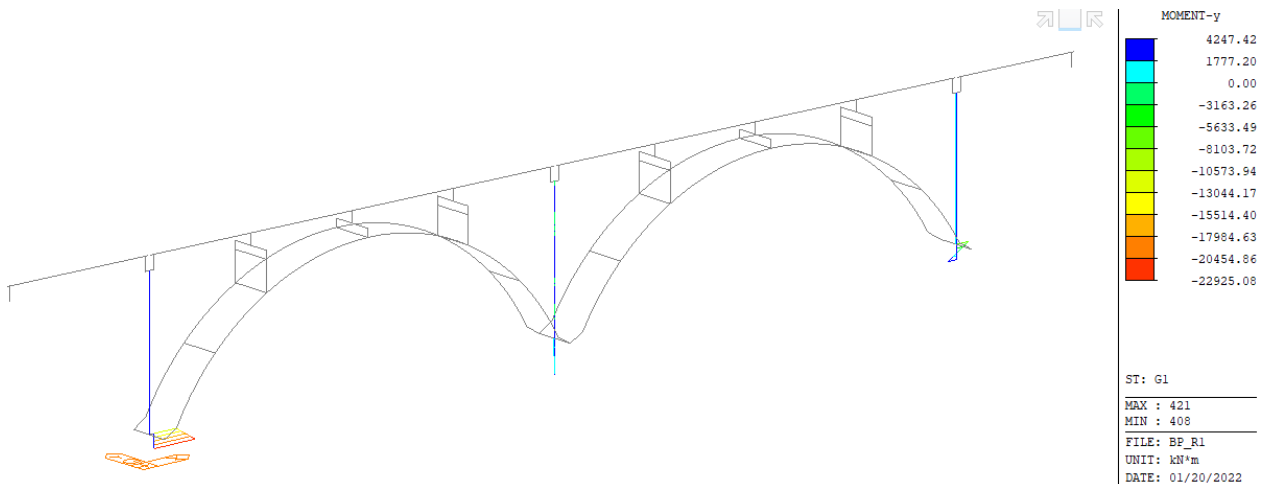


Figura 17: Momento flettente My - Binario Pari - G1

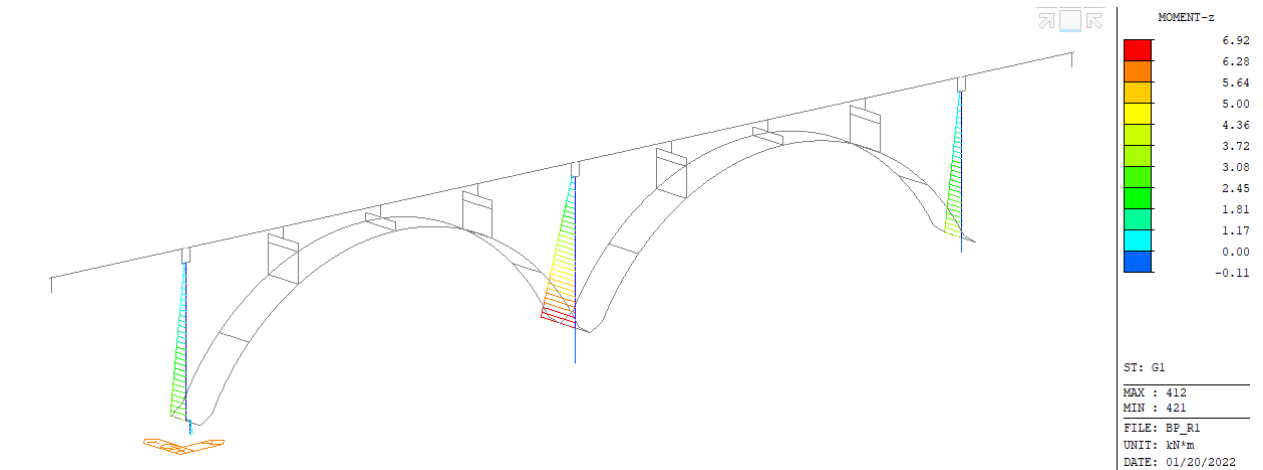


Figura 18: Momento flettente Mz - Binario Pari - G1

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 41 di 214

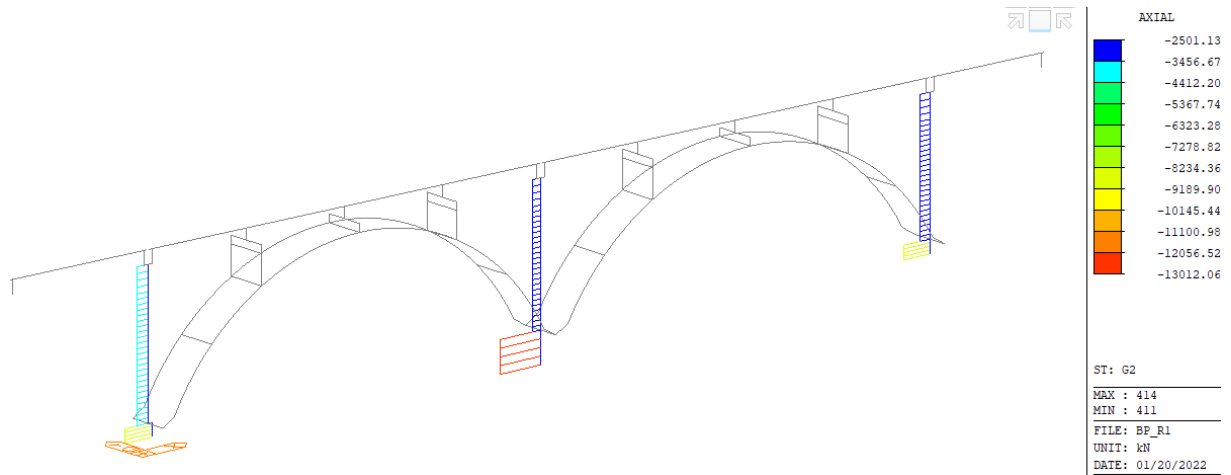


Figura 19: Sforzo normale – Binario Pari - G2

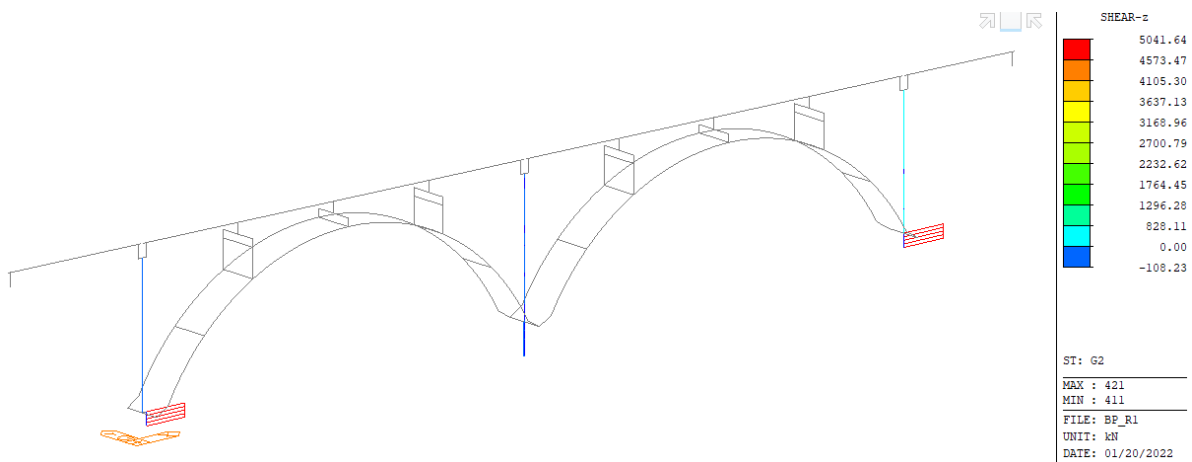


Figura 20: Taglio longitudinale Fz - Binario Pari - G2

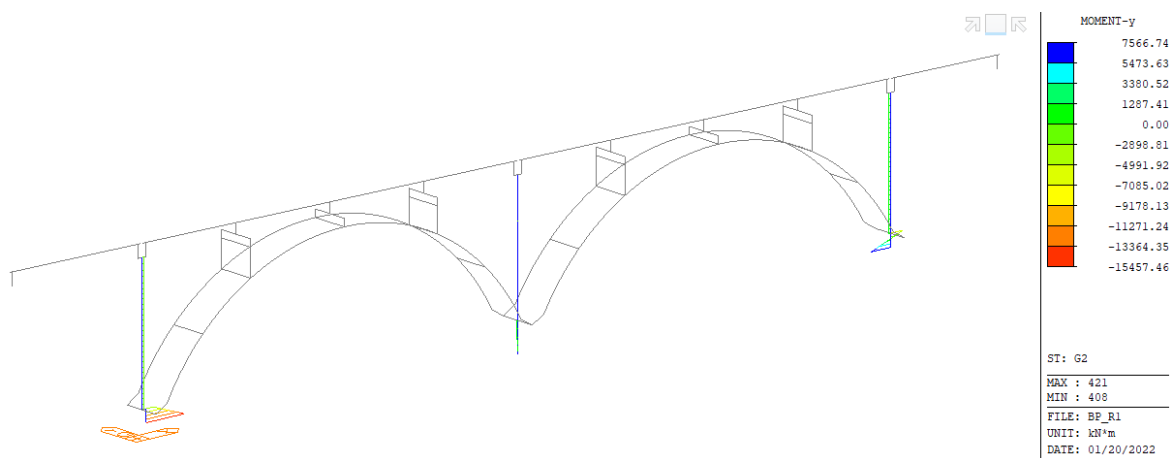


Figura 21: Momento flettente My - Binario Pari - G2

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 42 di 214

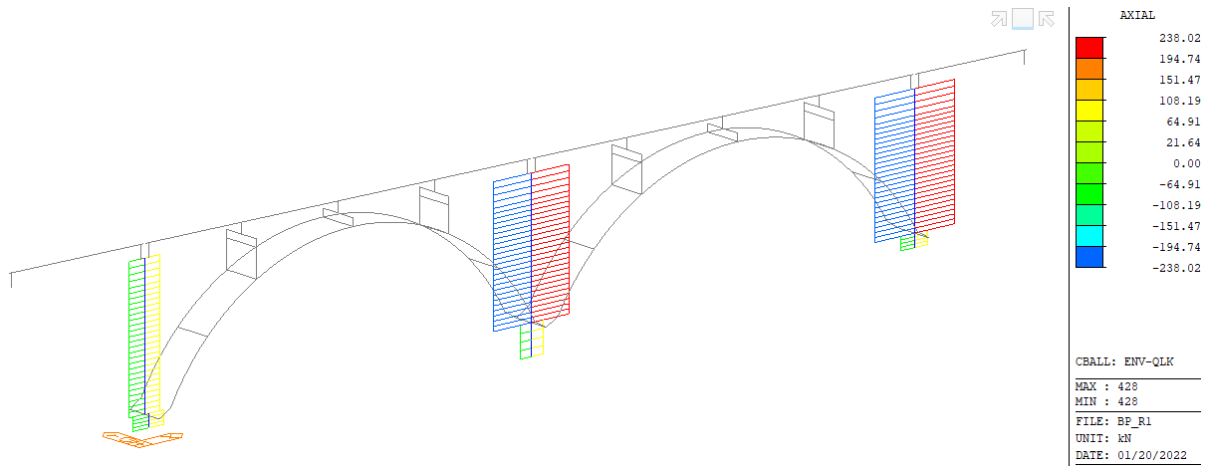


Figura 22: Sforzo normale – Binario Pari - Qlk

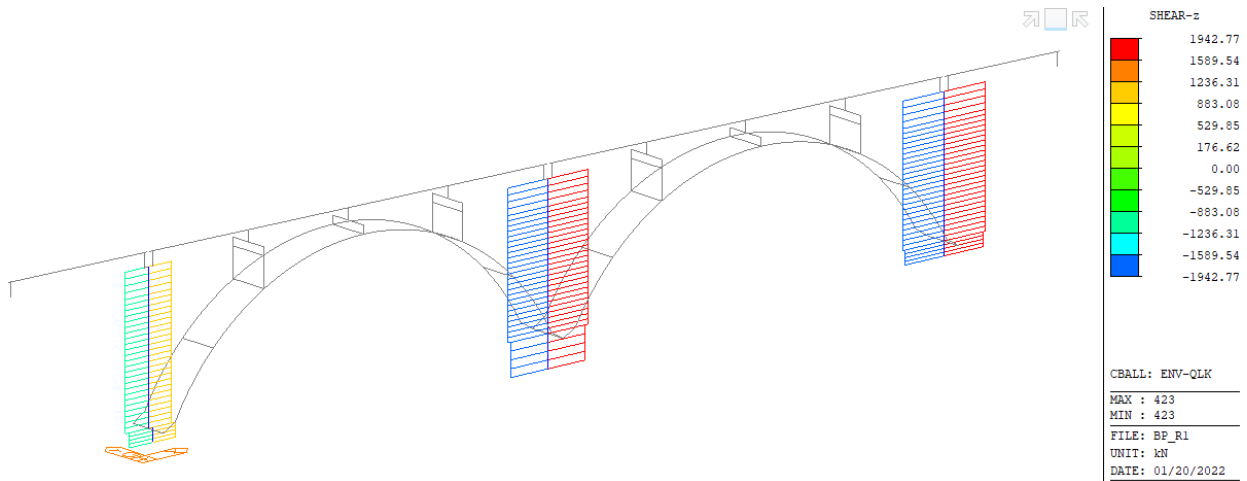


Figura 23: Taglio longitudinale Fz - Binario Pari - Qlk

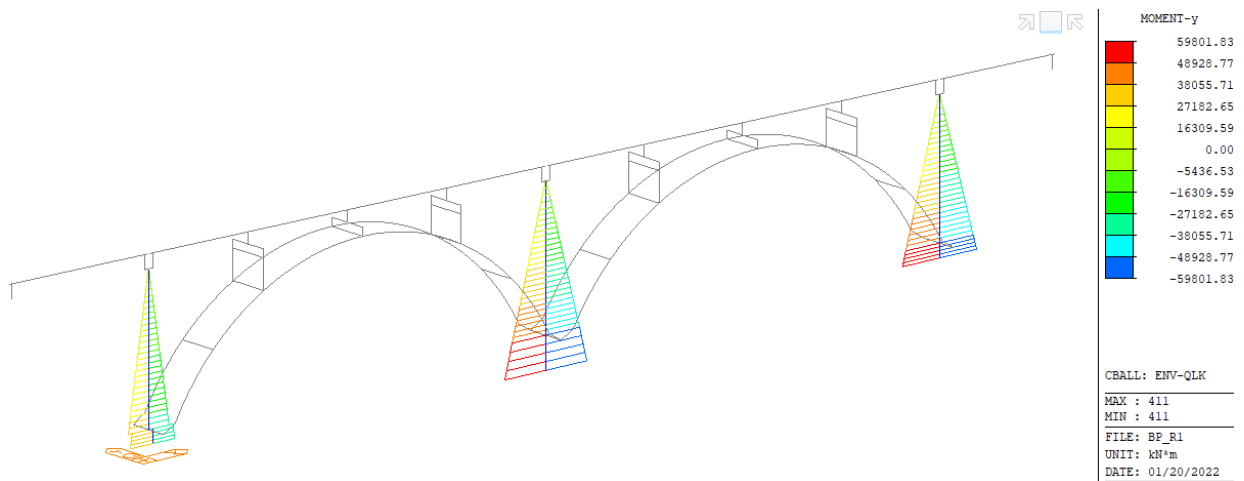


Figura 24: Momento flettente My - Binario Pari – Qlk

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 43 di 214

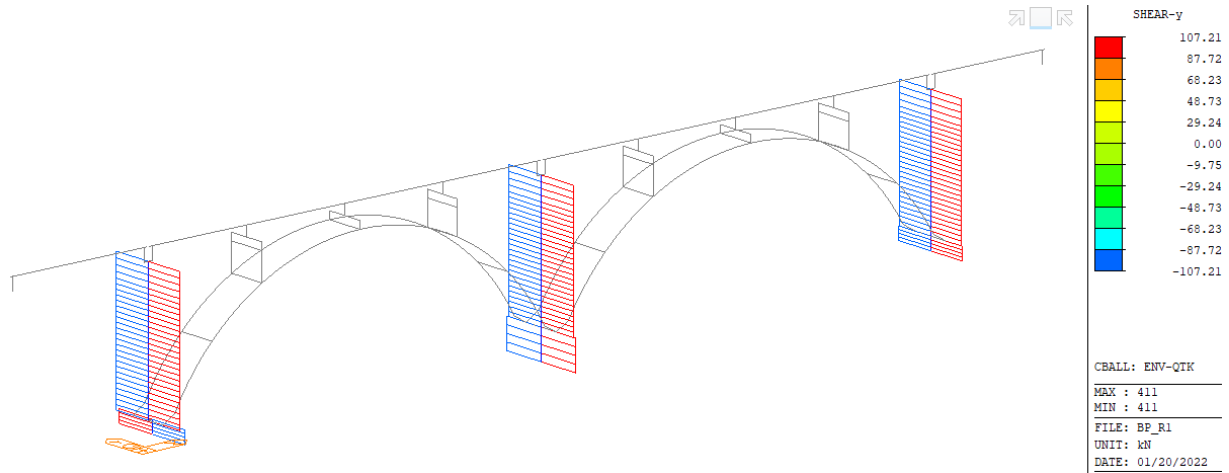


Figura 25: Momento flettente M_y - Binario Pari - Qtk

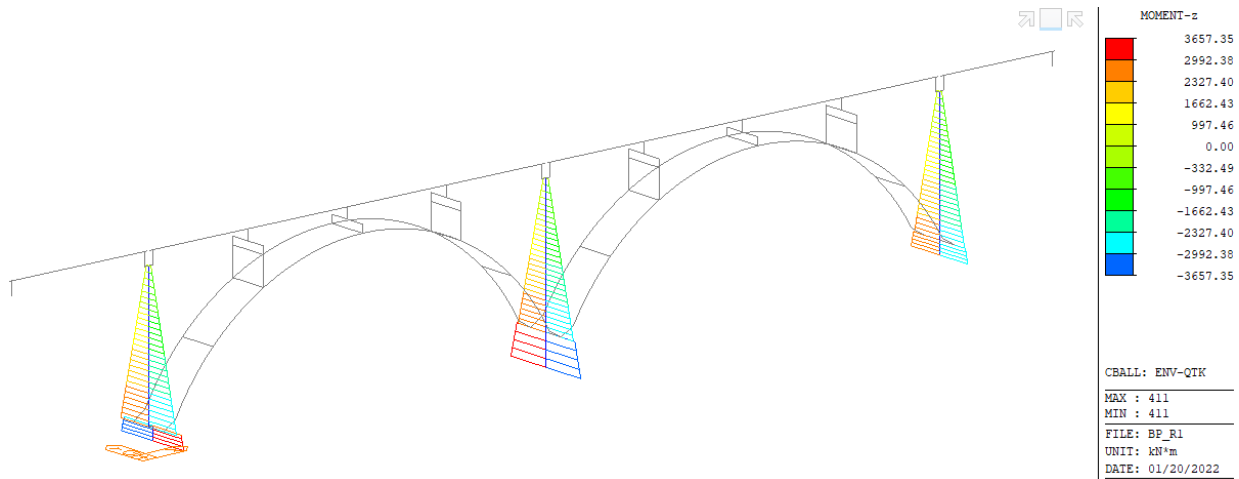


Figura 26: Momento flettente M_z - Binario Pari - Qtk

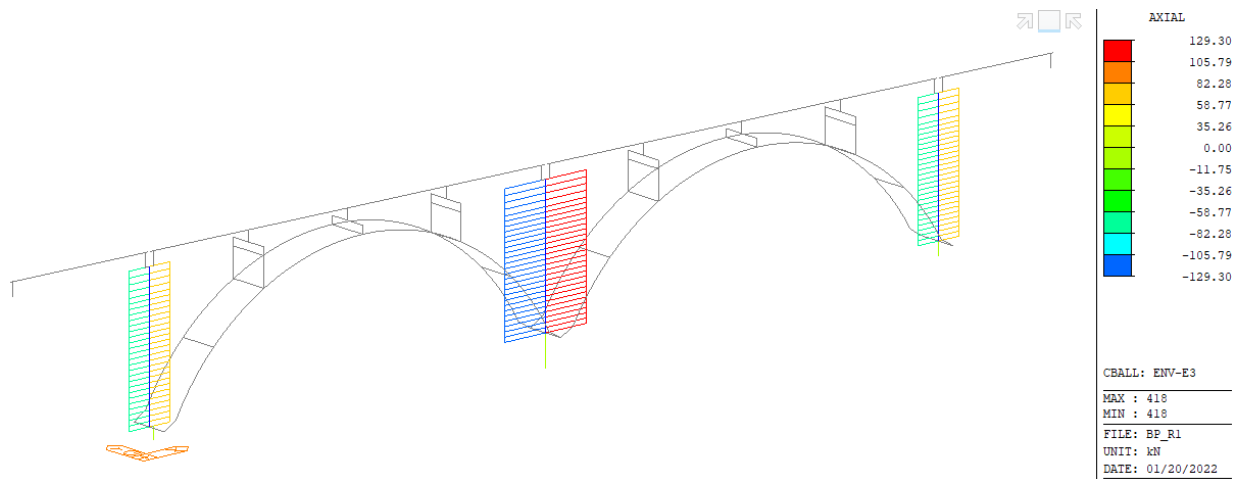


Figura 27: Sforzo normale - Binario Pari - E3

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 44 di 214

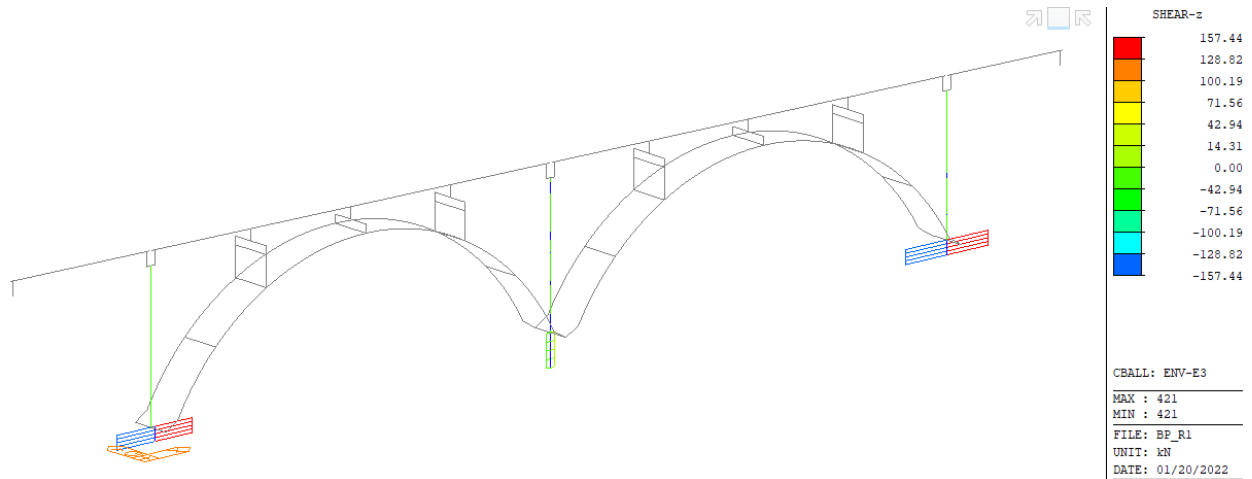


Figura 28: Taglio longitudinale Fz - Binario Pari - E3

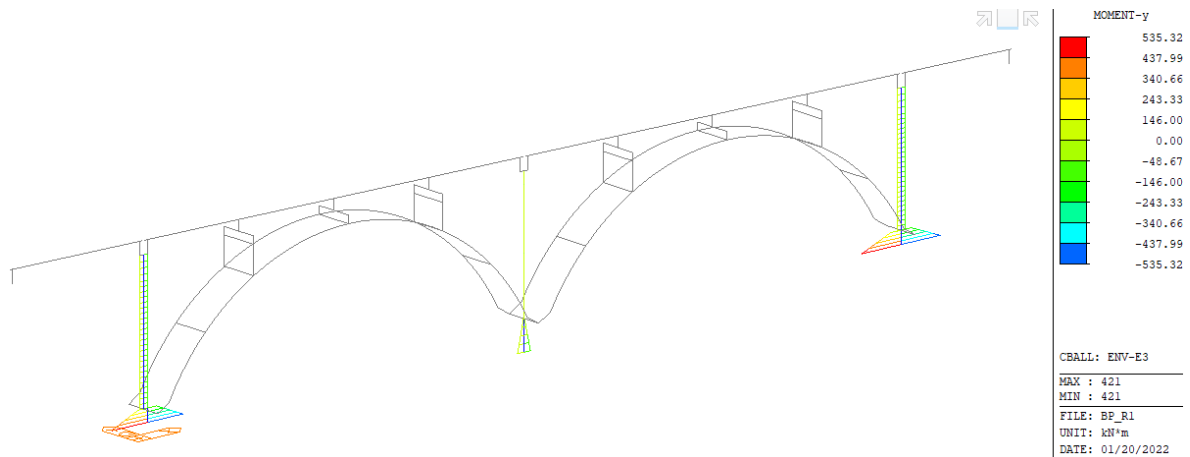


Figura 29: Momento flettente My - Binario Pari - E3

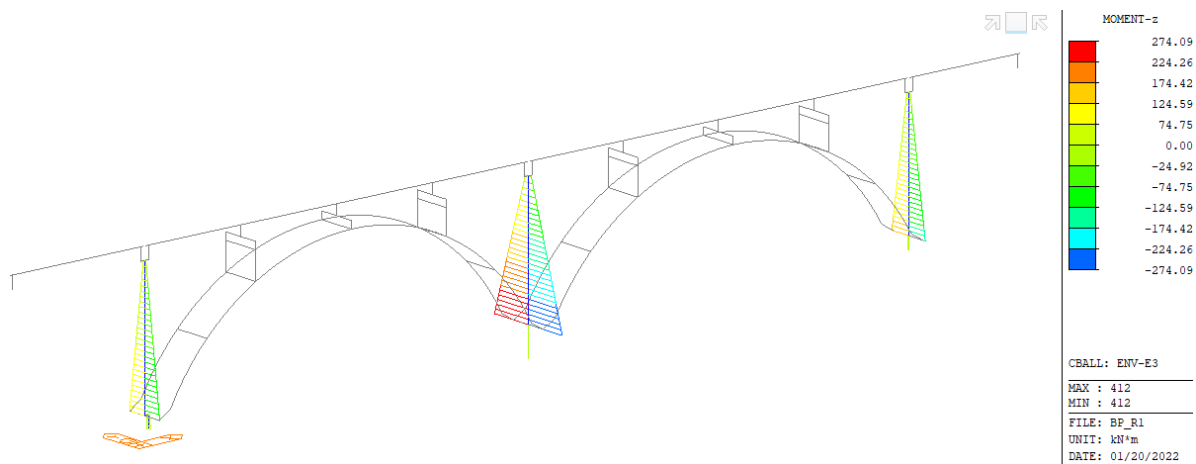


Figura 30: Momento flettente Mz - Binario Pari - E3

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 45 di 214

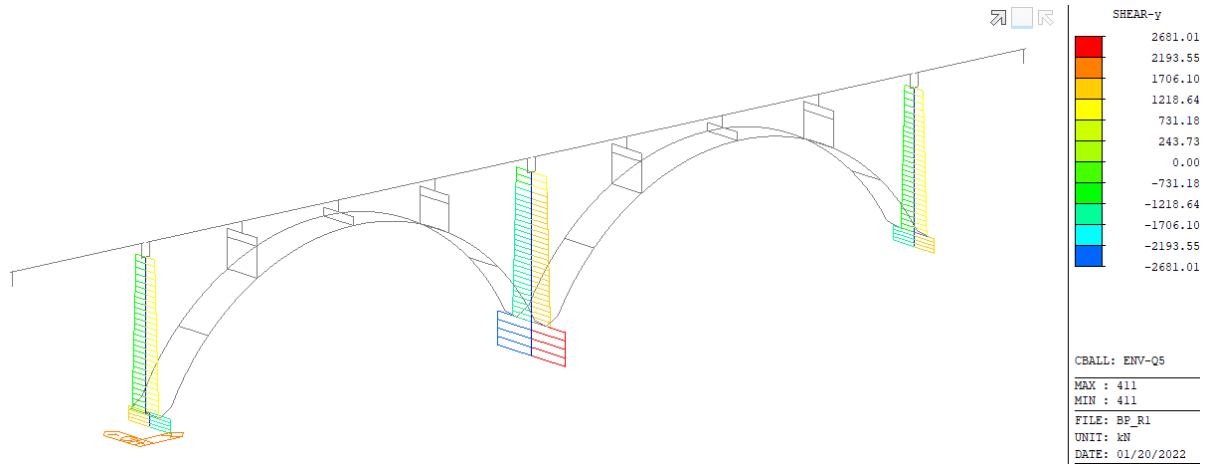


Figura 31: Taglio trasversale F_y - Binario Pari – Q5

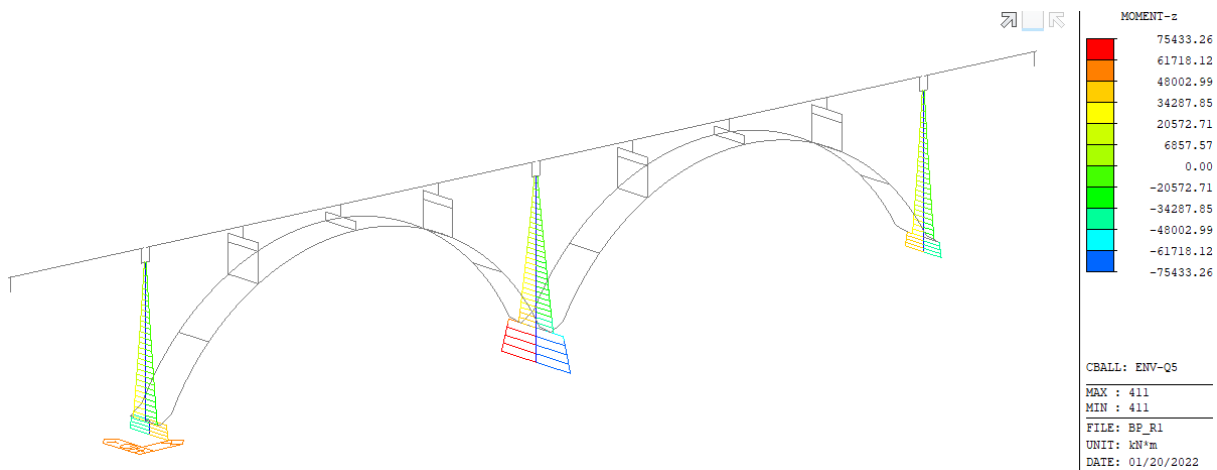


Figura 32: Momento flettente M_z - Binario Pari – Q5

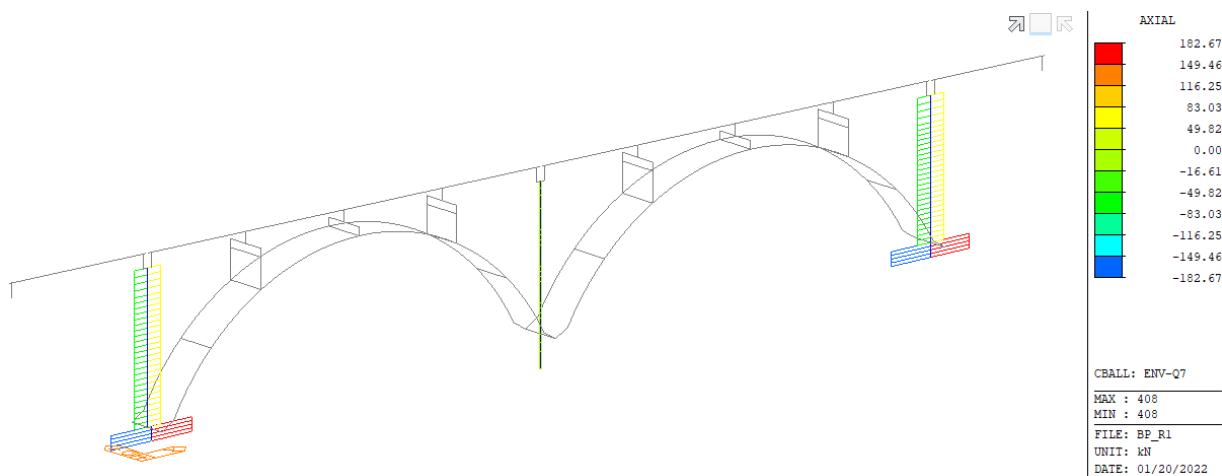


Figura 33: Sforzo normale – Binario Pari - Q7

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 46 di 214

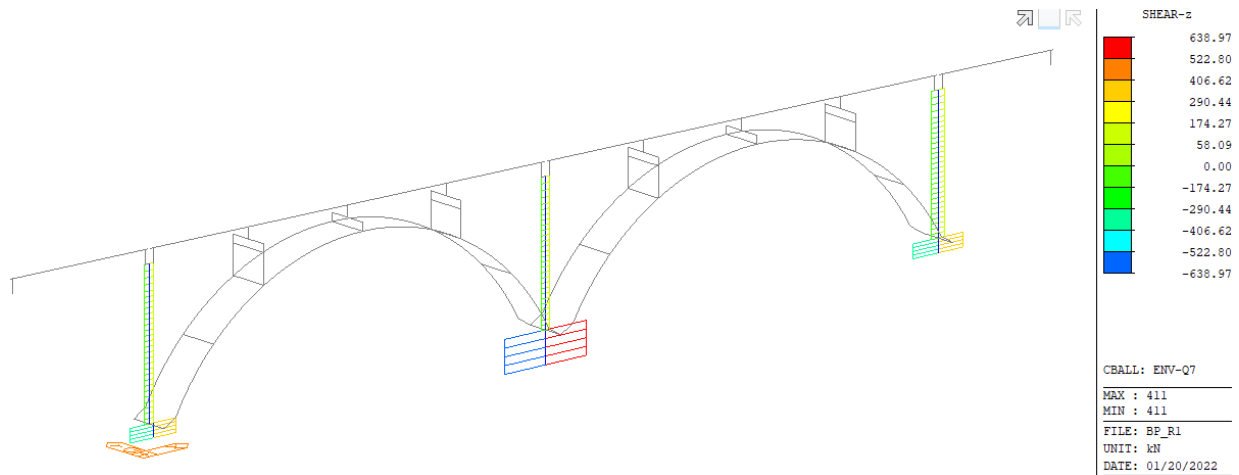


Figura 34: Taglio longitudinale Fz - Binario Pari – Q7

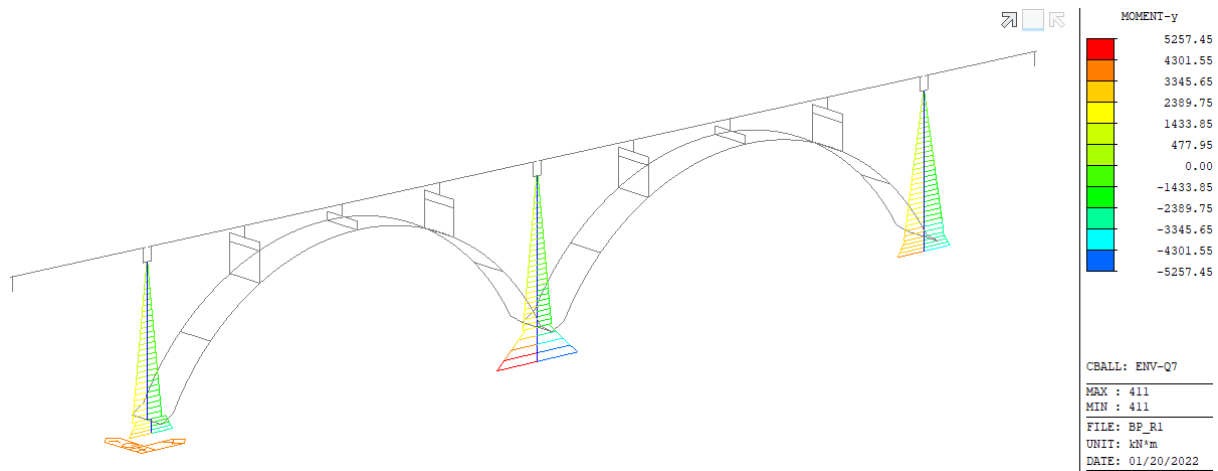


Figura 35: Momento flettente My - Binario Pari - Q7

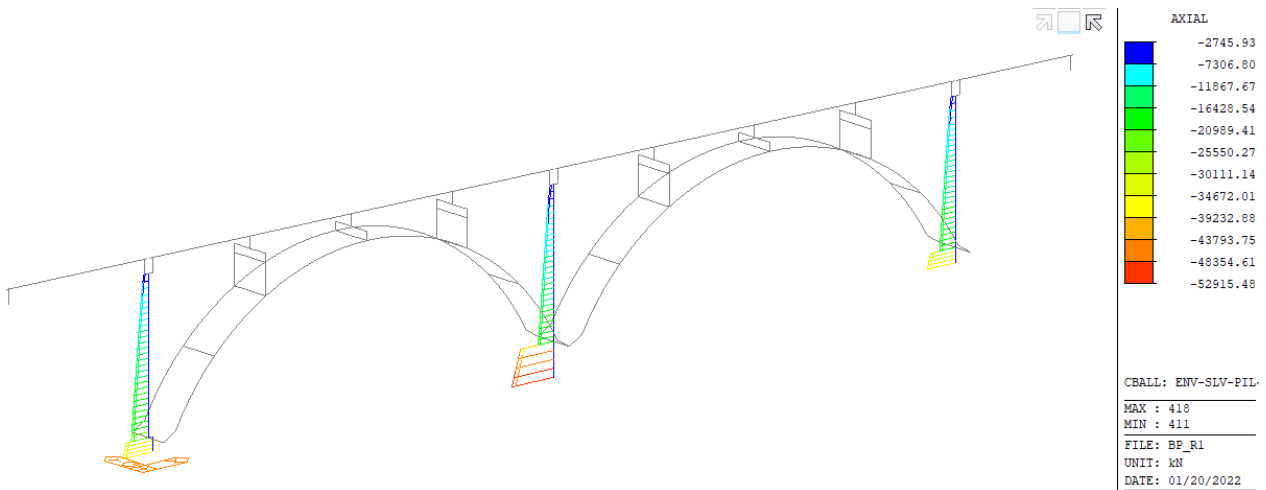


Figura 36: Sforzo normale – Binario Pari - EnvSLV

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 47 di 214

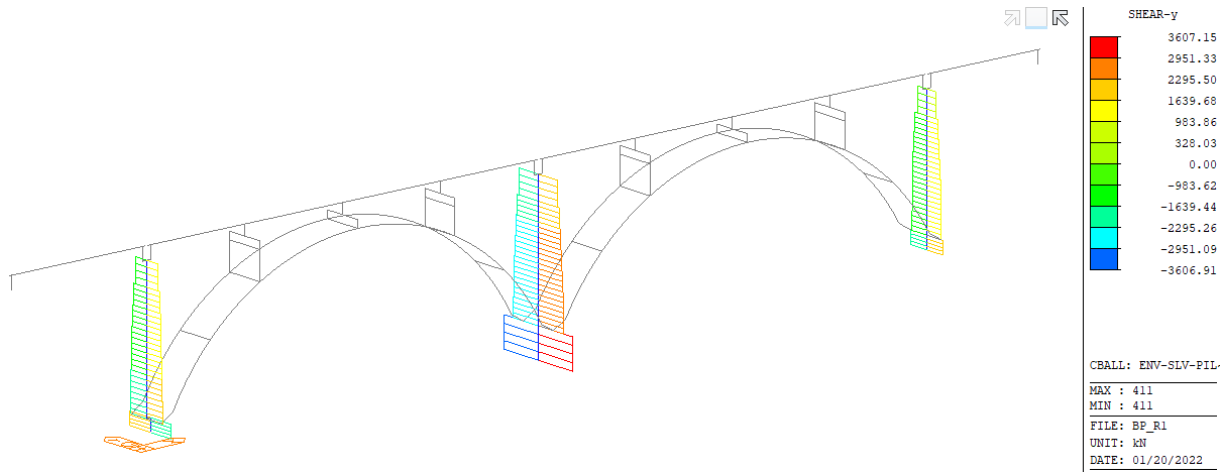


Figura 37: Taglio trasversale F_y - Binario Pari – EnvSLV

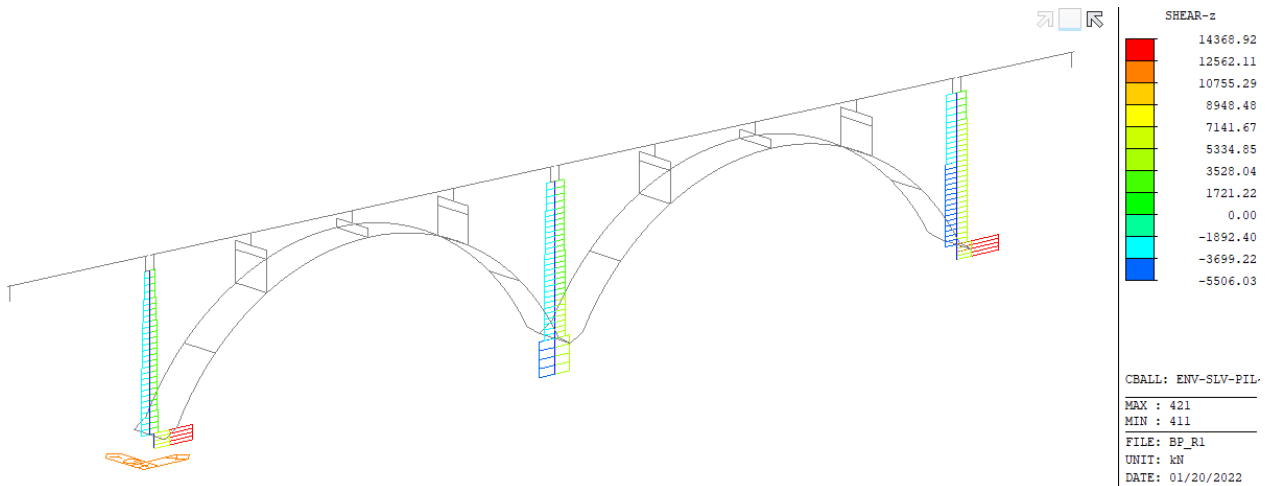


Figura 38: Taglio longitudinale F_z - Binario Pari – EnvSLV

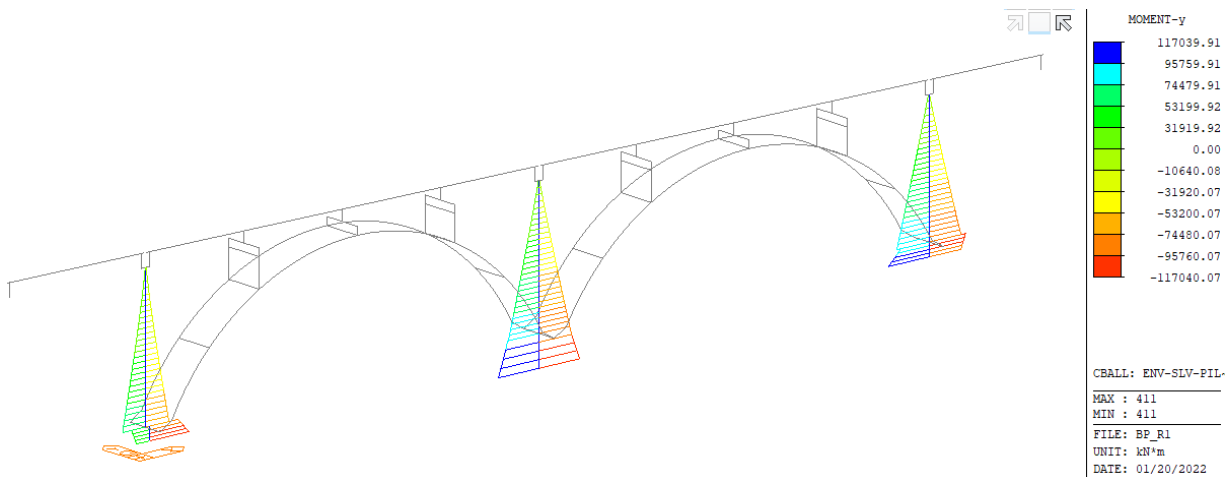


Figura 39: Momento flettente M_y - Binario Pari - EnvSLV

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 48 di 214	

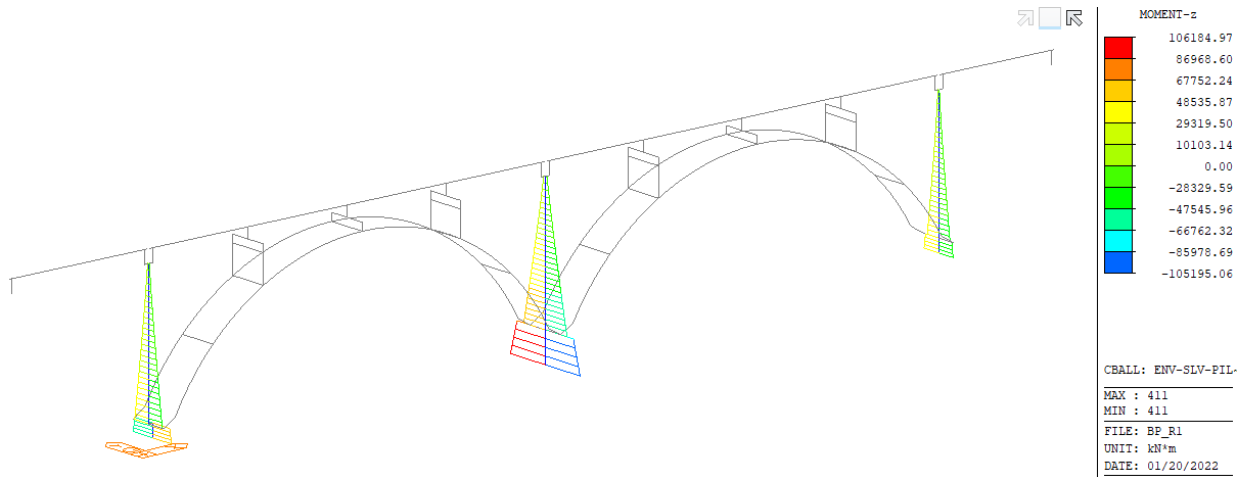


Figura 40: Momento flettente M_z - Binario Pari – EnvSLV

9.2 SOLLECITAZIONI SULLE SOTTOSTRUTTURE – BINARIO DISPARI

Di seguito vengono riportati i diagrammi delle sollecitazioni per le sottostrutture del binario pari.

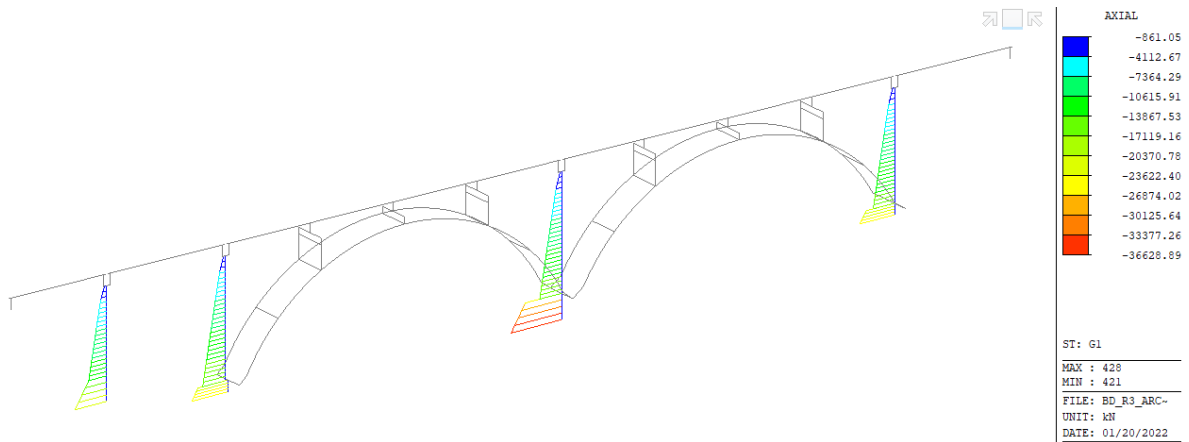


Figura 41: Sforzo normale – Binario Pari - G1

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 49 di 214

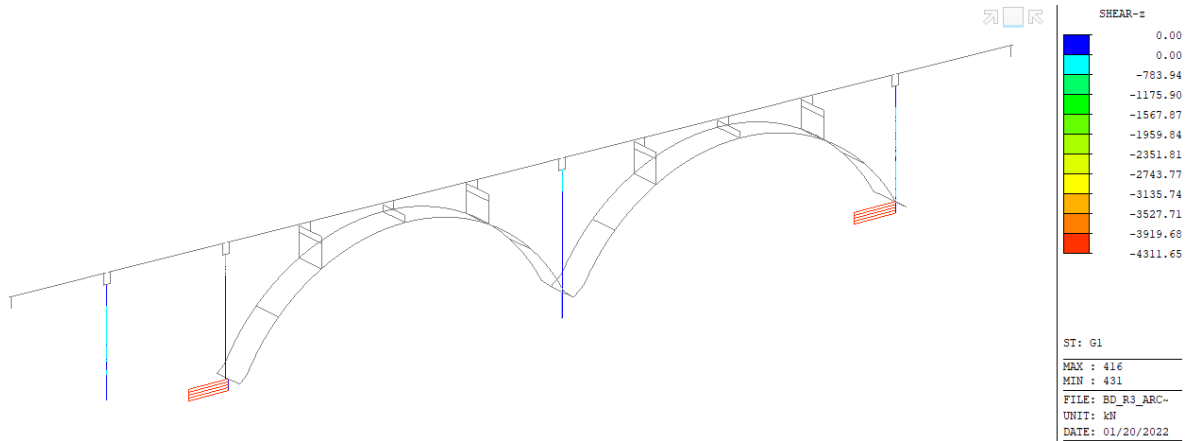


Figura 42: Taglio longitudinale Fz - Binario Pari - G1

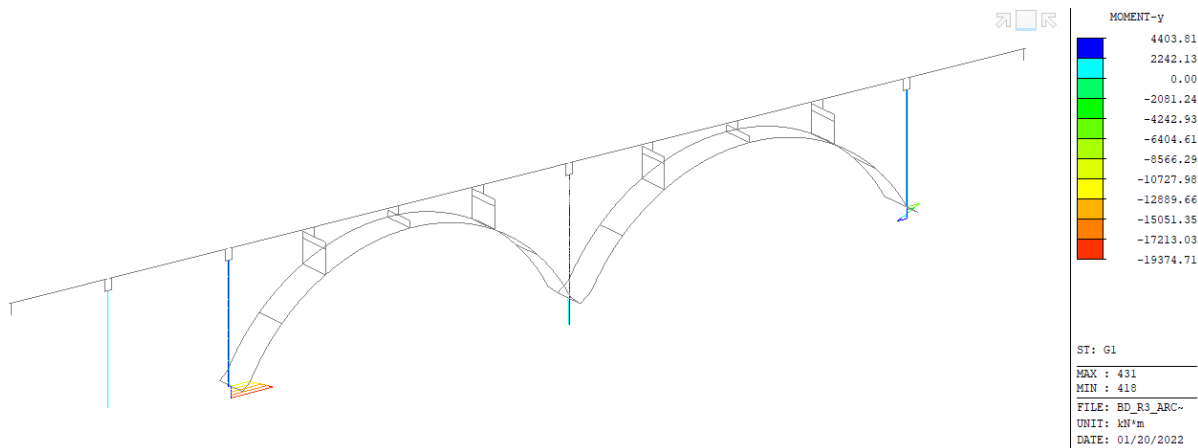


Figura 43: Momento flettente My - Binario Pari - G1

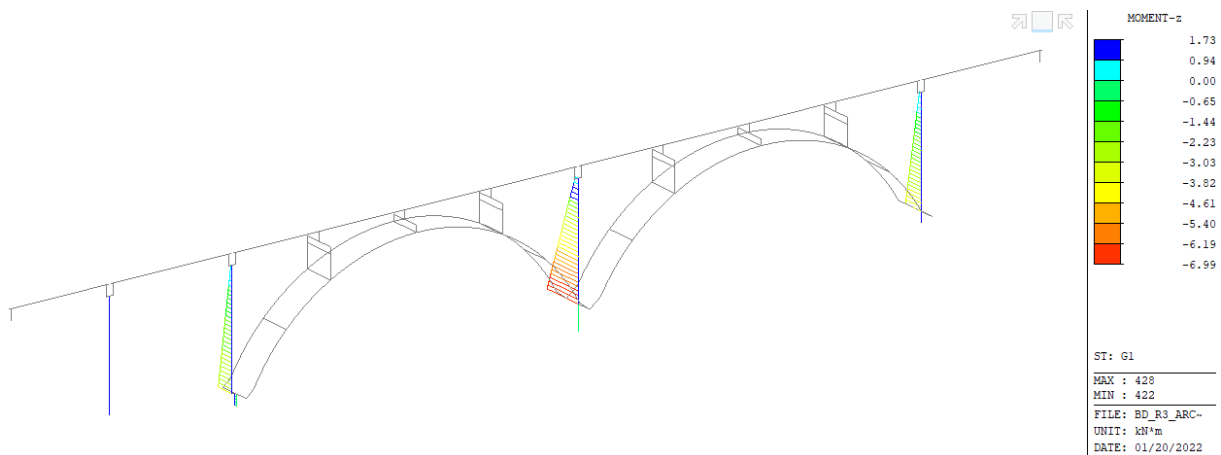


Figura 44: Momento flettente Mz - Binario Pari - G1

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 50 di 214

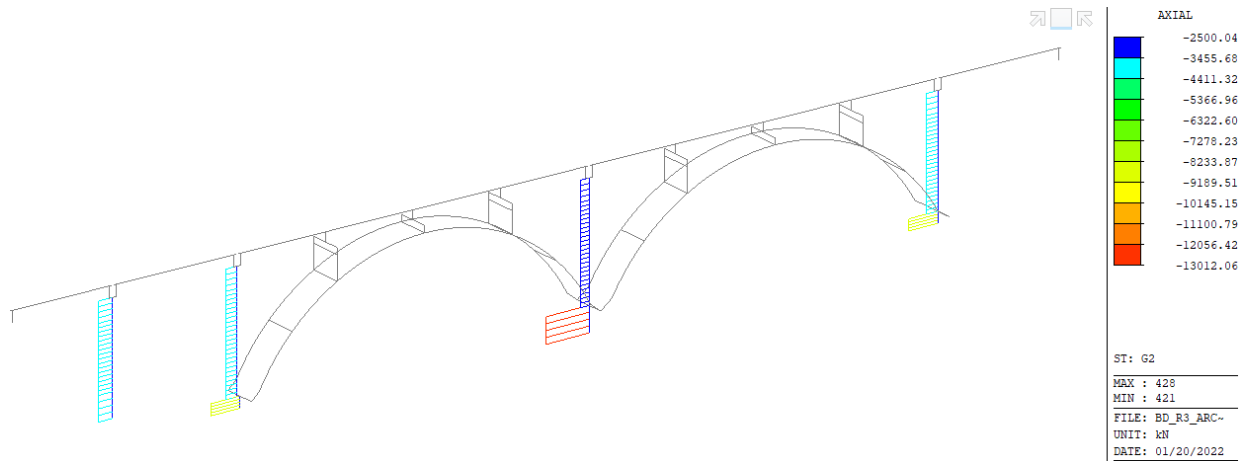


Figura 45: Sforzo normale – Binario Pari - G2

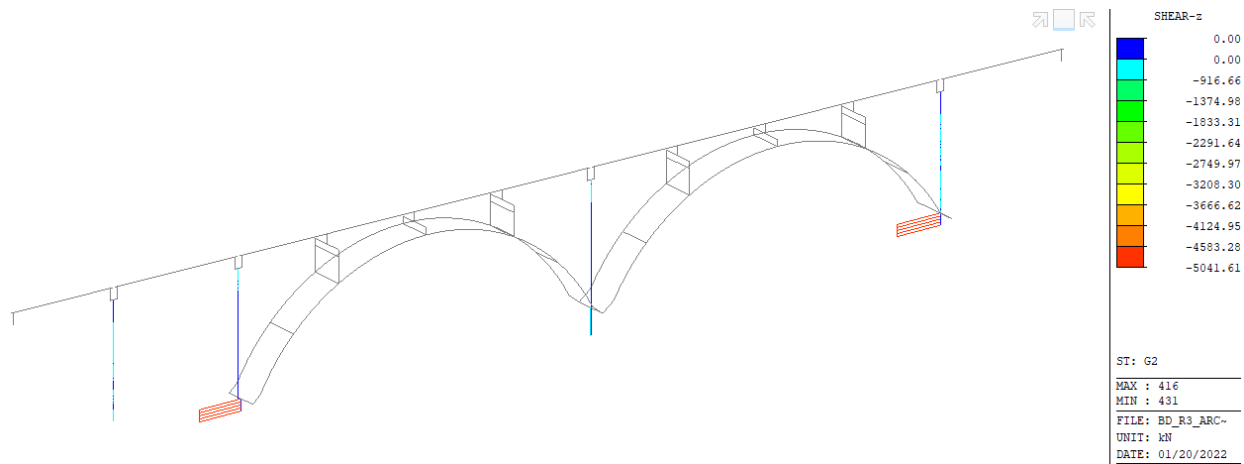


Figura 46: Taglio longitudinale Fz - Binario Pari - G2

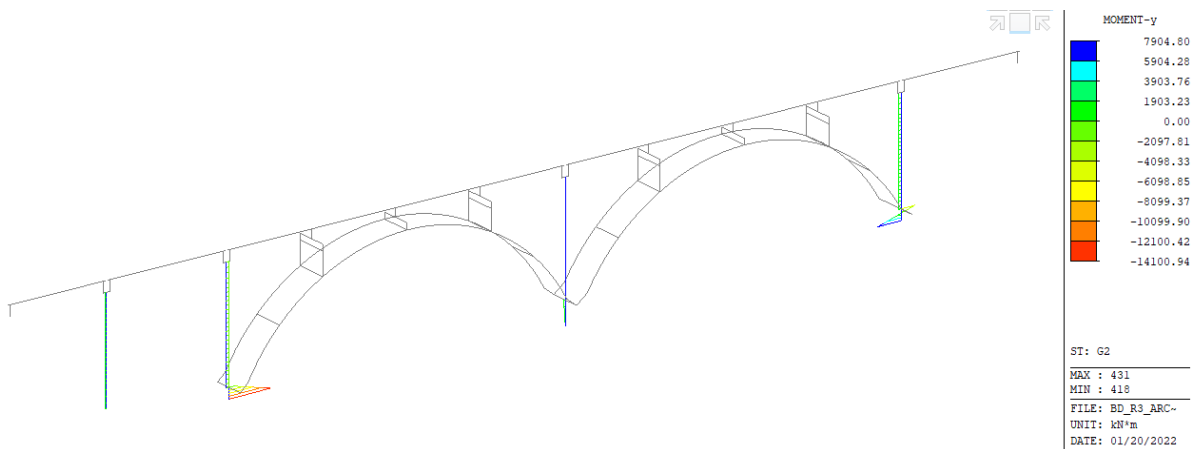


Figura 47: Momento flettente My - Binario Pari - G2

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 51 di 214

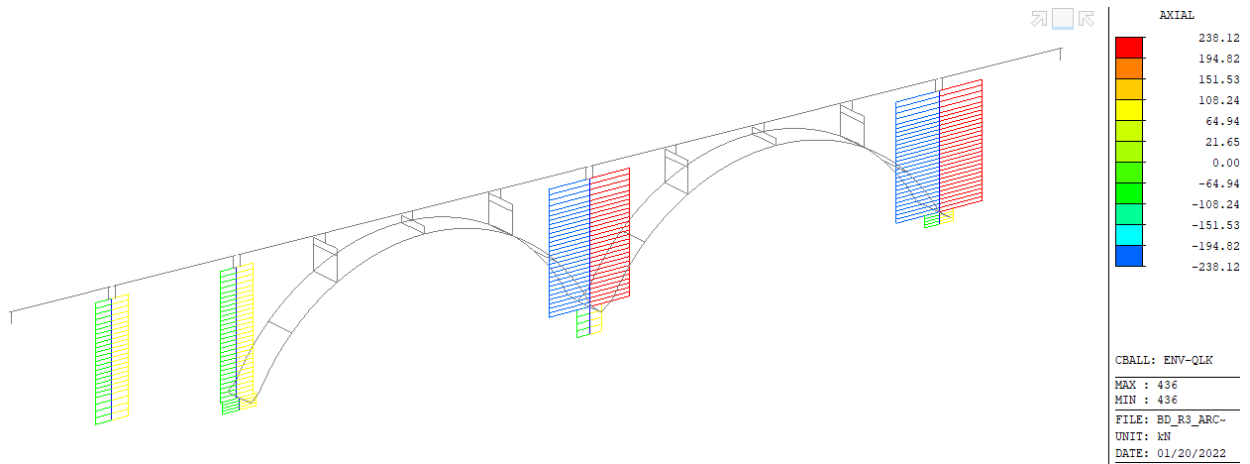


Figura 48: Sforzo normale – Binario Pari - Qlk

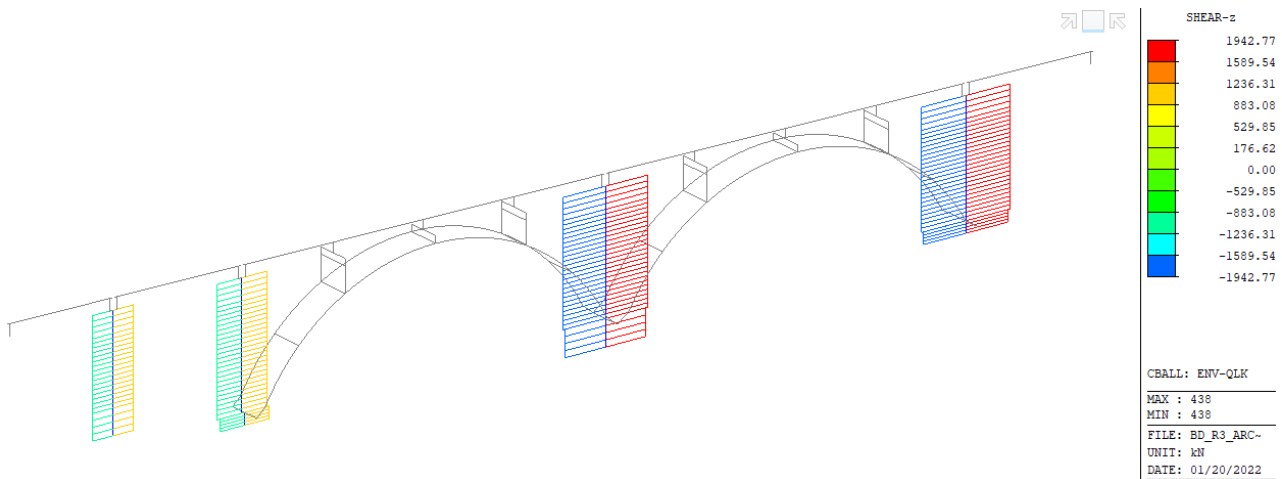


Figura 49: Taglio longitudinale Fz - Binario Pari - Qlk

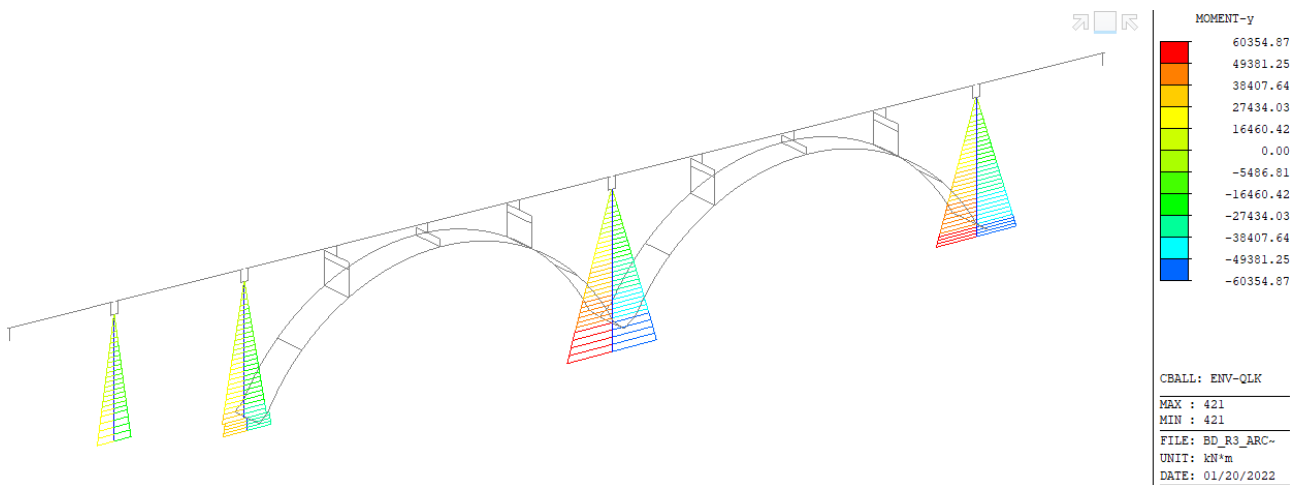


Figura 50: Momento flettente My - Binario Pari – Qlk

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 52 di 214

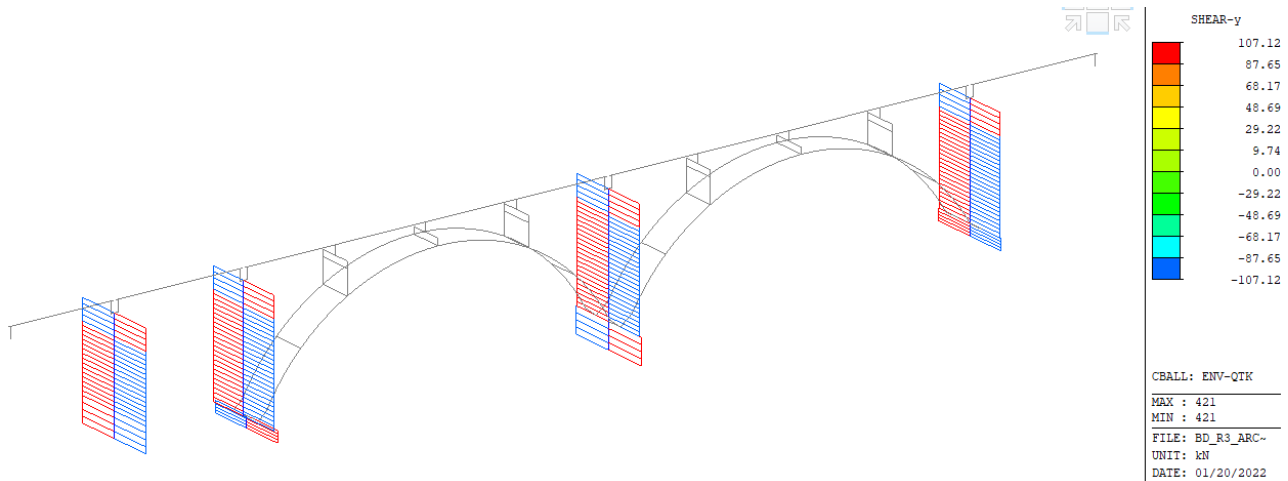


Figura 51: Momento flettente M_y - Binario Pari - Qtk

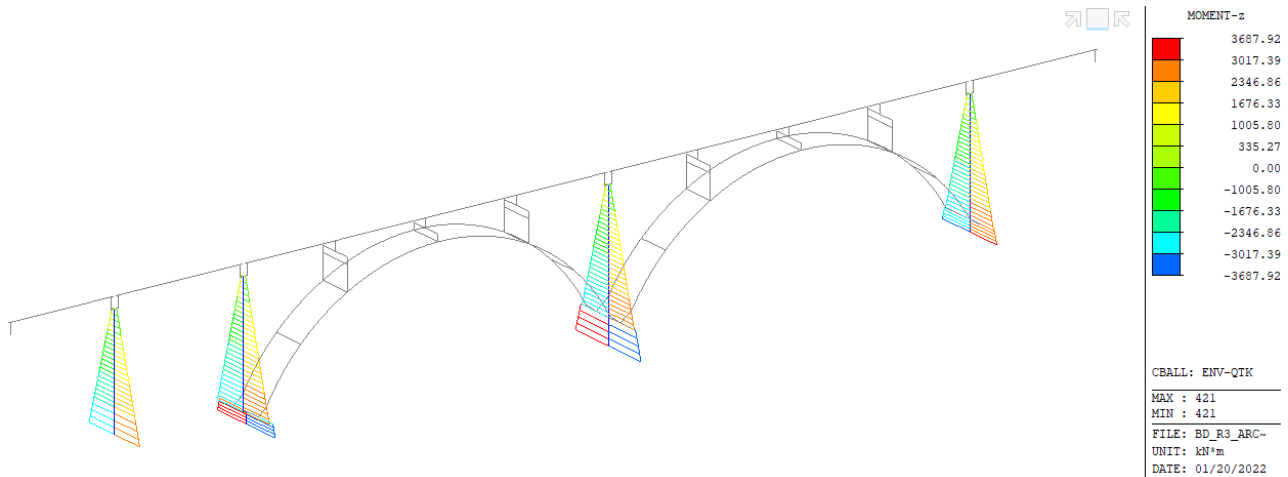


Figura 52: Momento flettente M_z - Binario Pari - Qtk

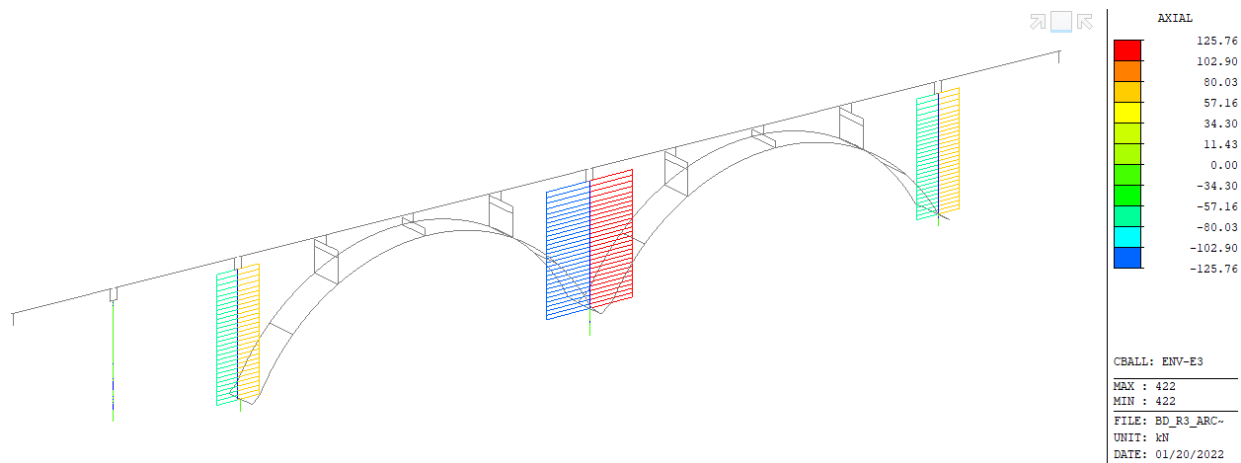


Figura 53: Sforzo normale - Binario Pari - E3

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 53 di 214

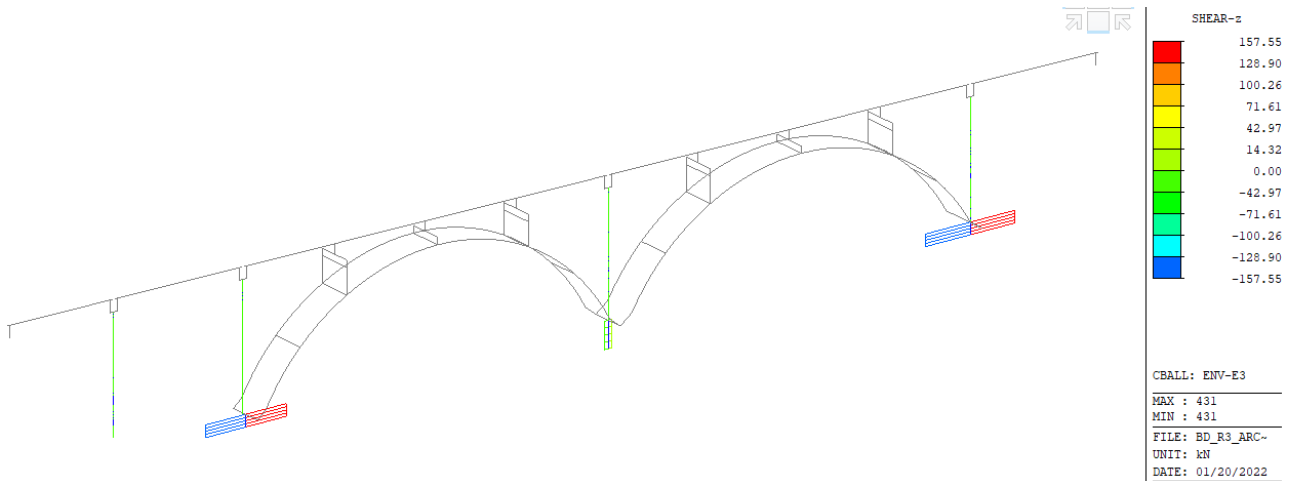


Figura 54: Taglio longitudinale Fz - Binario Pari - E3

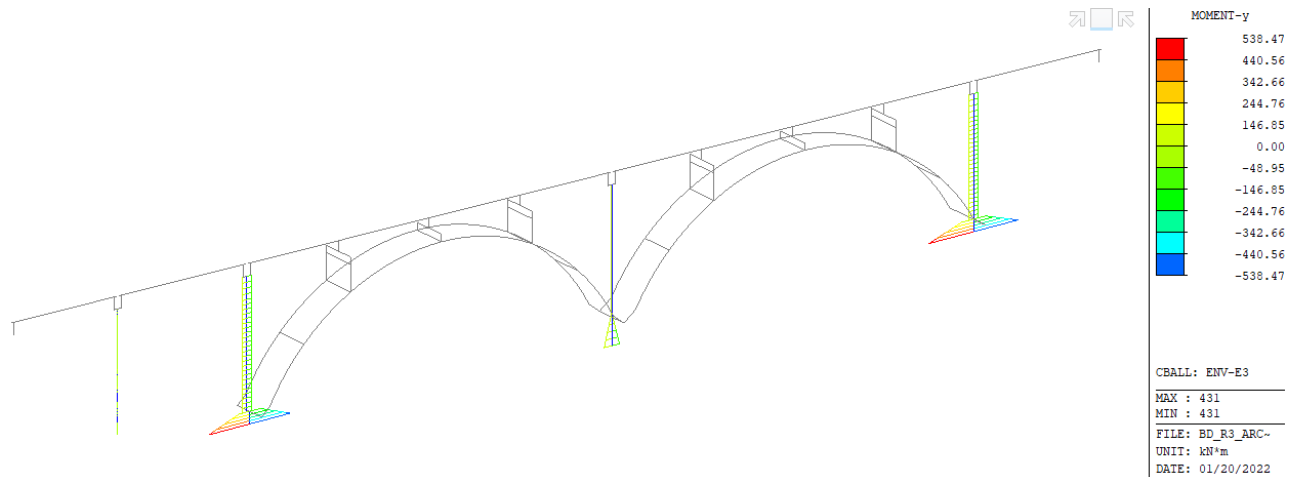


Figura 55: Momento flettente My - Binario Pari - E3

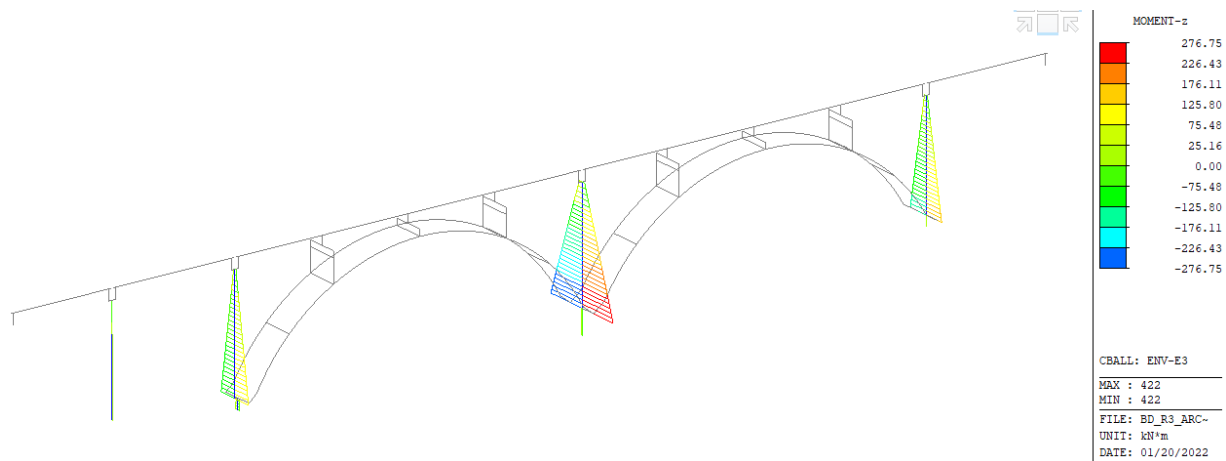


Figura 56: Momento flettente Mz - Binario Pari - E3

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 54 di 214

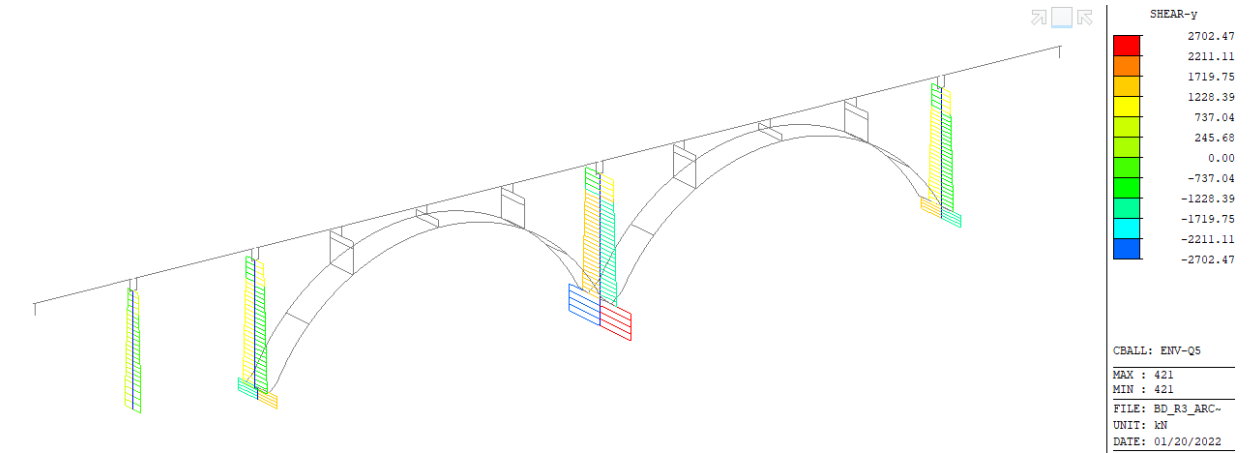


Figura 57: Taglio trasversale F_y - Binario Pari – Q5

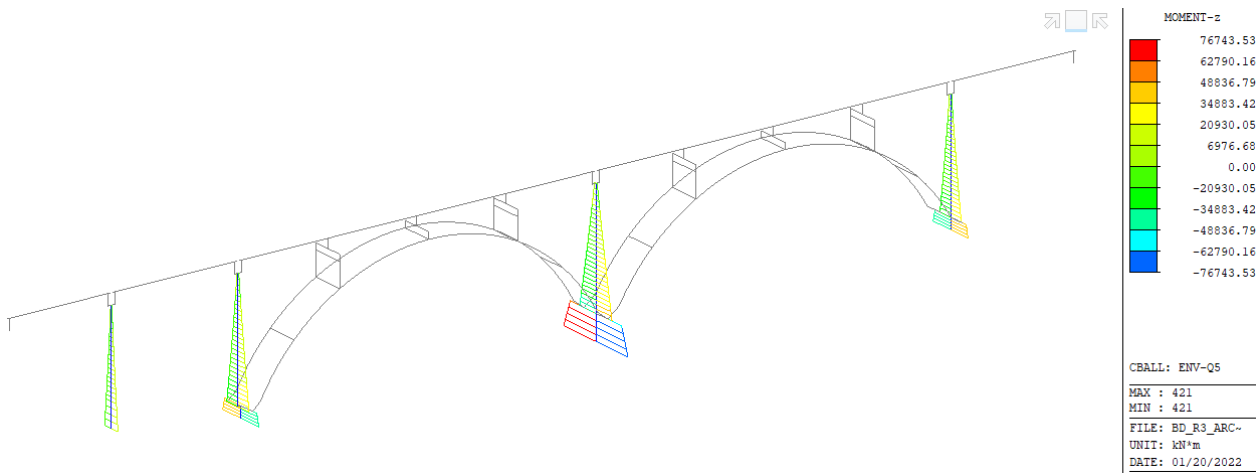


Figura 58: Momento flettente M_z - Binario Pari – Q5

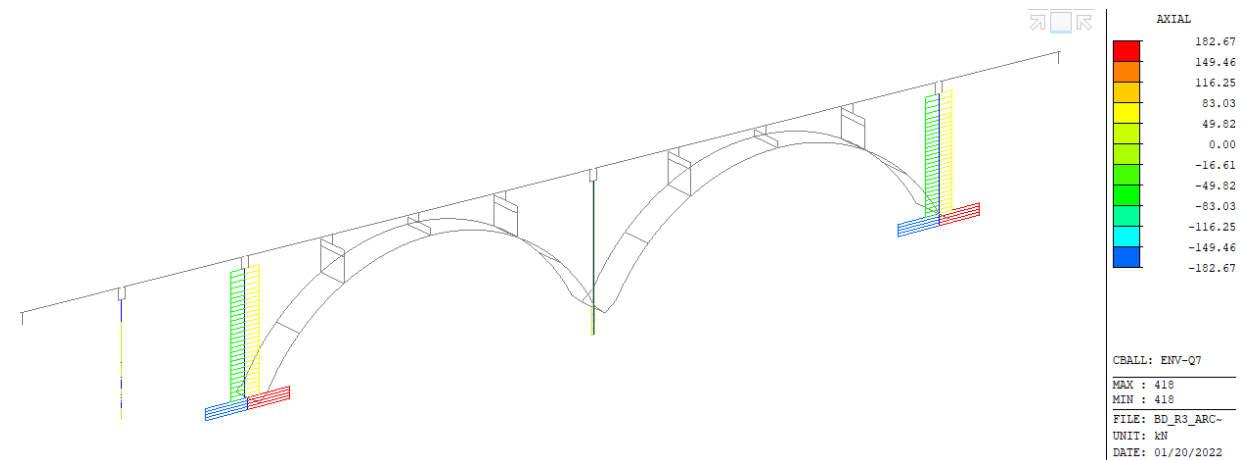


Figura 59: Sforzo normale – Binario Pari - Q7

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 55 di 214

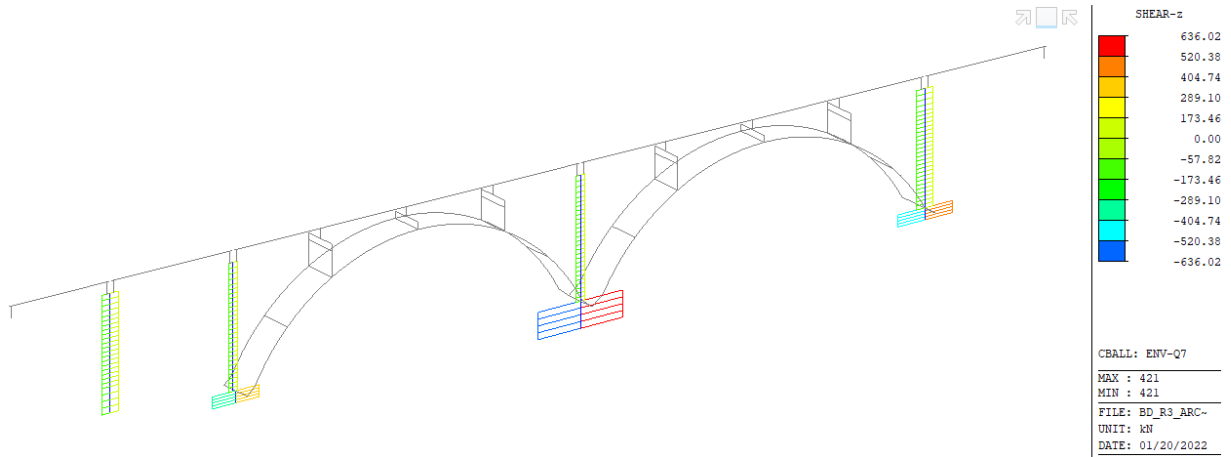


Figura 60: Taglio longitudinale Fz - Binario Pari – Q7

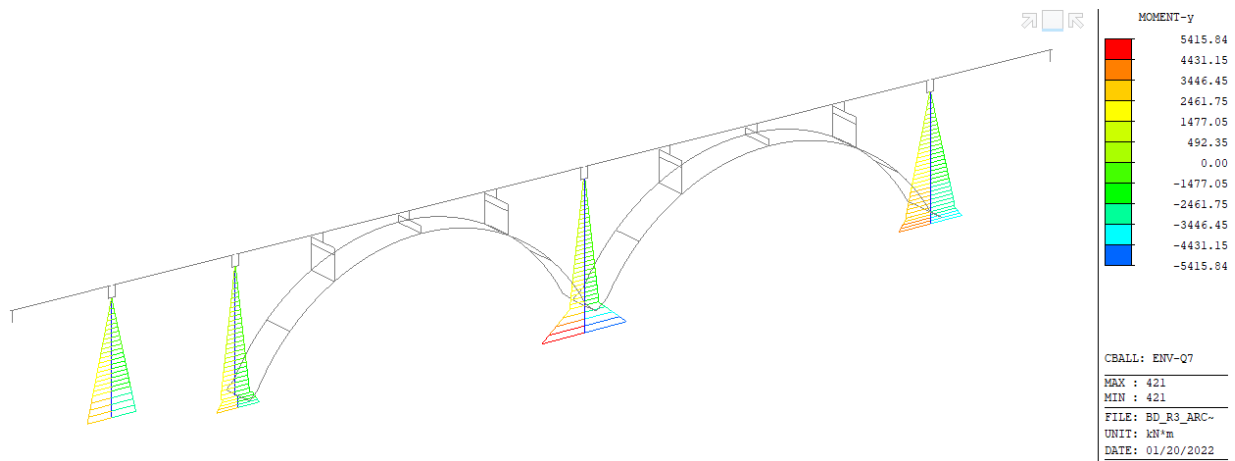


Figura 61: Momento flettente My - Binario Pari - Q7

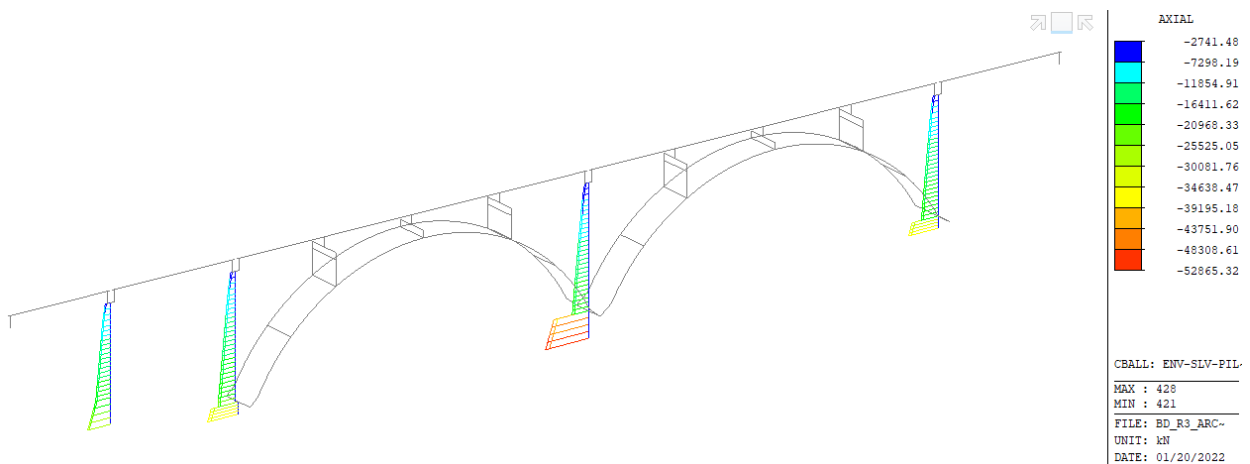


Figura 62: Sforzo normale – Binario Pari - EnvSLV

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 56 di 214

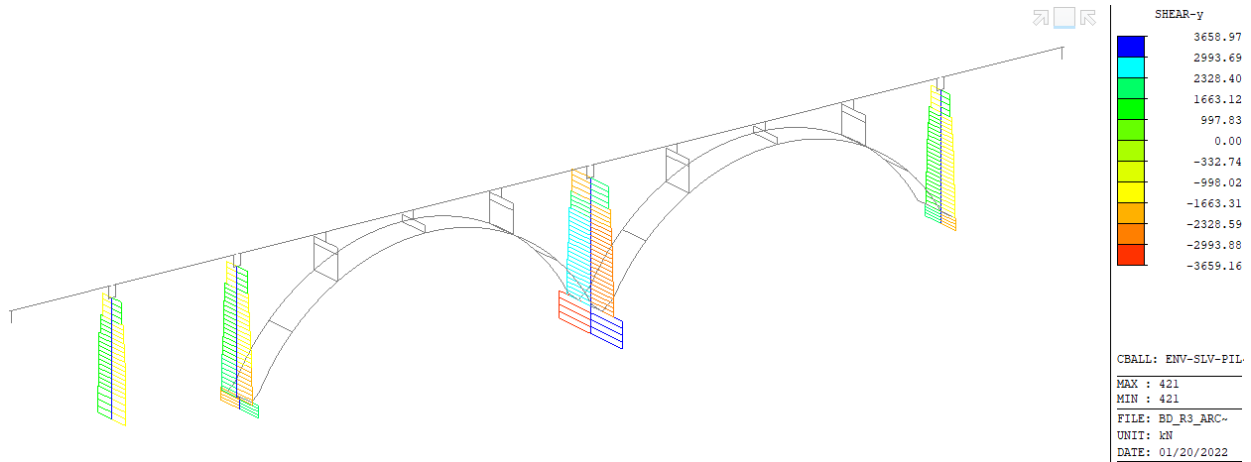


Figura 63: Taglio trasversale F_y - Binario Pari – EnvSLV

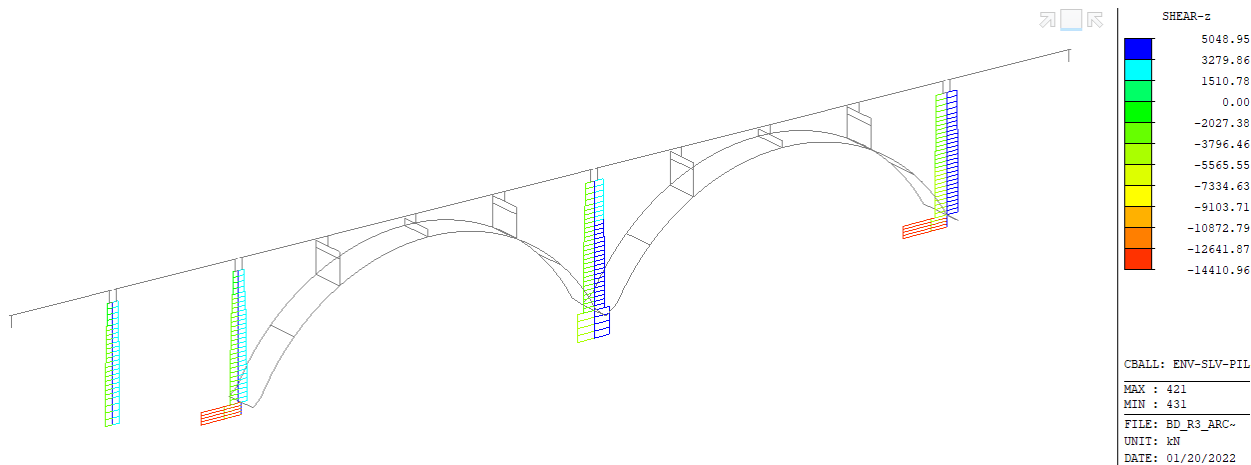


Figura 64: Taglio longitudinale F_z - Binario Pari – EnvSLV

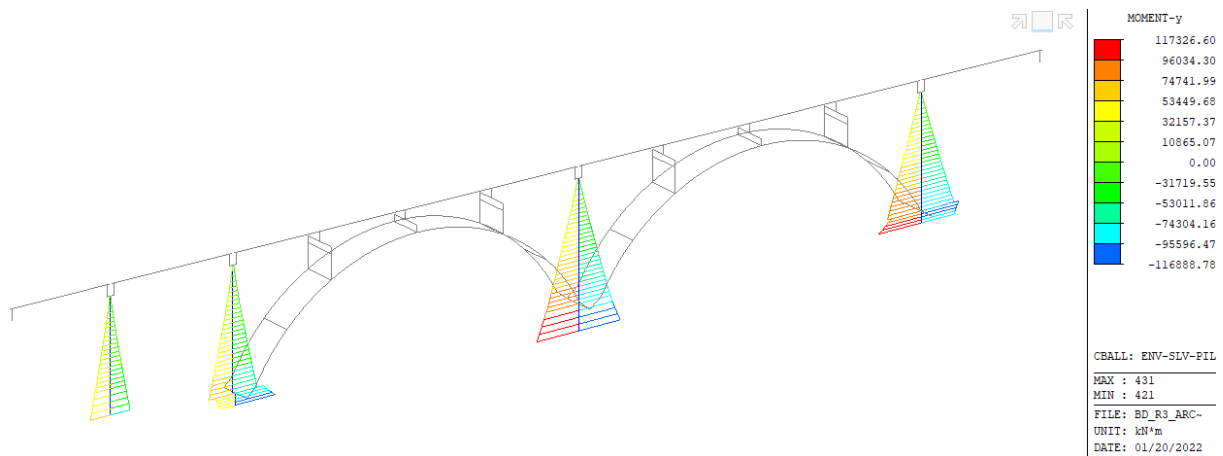


Figura 65: Momento flettente M_y - Binario Pari - EnvSLV

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 57 di 214	

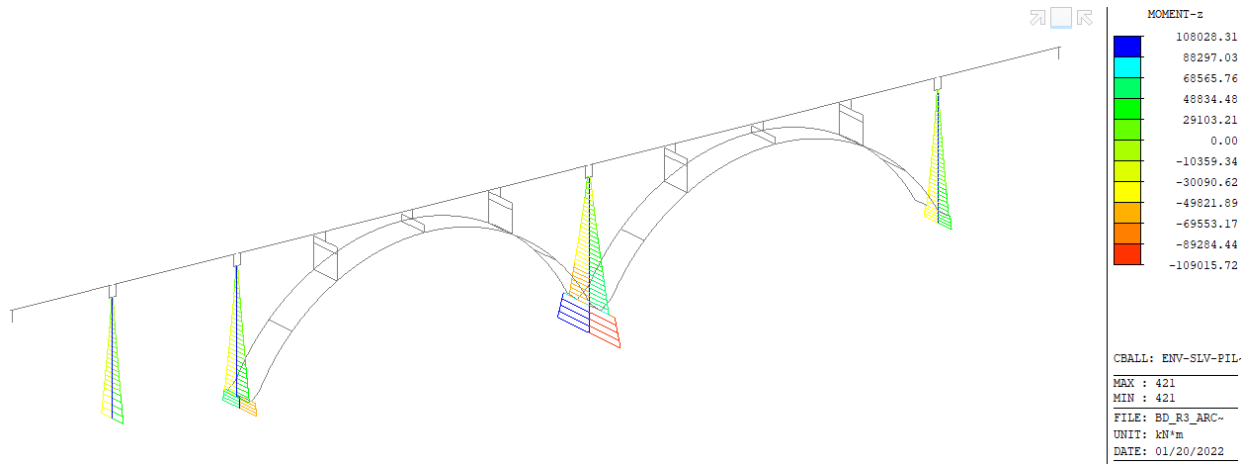


Figura 66: Momento flettente M_z - Binario Pari – EnvSLV

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 58 di 214

10 ANALISI SISMICA

Si esegue una analisi dinamica lineare volta a determinare i modi di vibrare dell'impalcato e gli effetti che l'azione sismica ha in termini di sollecitazioni sugli elementi. Nella combinazione degli effetti si utilizza una combinazione quadratica completa (CQC).

Oltre alle masse derivanti dai pesi propri e dai carichi permanenti si sono valutati i carichi mobili per un 20% della loro massa. La valutazione è stata considerata sia come massa per le sollecitazioni sismiche che nel calcolo delle combinazioni sismiche.

Si riportano di seguito i principali modi di vibrare che si ottengono in seguito alla analisi per i due impalcati.

10.1 ANALISI SISMICA PER IL BINARIO DISPARI

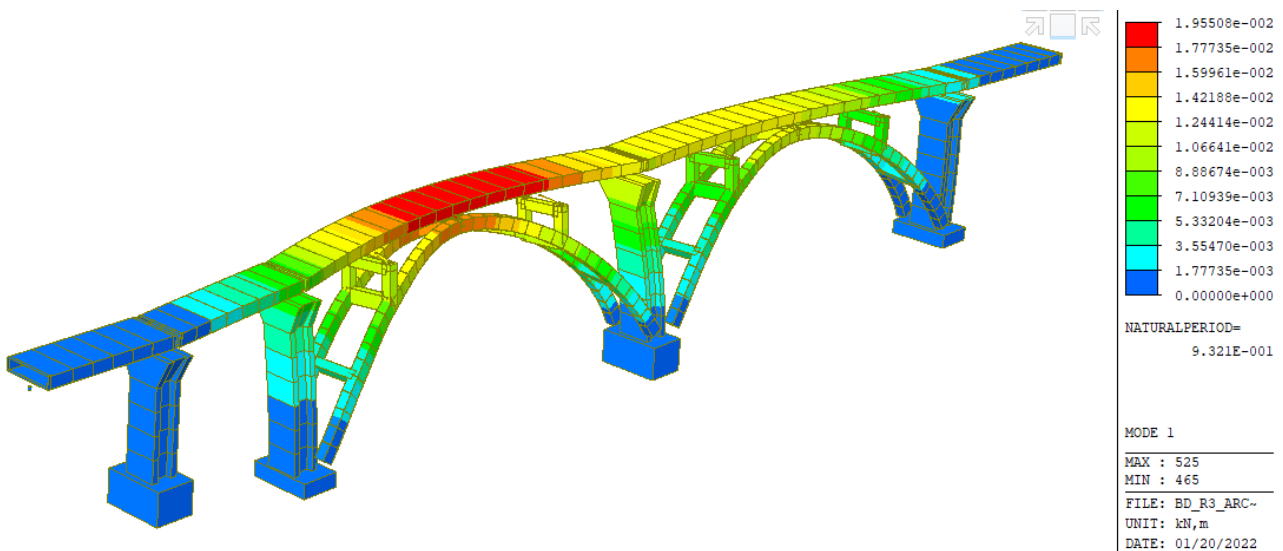


Figura 67: Modo 1 - Direzione trasversale - Binario Dispari

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 59 di 214

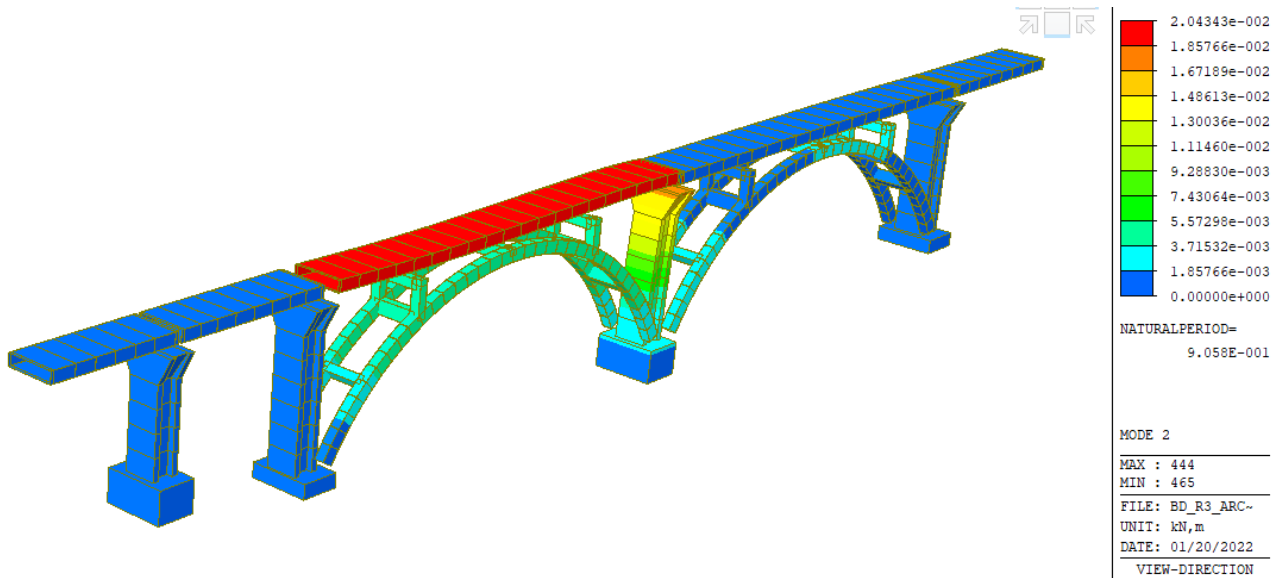


Figura 68: Modo 2 - Direzione longitudinale - Binario Dispari

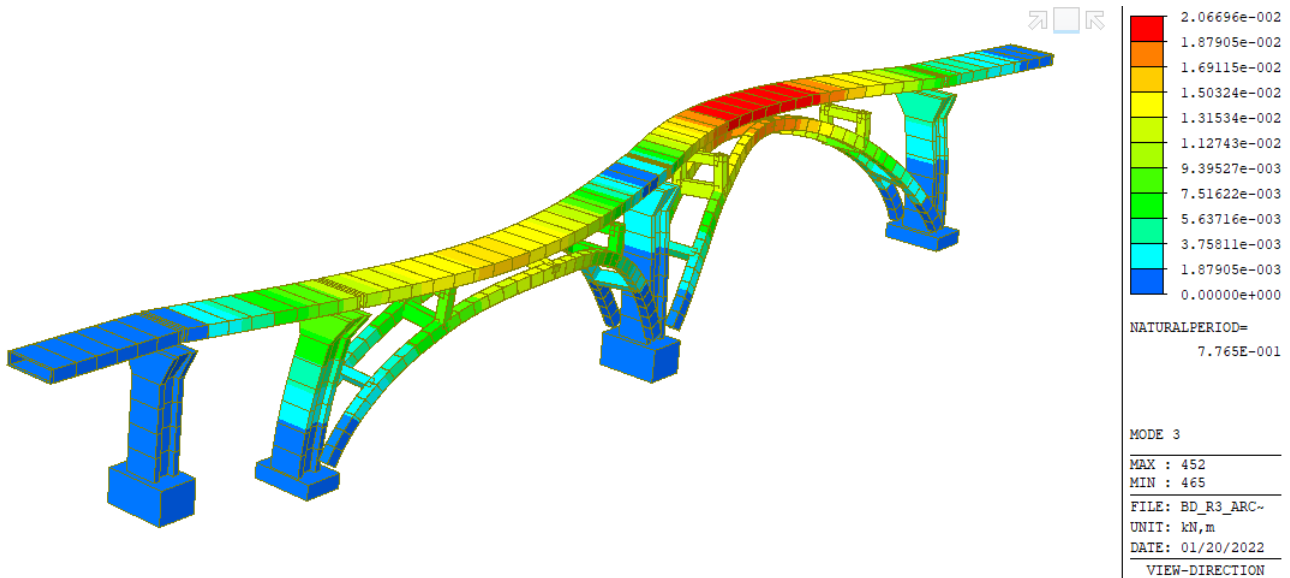


Figura 69: Modo 3 - Binario Dispari

La tabella riassuntiva dei periodi e delle masse partecipanti viene riportata di seguito. L'analisi è svolta per 200 modi di vibrare.

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU 1BEZZ CL VI000007 C 60 di 214

Mode No	Frequency (rad/sec)	(cycle/sec)	Period (sec)
1	6.741117	1.072882	0.932069
2	6.936908	1.104043	0.905762
3	8.091914	1.287868	0.776477
4	9.108316	1.449633	0.68983
5	10.404299	1.655896	0.603903
6	10.742689	1.709752	0.58488
7	10.903648	1.735369	0.576246
8	11.289056	1.796709	0.556573
9	14.05969	2.237669	0.446894
10	17.019634	2.708759	0.369173
11	18.791686	2.99079	0.33436
12	20.334361	3.236314	0.308993
13	20.514604	3.265001	0.306279
14	20.787763	3.308475	0.302254
15	21.267964	3.384902	0.29543
16	21.794795	3.468749	0.288288
17	22.832397	3.633889	0.275187
18	24.179704	3.848319	0.259854
19	27.385121	4.358477	0.229438
20	28.378142	4.516522	0.221409
21	28.677796	4.564213	0.219096
22	30.081579	4.787632	0.208872
23	32.504605	5.173269	0.193301
24	33.341603	5.306481	0.188449
25	33.852154	5.387738	0.185607
26	34.807272	5.539749	0.180514
27	35.90089	5.713804	0.175015
28	38.11791	6.066654	0.164836
29	44.755194	7.12301	0.14039
30	45.851421	7.29748	0.137034
31	48.102893	7.655813	0.13062
32	50.514431	8.039621	0.124384
33	51.497477	8.196078	0.12201
34	51.513812	8.198678	0.121971
35	52.118705	8.294949	0.120555
36	52.495744	8.354957	0.119689
37	53.627845	8.535137	0.117163
38	53.781081	8.559525	0.116829
39	54.716404	8.708386	0.114832
40	55.445772	8.824469	0.113321
41	55.879385	8.89348	0.112442
42	57.242095	9.110362	0.109765
43	59.9981	9.548994	0.104723
44	61.602604	9.804359	0.101995
45	64.015487	10.188381	0.098151
46	66.165776	10.53061	0.094961
47	66.966834	10.658103	0.093825
48	67.436669	10.732879	0.093172
49	68.301641	10.870544	0.091992
50	73.165321	11.644622	0.085877

51	74.124158	11.797226	0.084766
52	74.719672	11.892005	0.08409
53	75.589043	12.03037	0.083123
54	78.053566	12.422611	0.080498
55	78.764136	12.535702	0.079772
56	79.412745	12.638931	0.079121
57	80.037581	12.738377	0.078503
58	81.625972	12.991177	0.076975
59	83.122174	13.229305	0.07559
60	85.651678	13.631888	0.073357
61	85.754304	13.648221	0.07327
62	86.719621	13.801856	0.072454
63	87.57924	13.938669	0.071743
64	88.716923	14.119737	0.070823
65	89.163048	14.19074	0.070468
66	94.350865	15.016406	0.066594
67	95.037378	15.125668	0.066113
68	97.788137	15.563465	0.064253
69	98.175909	15.625181	0.063999
70	98.371197	15.656262	0.063872
71	98.692363	15.707377	0.063664
72	100.713713	16.029085	0.062387
73	101.898168	16.217597	0.061661
74	102.67822	16.341746	0.061193
75	102.977824	16.38943	0.061015
76	103.940419	16.542632	0.06045
77	106.204253	16.902932	0.059161
78	106.682796	16.979094	0.058896
79	112.713157	17.938856	0.055745
80	115.998203	18.461687	0.054166
81	117.949935	18.772315	0.05327
82	119.502678	19.019442	0.052578
83	120.953184	19.250297	0.051947
84	122.343442	19.471563	0.051357
85	123.306295	19.624806	0.050956
86	123.533725	19.661003	0.050862
87	124.233847	19.772431	0.050575
88	124.40308	19.799365	0.050507
89	124.831861	19.867608	0.050333
90	125.561642	19.983756	0.050041
91	126.550803	20.141186	0.04965
92	126.618968	20.152035	0.049623
93	127.204069	20.245156	0.049395
94	128.975943	20.527159	0.048716
95	129.533505	20.615898	0.048506
96	134.819786	21.457235	0.046604
97	138.718214	22.07769	0.045295
98	141.325109	22.49259	0.044459
99	142.726693	22.715659	0.044022
100	142.963436	22.753338	0.04395

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 61 di 214

101	145.263831		23.119457		0.043254
102	147.058254		23.405048		0.042726
103	147.773504		23.518884		0.042519
104	148.934217		23.703617		0.042188
105	150.848013		24.008207		0.041652
106	151.256715		24.073254		0.04154
107	152.230213		24.228191		0.041274
108	153.55792		24.439502		0.040917
109	154.664263		24.615582		0.040625
110	155.166431		24.695504		0.040493
111	155.340368		24.723188		0.040448
112	163.939336		26.091756		0.038326
113	164.250341		26.141254		0.038254
114	167.72874		26.694858		0.03746
115	168.111312		26.755746		0.037375
116	170.696496		27.167191		0.036809
117	172.044483		27.38173		0.036521
118	174.143553		27.715807		0.03608
119	177.559752		28.259512		0.035386
120	178.258897		28.370785		0.035248
121	181.210771		28.84059		0.034673
122	182.208111		28.999322		0.034484
123	183.850454		29.260709		0.034176
124	185.143973		29.466578		0.033937
125	186.099012		29.618578		0.033763
126	187.228837		29.798395		0.033559
127	190.298984		30.287024		0.033017
128	190.594019		30.33398		0.032966
129	191.43083		30.467163		0.032822
130	191.434353		30.467724		0.032822
131	192.014828		30.560109		0.032722
132	196.865799		31.332165		0.031916
133	198.13655		31.534411		0.031711
134	198.85018		31.647989		0.031598
135	202.625622		32.248869		0.031009
136	204.181612		32.496513		0.030773
137	206.794444		32.912358		0.030384
138	206.995342		32.944332		0.030354
139	207.278439		32.989388		0.030313
140	210.800301		33.54991		0.029806
141	213.142016		33.922605		0.029479
142	214.14187		34.081737		0.029341
143	217.628215		34.636606		0.028871
144	221.839917		35.306919		0.028323
145	222.821605		35.46316		0.028198
146	225.374072		35.869398		0.027879
147	225.986091		35.966803		0.027803
148	226.936914		36.118132		0.027687
149	227.282702		36.173166		0.027645
150	230.188166		36.635585		0.027296

151	231.710592		36.877886		0.027117
152	232.224197		36.959629		0.027057
153	232.642421		37.026191		0.027008
154	232.867662		37.06204		0.026982
155	233.47815		37.159202		0.026911
156	234.262268		37.283998		0.026821
157	237.751921		37.839394		0.026427
158	237.92965		37.86768		0.026408
159	239.995333		38.196444		0.02618
160	241.687774		38.465804		0.025997
161	241.858127		38.492916		0.025979
162	242.788324		38.640962		0.025879
163	244.66649		38.939881		0.025681
164	244.972632		38.988605		0.025649
165	245.053591		39.00149		0.02564
166	246.450372		39.223795		0.025495
167	247.186849		39.341009		0.025419
168	248.001834		39.470718		0.025335
169	249.074324		39.64141		0.025226
170	249.209727		39.66296		0.025212
171	251.94218		40.097843		0.024939
172	258.326829		41.113992		0.024323
173	260.261793		41.421951		0.024142
174	261.754634		41.659544		0.024004
175	263.200053		41.889589		0.023872
176	267.530143		42.578745		0.023486
177	267.941972		42.644289		0.02345
178	267.967984		42.648429		0.023448
179	269.5992		42.908045		0.023306
180	272.910316		43.435026		0.023023
181	273.791068		43.575202		0.022949
182	276.37037		43.985711		0.022735
183	276.72944		44.042858		0.022705
184	280.009013		44.564819		0.022439
185	280.250908		44.603317		0.02242
186	281.944354		44.872838		0.022285
187	282.253948		44.922111		0.022261
188	282.582707		44.974435		0.022235
189	283.255779		45.081557		0.022182
190	284.667077		45.306172		0.022072
191	285.175093		45.387026		0.022033
192	287.300377		45.725275		0.02187
193	288.720862		45.951352		0.021762
194	291.295289		46.361085		0.02157
195	292.221955		46.508569		0.021501
196	293.499228		46.711853		0.021408
197	293.641321		46.734468		0.021397
198	295.082663		46.963864		0.021293
199	297.543906		47.355583		0.021117
200	298.929393		47.57609		0.021019

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 62 di 214

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0	0	44.35	44.35	0	0	19.14	19.14	0	0	0.31	0.31
2	23.95	23.95	0	44.35	0	0	0	19.14	0.01	0.01	0	0.31
3	0	23.95	0.64	44.99	0	0	0.09	19.22	0	0.01	26.4	26.71
4	18.09	42.04	0	44.99	0	0	0	19.22	0.01	0.02	0	26.71
5	11.41	53.45	0	44.99	0.13	0.14	0	19.22	0.04	0.06	0	26.71
6	0.66	54.11	0	44.99	0.02	0.16	0	19.22	1.04	1.1	0	26.71
7	0	54.11	5.49	50.48	0	0.16	2.81	22.03	0	1.1	0.21	26.92
8	0.25	54.36	0	50.48	0	0.16	0	22.03	1.09	2.2	0	26.92
9	0	54.36	0.29	50.77	0	0.16	0.01	22.04	0	2.2	16.22	43.15
10	0	54.36	10.74	61.51	0	0.16	0.75	22.79	0	2.2	3.81	46.96
11	0.12	54.48	0	61.51	2.36	2.52	0	22.79	2.81	5.01	0	46.96
12	0.29	54.76	0	61.51	8.34	10.86	0	22.79	2.49	7.5	0	46.96
13	8.14	62.9	0	61.51	0	10.86	0	22.79	0.38	7.88	0	46.96
14	0.71	63.61	0	61.51	3.48	14.34	0	22.79	8.24	16.12	0	46.96
15	0	63.61	5.33	66.85	0	14.34	4.69	27.48	0	16.12	14.04	60.99
16	0.02	63.63	0	66.85	4.88	19.23	0	27.48	5.5	21.62	0	60.99
17	0	63.63	0	66.85	0	19.23	0.19	27.67	0	21.62	0.3	61.29
18	0	63.63	0.08	66.93	0	19.23	0.27	27.94	0	21.62	0.41	61.7
19	0	63.63	2.39	69.33	0	19.23	2.09	30.03	0	21.62	0	61.7
20	2.39	66.02	0	69.33	2.13	21.36	0	30.03	2.23	23.85	0	61.7
21	0	66.02	1	70.32	0	21.36	0.91	30.94	0	23.85	0.84	62.53
22	0	66.02	0.6	70.92	0	21.36	0.01	30.95	0	23.85	1.43	63.96
23	0.6	66.62	0	70.92	21.38	42.73	0	30.95	1.79	25.64	0	63.96
24	0.77	67.39	0	70.92	2.56	45.29	0	30.95	5.4	31.04	0	63.96
25	0	67.39	0.04	70.96	0	45.29	0.57	31.52	0	31.04	0.31	64.28
26	0.96	68.35	0	70.96	0	45.29	0	31.52	2.34	33.38	0	64.28
27	0.25	68.61	0	70.96	0.07	45.36	0	31.52	0.07	33.45	0	64.28
28	9.06	77.67	0	70.96	0.05	45.41	0	31.52	1.76	35.21	0	64.28
29	0.6	78.26	0	70.96	0.49	45.9	0	31.52	0.1	35.31	0	64.28
30	1.05	79.32	0	70.96	0.15	46.05	0	31.52	0	35.31	0	64.28
31	0.09	79.4	0	70.96	0.32	46.37	0	31.52	0.52	35.83	0	64.28
32	0	79.4	5.23	76.19	0	46.37	13.46	44.98	0	35.83	1.42	65.7
33	0.26	79.66	0	76.19	0.13	46.5	0	44.98	0.03	35.86	0	65.7
34	0	79.66	0.06	76.25	0	46.5	1.68	46.66	0	35.86	0.02	65.71
35	0	79.66	0.1	76.35	0	46.5	0.22	46.89	0	35.86	0	65.71
36	0	79.66	0.02	76.38	0	46.5	0.08	46.96	0	35.86	0.15	65.86
37	0.98	80.64	0	76.38	0.15	46.65	0	46.96	0.37	36.23	0	65.86
38	0	80.64	5.77	82.15	0	46.65	9.01	55.98	0	36.23	4.46	70.33
39	2.81	83.44	0	82.15	0.35	47.01	0	55.98	1.3	37.53	0	70.33
40	2.77	86.22	0	82.15	1.56	48.56	0	55.98	0.38	37.91	0	70.33
41	0	86.22	0	82.15	0	48.56	2.84	58.81	0	37.91	0.26	70.58
42	0.26	86.48	0	82.15	0.43	48.99	0	58.81	0.67	38.58	0	70.58
43	0	86.48	0.1	82.25	0	48.99	0.01	58.82	0	38.58	0.36	70.94
44	0.02	86.49	0	82.25	6.14	55.14	0	58.82	7.17	45.76	0	70.94
45	0	86.49	0.46	82.7	0	55.14	2.46	61.29	0	45.76	0.23	71.18
46	0	86.49	0.32	83.03	0	55.14	1.89	63.18	0	45.76	0.05	71.23
47	0	86.49	0.74	83.77	0	55.14	5.42	68.6	0	45.76	0.12	71.34
48	0.04	86.53	0	83.77	3.81	58.94	0	68.6	0.21	45.97	0	71.34
49	0	86.53	0	83.77	0.01	58.95	0	68.6	0.02	45.99	0	71.34
50	0.4	86.93	0	83.77	5.8	64.75	0	68.6	0.13	46.13	0	71.34

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	63 di 214

51	0	86.93	0.19	83.96	0	64.75	0.01	68.61	0	46.13	0.23	71.57
52	0.08	87	0	83.96	2.1	66.85	0	68.61	2.85	48.97	0	71.57
53	0	87	0.04	84	0	66.85	0	68.61	0	48.97	0.13	71.71
54	0.15	87.16	0	84	1.05	67.91	0	68.61	0.24	49.21	0	71.71
55	0	87.16	0.03	84.03	0	67.91	0.07	68.68	0	49.21	0.12	71.83
56	0	87.16	0.07	84.1	0	67.91	0.09	68.77	0	49.21	0	71.83
57	0	87.16	0	84.1	1.78	69.69	0	68.77	0	49.22	0	71.83
58	0	87.16	0.35	84.45	0	69.69	1.29	70.06	0	49.22	0.54	72.37
59	0	87.16	0.34	84.79	0	69.69	0.28	70.34	0	49.22	0.16	72.53
60	0	87.16	0.5	85.29	0	69.69	1.42	71.76	0	49.22	0.37	72.9
61	0.48	87.63	0	85.29	1.67	71.35	0	71.76	0.87	50.08	0	72.9
62	0	87.63	0.39	85.67	0	71.35	3.22	74.98	0	50.08	0.07	72.97
63	0.01	87.65	0	85.67	1.94	73.3	0	74.98	0	50.09	0	72.97
64	0	87.65	0	85.68	0	73.3	0.14	75.12	0	50.09	0.32	73.29
65	0.67	88.32	0	85.68	0	73.3	0	75.12	0.2	50.29	0	73.29
66	0.67	88.99	0	85.68	0.07	73.37	0	75.12	0.16	50.45	0	73.29
67	0.16	89.15	0	85.68	0.37	73.73	0	75.12	0.14	50.59	0	73.29
68	0	89.15	0.1	85.78	0	73.73	0.1	75.22	0	50.59	0.11	73.4
69	0	89.15	0	85.78	0	73.73	0	75.22	0	50.59	0	73.4
70	0	89.15	0	85.78	0	73.73	0	75.22	0	50.59	0	73.4
71	0	89.15	0.81	86.59	0	73.73	0	75.22	0	50.59	3.51	76.91
72	0	89.15	0.07	86.66	0	73.73	0	75.22	0	50.59	0.19	77.1
73	0.15	89.3	0	86.66	0.03	73.76	0	75.22	0.03	50.62	0	77.1
74	0.06	89.36	0	86.66	0.36	74.12	0	75.22	0.02	50.64	0	77.1
75	0	89.36	1.39	88.05	0	74.12	3.22	78.45	0	50.64	0.66	77.77
76	0.05	89.4	0	88.05	0.08	74.2	0	78.45	0.06	50.7	0	77.77
77	0.1	89.5	0	88.05	0.18	74.38	0	78.45	0.11	50.81	0	77.77
78	0	89.5	0.17	88.22	0	74.38	0.01	78.45	0	50.81	0.92	78.69
79	0	89.5	1.43	89.65	0	74.38	3.17	81.62	0	50.81	1.63	80.32
80	0.04	89.55	0	89.65	0	74.38	0	81.62	0.02	50.83	0	80.32
81	0	89.55	0.13	89.78	0	74.38	1.3	82.93	0	50.83	0.02	80.34
82	0.48	90.03	0	89.78	0.01	74.39	0	82.93	0.01	50.84	0	80.34
83	0	90.03	0.03	89.81	0	74.39	0.13	83.06	0	50.84	0	80.35
84	0	90.03	0.06	89.87	0	74.39	0.03	83.09	0	50.84	0.09	80.44
85	0	90.03	0.02	89.89	0	74.39	0.2	83.29	0	50.84	0.07	80.5
86	0	90.03	0	89.89	0	74.39	0	83.29	0	50.84	0	80.51
87	0	90.03	0	89.89	0	74.39	0	83.29	0	50.84	0	80.51
88	0	90.03	0	89.89	0	74.39	0	83.29	0	50.84	0	80.51
89	0	90.03	0	89.9	0	74.39	0.03	83.32	0	50.84	0.01	80.52
90	0.02	90.05	0	89.9	0	74.39	0	83.32	0.02	50.86	0	80.52
91	0.35	90.4	0	89.9	0.17	74.56	0	83.32	0.17	51.03	0	80.52
92	0.09	90.49	0	89.9	0	74.57	0	83.32	0	51.03	0	80.52
93	0	90.49	1.45	91.35	0	74.57	0.14	83.47	0	51.03	3.52	84.04
94	0	90.49	0.38	91.73	0	74.57	0.95	84.41	0	51.03	0.27	84.31
95	0.38	90.87	0	91.73	0.24	74.81	0	84.41	0.48	51.51	0	84.31
96	0	90.87	0.05	91.77	0	74.81	0.29	84.7	0	51.51	0.09	84.39
97	0.01	90.88	0	91.77	0.02	74.83	0	84.7	0.01	51.51	0	84.39
98	0.01	90.89	0	91.77	0	74.83	0	84.7	0.03	51.55	0	84.39
99	0.05	90.95	0	91.77	0	74.83	0	84.7	0.01	51.56	0	84.39
100	0	90.95	0.04	91.81	0	74.83	0.33	85.04	0	51.56	0.01	84.4

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	64 di 214

101	0.02	90.96	0	91.81	0.54	75.37	0	85.04	1.36	52.92	0	84.4
102	0.07	91.04	0	91.81	0.03	75.4	0	85.04	0.15	53.08	0	84.4
103	0	91.04	0	91.81	0	75.4	0	85.04	0	53.08	0.01	84.41
104	0	91.04	0	91.82	0	75.4	0	85.04	0	53.08	0	84.41
105	0	91.04	0	91.82	0	75.4	0	85.04	0	53.08	0	84.41
106	0	91.04	0.02	91.83	0	75.4	0.47	85.51	0	53.08	0.02	84.43
107	0	91.04	0.02	91.85	0	75.4	0.06	85.57	0	53.08	0.01	84.45
108	0.01	91.05	0	91.85	0.92	76.32	0	85.57	2.13	55.21	0	84.45
109	0	91.05	0.06	91.91	0	76.32	0.39	85.95	0	55.21	0	84.45
110	0.01	91.06	0	91.91	0.14	76.47	0	85.95	0.25	55.46	0	84.45
111	0.64	91.7	0	91.91	0.26	76.73	0	85.95	0.37	55.83	0	84.45
112	0	91.7	0	91.91	0	76.73	0	85.95	0	55.84	0	84.45
113	0	91.7	0.05	91.96	0	76.73	0	85.95	0	55.84	0.14	84.58
114	0.01	91.71	0	91.96	0.16	76.88	0	85.95	0.25	56.09	0	84.58
115	0	91.71	0	91.96	0	76.88	0.03	85.99	0	56.09	0.05	84.63
116	0	91.71	0	91.96	0	76.88	0	85.99	0	56.09	0.04	84.68
117	0	91.71	0.03	91.99	0	76.88	0.13	86.12	0	56.09	0.11	84.79
118	0	91.71	0	91.99	0	76.88	0	86.12	0.01	56.1	0	84.79
119	0	91.71	0.35	92.34	0	76.88	0.98	87.1	0	56.1	0.08	84.87
120	0.01	91.72	0	92.34	0.03	76.91	0	87.1	0.09	56.19	0	84.87
121	0	91.72	0.01	92.35	0	76.91	0	87.1	0	56.19	0.01	84.87
122	0	91.72	0	92.35	0.01	76.92	0	87.1	0.02	56.2	0	84.87
123	0.14	91.86	0	92.35	4.58	81.51	0	87.1	8.77	64.97	0	84.87
124	0	91.86	0.06	92.41	0	81.51	0.05	87.15	0	64.97	0.69	85.56
125	0	91.86	0.01	92.42	0	81.51	0.01	87.16	0	64.97	0.11	85.67
126	0.01	91.87	0	92.42	0.45	81.96	0	87.16	0.79	65.76	0	85.67
127	1.7	93.58	0	92.42	0.03	81.99	0	87.16	0.07	65.83	0	85.67
128	0.32	93.89	0	92.42	0	81.99	0	87.16	0.14	65.97	0	85.67
129	0	93.89	0.2	92.62	0	81.99	0.27	87.43	0	65.97	0	85.67
130	0	93.9	0	92.62	0	81.99	0	87.43	0	65.98	0	85.67
131	0.01	93.91	0	92.62	0.01	82	0	87.43	0.03	66.01	0	85.67
132	0	93.91	0.19	92.82	0	82	0.19	87.61	0	66.01	0.59	86.26
133	0	93.91	0.08	92.89	0	82	0.27	87.88	0	66.01	0.1	86.36
134	0.03	93.94	0	92.89	1.52	83.52	0	87.88	3.28	69.29	0	86.36
135	0	93.94	0	92.89	0	83.52	0	87.88	0	69.29	0.02	86.38
136	0.01	93.95	0	92.89	2.65	86.17	0	87.88	4.73	74.02	0	86.38
137	0	93.95	0.03	92.92	0	86.17	0.04	87.92	0	74.02	0.03	86.41
138	0.21	94.16	0	92.92	0.38	86.55	0	87.92	0.63	74.66	0	86.41
139	0	94.16	0	92.92	0	86.55	0.02	87.94	0	74.66	0	86.42
140	0	94.16	0.01	92.93	0	86.55	0.01	87.95	0	74.66	0.07	86.48
141	0.01	94.18	0	92.93	0.18	86.73	0	87.95	0.28	74.93	0	86.48
142	0	94.18	0.04	92.97	0	86.73	0.1	88.04	0	74.93	0	86.48
143	0	94.18	0.03	93	0	86.73	0.01	88.05	0	74.93	0.11	86.59
144	0	94.18	0.03	93.02	0	86.73	0.03	88.09	0	74.93	0.02	86.62
145	0	94.18	0	93.02	0	86.73	0	88.09	0	74.94	0	86.62
146	0	94.18	0.35	93.38	0	86.73	0	88.09	0	74.94	0.82	87.43
147	0.04	94.21	0	93.38	3.97	90.7	0	88.09	6.87	81.81	0	87.43
148	0.01	94.22	0	93.38	0.09	90.79	0	88.09	0.18	81.99	0	87.43
149	0	94.22	0	93.38	0.02	90.81	0	88.09	0.02	82.01	0	87.43
150	0	94.22	0	93.38	0	90.81	0	88.09	0	82.01	0	87.43

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 65 di 214

151	0	94.22	0	93.38	0	90.81	0	88.09	0	82.01	0	87.43
152	0	94.22	0.01	93.39	0	90.81	0.05	88.13	0	82.01	0.01	87.45
153	0.07	94.29	0	93.39	0.01	90.81	0	88.13	0.02	82.03	0	87.45
154	0.01	94.3	0	93.39	0	90.82	0	88.13	0.02	82.06	0	87.45
155	0	94.3	0	93.39	0	90.82	0	88.13	0	82.06	0	87.45
156	0	94.3	0.01	93.4	0	90.82	0.05	88.18	0	82.06	0.02	87.46
157	0	94.3	0.05	93.44	0	90.82	0.14	88.32	0	82.06	0.02	87.48
158	0	94.3	0	93.44	0.03	90.84	0	88.32	0	82.06	0	87.48
159	0	94.3	0	93.44	0	90.84	0	88.32	0	82.06	0	87.48
160	0	94.3	0	93.45	0	90.84	0	88.32	0	82.06	0.11	87.59
161	0	94.3	0.03	93.48	0	90.84	0.46	88.78	0	82.06	0.02	87.61
162	0	94.3	0.02	93.5	0	90.84	0.02	88.8	0	82.06	0.02	87.63
163	0.03	94.33	0	93.5	0.15	90.99	0	88.8	0.52	82.58	0	87.63
164	0	94.33	0.02	93.52	0	90.99	0.01	88.81	0	82.58	0.04	87.67
165	0	94.33	0	93.52	0.08	91.07	0	88.81	0.1	82.68	0	87.67
166	0	94.33	0	93.52	0	91.07	0	88.81	0	82.68	0	87.67
167	0	94.33	0	93.52	0.27	91.34	0	88.81	0.52	83.2	0	87.67
168	0.01	94.35	0	93.52	0	91.34	0	88.81	0.05	83.25	0	87.67
169	0	94.35	0.01	93.53	0	91.34	0.01	88.82	0	83.25	0.08	87.74
170	0	94.35	0.45	93.98	0	91.34	0.25	89.08	0	83.25	0.74	88.48
171	0	94.35	0	93.98	0.22	91.56	0	89.08	0.41	83.66	0	88.48
172	0	94.35	0	93.98	0	91.56	0	89.08	0.02	83.68	0	88.48
173	0	94.35	0	93.98	0	91.56	0.03	89.1	0	83.68	0.02	88.49
174	0	94.35	0	93.98	0.03	91.59	0	89.1	0	83.68	0	88.49
175	0	94.35	0	93.99	0	91.59	0.05	89.15	0	83.68	0	88.49
176	0.24	94.59	0	93.99	0.13	91.72	0	89.15	0.29	83.97	0	88.49
177	0.01	94.6	0	93.99	0.18	91.9	0	89.16	0.05	84.02	0	88.5
178	0	94.6	0	93.99	0.03	91.93	0.01	89.17	0.01	84.02	0.01	88.5
179	0	94.6	0.04	94.03	0	91.93	0.14	89.3	0	84.02	0.06	88.57
180	0	94.6	0	94.03	0.14	92.07	0	89.3	0.03	84.06	0	88.57
181	0	94.6	0.01	94.04	0	92.07	0.04	89.34	0	84.06	0.01	88.57
182	0	94.6	0	94.04	0	92.07	0.01	89.36	0	84.06	0	88.57
183	0	94.6	0	94.04	0	92.07	0	89.36	0	84.06	0	88.57
184	0	94.6	0.01	94.05	0	92.07	0.14	89.5	0	84.06	0	88.58
185	0	94.6	0	94.05	0	92.07	0	89.5	0	84.06	0	88.58
186	0	94.6	0.05	94.1	0	92.07	0.11	89.61	0	84.06	0.02	88.6
187	0	94.6	0	94.1	0.02	92.09	0	89.61	0	84.06	0	88.6
188	0	94.6	0.03	94.13	0	92.09	0.15	89.76	0	84.06	0.17	88.77
189	0.04	94.64	0	94.13	0.04	92.14	0	89.76	0.08	84.14	0	88.77
190	0	94.64	0	94.13	0	92.14	0	89.76	0	84.14	0	88.77
191	0	94.64	0	94.13	0	92.14	0.01	89.77	0	84.14	0	88.77
192	0	94.64	0.07	94.2	0	92.14	0.01	89.78	0	84.14	0.04	88.82
193	0	94.64	0	94.2	0	92.14	0	89.78	0.04	84.18	0	88.82
194	0	94.64	0	94.2	0	92.14	0	89.78	0	84.18	0	88.82
195	0.03	94.68	0	94.2	0	92.14	0	89.78	0.04	84.22	0	88.82
196	0	94.68	0	94.2	0	92.14	0	89.79	0	84.22	0.16	88.98
197	0.01	94.69	0	94.2	0.01	92.15	0	89.79	0.05	84.28	0.01	88.98
198	0.01	94.69	0	94.2	0	92.15	0	89.79	0	84.28	0	88.99
199	0	94.69	0.03	94.23	0	92.15	0.05	89.84	0	84.28	0	88.99
200	0	94.69	0.22	94.45	0	92.15	0.25	90.09	0	84.28	0.39	89.38

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 66 di 214

10.2 ANALISI SISMICA BINARIO PARI

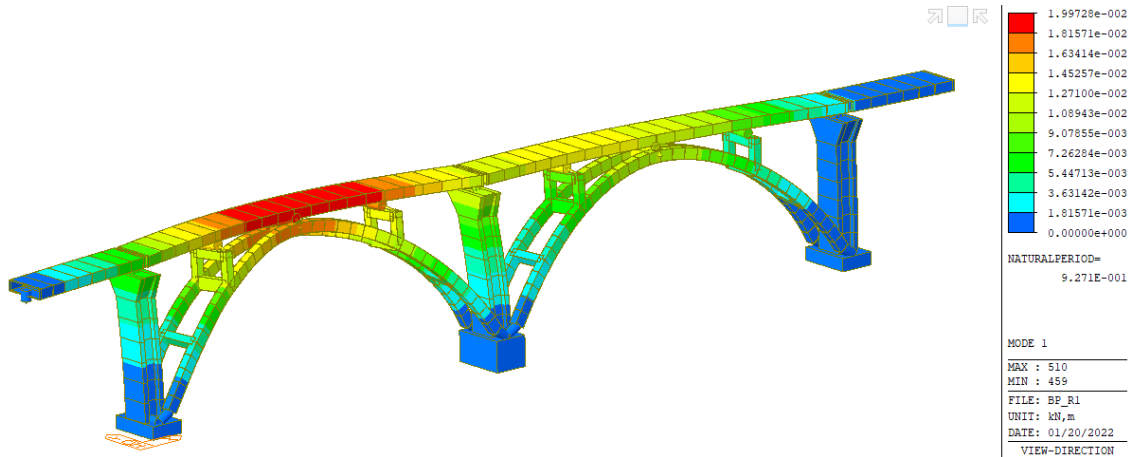


Figura 70: Modo 1 - Direzione trasversale - Binario Pari

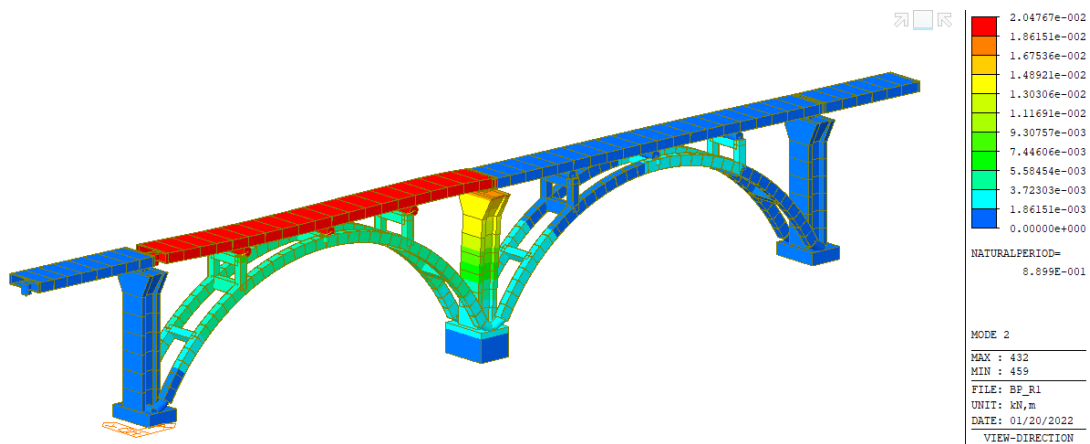


Figura 71: Modo 2 - Direzione longitudinale - Binario Pari

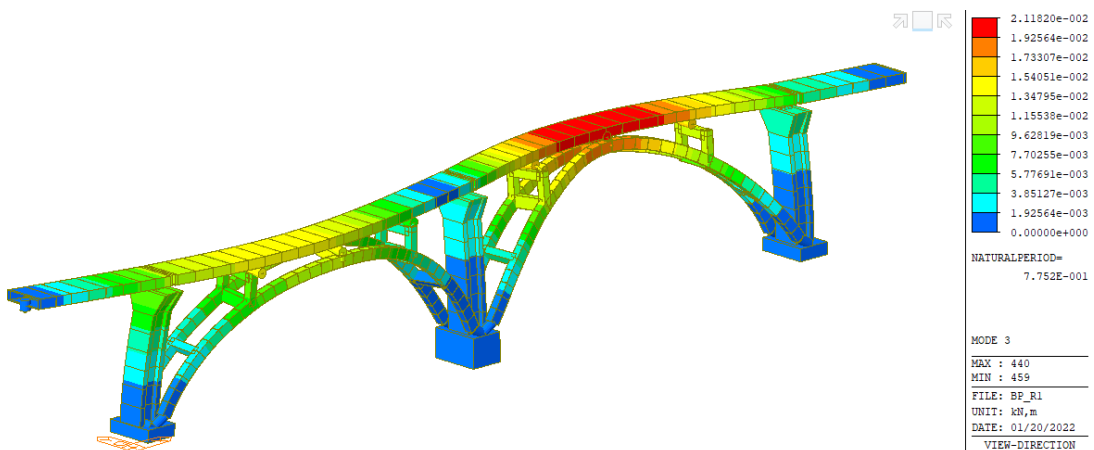


Figura 72: Modo 3 - Binario Pari

APPALTATORE:					
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
Mandataria:	Mandanti:				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria				
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C 67 di 214

La tabella riassuntiva dei periodi e delle masse partecipanti viene riportata di seguito. L'analisi è svolta per 200 modi di vibrare.

Mode No	Frequency (rad/sec)		Period (sec)
1	6.777165	1.078619	0.927111
2	7.060434	1.123703	0.889915
3	8.105191	1.289981	0.775205
4	9.109339	1.449796	0.689752
5	10.360744	1.648964	0.606442
6	10.751211	1.711108	0.584417
7	11.043851	1.757683	0.568931
8	11.296257	1.797855	0.556218
9	14.356465	2.284902	0.437655
10	17.498891	2.785035	0.359062
11	18.837576	2.998093	0.333545
12	20.383162	3.244081	0.308254
13	21.792412	3.46837	0.28832
14	22.79237	3.627518	0.275671
15	24.189437	3.849868	0.259749
16	27.492154	4.375512	0.228545
17	28.405537	4.520882	0.221196
18	28.825548	4.587728	0.217973
19	30.010715	4.776354	0.209365
20	30.146066	4.797895	0.208425
21	32.505387	5.173393	0.193297
22	34.098211	5.426899	0.184267
23	34.818146	5.54148	0.180457
24	35.902718	5.714095	0.175006
25	38.135744	6.069492	0.164758
26	44.780266	7.127001	0.140311
27	45.931167	7.310172	0.136796
28	48.126302	7.659539	0.130556
29	50.095497	7.972946	0.125424
30	51.436193	8.186324	0.122155
31	51.537142	8.202391	0.121916
32	52.180244	8.304744	0.120413
33	52.59753	8.371157	0.119458
34	53.533891	8.520183	0.117368
35	53.673226	8.542359	0.117064
36	55.518943	8.836114	0.113172
37	57.248505	9.111383	0.109753
38	58.496691	9.310038	0.107411
39	61.565188	9.798404	0.102057
40	64.854425	10.321902	0.096881
41	66.564546	10.594076	0.094392
42	67.460791	10.736718	0.093138
43	67.600862	10.759011	0.092945
44	68.321108	10.873642	0.091966
45	68.673252	10.929687	0.091494
46	70.209309	11.174159	0.089492
47	73.303403	11.666599	0.085715
48	74.811401	11.906604	0.083987
49	75.355971	11.993275	0.08338
50	78.160263	12.439592	0.080388

50	78.160263		12.439592	0.080388
51	78.823074		12.545082	0.079713
52	79.477508		12.649238	0.079056
53	80.192573		12.763044	0.078351
54	81.756922		13.012018	0.076852
55	82.904299		13.194629	0.075788
56	85.834233		13.660942	0.073201
57	86.093963		13.70228	0.072981
58	87.02361		13.850238	0.072201
59	87.747278		13.965413	0.071605
60	88.565012		14.095559	0.070944
61	95.042425		15.126472	0.066109
62	97.743416		15.556348	0.064282
63	98.175942		15.625186	0.063999
64	98.371548		15.656318	0.063872
65	100.292325		15.962019	0.062649
66	101.440739		16.144795	0.061939
67	102.025901		16.237927	0.061584
68	102.769459		16.356267	0.061139
69	103.93382		16.541581	0.060454
70	104.380512		16.612674	0.060195
71	106.35674		16.927201	0.059077
72	111.680652		17.774528	0.05626
73	111.885933		17.807199	0.056157
74	116.570524		18.552775	0.0539
75	119.388325		19.001242	0.052628
76	119.958019		19.091912	0.052378
77	121.47838		19.333885	0.051723
78	122.302769		19.46509	0.051374
79	123.00985		19.577626	0.051079
80	123.502085		19.655967	0.050875
81	124.241788		19.773695	0.050572
82	124.355966		19.791867	0.050526
83	124.396618		19.798337	0.050509
84	125.750443		20.013805	0.049966
85	126.15879		20.078795	0.049804
86	126.816132		20.183414	0.049546
87	129.769511		20.653459	0.048418
88	130.764475		20.811813	0.04805
89	138.144243		21.986339	0.045483
90	138.938897		22.112812	0.045223
91	141.268342		22.483555	0.044477
92	142.801806		22.727613	0.043999
93	145.61023		23.174588	0.043151
94	145.933335		23.226012	0.043055
95	147.14931		23.41954	0.042699
96	147.676132		23.503386	0.042547
97	151.119614		24.051434	0.041578
98	152.274184		24.235189	0.041262
99	152.917493		24.337575	0.041089
100	155.324615		24.72068	0.040452

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	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
11 - OPERE CIVILI	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	68 di 214		
Relazione di calcolo Pile B.P.								

100	155.324615	24.72068	0.040452
101	155.974684	24.824142	0.040283
102	156.017398	24.83094	0.040272
103	159.717533	25.419835	0.039339
104	163.956777	26.094532	0.038322
105	167.610888	26.6761	0.037487
106	168.379865	26.798488	0.037316
107	168.559971	26.827153	0.037276
108	171.516506	27.2977	0.036633
109	174.532174	27.777658	0.036
110	175.957376	28.004486	0.035709
111	178.617136	28.4278	0.035177
112	181.210895	28.84061	0.034673
113	182.340326	29.020364	0.034459
114	182.424844	29.033816	0.034443
115	183.875356	29.264672	0.034171
116	186.139371	29.625001	0.033755
117	187.559954	29.851094	0.0335
118	190.730585	30.355715	0.032943
119	191.64946	30.501959	0.032785
120	192.271186	30.60091	0.032679
121	192.776507	30.681334	0.032593
122	196.168505	31.221187	0.03203
123	197.944104	31.503783	0.031742
124	203.809953	32.437361	0.030829
125	207.428203	33.013224	0.030291
126	208.881465	33.244518	0.03008
127	210.368303	33.481155	0.029868
128	212.193426	33.771633	0.029611
129	214.173252	34.086732	0.029337
130	214.244493	34.09807	0.029327
131	215.683123	34.327035	0.029132
132	219.10474	34.871602	0.028677
133	221.975852	35.328554	0.028306
134	222.980705	35.488481	0.028178
135	227.077583	36.14052	0.02767
136	227.324351	36.179794	0.02764
137	230.507785	36.686453	0.027258
138	231.704908	36.876981	0.027117
139	232.406726	36.988679	0.027035
140	232.70136	37.035572	0.027001
141	232.969983	37.078324	0.02697
142	233.451324	37.154932	0.026914
143	234.926615	37.389732	0.026745
144	238.034065	37.884298	0.026396
145	238.047903	37.8865	0.026395
146	240.530254	38.281579	0.026122
147	240.77661	38.320788	0.026095
148	242.709383	38.628398	0.025888
149	244.983392	38.990318	0.025647
150	245.74646	39.111764	0.025568

150	245.74646	39.111764	0.025568
151	246.583729	39.245019	0.025481
152	247.861355	39.44836	0.02535
153	248.360573	39.527813	0.025299
154	248.855706	39.606616	0.025248
155	251.244015	39.986727	0.025008
156	252.30784	40.15604	0.024903
157	252.608971	40.203966	0.024873
158	258.496475	41.140992	0.024307
159	260.729621	41.496408	0.024098
160	262.019423	41.701686	0.02398
161	267.843079	42.62855	0.023458
162	268.238902	42.691547	0.023424
163	270.978684	43.127597	0.023187
164	272.194296	43.321068	0.023083
165	273.024225	43.453155	0.023013
166	273.146634	43.472637	0.023003
167	276.774855	44.050086	0.022701
168	276.902711	44.070435	0.022691
169	278.535171	44.330249	0.022558
170	279.924735	44.551405	0.022446
171	280.146843	44.586755	0.022428
172	282.502915	44.961735	0.022241
173	283.277144	45.084958	0.02218
174	283.386427	45.102351	0.022172
175	284.857176	45.336428	0.022057
176	285.515365	45.441182	0.022006
177	288.285178	45.882011	0.021795
178	288.525422	45.920247	0.021777
179	291.251138	46.354058	0.021573
180	292.351399	46.52917	0.021492
181	293.641462	46.73449	0.021397
182	293.868818	46.770675	0.021381
183	295.574548	47.04215	0.021258
184	298.682753	47.536837	0.021036
185	301.378654	47.965903	0.020848
186	302.805306	48.192961	0.02075
187	303.194312	48.254873	0.020723
188	304.452703	48.455153	0.020638
189	305.278293	48.586549	0.020582
190	305.519596	48.624954	0.020566
191	306.223625	48.737004	0.020518
192	307.593034	48.954952	0.020427
193	308.288928	49.065707	0.020381
194	310.311501	49.387609	0.020248
195	311.576066	49.588871	0.020166
196	314.14848	49.998283	0.020001
197	314.33109	50.027347	0.019989
198	315.795762	50.260457	0.019896
199	316.682463	50.401579	0.019841
200	319.32631	50.822361	0.019676

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 69 di 214

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0	0	51.7	51.7	0	0	22.26	22.26	0	0	1.78	1.78
2	28.44	28.44	0	51.7	0	0	0	22.26	0.03	0.03	0	1.78
3	0	28.44	1.21	52.91	0	0	0.24	22.5	0	0.03	35.21	36.99
4	21.33	49.77	0	52.91	0	0	0	22.5	0.01	0.04	0	36.99
5	13.73	63.49	0	52.91	0.17	0.17	0	22.5	0.19	0.23	0	36.99
6	0.51	64.01	0	52.91	0.02	0.19	0	22.5	1.64	1.86	0	36.99
7	0	64.01	4.96	57.87	0	0.19	2.44	24.94	0	1.86	1.17	38.16
8	0.3	64.31	0	57.87	0	0.19	0	24.94	1.69	3.55	0	38.16
9	0	64.31	0.24	58.11	0	0.19	0.07	25	0	3.55	19.9	58.06
10	0	64.31	10.83	68.94	0	0.19	0.52	25.52	0	3.55	4.31	62.37
11	0.15	64.46	0	68.94	2.82	3.02	0	25.52	6.13	9.68	0	62.37
12	0.23	64.7	0	68.94	10.05	13.07	0	25.52	1.59	11.27	0	62.37
13	0.38	65.07	0	68.94	5.45	18.52	0	25.52	10.72	21.99	0	62.37
14	0	65.07	0.02	68.95	0	18.52	0.1	25.62	0	21.99	0.22	62.59
15	0	65.07	0.06	69.01	0	18.52	0.35	25.96	0	21.99	0.57	63.16
16	0	65.07	3.03	72.04	0	18.52	2.12	28.08	0	21.99	0.37	63.53
17	2.9	67.98	0	72.04	2.44	20.96	0	28.08	5.2	27.19	0	63.53
18	0	67.98	1.34	73.38	0	20.96	0.74	28.82	0	27.19	0.28	63.81
19	0.89	68.87	0	73.38	3.45	24.41	0	28.82	6.24	33.43	0	63.81
20	0	68.87	0.36	73.74	0	24.41	0.16	28.99	0	33.43	3.83	67.64
21	0.67	69.54	0	73.74	24.84	49.25	0	28.99	0.12	33.55	0	67.64
22	0	69.54	0	73.74	0	49.25	0.92	29.91	0	33.55	0.11	67.74
23	1.17	70.71	0	73.74	0	49.25	0	29.91	3.48	37.03	0	67.74
24	0.3	71.01	0	73.74	0.09	49.34	0	29.91	0.15	37.18	0	67.74
25	10.77	81.78	0	73.74	0.05	49.39	0	29.91	2.48	39.66	0	67.74
26	0.71	82.49	0	73.74	0.59	49.98	0	29.91	0.05	39.71	0	67.74
27	1.18	83.67	0	73.74	0.15	50.13	0	29.91	0.01	39.72	0	67.74
28	0.12	83.79	0	73.74	0.39	50.52	0	29.91	0.54	40.26	0	67.74
29	0	83.79	2.57	76.31	0	50.52	1.26	31.17	0	40.26	0.08	67.83
30	0	83.79	5.61	81.92	0	50.52	22.8	53.97	0	40.26	0.08	67.91
31	0.28	84.07	0	81.92	0.17	50.69	0	53.97	0.11	40.38	0	67.91
32	0	84.07	0.55	82.46	0	50.69	1.75	55.72	0	40.38	0.05	67.96
33	0	84.07	0.71	83.17	0	50.69	2.2	57.92	0	40.38	0	67.97
34	0	84.07	0.21	83.38	0	50.69	2.66	60.58	0	40.38	1.87	69.84
35	1.09	85.16	0	83.38	0.21	50.9	0	60.58	0.4	40.78	0	69.84
36	3.09	88.25	0	83.38	1.73	52.62	0	60.58	1.16	41.94	0	69.84
37	0.25	88.49	0	83.38	0.53	53.15	0	60.58	1.42	43.36	0	69.84
38	0	88.49	0.02	83.4	0	53.15	2.04	62.62	0	43.36	0.31	70.15
39	0.03	88.52	0	83.4	7.37	60.52	0	62.62	15.96	59.32	0	70.15
40	0	88.52	1.28	84.68	0	60.52	0.85	63.47	0	59.32	2.84	72.99
41	0	88.52	0.08	84.76	0	60.52	0.52	63.99	0	59.32	0.04	73.03
42	0.04	88.57	0	84.76	4.54	65.07	0	63.99	1.27	60.59	0	73.03
43	0	88.57	2.3	87.06	0	65.07	6.15	70.14	0	60.59	5.51	78.54
44	0	88.57	0	87.06	0	65.07	0	70.14	0.02	60.61	0	78.54
45	0	88.57	1.61	88.67	0	65.07	0.44	70.57	0	60.61	0.94	79.48
46	3.06	91.63	0	88.67	0.7	65.77	0	70.57	2.08	62.69	0	79.48
47	0.5	92.13	0	88.67	6.82	72.59	0	70.57	0.93	63.62	0	79.48
48	0.13	92.26	0	88.67	2.38	74.97	0	70.57	2.73	66.35	0	79.48
49	0	92.26	0.03	88.7	0	74.97	0	70.57	0	66.35	0.19	79.67
50	0.18	92.43	0	88.7	1.2	76.17	0	70.57	0.69	67.04	0	79.67

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	PROGETTO ESECUTIVO					
Mandanti:	SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	70 di 214

51	0	92.43	0.03	88.74	0	76.17	0.13	70.71	0	67.04	0.19	79.86
52	0	92.43	0.12	88.86	0	76.17	0.07	70.78	0	67.04	0.01	79.86
53	0	92.44	0	88.86	2.24	78.41	0	70.78	0.07	67.12	0	79.86
54	0	92.44	0.35	89.21	0	78.41	1.38	72.16	0	67.12	0.54	80.4
55	0	92.44	0.79	90	0	78.41	0.5	72.66	0	67.12	0	80.4
56	0.47	92.91	0	90	1.85	80.26	0	72.66	0.69	67.81	0	80.4
57	0	92.91	0.61	90.61	0	80.26	1.96	74.62	0	67.81	0.5	80.9
58	0	92.91	0.59	91.21	0	80.26	1.89	76.5	0	67.81	1.63	82.53
59	0	92.91	0	91.21	2.28	82.54	0	76.5	0.21	68.02	0	82.53
60	0	92.91	0	91.21	0	82.54	0.93	77.43	0	68.02	0.53	83.06
61	0.12	93.04	0	91.21	0.36	82.91	0	77.43	0.26	68.28	0	83.06
62	0	93.04	0.01	91.22	0	82.91	0.12	77.55	0	68.28	0.03	83.09
63	0	93.04	0	91.22	0	82.91	0	77.55	0	68.28	0	83.09
64	0	93.04	0	91.22	0	82.91	0	77.55	0	68.28	0	83.09
65	0	93.04	0.06	91.28	0	82.91	0.04	77.59	0	68.28	1.01	84.09
66	0	93.04	0.03	91.31	0	82.91	0.41	78	0	68.28	1.24	85.33
67	0.21	93.24	0	91.31	0.02	82.92	0	78	0.07	68.35	0	85.33
68	0.06	93.31	0	91.31	0.42	83.34	0	78	0	68.35	0	85.33
69	0.06	93.37	0	91.31	0.12	83.46	0	78	0.05	68.4	0	85.33
70	0	93.37	1.72	93.03	0	83.46	2.09	80.09	0	68.4	0.04	85.37
71	0.1	93.47	0	93.03	0.17	83.63	0	80.09	0.2	68.6	0	85.37
72	0	93.47	1.51	94.54	0	83.63	1.55	81.64	0	68.6	3.93	89.3
73	0	93.47	0.06	94.6	0	83.63	4.23	85.88	0	68.6	0.21	89.51
74	0.04	93.51	0	94.6	0	83.63	0	85.88	0.02	68.62	0	89.51
75	0.8	94.31	0	94.6	0	83.64	0	85.88	0.01	68.63	0	89.51
76	0	94.31	0.11	94.71	0	83.64	0.35	86.23	0	68.63	0.06	89.57
77	0	94.31	0.01	94.72	0	83.64	0.12	86.35	0	68.63	0.05	89.62
78	0.26	94.56	0	94.72	0.07	83.7	0	86.35	0	68.63	0	89.62
79	0	94.56	0.11	94.83	0	83.7	0.13	86.48	0	68.63	0.01	89.63
80	0	94.56	0	94.83	0	83.7	0.08	86.56	0	68.63	0.04	89.67
81	0	94.56	0	94.83	0	83.7	0	86.57	0	68.63	0	89.67
82	0	94.56	0.02	94.85	0	83.7	0	86.57	0	68.63	0	89.67
83	0	94.56	0	94.85	0	83.7	0	86.57	0	68.63	0	89.67
84	0.02	94.58	0	94.85	0	83.71	0	86.57	0.02	68.65	0	89.67
85	0	94.58	0.04	94.89	0	83.71	0	86.57	0	68.65	0	89.67
86	0.04	94.62	0	94.89	0	83.71	0	86.57	0.02	68.67	0	89.67
87	0.37	94.98	0	94.89	0.2	83.91	0	86.57	0.4	69.07	0	89.67
88	0	94.98	0.21	95.09	0	83.91	1.14	87.72	0	69.07	0.98	90.65
89	0	94.98	0.29	95.39	0	83.91	0.32	88.04	0	69.07	0.13	90.79
90	0.02	95	0	95.39	0.02	83.93	0	88.04	0.01	69.08	0	90.79
91	0.02	95.02	0	95.39	0	83.93	0	88.04	0.03	69.1	0	90.79
92	0.06	95.08	0	95.39	0.02	83.95	0	88.04	0	69.11	0	90.79
93	0.03	95.11	0	95.39	0.41	84.36	0	88.04	1.08	70.18	0	90.79
94	0	95.11	0.08	95.47	0	84.36	0.2	88.24	0	70.18	0.12	90.91
95	0.09	95.2	0	95.47	0.01	84.36	0	88.24	0.09	70.27	0	90.91
96	0	95.2	0	95.47	0	84.36	0	88.24	0	70.27	0.02	90.93
97	0	95.2	0	95.47	0.02	84.39	0	88.24	0.01	70.28	0	90.93
98	0	95.2	0	95.47	0	84.39	0.04	88.28	0	70.28	0.09	91.02
99	0	95.2	0.15	95.62	0	84.39	0.02	88.3	0	70.28	0.26	91.28
100	0.72	95.92	0	95.62	0.18	84.56	0	88.3	0.18	70.46	0	91.28

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 71 di 214

101	0	95.93	0	95.62	0.03	84.59	0	88.3	0.08	70.54	0	91.28
102	0	95.93	0.03	95.65	0	84.59	0.02	88.32	0	70.54	0.14	91.42
103	0	95.93	0.02	95.67	0	84.59	0.76	89.09	0	70.54	0.16	91.58
104	0	95.93	0	95.67	0	84.59	0	89.09	0	70.54	0	91.58
105	0.01	95.93	0	95.67	0.37	84.96	0	89.09	0.59	71.14	0	91.58
106	0	95.93	0.11	95.78	0	84.96	0.09	89.18	0	71.14	0.08	91.65
107	0	95.93	0.1	95.88	0	84.96	0.27	89.45	0	71.14	0.01	91.66
108	0	95.93	0.01	95.89	0	84.96	0.01	89.46	0	71.14	0.01	91.67
109	0	95.93	0	95.89	0	84.96	0	89.46	0.02	71.16	0	91.67
110	0	95.93	0	95.89	0	84.96	0.08	89.54	0	71.16	0.18	91.86
111	0.01	95.94	0	95.89	0.19	85.15	0	89.54	0.46	71.62	0	91.86
112	0	95.94	0	95.89	0	85.15	0.05	89.6	0	71.62	0.02	91.87
113	0.03	95.97	0	95.89	0.99	86.14	0	89.6	1.97	73.59	0	91.87
114	0.13	96.1	0	95.89	5.7	91.84	0	89.6	10.09	83.67	0	91.87
115	0	96.1	0.01	95.9	0	91.84	0.26	89.86	0	83.67	0.02	91.89
116	0	96.1	0.01	95.91	0	91.84	0	89.86	0	83.67	0	91.9
117	0.01	96.11	0	95.91	0.49	92.33	0	89.86	0.78	84.45	0	91.9
118	0.01	96.12	0	95.91	0	92.34	0	89.86	0.03	84.48	0	91.9
119	0.01	96.13	0	95.91	0	92.34	0	89.86	0	84.48	0	91.9
120	0.01	96.14	0	95.91	0	92.34	0	89.86	0.01	84.5	0	91.9
121	0	96.14	0.02	95.93	0	92.34	0.67	90.53	0	84.5	0.02	91.92
122	0	96.14	0.01	95.94	0	92.34	0.02	90.55	0	84.5	0	91.92
123	0.1	96.24	0	95.94	1.52	93.86	0	90.55	3.2	87.7	0	91.92
124	0	96.24	0	95.94	0	93.86	0.02	90.58	0	87.7	0	91.92
125	0	96.24	0	95.94	0	93.86	0.03	90.61	0	87.7	0.02	91.95
126	0	96.24	0.02	95.96	0	93.86	0.04	90.65	0	87.7	0.02	91.97
127	0	96.24	0.05	96.01	0	93.86	0.04	90.69	0	87.7	0.05	92.02
128	0	96.24	0	96.01	0.6	94.46	0	90.69	1.01	88.71	0	92.02
129	0	96.25	0	96.01	0.02	94.48	0	90.69	0.03	88.75	0	92.02
130	0	96.25	0.05	96.06	0	94.48	0.02	90.71	0	88.75	0.21	92.23
131	0	96.25	0.24	96.3	0	94.48	0.2	90.91	0	88.75	0.47	92.7
132	0	96.25	0.2	96.51	0	94.48	0.07	90.97	0	88.75	0.53	93.23
133	0	96.25	0.01	96.51	0	94.48	0.05	91.02	0	88.75	0.01	93.24
134	0	96.25	0	96.51	0	94.48	0	91.02	0	88.75	0	93.24
135	0.01	96.26	0	96.51	0	94.48	0	91.02	0	88.75	0	93.24
136	0	96.26	0	96.51	0	94.48	0	91.02	0	88.75	0	93.24
137	0	96.26	0	96.51	0	94.48	0	91.02	0	88.75	0	93.24
138	0	96.26	0	96.51	0	94.48	0	91.02	0	88.75	0	93.24
139	0	96.26	0.01	96.52	0	94.48	0.02	91.04	0	88.75	0.01	93.24
140	0.07	96.33	0	96.52	0.01	94.49	0	91.04	0.05	88.8	0	93.24
141	0.01	96.33	0	96.52	0	94.49	0	91.04	0.01	88.81	0	93.24
142	0	96.33	0	96.52	0	94.49	0	91.04	0	88.81	0	93.24
143	0	96.33	0.01	96.53	0	94.49	0.06	91.1	0	88.81	0.02	93.27
144	0	96.33	0.08	96.61	0	94.49	0.21	91.31	0	88.81	0.03	93.3
145	0	96.34	0	96.61	0.02	94.51	0	91.31	0	88.81	0	93.3
146	0	96.34	0	96.61	0.01	94.52	0	91.31	0	88.81	0	93.3
147	0	96.34	0.06	96.67	0	94.52	0	91.31	0	88.81	0.26	93.56
148	0	96.34	0.04	96.7	0	94.52	0.05	91.36	0	88.81	0.05	93.62
149	0	96.34	0	96.7	0.04	94.56	0	91.36	0.07	88.88	0	93.62
150	0	96.34	0	96.7	0.02	94.58	0	91.36	0.06	88.94	0	93.62

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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	72 di 214

151	0	96.34	0	96.7	0	94.58	0	91.36	0	88.94	0	93.62
152	0	96.34	0	96.71	0	94.58	0.04	91.39	0	88.94	0.01	93.63
153	0.02	96.36	0	96.71	0	94.58	0	91.39	0.01	88.96	0	93.63
154	0	96.36	0	96.71	0	94.58	0.01	91.41	0	88.96	0	93.63
155	0.05	96.41	0	96.71	0.12	94.7	0	91.41	0.29	89.25	0	93.63
156	0	96.41	0.03	96.73	0	94.7	0.04	91.45	0	89.25	0.05	93.68
157	0.12	96.53	0	96.73	0.04	94.74	0	91.45	0.03	89.27	0	93.68
158	0	96.53	0	96.73	0	94.74	0	91.45	0.01	89.28	0	93.68
159	0	96.53	0	96.73	0	94.74	0.01	91.45	0	89.28	0.01	93.69
160	0	96.54	0	96.73	0.03	94.77	0	91.45	0	89.28	0	93.69
161	0	96.54	0.04	96.77	0	94.77	0.29	91.74	0	89.28	0.03	93.72
162	0.01	96.55	0	96.77	0.07	94.84	0	91.75	0	89.28	0	93.72
163	0	96.55	0.01	96.78	0	94.84	0.03	91.77	0	89.28	0.02	93.74
164	0	96.55	0	96.78	0	94.84	0	91.77	0	89.28	0.01	93.74
165	0	96.55	0.03	96.81	0	94.84	0.34	92.12	0	89.28	0.03	93.77
166	0	96.55	0	96.81	0.14	94.98	0	92.12	0.03	89.31	0	93.77
167	0	96.55	0	96.81	0	94.98	0.03	92.15	0	89.31	0	93.77
168	0	96.55	0	96.81	0	94.98	0	92.15	0	89.31	0	93.77
169	0	96.55	0	96.81	0	94.98	0	92.15	0	89.31	0	93.77
170	0	96.55	0	96.81	0	94.99	0.03	92.18	0	89.31	0	93.77
171	0	96.55	0	96.82	0	94.99	0.05	92.23	0	89.31	0	93.77
172	0	96.55	0	96.82	0.02	95.01	0	92.23	0	89.31	0	93.77
173	0.05	96.6	0	96.82	0.04	95.05	0	92.23	0.08	89.39	0	93.77
174	0	96.6	0.01	96.83	0	95.05	0	92.23	0	89.39	0.03	93.81
175	0	96.6	0	96.83	0	95.05	0	92.23	0	89.39	0	93.81
176	0	96.6	0	96.83	0	95.05	0.01	92.24	0	89.39	0	93.81
177	0	96.6	0.01	96.84	0	95.05	0.02	92.26	0	89.4	0.04	93.84
178	0	96.6	0	96.84	0	95.05	0	92.26	0.03	89.43	0.01	93.85
179	0	96.6	0	96.84	0	95.05	0	92.26	0	89.43	0	93.85
180	0.03	96.63	0	96.84	0.01	95.06	0	92.26	0.03	89.45	0	93.85
181	0	96.63	0	96.85	0	95.06	0.07	92.33	0	89.45	0.04	93.89
182	0.02	96.65	0	96.85	0.01	95.08	0	92.34	0.03	89.49	0	93.89
183	0.01	96.66	0	96.85	0	95.08	0	92.34	0	89.49	0	93.89
184	0	96.66	0.03	96.87	0	95.08	0.04	92.37	0	89.49	0.03	93.91
185	0	96.66	0	96.87	0	95.08	0	92.37	0	89.49	0	93.91
186	0	96.66	0	96.87	0.01	95.09	0	92.37	0.01	89.5	0	93.91
187	0	96.66	0	96.87	0.01	95.09	0	92.38	0.01	89.51	0	93.91
188	0	96.66	0.01	96.89	0	95.09	0	92.38	0	89.51	0	93.91
189	0	96.67	0	96.89	0.09	95.19	0	92.38	0.25	89.77	0	93.91
190	0.01	96.67	0	96.89	0	95.19	0.02	92.4	0.02	89.79	0.01	93.93
191	0	96.67	0.07	96.97	0	95.19	0.2	92.59	0	89.79	0.16	94.09
192	0	96.67	0	96.97	0	95.19	0	92.59	0	89.79	0	94.09
193	0	96.67	0	96.97	0	95.19	0	92.59	0	89.79	0	94.09
194	0	96.68	0	96.97	0	95.19	0	92.59	0	89.79	0	94.09
195	0	96.68	0.01	96.98	0	95.19	0.02	92.61	0	89.79	0.03	94.11
196	0	96.68	0.01	96.98	0	95.19	0	92.61	0	89.79	0.06	94.17
197	0	96.68	0	96.98	0	95.19	0	92.61	0.04	89.82	0	94.17
198	0	96.68	0	96.98	0	95.2	0	92.61	0	89.83	0	94.17
199	0	96.68	0.13	97.11	0	95.2	0.09	92.7	0	89.83	0.22	94.4
200	0	96.68	0	97.11	0.01	95.21	0	92.7	0.04	89.87	0	94.4

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 73 di 214

11 COMBINAZIONI DI CARICO E FASI DI CALCOLO

Nel seguito si illustrano le combinazioni di carico considerate nel dimensionamento e anche le fasi di carico "Load History" sulle sezioni del ponte.

11.1 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico sono descritte al capitolo 2 del DM 17 gennaio 2018, in cui si indicano i coefficienti da utilizzare per i vari stati limite da considerare nelle verifiche delle strutture.

In particolare le combinazioni di carico considerate nel calcolo delle varie membrature del ponte sono quelle previste da DM 17.01.2018 nel capitolo 2 "Sicurezza e prestazioni attese", con i coefficienti definiti al capitolo 5 "Ponti".

SLU

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

SLE (rara)

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

SLE (frequente)

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{1,i} \cdot Q_{k,i}$$

SLE (q.perm.)

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Sismica (SLU)

$$G_1 + G_2 + 0.2 Q_{k1} + E$$

Dove s'identificano con

- G_1 i carichi permanenti strutturali o compiutamente definiti.
- G_2 i carichi permanenti non strutturali
- Q_{k1} l'azione variabile dominante
- Q_{kj} le azioni variabili secondarie e combinate con appositi coefficienti di combinazione ψ .
- γ i coefficienti moltiplicativo dei carichi
- E l'azione sismica

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 74 di 214	

In combinazione sismica si tiene conto dei carichi indotti dal traffico con un coefficiente 0.2 sia nella definizione della azione sismica che nelle combinazioni delle azioni (paragrafo 5.1.3.12-D.M.15/01/2008).

Le norme tecniche per le costruzioni identificano, con riferimento agli stati limite ultimi per la resistenza della struttura, coefficienti γ pari a:

- 1.35 (1.00) per il Peso Proprio
- 1.50 (0.00) per i carichi permanenti non strutturali
- 1.35 (0.00) per i carichi variabili da traffico
- 1.50 (0.00) per gli altri carichi variabili
- 1.20 (0.00) per ritiro, viscosità, variazioni termiche

Dove tra parentesi è indicato il valore dei coefficienti nel caso di carichi favorevoli alla resistenza della struttura. Tali coefficienti sono ripresi dalla tabella 5.1.V delle norme tecniche per le costruzioni (17.01.2008), mentre nella tabella 5.1.IV si definiscono i gruppi di azioni da considerare nella valutazione delle azioni dovute al traffico veicolare.

Tab. 5.2.IV -Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,0	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,0	0,0	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,0	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6;0,4)	-	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	Fessurazione

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 75 di 214

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

Per i coefficienti di combinazione ψ si fa riferimento ai valori riportati nella tabella 5.1.VI delle stesse norme riportata nel seguito.

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	g_{T1}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	g_{T2}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	g_{T3}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	g_{T4}	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,0	0,0	0,0
		0,60	0,60	0,50

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 76 di 214	

Tab. 5.2.VII - Ulteriori coefficienti di combinazione ψ delle azioni

	Azioni	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽¹⁾	⁽¹⁾	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽¹⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,00 ⁽¹⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽¹⁾	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽¹⁾	0,80	0,0

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Si usano gli stessi coefficienti ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

⁽³⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Come descritto nelle norme tecniche per le costruzioni, le combinazioni sono atte a massimizzare le sollecitazioni sugli elementi strutturali. Si sono quindi valutate le diverse combinazioni di carico caso per caso a seconda dell'elemento da verificare.

Le combinazioni SLU e GEO considerate ai fini delle analisi sono riportate di seguito.

Combinazioni		Fortezza												
Name	Type	G1	G2	SLV-Q1-H-X	SLV-Q1-H-Y	SLV-Q1.5-H-X	SLV-Q1.5-H-Y	SLV-Q1-V	Mob	ENV-Q1k	ENV-Qtk	Env-E3	Env-Q5	Env-Q7
STR1-P1-gr1	Add	1.35	1.5						1.508	0.754	1.508	0.9	0.9	1
STR1-P1-gr3	Add	1.35	1.5						1.508	1.508	0.754	0.9	0.9	1
STR1-P1-gr4	Add	1.35	1.5						1.2064	1.2064	1.2064	0.9	0.9	1
STR2-P1	Add	1.35	1.5						1.2064	0	0	0.9	1.5	1
STR3-P1-gr1	Add	1.35	1.5						1.2064	0.6032	1.2064	1.5	0.9	1
STR3-P1-gr3	Add	1.35	1.5						1.2064	1.2064	0.6032	1.5	0.9	1
STR4-P1-gr1	Add	1	1						1.508	0.754	1.508	0.9	0.9	1
STR4-P1-gr3	Add	1	1						1.508	1.508	0.754	0.9	0.9	1
STR4-P1-gr4	Add	1	1						1.2064	1.2064	1.2064	0.9	0.9	1
STR5-P1	Add	1	1						1.2064	0	0	0.9	1.5	1
STR6-P1-gr1	Add	1	1						1.2064	0.6032	1.2064	1.5	0.9	1
STR6-P1-gr3	Add	1	1						1.2064	1.2064	0.6032	1.5	0.9	1
STR1-P2.4-gr1	Add	1.35	1.5						1.5225	0.76125	1.5225	0.9	0.9	1
STR1-P2.4-gr3	Add	1.35	1.5						1.5225	1.5225	0.76125	0.9	0.9	1
STR1-P2.4-gr4	Add	1.35	1.5						1.218	1.218	1.218	0.9	0.9	1
STR2-P2.4	Add	1.35	1.5						1.218	0	0	0.9	1.5	1
STR3-P2.4-gr1	Add	1.35	1.5						1.218	0.609	1.218	1.5	0.9	1
STR3-P2.4-gr3	Add	1.35	1.5						1.218	1.218	0.609	1.5	0.9	1
STR4-P2.4-gr1	Add	1	1						1.5225	0.76125	1.5225	0.9	0.9	1
STR4-P2.4-gr3	Add	1	1						1.5225	1.5225	0.76125	0.9	0.9	1
STR4-P2.4-gr4	Add	1	1						1.218	1.218	1.218	0.9	0.9	1
STR5-P2.4	Add	1	1						1.218	0	0	0.9	1.5	1
STR6-P2.4-gr1	Add	1	1						1.218	0.609	1.218	1.5	0.9	1
STR6-P2.4-gr3	Add	1	1						1.218	1.218	0.609	1.5	0.9	1
STR1-P3-gr1	Add	1.35	1.5						1.566	0.783	1.566	0.9	0.9	1
STR1-P3-gr3	Add	1.35	1.5						1.566	1.566	0.783	0.9	0.9	1
STR1-P3-gr4	Add	1.35	1.5						1.2528	1.2528	1.2528	0.9	0.9	1
STR2-P3	Add	1.35	1.5						1.2528	0	0	0.9	1.5	1
STR3-P3-gr1	Add	1.35	1.5						1.2528	0.6264	1.2528	1.5	0.9	1
STR3-P3-gr3	Add	1.35	1.5						1.2528	1.2528	0.6264	1.5	0.9	1
STR4-P3-gr1	Add	1	1						1.566	0.783	1.566	0.9	0.9	1
STR4-P3-gr3	Add	1	1						1.566	1.566	0.783	0.9	0.9	1
STR4-P3-gr4	Add	1	1						1.2528	1.2528	1.2528	0.9	0.9	1
STR5-P3	Add	1	1						1.2528	0	0	0.9	1.5	1
STR6-P3-gr1	Add	1	1						1.2528	0.6264	1.2528	1.5	0.9	1
STR6-P3-gr3	Add	1	1						1.2528	1.2528	0.6264	1.5	0.9	1

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	77 di 214

GEO1-P1-gr1	Add	1	1.3		1.3	0.65	1.3	0.78	0.78	1
GEO1-P1-gr3	Add	1	1.3		1.3	1.3	0.65	0.78	0.78	1
GEO1-P1-gr4	Add	1	1.3		1.04	1.04	1.04	0.78	0.78	1
GEO2-P1	Add	1	1.3		1.04	0	0	0.78	1	1
GEO3-P1-gr1	Add	1	1.3		1.04	0.52	1.04	1	0.78	1
GEO3-P1-gr3	Add	1	1.3		1.04	1.04	0.52	1	0.78	1
GEO4-P1-gr1	Add	1	1		1.3	0.65	1.3	0.78	0.78	1
GEO4-P1-gr3	Add	1	1		1.3	1.3	0.65	0.78	0.78	1
GEO4-P1-gr4	Add	1	1		1.04	1.04	1.04	0.78	0.78	1
GEO5-P1	Add	1	1		1.04	0	0	0.78	1	1
GEO6-P1-gr1	Add	1	1		1.04	0.52	1.04	1	0.78	1
GEO6-P1-gr3	Add	1	1		1.04	1.04	0.52	1	0.78	1
GEO1-P2.4-gr1	Add	1	1.3		1.3125	0.65625	1.3125	0.78	0.78	1
GEO1-P2.4-gr3	Add	1	1.3		1.3125	1.3125	0.65625	0.78	0.78	1
GEO1-P2.4-gr4	Add	1	1.3		1.05	1.05	1.05	0.78	0.78	1
GEO2-P2.4	Add	1	1.3		1.05	0	0	0.78	1	1
GEO3-P2.4-gr1	Add	1	1.3		1.05	0.525	1.05	1	0.78	1
GEO3-P2.4-gr3	Add	1	1.3		1.05	1.05	0.525	1	0.78	1
GEO4-P2.4-gr1	Add	1	1		1.3125	0.65625	1.3125	0.78	0.78	1
GEO4-P2.4-gr3	Add	1	1		1.3125	1.3125	0.65625	0.78	0.78	1
GEO4-P2.4-gr4	Add	1	1		1.05	1.05	1.05	0.78	0.78	1
GEO5-P2.4	Add	1	1		1.05	0	0	0.78	1	1
GEO6-P2.4-gr1	Add	1	1		1.05	0.525	1.05	1	0.78	1
GEO6-P2.4-gr3	Add	1	1		1.05	1.05	0.525	1	0.78	1
GEO1-P3-gr1	Add	1	1.3		1.35	0.675	1.35	0.78	0.78	1
GEO1-P3-gr3	Add	1	1.3		1.35	1.35	0.675	0.78	0.78	1
GEO1-P3-gr4	Add	1	1.3		1.08	1.08	1.08	0.78	0.78	1
GEO2-P3	Add	1	1.3		1.08	0	0	0.78	1	1
GEO3-P3-gr1	Add	1	1.3		1.08	0.54	1.08	1	0.78	1
GEO3-P3-gr3	Add	1	1.3		1.08	1.08	0.54	1	0.78	1
GEO4-P3-gr1	Add	1	1		1.35	0.675	1.35	0.78	0.78	1
GEO4-P3-gr3	Add	1	1		1.35	1.35	0.675	0.78	0.78	1
GEO4-P3-gr4	Add	1	1		1.08	1.08	1.08	0.78	0.78	1
GEO5-P3	Add	1	1		1.08	0	0	0.78	1	1
GEO6-P3-gr1	Add	1	1		1.08	0.54	1.08	1	0.78	1
GEO6-P3-gr3	Add	1	1		1.08	1.08	0.54	1	0.78	1

Le combinazioni adoperate per le analisi sismiche SLV sono riportate di seguito.

SLV-Pile-01	Add	1	1	1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Pile-02	Add	1	1	1	-0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Pile-03	Add	1	1	1	-0.3	-0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Pile-04	Add	1	1	1	0.3	-0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Pile-05	Add	1	1	-1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Pile-06	Add	1	1	-1	-0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Pile-07	Add	1	1	-1	-0.3	-0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Pile-08	Add	1	1	-1	0.3	-0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Pile-09	Add	1	1	0.3	1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Pile-10	Add	1	1	-0.3	1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Pile-11	Add	1	1	-0.3	1	-0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Pile-12	Add	1	1	0.3	1	-0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Pile-13	Add	1	1	0.3	-1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Pile-14	Add	1	1	-0.3	-1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Pile-15	Add	1	1	-0.3	-1	-0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Pile-16	Add	1	1	0.3	-1	-0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Pile-17	Add	1	1	0.3	0.3	1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Pile-18	Add	1	1	-0.3	0.3	1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Pile-19	Add	1	1	-0.3	-0.3	1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Pile-20	Add	1	1	0.3	-0.3	1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Pile-21	Add	1	1	0.3	0.3	-1	0.2	0.2	0.2	0.5	1

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	78 di 214

SLV-Pile-22	Add	1	1			-0.3	0.3	-1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Pile-23	Add	1	1			-0.3	-0.3	-1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Pile-24	Add	1	1			0.3	-0.3	-1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-01	Add	1	1	1	0.3			0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Spalla-02	Add	1	1	1	-0.3			0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Spalla-03	Add	1	1	1	-0.3			-0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Spalla-04	Add	1	1	1	0.3			-0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Spalla-05	Add	1	1	-1	0.3			0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Spalla-06	Add	1	1	-1	-0.3			0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Spalla-07	Add	1	1	-1	-0.3			-0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Spalla-08	Add	1	1	-1	0.3			-0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	1
SLV-Spalla-09	Add	1	1	0.3	1			0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-10	Add	1	1	-0.3	1			0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-11	Add	1	1	-0.3	1			-0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-12	Add	1	1	0.3	1			-0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-13	Add	1	1	0.3	-1			0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-14	Add	1	1	-0.3	-1			0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-15	Add	1	1	-0.3	-1			-0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-16	Add	1	1	0.3	-1			-0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-17	Add	1	1	0.3	0.3			1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-18	Add	1	1	-0.3	0.3			1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-19	Add	1	1	-0.3	-0.3			1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-20	Add	1	1	0.3	-0.3			1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-21	Add	1	1	0.3	0.3			-1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-22	Add	1	1	-0.3	0.3			-1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-23	Add	1	1	-0.3	-0.3			-1	0.2	0.2	0.2	0.5	1
SLV-Spalla-24	Add	1	1	0.3	-0.3			-1	0.2	0.2	0.2	0.5	1

Infine le combinazioni considerate per le verifiche in esercizio SLE rara, frequente e quasi permanente sono riportate di seguito.

SLER1-P1-gr1	Add	1	1			1.04	0.52	1.04	0.6	0.6	1
SLER1-P1-gr3	Add	1	1			1.04	1.04	0.52	0.6	0.6	1
SLER1-P1-gr4	Add	1	1			0.832	0.832	0.832	0.6	0.6	1
SLER2-P1	Add	1	1			1.04	0	0	0.6	1	1
SLER3-P1-gr1	Add	1	1			0.832	0.416	0.832	1	0.6	1
SLER3-P1-gr3	Add	1	1			0.832	0.832	0.416	1	0.6	1
SLER1-P2.4-gr1	Add	1	1			1.05	0.525	1.05	0.6	0.6	1
SLER1-P2.4-gr3	Add	1	1			1.05	1.05	0.525	0.6	0.6	1
SLER1-P2.4-gr4	Add	1	1			0.84	0.84	0.84	0.6	0.6	1
SLER2-P2.4	Add	1	1			1.05	0	0	0.6	1	1
SLER3-P2.4-gr1	Add	1	1			0.84	0.42	0.84	1	0.6	1
SLER3-P2.4-gr3	Add	1	1			0.84	0.84	0.42	1	0.6	1
SLER1-P3-gr1	Add	1	1			1.08	0.54	1.08	0.6	0.6	1
SLER1-P3-gr3	Add	1	1			1.08	1.08	0.54	0.6	0.6	1
SLER1-P3-gr4	Add	1	1			0.864	0.864	0.864	0.6	0.6	1
SLER2-P3	Add	1	1			1.08	0	0	0.6	1	1
SLER3-P3-gr1	Add	1	1			0.864	0.432	0.864	1	0.6	1
SLER3-P3-gr3	Add	1	1			0.864	0.864	0.432	1	0.6	1
SLEF1-P1-gr1	Add	1	1			0.832	0.416	0.832	0.5	0	1
SLEF1-P1-gr3	Add	1	1			0.832	0.832	0.416	0.5	0	1
SLEF1-P1-gr4	Add	1	1			0.666	0.6656	0.6656	0.5	0	1
SLEF2-P1	Add	1	1			0	0	0	0.5	1	1
SLEF3-P1-gr1	Add	1	1			0	0	0	1	0	1
SLEF1-P2.4-gr1	Add	1	1			0.84	0.42	0.84	0.5	0	1
SLEF1-P2.4-gr3	Add	1	1			0.84	0.84	0.42	0.5	0	1
SLEF1-P2.4-gr4	Add	1	1			0.672	0.672	0.672	0.5	0	1

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
11 - OPERE CIVILI		<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>CL</td> <td>VI0000007</td> <td>C</td> <td>79 di 214</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	79 di 214
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	79 di 214									
Relazione di calcolo Pile B.P.														

SLEF2-P2.4	Add	1	1	0	0	0	0.5	1	1
SLEF3-P2.4-gr1	Add	1	1	0	0	0	1	0	1
SLEF1-P3-gr1	Add	1	1	0.864	0.432	0.864	0.5	0	1
SLEF1-P3-gr3	Add	1	1	0.864	0.864	0.432	0.5	0	1
SLEF1-P3-gr4	Add	1	1	0.691	0.6912	0.6912	0.5	0	1
SLEF2-P3	Add	1	1	0	0	0	0.5	1	1
SLEF3-P3-gr1	Add	1	1	0	0	0	1	0	1
QP	Add	1	1				0.5		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:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	80 di 214

12 VERIFICA DEI PULVINI

Nel presente capitolo si riporta la verifica del pulvino tipologico che caratterizza le pile del ponte oggetto di questa relazione.

A scopo di riepilogo si riportano le sollecitazioni sui differenti apparecchi di appoggio disposti sulla struttura.

Riferimento IB0U1BEZZCLVI0000010A fig.124

APPOGGIO FISSO				APPOGGIO UNIDIREZIONALE LONGITUDINALE (PILA)			
COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv	COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv
SLU	3209	2592	791	SLU	3068	-	614
SLE	2230	1769	533	SLE	2133	-	414
PESI PROPRI E PERMANENTI	874	-	-	PESI PROPRI E PERMANENTI	873	-	-
COMB.SISMICA	1202	1673	743	COMB.SISMICA	1182	-	760
APPOGGI SU PILA				APPOGGI SU PILA			
APPOGGIO UNIDIREZIONALE TRASVERSALE (PILA)				APPOGGIO MULTIDIREZIONALE			
COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv	COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv
SLU	2755	2533	-	SLU	2625	-	-
SLE	1917	1728	-	SLE	1828	-	-
PESI PROPRI E PERMANENTI	844	-	-	PESI PROPRI E PERMANENTI	845	-	-
COMB.SISMICA	1126	1648	-	COMB.SISMICA	1110	-	-

Riferimento IB0U1BEZZCLV0000011A fig 88

APPOGGIO FISSO				APPOGGIO UNIDIREZIONALE LONGITUDINALE			
COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv	COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv
SLU	4708	1220	486	SLU	4732	-	432
SLE	3281	839	330	SLE	3297	-	294
PESI PROPRI E PERMANENTI	1600	-	-	PESI PROPRI E PERMANENTI	1621	-	-
COMB.SISMICA	1897	707	421	COMB.SISMICA	1939	-	389
APPOGGI SU PILA				APPOGGI SU PILA			
APPOGGIO UNIDIREZIONALE TRASVERSALE				APPOGGIO MULTIDIREZIONALE			
COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv	COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv
SLU	4065	1183	-	SLU	4096	-	-
SLE	2839	813	-	SLE	2859	-	-
PESI PROPRI E PERMANENTI	1553	-	-	PESI PROPRI E PERMANENTI	1572	-	-
COMB.SISMICA	1842	702	-	COMB.SISMICA	1861	-	-

Fig. 88 Reazioni vincolari massime SLU, SLE ed SLV

Riferimento IB0U1BEZZCLV0000012A fig 88

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 81 di 214

APPOGGIO FISSO				APPOGGIO UNIDIREZIONALE LONGITUDINALE			
COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv	COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv
SLU	3947	939	427	SLU	3978	-	396
SLE	2751	646	290	SLE	2771	-	270
PESI PROPRI E PERMANENTI	1330	-	-	PESI PROPRI E PERMANENTI	1351	-	-
COMB.SISMICA	1611	450	368	COMB.SISMICA	1634	-	306
APPOGGI SU PILA				APPOGGI SU PILA			
APPOGGIO UNIDIREZIONALE TRASVERSALE				APPOGGIO MULTIDIREZIONALE			
COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv	COMBINAZIONI	Rvert	Rlong	Rtrasv
SLU	3409	897	-	SLU	3442	-	-
SLE	2381	617	-	SLE	2403	-	-
PESI PROPRI E PERMANENTI	1291	-	-	PESI PROPRI E PERMANENTI	1310	-	-
COMB.SISMICA	1524	430	-	COMB.SISMICA	1541	-	-

Fig. 88 Reazioni vincolari massime SLU, SLE ed SLV

Data la geometria del pulvino e della pila, si utilizza uno schema statico di tipo tirante-puntone che, a causa della presenza della nicchia centrale per l'alloggiamento dei riscontri sismici, si suddivide in senso trasversale in due meccanismi che consentono il superamento del dislivello generato.

12.1 VERIFICHE IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO

Si riporta nella successiva figura la rappresentazione dello schema di funzionamento.

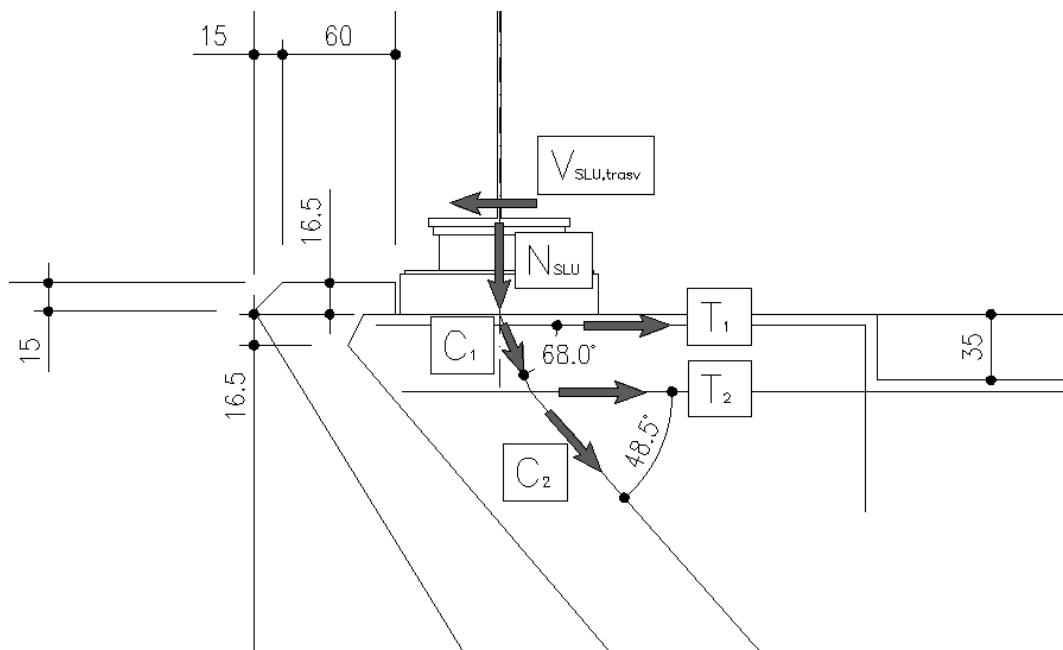


Figura 73 - Meccanismo tirante puntone - direzione trasversale

Il meccanismo tirante puntone che riporta la sollecitazione generata dall'appoggio al piano del pulvino al di sotto della nicchia del ritegno sismico, genera un puntone compresso (C_1 nella **Errore. L'origine riferimento**

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 82 di 214

on è stata trovata.) che ha un angolo di 68.0° rispetto all'orizzontale e un tirante T_1 che è dato dalla somma della forza orizzontale generata dal meccanismo tirante puntone e dal taglio trasmesso dall'appoggio.

Per il calcolo delle forze del meccanismo tirante puntone si utilizzano i valori delle sollecitazioni date dagli involucri dei diversi stati limite agenti sull'appoggio fisso: queste generano le condizioni più gravose per il pulvino. Le forze trasmesse dall'appoggio sono:

$$N_{SLU} = 4708 \text{ kN} \quad V_{SLU,trasv} = 486 \text{ kN} \quad V_{SLU,long} = 1220 \text{ kN}$$

Con calcoli di tipo geometrico si ottiene quindi che:

$$T_1 = T + V_{SLU,trasv} = 4708 * ctg68 + 486 = 2338.16 \text{ kN}$$

L'armatura minima da disporre risulta:

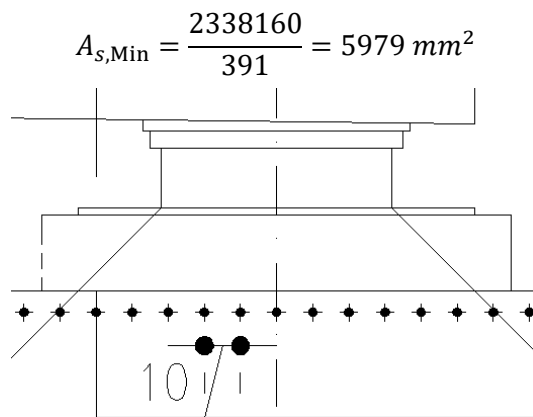


Figura 74 - Armatura trasversale al di sotto del baggiolo

Si dispone un ordine di armatura $\Phi 26/10\text{cm}$: considerando una diffusione a 45 a partire dal diametro dell'appoggio si riescono a coingolgere 12 ferri e pertanto:

$$A_s = 12 * 530.9 = 6371 \text{ mm}^2 > A_{s,Min}$$

Le sollecitazioni in combinazione rara generate sullo stesso appoggio risultano:

$$N_{SLER} = 3281 \text{ kN} \quad V_{SLER,trasv} = 330 \text{ kN} \quad V_{SLER,long} = 839 \text{ kN}$$

Pertanto il tirante teso risulta essere:

$$T_{Rara} = 3281 * ctg68 + 330 = 1436 \text{ kN}$$

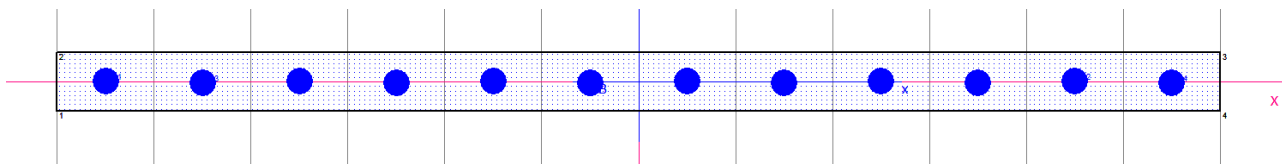
In combinazione rara la tensione sulle barre risulta:

$$\sigma_s = \frac{1655.61 * 1000}{12 * 531} = 259.86 \text{ MPa} < 0.8 f_{yk}$$

Con il programma di calcolo RC-Sec si verifica infine la fessurazione del pulvino. A tal fine si considera una sezione rettangolare armata con l'armatura di verifica del tirante. Alla sezione viene assegnata una trazione corrispondente a quella del tirante allo stato limite di esercizio considerato.

La verifica è eseguita con il programma RC-Sec di cui si riporta l'estratto.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 83 di 214	



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Primolivello_fessurazione

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi X,Y coordinate sezione
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40

Resis. compr. di calcolo f_{cd} : 188.10 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta f_{cd}' : 94.05 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec_2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ec_u : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale E_c : 336428 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione f_{ctm} : 30.99 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):

Sc Limite : 199.20 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura f_{tk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo f_{td} : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068
 Modulo Elastico E_f : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 84 di 214

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale

Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-60.00	-3.40
2	-60.00	3.40
3	60.00	3.40
4	60.00	-3.40

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-55.00	0.10	26
2	45.00	0.10	26
3	-45.00	-0.10	26
4	55.00	-0.10	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	2	4	26
2	3	4	4	26

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nell'origine O del rif. X,Y,O
MX Coppia concentrata in daNm applicata all'asse X del rif. X,Y,O
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

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:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	85 di 214

MY Coppia concentrata in daNm applicata all'asse Y del rif. X,Y,0
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	MX	MY
1	-165561	0	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

Copriferro netto minimo staffe: 1.2 cm

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-173.2	-60.0	3.4	-2599	35.0	-0.1	816	93	0.250	0.195

Il puntone compresso che si sviluppa al di sotto del baggio ha area pari a:

$$A_c = 0.97 * 1.00 = 0.97m^2$$

pertanto si ottiene che:

$$\sigma_{c,SLU} = \frac{C}{970000} = \frac{\left(\frac{N}{\text{sen}68}\right)}{970000} = 5.23 \text{ MPa} < f_{cd}$$

Come riportato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, quando il puntone C₁ giunge alla quota ove è disposta l'armatura che corre al di sotto del piano della nicchia del riscontro sismico, questo subisce

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:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	86 di 214
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.							

una deviazione fino al raggiungimento di un angolo di 48.5° rispetto all'orizzontale. Tale deviazione causa un aumento della forza di trazione del tirante teso T_2 e del puntone compresso C_2 rispetto a quelli del piano superiore (base baggioli). Rimane invece costante la componente verticale della risultante delle forze (pari allo sforzo verticale trasmesso dall'appoggio).

Pertanto si ottiene che:

$$T_{2,SLU} = N * ctg48.5^\circ + V_{SLU,trasv} = 4651 \text{ kN}$$

L'armatura minima da disporre risulta:

$$A_{s,Min} = \frac{4651000}{391} = 11895.2 \text{ mm}^2$$

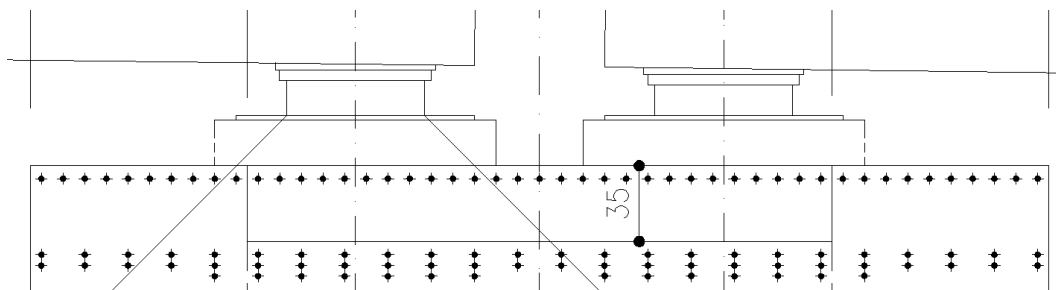


Figura 75 - Armatura trasversale al di sotto del piano della nicchia

Si dispongono tre ordini di armatura con passo 20cm, di cui quello inferiore non è completo ma costituisce un "raddoppio" delle armature poste in corrispondenza dell'ingombro del baggiolo.

Continuando la diffusione a 45° a partire dall'appoggio, si arriva a comprendere 28 barre di armatura $\Phi 26$. Si ottiene quindi che:

$$A_s = 14858 \text{ mm}^2 > A_{s,Min}$$

Il tirante teso in combinazione rara risulta essere:

$$T_{Rara} = 3281 * ctg48.5 + 330 = 3233 \text{ kN}$$

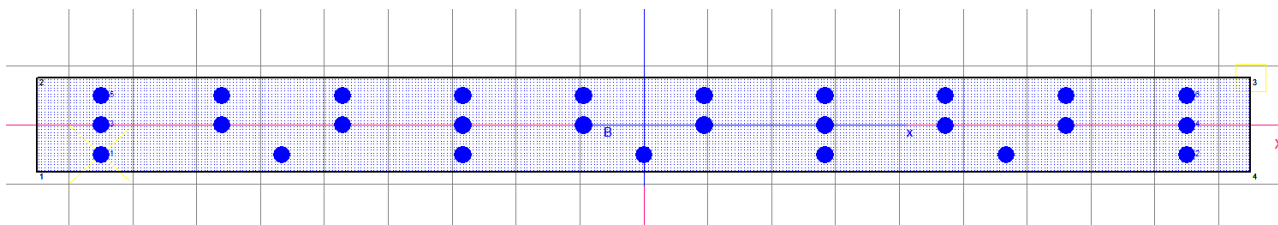
In combinazione rara la tensione sulle barre risulta:

$$\sigma_s = \frac{3233000}{28 * 531} = 217.4 \text{ MPa} < 0.8 f_{yk}$$

Con il programma di calcolo RC-Sec si verifica infine la fessurazione del pulvino. A tal fine si considera una sezione rettangolare armata con l'armatura di verifica del tirante. Alla sezione viene assegnata una trazione corrispondente a quella del tirante allo stato limite di esercizio considerato.

Si riporta l'estratto della verifica.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 87 di 214	



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Secondo livello fessurazione

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40

Resis. compr. di calcolo f_{cd} : 188.10 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta f_{cd}' : 94.05 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec_2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale E_c : 336428 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione f_{ctm} : 30.99 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):

Sc Limite : 199.20 daN/cm²

Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):

Sc Limite : 149.40 daN/cm²

Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 4500.0 daN/cm²

Resist. caratt. rottura f_{tk} : 4500.0 daN/cm²

Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3913.0 daN/cm²

Resist. ultima di calcolo f_{td} : 3913.0 daN/cm²

Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068

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:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	88 di 214

Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-95.00	-8.00
2	-95.00	8.00
3	95.00	8.00
4	95.00	-8.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-85.00	-5.00	26
2	85.00	-5.00	26
3	-85.00	0.05	26
4	85.00	-0.05	26
5	-85.00	5.00	26
6	85.00	5.00	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	1	2	5	26
2	3	4	8	26

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:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
	SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	89 di 214	

3 5 6 8 26

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	-323300	0	0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	-110.0	95.0	8.0	-2708	-85.0	-5.0	3040	93	0.221	0.192

Il puntone compresso che si sviluppa al di sotto del baggiolo ha area pari a:

$$A_c = 1.9 * 0.768 = 1.46m^2$$

pertanto si ottiene che:

$$\sigma_c = \frac{C}{1460000} = \frac{\left(\frac{N}{\sin 48.5}\right)}{1460000} = 4.31 MPa < f_{cd}$$

12.2 VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE

In condizioni sismiche l'appoggio più sollecitato è l'appoggio unidirezionale longitudinale e le relative sollecitazioni massime trasmesse al pulvino risultano:

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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	90 di 214

$$N_{SLV} = 1182 \text{ kN}$$

$$V_{SLV,trasv} = 760 \text{ kN}$$

$$V_{SLV,long} = - \text{kN}$$

In tali condizioni, il meccanismo tirante-puntone che riporta la sollecitazione al piano del pulvino al di sotto della nicchia per il riscontro sismico, risulta essere caratterizzato dalle seguenti forze:

$$T_1 = 1182 * ctg68 + 760 = 1238 \text{ kN}$$

Per il calcolo del punto si assume il maggiore valore di sollecitazione verticale trasmesso dal singolo appoggio al pulvino:

$$C_1 = \frac{1939}{sen68} = 2091 \text{ kN}$$

Tali sollecitazioni risultano essere minori delle sollecitazioni in fase di esercizio e pertanto le verifiche sono automaticamente soddisfatte.

Il meccanismo tirante-puntone che si instaura sotto il piano della nicchia dove viene alloggiato il ritegno sismico risulta essere massimo per un diverso appoggio unidirezionale che risulta avere le seguenti componenti:

$$T_2 = 1939 * ctg48.5 + 389 = 2104 \text{ kN}$$

$$C_2 = \frac{1939}{sen48.5} = 2589 \text{ kN}$$

Tutte le sollecitazioni sono minori delle stesse componenti in condizioni di esercizio per cui l'armatura presente è già stata verificata e pertanto per le condizioni sismiche le verifiche sono automaticamente soddisfatte.

Il pulvino viene inoltre sollecitato dal taglio sismico longitudinale: in questo caso non si instaura un meccanismo tirante puntone "completo" in quanto lo sforzo normale (verticale) viene affidato al comportamento trasversale del pulvino; si realizza dunque solamente un tirante orizzontale avente intensità pari al taglio longitudinale trasmesso dall'appoggio. Il massimo taglio longitudinale si verifica nell'appoggio diverso rispetto a quelli appena considerati: si localizza nell'appoggio fisso della campata laterale.

$$V_{SLV,long} = 1673 \text{ kN}$$

Pertanto:

$$A_{S,Min} = \frac{1673000}{391} = 4279 \text{ mm}^2$$

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 91 di 214

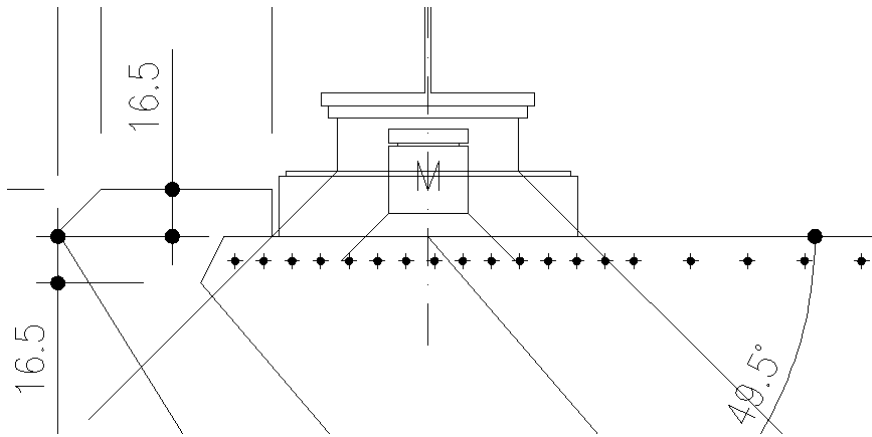


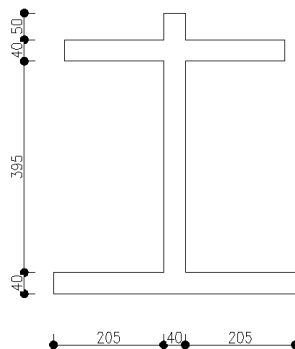
Figura 76 - Disposizione armatura longitudinale

Si dispongono armatura $\Phi 26/10$ al di sotto del baggio e pertanto (assunto una diffusione a 45°) si coinvolgono 12 ferri.

Pertanto:

$$A_S = 12 * 530 = 6360 \text{ mm}^2 > A_{S,Min}$$

L'impalcato in acciaio è dotato di ritegni longitudinali metallici che, andando in contrasto sulla faccia laterale del pulvino, realizzano un fine corsa sismico. La geometria delle piastre che vanno a contatto con il calcestruzzo è la seguente:



Quest'area può essere ripartita attraverso lo spessore della piastre metalliche (aventi spessore totale di 7.5 cm) interposte tra la carpenteria del ritegno e il pulvino in calcestruzzo. L'area attraverso la quale viene trasferita la forza risulta:

$$A = 0.25295 \text{ m}^2$$

Il valore della forza trasmessa al pulvino attraverso il ritegno sismico è pari al massimo taglio longitudinale agente sui dispositivi di appoggio ai diversi stati limite:

$$F_{ritegno} = 2592 \text{ kN}$$

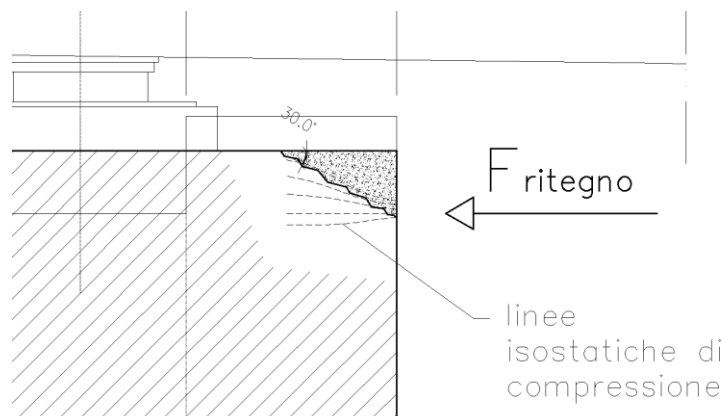
risulta che:

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 92 di 214

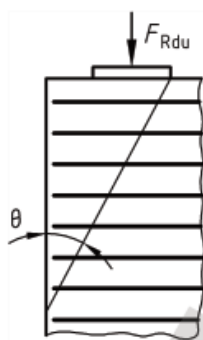
$$\sigma_c = \frac{2592000}{252950} = 10.25 \text{ MPa} < f_{cd}$$

e quindi la verifica è soddisfatta.

La pressione localizzata del ritegno sismico longitudinale si posiziona in prossimità dello spigolo orizzontale che separa la faccia del pulvino e l'estradosso dello stesso generando uno stato di tensione che tende a rompere lo spigolo del pulvino. La rottura avviene infatti lungo lo sviluppo delle linee isostatiche di compressione che si diffondono a partire dall'area di contatto del ritegno sul pulvino.



Si prevede quindi, secondo le indicazioni contenute in UNI EN 1992-2 §app.J, una adeguata quantità di armatura ortogonale alla direzione della forza tale da evitare fenomeni di rottura dello spigolo.

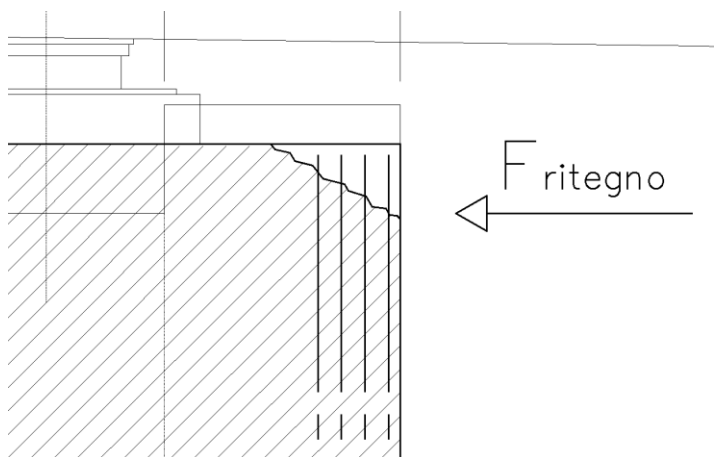


- (105) L'armatura fornita per evitare lo scivolamento del bordo (A_r) dovrebbe essere calcolata in conformità all'espressione $A_r \times f_{yd} \geq F_{Rdu}/2$.

Si prevede quindi di armare lo spigolo con una armatura composta da 12φ10:

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 93 di 214

$$A_{r,min} = \frac{F_{Rdu}}{2 f_{yd}} = 3315 \text{ mm}^2 < 12\phi 10 = 3770 \text{ mm}^2$$



Al fine di garantire un maggior confinamento e impedire la rottura locale del calcestruzzo si dispone lo stesso quantitativo di armatura in entrambe le direzioni ortogonali alla forza esplicitata dal ritegno longitudinale.

12.3 VERIFICHE IN CONDIZIONI DI SOLLEVAMENTO

Per effettuare la manutenzione e/o la sostituzione degli apparecchi di appoggio, l'impalcato deve essere sollevato mediante l'utilizzo di martinetti idraulici. Le procedure di sollevamento vengono eseguite in condizioni di completa assenza di traffico ferroviario (si utilizza la combinazione quasi permanente) posizionando il martinetto (un martinetto per appoggio) sotto alle travi principali dell'impalcato.

Per poter eseguire le verifiche, si assume l'utilizzo di un martinetto di portata massima 2500 kN avente diametro della base di 280 mm posizonato sopra piastre metalliche la cui somma degli spessori è pari a 80 mm.

La massima forza verticale dovuta ai carichi permanenti trasmessa dall'appoggio al pulvino è pari a 1551.13 kN. A favore di sicurezza si incrementa tale forza del 10%; pertanto:

$$F_z = 1.1 * 1621 = 1783 \text{ kN}$$

La forza verticale viene trasmessa al fusto della pila con un meccanismo tirante puntone costituito da un puntone inclinato (sia in pianta che in prospetto) e da un tirante orizzontale direzionato verso il centro geometrico del pulvino.

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 94 di 214

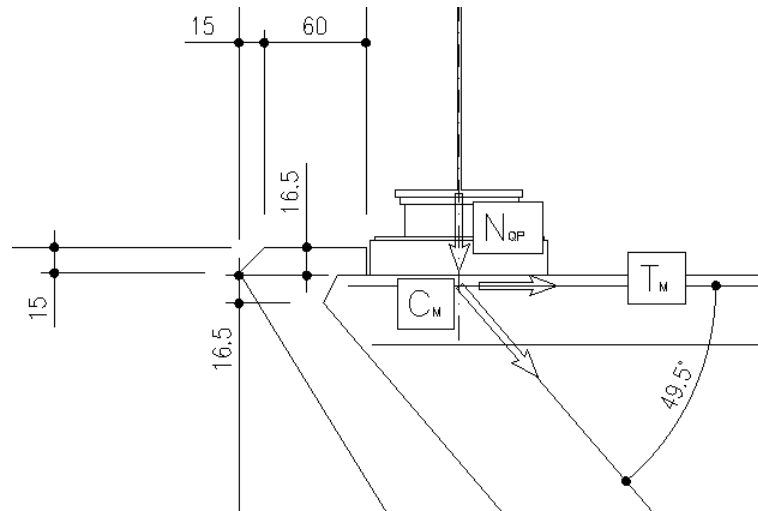


Figura 77 - Meccanismo tirante-puntone in fase di sollevamento

I valori delle forze che si generano sono:

$$T_M = F_Z * \operatorname{ctg}49.5 = 1523 \text{ kN}$$

$$C_M = \frac{F_Z}{\operatorname{sen}49.5} = 2345 \text{ kN}$$

Il tirante orizzontale inclinato verso il centro geometrico del pulvino e della pila, viene scomposto in direzione longitudinale e trasversale rispetto all'impalcato, ossia nelle direzioni in cui viene disposta l'armatura.

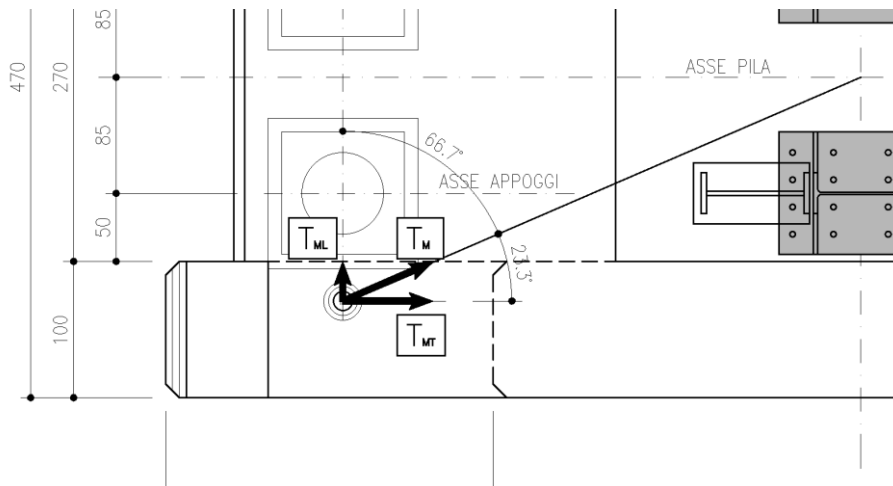


Figura 78 - Scomposizione del tirante dovuto al carico del martinetto

$$T_{MT} = T_M * \operatorname{cos}23.3 = 1399 \text{ kN}$$

Pertanto l'armatura minima richiesta risulta:

$$A_{S,Min} = \frac{1399000}{391} = 3578 \text{ mm}^2$$

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 95 di 214

Si dispone che vengano raddoppiate almeno cinque armature $\Phi 26$ poste al di sotto delle zona dove insiste il martinetto e le piastre di ripartizione in maniera tale che vengano coinvolti nella creazione del tirante almeno $7\Phi 26$.

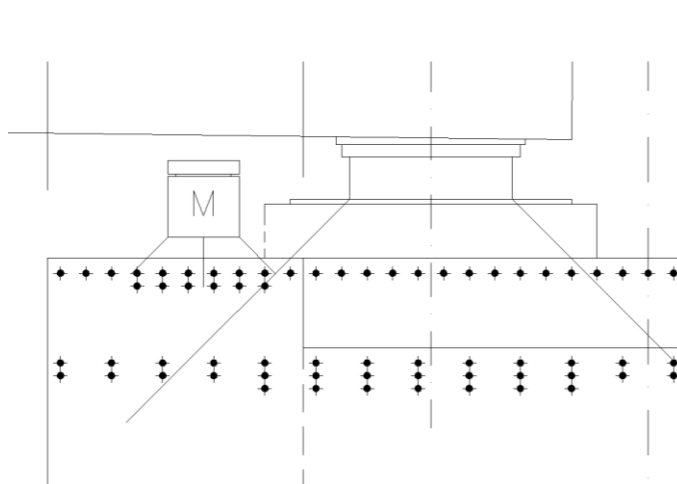


Figura 79 – Disposizione armatura trasversale per zona martinetto

Pertanto:

$$A_S = 7 * 530 = 3710 > A_{S,Min}$$

Come visibile in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, le armature coinvolte nella formazione del tirante teso trasversale T_{MT} non vengono interrotte dalla presenza della nicchia per l'alloggiamento del ritegno sismico e pertanto non è necessario che si instauri un nuovo meccanismo tirante puntone.

Il tirante longitudinale invece risulta:

$$T_{ML} = 1523 * \sin 23.3 = 602.4 \text{ kN}$$

$$A_{S,Min} = 602.4 * \frac{1000}{391} = 1541 \text{ mm}^2$$

come si può vedere in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, l'armatura minima coinvolta è di almeno $6 \Phi 26$. Pertanto:

$$A_S = 6 * 530 = 3180 \text{ mm}^2 > A_{S,Min}$$

Il braccio tra le forze interne del meccanismo in oggetto risulta:

$$d = 3.47 \text{ m}$$

e pertanto si considera un'altezza del puntone compresso pari a $0.2d$ e larghezza pari al diametro del martinetto diffuso fino al primo strato di armature attraverso il calcestruzzo e le piastre di ripartizione.

Pertanto:

$$h = 0.2 * d = 0.694 \text{ m}$$

$$b = 0.28 + 2 * (0.08 + 0.05) = 0.54 \text{ m}$$

Pertanto:

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 96 di 214

$$\sigma_c = \frac{C}{bh} = \frac{2345000}{540 * 694} = 6.26 \text{ MPa} < f_{cd}$$

e soddisfa la verifica.

Si verifica il punzonamento al di sotto delle piastre di ripartizione del martinetto: il calcolo viene eseguito con un foglio di calcolo opportunamente redatto.

Pilastro n°	VEd [kN]	Altezza d [cm]	u0 (cm)	vEd (MPa)	v	vRd,max (MPa)	Sd/Rd	Peri. u1 [cm]	A = u1 d [cm²]	Asl,y [cm²]	Asl,z [cm²]	pl	k	VRd,c,min [kN]	VRd,c [kN]	Sd/Rd
Sotto martinetto	1783.00	56.0	156.00	2.04	0.61	5.71	0.36	859.72	48144.23	10.62	5.31	0.0134	1.60	1960.60	3271.13	0.55

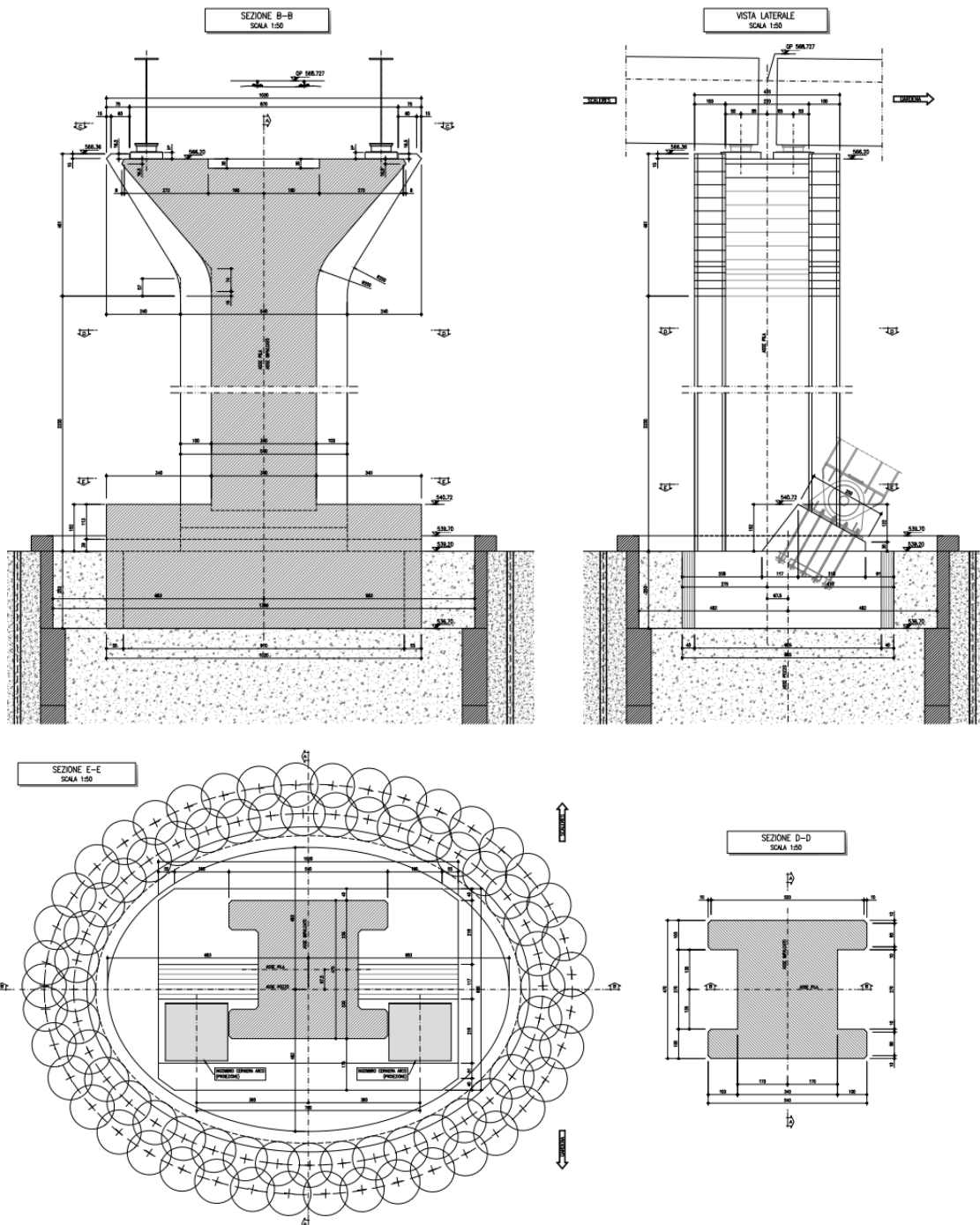
La verifica è quindi soddisfatta.

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	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
11 - OPERE CIVILI	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	97 di 214		
Relazione di calcolo Pile B.P.								

13 PILE BINARIO PARI

Le pile che sostengono l'impalcato ferroviario per i l binario pari sono 3. Esse si differenziano solo dal punto di vista delle sollecitazioni e dell'altezza, in quanto geometricamente presentano le stesse caratteristiche.

Di seguito si riporta la carpenteria descrittiva della pila tipica.



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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	98 di 214

Nello specifico la pila tipica presenta una sezione a doppio T, in cui le ali superiori sono caratterizzate da una larghezza pari a 540cm e uno spessore di 100cm; l'anima invece ha altezza pari a 270cm e spessore di 340cm. L'armatura che caratterizza ciascuna delle pile viene dichiarata di seguito, nel capitolo in cui si riporta la verifica strutturale.


13.1 SOLLECITAZIONI DELLA SEZIONE DI INCASTRO DELLA PILA 1

Le azioni combinate di verifica vengono riassunte di seguito.

		PILA 1				
		Axial [kN]	Moment-x [kNm]	Moment-y [kNm]	Shear-y [kN]	Shear-x [kN]
ENV-SLU-P1.3(max)	Axial	19293.28	26325.76	-46292.73	965.75	-1726.32
ENV-SLU-P1.3(max)	Shear-y	27370.99	41692.7	1995.34	1597.12	69
ENV-SLU-P1.3(max)	Shear-z	19806.13	-18372.7	48338.1	-838.12	1726.32
ENV-SLU-P1.3(max)	Torsion	19551.79	-37057.45	-1380.27	-1553.61	-69
ENV-SLU-P1.3(max)	Moment-y	19806.13	-20534.62	48338.1	-911.46	1726.32
ENV-SLU-P1.3(max)	Moment-z	27370.99	41692.7	1995.34	1597.12	69
ENV-SLV-Pile(max)	Axial	18996.78	12624.76	10226.12	500.2	586.22
ENV-SLV-Pile(max)	Shear-y	19770.58	42053.2	18944.29	1688.09	855.69
ENV-SLV-Pile(max)	Shear-z	19446.19	13038.23	65558.72	514.22	2822.77
ENV-SLV-Pile(max)	Torsion	19586.08	40763.74	15066.08	1644.33	717.69
ENV-SLV-Pile(max)	Moment-y	19446.19	12754.23	65558.72	504.59	2822.77
ENV-SLV-Pile(max)	Moment-z	19770.58	42053.2	18944.29	1688.09	855.69
ENV-SLU-P1.3(min)	Axial	32819.2	-23540.84	42753.29	-954.34	1726.32
ENV-SLU-P1.3(min)	Shear-y	23895.21	-39463.29	-5411.5	-1587.94	-69
ENV-SLU-P1.3(min)	Shear-z	32306.35	21157.62	-51877.53	849.54	-1726.32
ENV-SLU-P1.3(min)	Torsion	31714.41	39286.86	-2035.9	1562.79	69
ENV-SLU-P1.3(min)	Moment-y	32306.35	23319.55	-51877.53	922.87	-1726.32
ENV-SLU-P1.3(min)	Moment-z	23895.21	-39463.29	-5411.5	-1587.94	-69
ENV-SLV-Pile(min)	Axial	21856.38	-12253.63	-12684.4	-498.52	-586.23
ENV-SLV-Pile(min)	Shear-y	21082.58	-41682.07	-21402.58	-1686.41	-855.69
ENV-SLV-Pile(min)	Shear-z	21406.97	-12667.1	-68017.01	-512.54	-2822.77
ENV-SLV-Pile(min)	Torsion	21267.08	-40392.61	-17524.37	-1642.65	-717.69
ENV-SLV-Pile(min)	Moment-y	21406.97	-12383.11	-68017.01	-502.91	-2822.77
ENV-SLV-Pile(min)	Moment-z	21082.58	-41682.07	-21402.58	-1686.41	-855.69

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 99 di 214

ENV-SLER-P1.3(max)	Axial	19541.31	17617.61	-32887.21	644.48	-1211.98
ENV-SLER-P1.3(max)	Shear-y	19834.19	28247.6	2280.9	1068.99	69
ENV-SLER-P1.3(max)	Shear-z	19929.86	-12130.8	33560.02	-556.39	1211.98
ENV-SLER-P1.3(max)	Torsion	19636.98	-24251.77	-1608.09	-1031.48	-69
ENV-SLER-P1.3(max)	Moment-y	19929.86	-13621.78	33560.02	-606.97	1211.98
ENV-SLER-P1.3(max)	Moment-z	19834.19	28247.6	2280.9	1068.99	69
ENV-SLEF-P1.3(max)	Axial	19649.42	1527.6	-26931	12.6	-983.39
ENV-SLEF-P1.3(max)	Shear-y	20240.9	26240.6	750.44	1049.92	69
ENV-SLEF-P1.3(max)	Shear-z	19986.98	2863.11	26993.79	57.91	983.39
ENV-SLEF-P1.3(max)	Torsion	20056.42	-26234.34	-3127.76	-1049.71	-69
ENV-SLEF-P1.3(max)	Moment-y	19986.98	1670.32	26993.79	17.45	983.39
ENV-SLEF-P1.3(max)	Moment-z	20240.9	26240.6	750.44	1049.92	69
QP(min)	Axial	20240.9	64.19	750.44	2.18	69
QP(min)	Shear-y	20056.42	-57.93	-3127.76	-1.97	-69
QP(min)	Shear-z	20056.42	-57.93	-3127.76	-1.97	-69
QP(min)	Torsion	20240.9	64.19	750.44	2.18	69
QP(min)	Moment-y	20056.42	-57.93	-3127.76	-1.97	-69
QP(min)	Moment-z	20056.42	-57.93	-3127.76	-1.97	-69
ENV-SLER-P1.3(min)	Axial	23674.2	-15695.79	30084.82	-636.57	1211.98
ENV-SLER-P1.3(min)	Shear-y	23381.31	-26325.77	-5083.29	-1061.07	-69
ENV-SLER-P1.3(min)	Shear-z	23285.64	14052.63	-36362.41	564.3	-1211.98
ENV-SLER-P1.3(min)	Torsion	23578.52	26173.59	-1194.3	1039.39	69
ENV-SLER-P1.3(min)	Moment-y	23285.64	15543.61	-36362.41	614.88	-1211.98
ENV-SLER-P1.3(min)	Moment-z	23381.31	-26325.77	-5083.29	-1061.07	-69
ENV-SLEF-P1.3(min)	Axial	22982.44	11.12	24213.63	-6.23	983.39
ENV-SLEF-P1.3(min)	Shear-y	20056.42	-26234.34	-3127.76	-1049.71	-69
ENV-SLEF-P1.3(min)	Shear-z	22644.89	-1324.39	-29711.17	-51.54	-983.39
ENV-SLEF-P1.3(min)	Torsion	20240.9	26240.6	750.44	1049.92	69
ENV-SLEF-P1.3(min)	Moment-y	22644.89	-131.61	-29711.17	-11.08	-983.39
ENV-SLEF-P1.3(min)	Moment-z	20056.42	-26234.34	-3127.76	-1049.71	-69

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	100 di 214

13.2 SOLLECITAZIONI DELLA SEZIONE DI INCASTRO DELLA PILA 2

Le azioni combinate di verifica vengono riassunte di seguito.

		PILA 2				
		Axial [kN]	Moment-z [kNm]	Moment-y [kNm]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]
ENV-SLU-P2(max)	Axial	16705.58	38033.85	-72835.98	1409.81	-2871.02
ENV-SLU-P2(max)	Shear-y	24195.67	59909.16	3655.62	2287.3	68
ENV-SLU-P2(max)	Shear-z	17639.28	38656.85	81086.01	1431.66	3007.02
ENV-SLU-P2(max)	Torsion	24195.67	59909.16	3655.62	2287.3	68
ENV-SLU-P2(max)	Moment-y	17639.28	37019.4	81086.01	1374.08	3007.02
ENV-SLU-P2(max)	Moment-z	24195.67	59909.16	3655.62	2287.3	68
ENV-SLV-Pile(max)	Axial	17014.25	19893.85	16417.08	793.44	743.33
ENV-SLV-Pile(max)	Shear-y	17758.7	65853.25	30240.14	2649.28	1233.7
ENV-SLV-Pile(max)	Shear-z	17569.01	20096.53	88369.94	800.57	3630.74
ENV-SLV-Pile(max)	Torsion	17738.52	65485.48	25327.6	2636.27	1046.02
ENV-SLV-Pile(max)	Moment-y	17569.01	19887.41	88369.94	793.21	3630.74
ENV-SLV-Pile(max)	Moment-z	17758.7	65853.25	30240.14	2649.28	1233.7
ENV-SLU-P2(min)	Axial	29732.35	-34720.78	72754.05	-1371.44	2871.02
ENV-SLU-P2(min)	Shear-y	21546.81	-57255.45	-3733.72	-2256.49	-68
ENV-SLU-P2(min)	Shear-z	28798.65	-35343.78	-81167.94	-1393.29	-3007.02
ENV-SLU-P2(min)	Torsion	21546.81	-57255.45	-3733.72	-2256.49	-68
ENV-SLU-P2(min)	Moment-y	28798.65	-33706.32	-81167.94	-1335.71	-3007.02
ENV-SLU-P2(min)	Moment-z	21546.81	-57255.45	-3733.72	-2256.49	-68
ENV-SLV-Pile(min)	Axial	19672.81	-19458.97	-16470.25	-788.12	-743.33
ENV-SLV-Pile(min)	Shear-y	18928.36	-65418.38	-30293.31	-2643.97	-1233.7
ENV-SLV-Pile(min)	Shear-z	19118.05	-19661.66	-88423.11	-795.25	-3630.74
ENV-SLV-Pile(min)	Torsion	18948.54	-65050.6	-25380.77	-2630.96	-1046.02
ENV-SLV-Pile(min)	Moment-y	19118.05	-19452.53	-88423.11	-787.9	-3630.74
ENV-SLV-Pile(min)	Moment-z	18928.36	-65418.38	-30293.31	-2643.97	-1233.7

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	101 di 214

		Axial [kN]	Moment-z [kNm]	Moment-y [kNm]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]
QP(max)	Axial	18053.67	-130.13	1828.96	-4.58	68
QP(max)	Shear-y	18182.97	143.96	1830.84	5.07	68
QP(max)	Shear-z	18182.97	143.96	1830.84	5.07	68
QP(max)	Torsion	18182.97	143.96	1830.84	5.07	68
QP(max)	Moment-y	18182.97	143.96	1830.84	5.07	68
QP(max)	Moment-z	18182.97	143.96	1830.84	5.07	68
ENV-SLER-P2(max)	Axial	17146.69	25453.3	-49663.77	941.71	-1958.91
ENV-SLER-P2(max)	Shear-y	17543.56	40479.03	3413.87	1533	68
ENV-SLER-P2(max)	Shear-z	17785.27	25871.61	56489.25	956.38	2094.91
ENV-SLER-P2(max)	Torsion	17543.56	40479.03	3413.87	1533	68
ENV-SLER-P2(max)	Moment-y	17785.27	24742.33	56489.25	916.66	2094.91
ENV-SLER-P2(max)	Moment-z	17543.56	40479.03	3413.87	1533	68
ENV-SLEF-P2(max)	Axial	17338.43	2152.06	-39365.07	37.45	-1553.53
ENV-SLEF-P2(max)	Shear-y	18182.97	38074.12	1830.84	1496.27	68
ENV-SLEF-P2(max)	Shear-z	17854.47	2497.67	45557.41	49.57	1689.53
ENV-SLEF-P2(max)	Torsion	18182.97	38074.12	1830.84	1496.27	68
ENV-SLEF-P2(max)	Moment-y	17854.47	1594.25	45557.41	17.8	1689.53
ENV-SLEF-P2(max)	Moment-z	18182.97	38074.12	1830.84	1496.27	68
QP(min)	Axial	18189.3	143.96	-1879.68	5.07	-68
QP(min)	Shear-y	18060	-130.13	-1881.56	-4.58	-68
QP(min)	Shear-z	18060	-130.13	-1881.56	-4.58	-68
QP(min)	Torsion	18060	-130.13	-1881.56	-4.58	-68
QP(min)	Moment-y	18060	-130.13	-1881.56	-4.58	-68
QP(min)	Moment-z	18060	-130.13	-1881.56	-4.58	-68
ENV-SLER-P2(min)	Axial	21494.4	-23165.8	49599.85	-915.15	1958.91
ENV-SLER-P2(min)	Shear-y	21097.53	-38191.53	-3477.79	-1506.45	-68
ENV-SLER-P2(min)	Shear-z	20855.82	-23584.11	-56553.17	-929.82	-2094.91
ENV-SLER-P2(min)	Torsion	21097.53	-38191.53	-3477.79	-1506.45	-68
ENV-SLER-P2(min)	Moment-y	20855.82	-22454.83	-56553.17	-890.11	-2094.91
ENV-SLER-P2(min)	Moment-z	21097.53	-38191.53	-3477.79	-1506.45	-68
ENV-SLEF-P2(min)	Axial	20823.03	-319.3	39303.79	-16.11	1553.53
ENV-SLEF-P2(min)	Shear-y	18060	-38060.29	-1881.56	-1495.78	-68
ENV-SLEF-P2(min)	Shear-z	20307	-664.91	-45618.7	-28.23	-1689.53
ENV-SLEF-P2(min)	Torsion	18060	-38060.29	-1881.56	-1495.78	-68
ENV-SLEF-P2(min)	Moment-y	20307	238.51	-45618.7	3.54	-1689.53
ENV-SLEF-P2(min)	Moment-z	18060	-38060.29	-1881.56	-1495.78	-68

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	102 di 214

13.3 SOLLECITAZIONI DELLA SEZIONE DI INCASTRO DELLA PILA P3

Le azioni combinate di verifica vengono riassunte di seguito.

		PILA 3				
		Axial [kN]	Moment-z [kNm]	Moment-y [kNm]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]
ENV-SLU-P1.3(max)	Axial	17441.24	24026.01	-68988.43	938.44	-2855.87
ENV-SLU-P1.3(max)	Shear-y	25105.82	38015.54	389.99	1549.58	-102
ENV-SLU-P1.3(max)	Shear-z	25231.7	-18484.97	80849.01	-873.7	3059.87
ENV-SLU-P1.3(max)	Torsion	25105.82	38015.54	389.99	1549.58	-102
ENV-SLU-P1.3(max)	Moment-y	25114.61	24027.19	80948.29	938.48	3059.87
ENV-SLU-P1.3(max)	Moment-z	25105.82	38015.54	389.99	1549.58	-102
ENV-SLV-Pile(max)	Axial	17539.17	10382.33	19496.75	448.66	840.66
ENV-SLV-Pile(max)	Shear-y	18215.98	34590.5	22733.34	1515.85	925.52
ENV-SLV-Pile(max)	Shear-z	17864.35	10529.84	93038.27	454.03	3815.91
ENV-SLV-Pile(max)	Torsion	18215.98	34256.45	22733.34	1503.65	925.52
ENV-SLV-Pile(max)	Moment-y	17799.3	10384.71	93093.42	448.76	3815.91
ENV-SLV-Pile(max)	Moment-z	18215.98	34590.5	22733.34	1515.85	925.52
ENV-SLU-P1.3(min)	Axial	30404.98	-21370.8	71080.23	-929.02	2855.87
ENV-SLU-P1.3(min)	Shear-y	21967.11	-35889.78	1656.46	-1541.99	102
ENV-SLU-P1.3(min)	Shear-z	22614.52	21140.19	-78757.22	883.12	-3059.87
ENV-SLU-P1.3(min)	Torsion	21967.11	-35889.78	1656.46	-1541.99	102
ENV-SLU-P1.3(min)	Moment-y	22731.61	-21371.98	-78856.49	-929.07	-3059.87
ENV-SLU-P1.3(min)	Moment-z	21967.11	-35889.78	1656.46	-1541.99	102
ENV-SLV-Pile(min)	Axial	19999.93	-10027.84	-17949.56	-447.22	-840.66
ENV-SLV-Pile(min)	Shear-y	19323.12	-34236.01	-21186.15	-1514.41	-925.52
ENV-SLV-Pile(min)	Shear-z	19674.75	-10175.34	-91491.09	-452.59	-3815.91
ENV-SLV-Pile(min)	Torsion	19323.12	-33901.96	-21186.15	-1502.2	-925.52
ENV-SLV-Pile(min)	Moment-y	19739.81	-10030.22	-91546.24	-447.32	-3815.91
ENV-SLV-Pile(min)	Moment-z	19323.12	-34236.01	-21186.15	-1514.41	-925.52

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	103 di 214

		Axial [kN]	Moment-z [kNm]	Moment-y [kNm]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]
QP(max)	Axial	18424.29	-64.57	3377.9	-2.34	102
QP(max)	Shear-y	18606.91	71.3	-1860.51	2.59	-102
QP(max)	Shear-z	18489.34	71.3	3322.75	2.59	102
QP(max)	Torsion	18606.91	71.3	-1860.51	2.59	-102
QP(max)	Moment-y	18424.29	-64.57	3377.9	-2.34	102
QP(max)	Moment-z	18606.91	71.3	-1860.51	2.59	-102
ENV-SLER-P1.3(max)	Axial	17757.76	16081.25	-46539.61	626.38	-1937.91
ENV-SLER-P1.3(max)	Shear-y	18203.32	25773.79	-206.61	1038.01	-102
ENV-SLER-P1.3(max)	Shear-z	18335.67	-12258.57	56559.09	-581.69	2141.91
ENV-SLER-P1.3(max)	Torsion	18203.32	25773.79	-206.61	1038.01	-102
ENV-SLER-P1.3(max)	Moment-y	18257.61	16081.25	56625.27	626.38	2141.91
ENV-SLER-P1.3(max)	Moment-z	18203.32	25773.79	-206.61	1038.01	-102
ENV-SLEF-P1.3(max)	Axial	17896.27	1442.37	-36560.52	14.72	-1529.93
ENV-SLEF-P1.3(max)	Shear-y	18606.91	23864.19	-1860.51	1015.73	-102
ENV-SLEF-P1.3(max)	Shear-z	18361.2	1617.12	45916.23	21.08	1733.93
ENV-SLEF-P1.3(max)	Torsion	18606.91	23864.19	-1860.51	1015.73	-102
ENV-SLEF-P1.3(max)	Moment-y	18296.15	1442.37	45971.39	14.72	1733.93
ENV-SLEF-P1.3(max)	Moment-z	18606.91	23864.19	-1860.51	1015.73	-102
QP(min)	Axial	18606.91	71.3	-1860.51	2.59	-102
QP(min)	Shear-y	18424.29	-64.57	3377.9	-2.34	102
QP(min)	Shear-z	18541.86	-64.57	-1805.35	-2.34	-102
QP(min)	Torsion	18424.29	-64.57	3377.9	-2.34	102
QP(min)	Moment-y	18606.91	71.3	-1860.51	2.59	-102
QP(min)	Moment-z	18424.29	-64.57	3377.9	-2.34	102
ENV-SLER-P1.3(min)	Axial	21939.94	-14248.79	48213.4	-619.84	1937.91
ENV-SLER-P1.3(min)	Shear-y	21494.38	-23941.33	1880.4	-1031.47	102
ENV-SLER-P1.3(min)	Shear-z	21362.03	14091.03	-54885.3	588.23	-2141.91
ENV-SLER-P1.3(min)	Torsion	21494.38	-23941.33	1880.4	-1031.47	102
ENV-SLER-P1.3(min)	Moment-y	21440.09	-14248.79	-54951.48	-619.84	-2141.91
ENV-SLER-P1.3(min)	Moment-z	21494.38	-23941.33	1880.4	-1031.47	102
ENV-SLEF-P1.3(min)	Axial	21268.13	24.94	38203.03	-9.44	1529.93
ENV-SLEF-P1.3(min)	Shear-y	18424.29	-23857.45	3377.9	-1015.48	102
ENV-SLEF-P1.3(min)	Shear-z	20803.2	-149.8	-44273.72	-15.8	-1733.93
ENV-SLEF-P1.3(min)	Torsion	18424.29	-23857.45	3377.9	-1015.48	102
ENV-SLEF-P1.3(min)	Moment-y	20868.25	24.94	-44328.88	-9.44	-1733.93
ENV-SLEF-P1.3(min)	Moment-z	18424.29	-23857.45	3377.9	-1015.48	102

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 104 di 214

13.4 VERIFICHE DELLE PILE

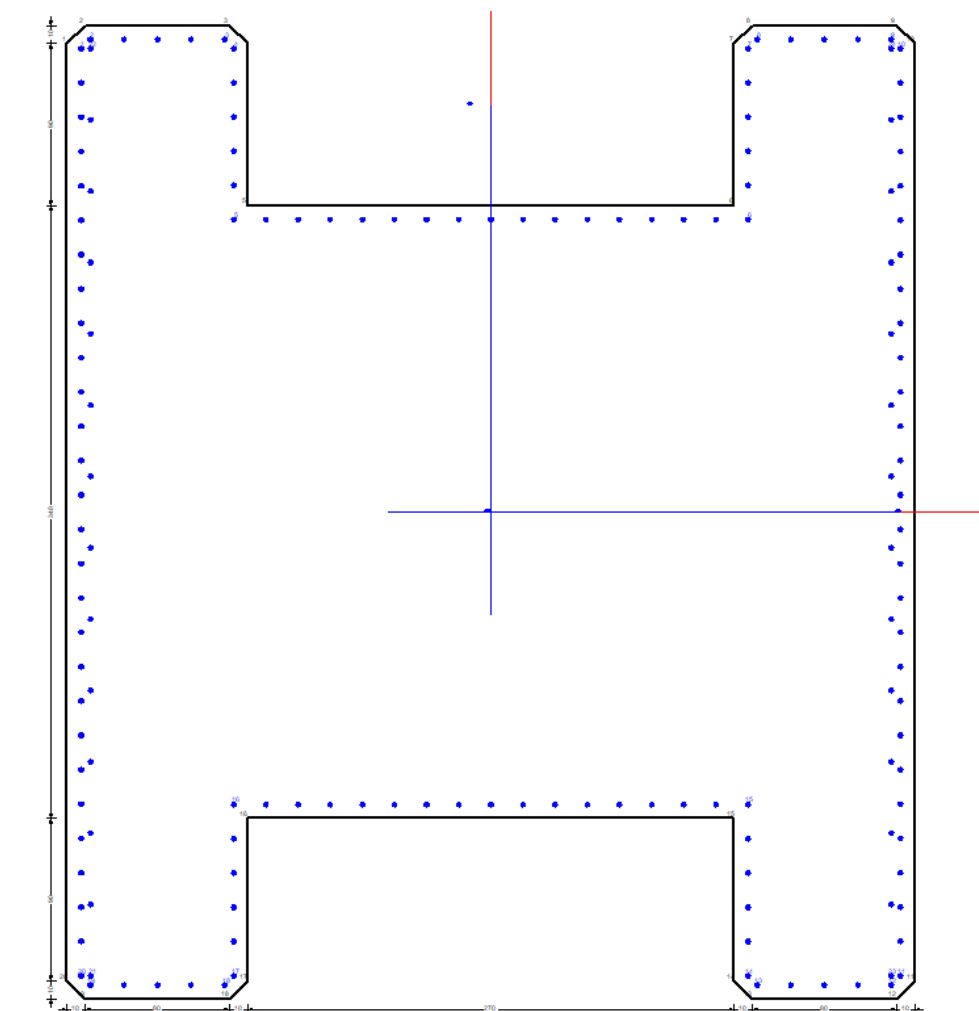
Di seguito si riportano le verifiche per ciascuna delle pile su cui scarica l'impalcato ferroviario.

13.4.1 Pila P1

La pila P1 è armata con uno strato di base di $\Phi 26/20\text{cm}$ perimetrali, ottenendo un totale di $130\Phi 26$. Per avere il quantitativo minimo di armatura però viene aggiunto un secondo strato di $\Phi 26/40\text{cm}$ sulle pareti trasversali, per un totale di $130+14 \times 2=158\Phi 26$.

Il copriferro minimo assunto è pari a 5.2cm ; il copriferro di calcolo è pari a $c=52+12+13=77\text{mm}$.

La verifica viene riportata di seguito.



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					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 - OPERE CIVILI		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	105 di 214

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez.Spicco-Pila 1-BP.secEC

Section description:

Section type: Beam
Reference code: EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class: XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Stress path: Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -

Class:	C32/40
Design compressive strength fcd:	18.1 MPa
Shear reduced compressive strenght v1*fcd:	9.1 MPa (6.9)EC2
Coeff Crd,c:	0.1200 (§ 6.2.2(1) EC2
Coeff K1:	0.1500 (§ 6.2.2(1) EC2
Coeff v min:	0.0091 Mpa(§ 6.2.2(1) EC2
Strain at max strength ec2:	0.0020
Ultimate strain ecu:	0.0035
Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rettangle
Mean Elastic Modulus Ecm:	33345.8 MPa
Mean tensile strength fctm:	3.0 MPa
Es/Ec in SLS combination:	15.00
Stress limit in SLS Characteristic comb.:	19.2 kN/cm ²
Stress limit in SLS Frequent comb.:	192.0 daN/cm ²
Crack width limit in SLS Frequent comb.:	0.300 mm
Stress limit in SLS Quasi-perm. comb.:	14.40 Mpa
Crack width limit in SLS Quasi-perm. comb.:	0.200 mm

STEEL -

Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C
Characteristic yield stress fyk:	450.00 MPa
Tensile strength ftk:	450.0 MPa
Design yield stress fyd:	391.3 MPa
Design strength ftd:	391.3 MPa
Design ultimate strain esu:	0.068
Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
SLS Charact. - Ss Limit:	360.00 MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
Concrete Class: C32/40

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-235.0	260.0
2	-225.0	270.0
3	-145.0	270.0
4	-135.0	260.0
5	-135.0	170.0
6	135.0	170.0
7	135.0	260.0
8	145.0	270.0
9	225.0	270.0
10	235.0	260.0
11	235.0	-260.0
12	225.0	-270.0

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 106 di 214	

13	145.0	-270.0
14	135.0	-260.0
15	135.0	-170.0
16	-135.0	-170.0
17	-135.0	-260.0
18	-145.0	-270.0
19	-225.0	-270.0
20	-235.0	-260.0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-227.3	257.2	26
2	-222.2	262.3	26
3	-147.8	262.3	26
4	-142.7	257.2	26
5	-142.7	162.3	26
6	142.7	162.3	26
7	142.7	257.2	26
8	147.8	262.3	26
9	222.2	262.3	26
10	227.3	257.2	26
11	227.3	-257.2	26
12	222.2	-262.3	26
13	147.8	-262.3	26
14	142.7	-257.2	26
15	142.7	-162.3	26
16	-142.7	-162.3	26
17	-142.7	-257.2	26
18	-147.8	-262.3	26
19	-222.2	-262.3	26
20	-227.3	-257.2	26
21	-222.1	-257.2	26
22	-222.1	257.2	26
23	222.1	-257.2	26
24	222.1	257.2	26

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen. Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	20	26	26
2	10	11	26	26
3	5	6	15	26
4	16	15	15	26
5	4	5	4	26
6	6	7	4	26
7	14	15	4	26
8	16	17	4	26
9	2	3	3	26
10	8	9	3	26

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 107 di 214	

11	12	13	3	26
12	18	19	3	26
13	21	22	12	26
14	23	24	12	26

ULTIMATE LIMIT STATE - ASSIGNED DESIGN FORCES FOR EACH COMBINATION

N d	Design axial force [kN] applied at centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx d	Design bending force [kNm] around x principal axis of inertia
My d	Design bending force [kNm] around y principal axis of inertia
Vy d	Design shear component [kN] parallel to y principal axis of inertia
Vx d	Design shear component [kN] parallel to x principal axis of inertia

Comb.	N d	Mx d	My d	Vy d	Vx d
1	19293.28	26325.76	-46292.73	965.75	-1726.32
2	27370.99	41692.70	1995.34	1597.12	69.00
3	19806.13	-18372.70	48338.10	-838.12	1726.32
4	19551.79	-37057.45	-1380.27	-1553.61	-69.00
5	19806.13	-20534.62	48338.10	-911.46	1726.32
6	27370.99	41692.70	1995.34	1597.12	69.00
7	18996.78	12624.76	10226.12	500.20	586.22
8	19770.58	42053.20	18944.29	1688.09	855.69
9	19446.19	13038.23	65558.72	514.22	2822.77
10	19586.08	40763.74	15066.08	1644.33	717.69
11	19446.19	12754.23	65558.72	504.59	2822.77
12	19770.58	42053.20	18944.29	1688.09	855.69
13	32819.20	-23540.84	42753.29	-954.34	1726.32
14	23895.21	-39463.29	-5411.50	-1587.94	-69.00
15	32306.35	21157.62	-51877.53	849.54	-1726.32
16	31714.41	39286.86	-2035.90	1562.79	69.00
17	32306.35	23319.55	-51877.53	922.87	-1726.32
18	23895.21	-39463.29	-5411.50	-1587.94	-69.00
19	21856.38	-12253.63	-12684.40	-498.52	-586.23
20	21082.58	-41682.07	-21402.58	-1686.41	-855.69
21	21406.97	-12667.10	-68017.01	-512.54	-2822.77
22	21267.08	-40392.61	-17524.37	-1642.65	-717.69
23	21406.97	-12383.11	-68017.01	-502.91	-2822.77
24	21082.58	-41682.07	-21402.58	-1686.41	-855.69

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx	Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My	Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	19541.31	17617.61	-32887.21
2	19834.19	28247.60	2280.90
3	19929.86	-12130.80	33560.02
4	19636.98	-24251.77	-1608.09
5	19929.86	-13621.78	33560.02
6	19834.19	28247.60	2280.90
7	23674.20	-15695.79	30084.82
8	23381.31	-26325.77	-5083.29

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 108 di 214	

9	23285.64	14052.63	-36362.41
10	23578.52	26173.59	-1194.30
11	23285.64	15543.61	-36362.41
12	23381.31	-26325.77	-5083.29

SERVICEABILITY LIMIT STATES - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	19649.42	1527.60 (9251.58)	-26931.00 (-163101.75)
2	20240.90	26240.60 (88500.86)	750.44 (2530.99)
3	19986.98	2863.11 (15044.65)	26993.79 (141843.02)
4	20056.42-26234.34	(-78019.35)	-3127.76 (-9301.77)
5	19986.98	1670.32 (10183.74)	26993.79 (164577.86)
6	20240.90	26240.60 (88500.86)	750.44 (2530.99)
7	22982.44	11.12 (313.21)	24213.63 (682018.88)
8	20056.42-26234.34	(-78019.35)	-3127.76 (-9301.77)
9	22644.89	-1324.39 (-8323.05)	-29711.17 (-186718.18)
10	20240.90	26240.60 (88500.86)	750.44 (2530.99)
11	22644.89	-131.61 (-990.78)	-29711.17 (-223671.18)
12	20056.42-26234.34	(-78019.35)	-3127.76 (-9301.77)

SERVICEABILITY LIMIT STATES - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	20056.42	-57.93 (0.00)	-3127.76 (0.00)
2	20240.90	64.19 (0.00)	750.44 (0.00)
3	20240.90	64.19 (0.00)	750.44 (0.00)
4	20056.42	-57.93 (0.00)	-3127.76 (0.00)
5	20240.90	64.19 (0.00)	750.44 (0.00)
6	20240.90	64.19 (0.00)	750.44 (0.00)
7	20240.90	64.19 (0.00)	750.44 (0.00)
8	20056.42	-57.93 (0.00)	-3127.76 (0.00)
9	20056.42	-57.93 (0.00)	-3127.76 (0.00)
10	20240.90	64.19 (0.00)	750.44 (0.00)
11	20056.42	-57.93 (0.00)	-3127.76 (0.00)
12	20056.42	-57.93 (0.00)	-3127.76 (0.00)

CHECKS RESULTS

Checks OK for all assigned combinations

Min edge cover of longitudinal bars:	6.1	cm
Min distance between longitudinal bars:	2.5	cm
Min edge cover of stirrups:	4.1	cm

ULTIMATE LIMIT STATES - N-MX-MY CAPACITY CHECKS

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 109 di 214	

Check	Result of check
N	Design axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx	Design bending moment [kNm] around x axis principal of inerzia
My	Design bending moment [kNm] around y axis principal of inerzia
N ult	Axial force capacity [kN] (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis principal of inertia
My ult	Bending moment capacity [kNm] around y axis principal of inertia
S.F.	Safety Factor = vectorial ratio of (N ult,Mx ult,My ult) to (N,Mx,My). Check OK if ratio >=1.00
As Tension	Area [cm ²] of bars in tension (beam section). Min area for code is shown between brackets [eq.(9.1N) EC2]

Comb.	Check	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	S.F.	As Tension
1	OK	19293.28	26325.76	-46292.73	19293.30	60736.14	-106803.67	2.307	546.9(0.0)
2	OK	27370.99	41692.70	1995.34	27370.71	127008.77	6043.16	3.046	509.7(0.0)
3	OK	19806.13	-18372.70	48338.10	19805.99	-42385.63	111450.85	2.306	546.9(0.0)
4	OK	19551.79	-37057.45	-1380.27	19551.83	-114306.83	-4275.63	3.085	520.3(0.0)
5	OK	19806.13	-20534.62	48338.10	19805.84	-46979.69	110661.99	2.289	546.9(0.0)
6	OK	27370.99	41692.70	1995.34	27370.71	127008.77	6043.16	3.046	509.7(0.0)
7	OK	18996.78	12624.76	10226.12	18996.75	94898.12	76879.00	7.517	499.1(0.0)
8	OK	19770.58	42053.20	18944.29	19770.29	106595.58	48063.07	2.535	504.4(0.0)
9	OK	19446.19	13038.23	65558.72	19446.27	22540.49	113468.67	1.731	584.0(0.0)
10	OK	19586.08	40763.74	15066.08	19585.99	108495.90	40100.27	2.662	504.4(0.0)
11	OK	19446.19	12754.23	65558.72	19446.31	22084.25	113520.61	1.732	584.0(0.0)
12	OK	19770.58	42053.20	18944.29	19770.29	106595.58	48063.07	2.535	504.4(0.0)
13	OK	32819.20	-23540.84	42753.29	32819.30	-71370.64	129552.46	3.031	525.6(0.0)
14	OK	23895.21	-39463.29	-5411.50	23895.30	-120403.25	-16527.36	3.051	509.7(0.0)
15	OK	32306.35	21157.62	-51877.53	32306.42	54268.41	-133027.26	2.564	530.9(0.0)
16	OK	31714.41	39286.86	-2035.90	31714.71	133762.49	-6967.19	3.405	504.4(0.0)
17	OK	32306.35	23319.55	-51877.53	32306.36	59324.10	-131917.86	2.543	536.2(0.0)
18	OK	23895.21	-39463.29	-5411.50	23895.30	-120403.25	-16527.36	3.051	509.7(0.0)
19	OK	21856.38	-12253.63	-12684.40	21856.59	-91100.64	-94216.76	7.431	552.2(0.0)
20	OK	21082.58	-41682.07	-21402.58	21082.39	-106726.46	-54784.28	2.560	499.1(0.0)
21	OK	21406.97	-12667.10	-68017.01	21407.23	-21908.95	-117396.04	1.726	578.7(0.0)
22	OK	21267.08	-40392.61	-17524.37	21267.25	-109313.00	-47427.66	2.706	499.1(0.0)
23	OK	21406.97	-12383.11	-68017.01	21406.89	-21393.29	-117453.04	1.727	584.0(0.0)
24	OK	21082.58	-41682.07	-21402.58	21082.39	-106726.46	-54784.28	2.560	499.1(0.0)

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 110 di 214	

ULTIMATE LIMIT STATE - BENDING AND AXIAL FORCE - STRAIN VALUES

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Xc max	X-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
Yc max	Y-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Xs max	X-coordinate [cm] of bar in wich is es max
Ys max	Y-coordinate [cm] of bar in wich is es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Xs min	X-coordinate [cm] of bar in wich is es min
Ys min	Y-coordinate [cm] of bar in wich is es min

Comb.	ec max	ec*	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0.00350	-0.00415	-235.0	260.0	0.00325	-227.3	257.2	-0.01411	227.3	-257.2
2	0.00350	-0.00276	225.0	270.0	0.00329	222.2	262.3	-0.01090	-222.2	-262.3
3	0.00350	-0.00565	235.0	-260.0	0.00318	227.3	-257.2	-0.01753	-227.3	257.2
4	0.00350	-0.00350	-225.0	-270.0	0.00327	-222.2	-262.3	-0.01261	222.2	262.3
5	0.00350	-0.00524	235.0	-260.0	0.00320	227.3	-257.2	-0.01660	-227.3	257.2
6	0.00350	-0.00276	225.0	270.0	0.00329	222.2	262.3	-0.01090	-222.2	-262.3
7	0.00350	-0.00161	225.0	270.0	0.00336	222.2	262.3	-0.00828	-222.2	-262.3
8	0.00350	-0.00201	225.0	270.0	0.00334	222.2	262.3	-0.00920	-222.2	-262.3
9	0.00350	-0.00794	235.0	260.0	0.00308	227.3	257.2	-0.02279	-227.3	-257.2
10	0.00350	-0.00220	225.0	270.0	0.00333	222.2	262.3	-0.00964	-222.2	-262.3
11	0.00350	-0.00801	235.0	260.0	0.00308	227.3	257.2	-0.02293	-227.3	-257.2
12	0.00350	-0.00201	225.0	270.0	0.00334	222.2	262.3	-0.00920	-222.2	-262.3
13	0.00350	-0.00244	235.0	-260.0	0.00331	227.3	-257.2	-0.01017	-227.3	257.2
14	0.00350	-0.00262	-225.0	-270.0	0.00330	-222.2	-262.3	-0.01058	222.2	262.3
15	0.00350	-0.00365	-235.0	260.0	0.00326	-227.3	257.2	-0.01295	227.3	-257.2
16	0.00350	-0.00244	-225.0	270.0	0.00331	-222.2	262.3	-0.01017	222.2	-262.3
17	0.00350	-0.00331	-235.0	260.0	0.00327	-227.3	257.2	-0.01217	227.3	-257.2
18	0.00350	-0.00262	-225.0	-270.0	0.00330	-222.2	-262.3	-0.01058	222.2	262.3
19	0.00350	-0.00152	-225.0	-270.0	0.00337	-222.2	-262.3	-0.00810	222.2	262.3
20	0.00350	-0.00182	-225.0	-270.0	0.00334	-222.2	-262.3	-0.00875	222.2	262.3
21	0.00350	-0.00768	-235.0	-260.0	0.00309	-227.3	-257.2	-0.02219	227.3	257.2
22	0.00350	-0.00195	-225.0	-270.0	0.00334	-222.2	-262.3	-0.00905	222.2	262.3
23	0.00350	-0.00775	-235.0	-260.0	0.00309	-227.3	-257.2	-0.02234	227.3	257.2
24	0.00350	-0.00182	-225.0	-270.0	0.00334	-222.2	-262.3	-0.00875	222.2	262.3

ULTIMATE LIMIT STATE - POSITION OF NEUTRAL AXIS FOR EACH COMBINATION

a, b, c	Coeff. a, b, c in neutral axis equation: $aX+bY+c=0$ reference X,Y,O				
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section				
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [eq.(5.10)EC2]				

Comb.	a	b	c	x/d	D
1	-0.000029669	0.000007523	-0.005428157	0.199	0.700
2	0.000000872	0.000026325	-0.003803880	0.243	0.744
3	0.000039091	-0.000005724	-0.007174598	0.166	0.700
4	-0.000000704	-0.000029677	-0.004671187	0.217	0.712
5	0.000036640	-0.000006119	-0.006701405	0.174	0.700
6	0.000000872	0.000026325	-0.003803880	0.243	0.744
7	0.000007961	0.000015446	-0.002461547	0.297	0.811
8	0.000005322	0.000019380	-0.002929938	0.276	0.785
9	0.000052481	0.000003918	-0.009851710	0.133	0.700

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:	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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	111 di 214

10	0.000004695	0.000020733	-0.003154240	0.266	0.773
11	0.000052845	0.000003870	-0.009924927	0.132	0.700
12	0.000005322	0.000019380	-0.002929938	0.276	0.785
13	0.000021461	-0.000007240	-0.003425714	0.256	0.760
14	-0.000002253	-0.000024561	-0.003638464	0.249	0.751
15	-0.000029123	0.000005776	-0.004845703	0.213	0.706
16	-0.000000938	0.000024888	-0.003430643	0.256	0.760
17	-0.000026991	0.000006174	-0.004448137	0.223	0.719
18	-0.000002253	-0.000024561	-0.003638464	0.249	0.751
19	-0.000010708	-0.000012787	-0.002361740	0.302	0.817
20	-0.000005748	-0.000018178	-0.002701175	0.286	0.797
21	-0.000051389	-0.000003730	-0.009546094	0.136	0.700
22	-0.000005171	-0.000019230	-0.002855451	0.279	0.789
23	-0.000051784	-0.000003676	-0.009625091	0.135	0.700
24	-0.000005748	-0.000018178	-0.002701175	0.286	0.797

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete:	Considered if not less than -fctm
Check	Result of Check
Reg	Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim)	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim)	Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
r eff	Geometrical ratio Ac eff/As eff [eq.(7.10) EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	3.71 (19.2)	0.0	0.0	-27.1 (360.0)	227.3	----	0	----	----
2	1	OK	3.00 (19.2)	225.0	270.0	-16.0 (360.0)	-222.2	----	0	----	----
3	1	OK	3.40 (19.2)	235.0	-260.0	-21.8 (360.0)	-227.3	----	0	----	----
4	1	OK	2.68 (19.2)	-225.0	-270.0	-11.7 (360.0)	222.2	----	0	----	----
5	1	OK	3.50 (19.2)	235.0	-260.0	-23.3 (360.0)	-227.3	----	0	----	----
6	1	OK	3.00 (19.2)	225.0	270.0	-16.0 (360.0)	-222.2	----	0	----	----
7	1	OK	3.64 (19.2)	235.0	-260.0	-20.2 (360.0)	-227.3	----	0	----	----
8	1	OK	3.16 (19.2)	-225.0	-270.0	-13.6 (360.0)	222.2	----	0	----	----
9	1	OK	3.82 (19.2)	0.0	0.0	-23.4 (360.0)	227.3	----	0	----	----
10	1	OK	2.98 (19.2)	-225.0	270.0	-10.5 (360.0)	222.2	----	0	----	----
11	1	OK	3.92 (19.2)	0.0	0.0	-24.8 (360.0)	227.3	----	0	----	----
12	1	OK	3.16 (19.2)	-225.0	-270.0	-13.6 (360.0)	222.2	----	0	----	----

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Section is assumed cracked if flexural tensile stress exceeds fctm in at least one combination
e1	Result of check
e2	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
k1	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
kt	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
k2	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k3	= 0.5 for bending; =(e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
e sm - e cm	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
sr max	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
wk	Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
	Max final crack [mm] spacing
	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets

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 di calcolo Pile B.P.		<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>CL</td> <td>VI000007</td> <td>C</td> <td>112 di 214</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	112 di 214
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	112 di 214									

MX crack First cracking bending moment around X axis[kNm]
MY crack First cracking bending moment around Y axis[kNm]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	28493.71	-53189.89
2	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	75809.43	6121.36
3	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-24152.95	66819.45
4	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-88588.44	-5874.14
5	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-25456.01	62716.05
6	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	75809.43	6121.36
7	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-33690.03	64575.18
8	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-83065.77	-16039.32
9	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	26128.35	-67609.38
10	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	104774.12	-4780.84
11	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	27236.42	-63716.34
12	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-83065.77	-16039.32

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	2.35 (19.2)	0.0	0.0	-6.8 (360.0)	227.3	----	0	----	----
2	1	OK	2.81 (19.2)	225.0	270.0	-12.7 (360.0)	-222.2	----	0	----	----
3	1	OK	2.46 (19.2)	235.0	260.0	-7.9 (360.0)	-227.3	----	0	----	----
4	1	OK	2.91 (19.2)	-225.0	-270.0	-14.4 (360.0)	222.2	----	0	----	----
5	1	OK	2.38 (19.2)	235.0	260.0	-6.8 (360.0)	-227.3	----	0	----	----
6	1	OK	2.81 (19.2)	225.0	270.0	-12.7 (360.0)	-222.2	----	0	----	----
7	1	OK	2.28 (19.2)	235.0	260.0	-1.0 (360.0)	-227.3	----	0	----	----
8	1	OK	2.91 (19.2)	-225.0	-270.0	-14.4 (360.0)	222.2	----	0	----	----
9	1	OK	2.62 (19.2)	-235.0	-260.0	-6.5 (360.0)	227.3	----	0	----	----
10	1	OK	2.81 (19.2)	225.0	270.0	-12.7 (360.0)	-222.2	----	0	----	----
11	1	OK	2.54 (19.2)	-235.0	-260.0	-5.3 (360.0)	227.3	----	0	----	----
12	1	OK	2.91 (19.2)	-225.0	-270.0	-14.4 (360.0)	222.2	----	0	----	----

SLS FREQUENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	9251.58	-163101.75
2	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	88500.86	2530.99
3	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	15044.65	141843.02
4	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-78019.35	-9301.77
5	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	10183.74	164577.86
6	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	88500.86	2530.99
7	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	313.21	682018.88
8	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-78019.35	-9301.77
9	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-8323.05	-186718.18
10	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	88500.86	2530.99
11	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-990.78	-223671.18
12	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-78019.35	-9301.77

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	1.10 (14.4)	-235.0	-260.0	11.9 (360.0)	227.3	----	0	----	----
2	1	OK	1.00 (14.4)	235.0	260.0	13.7 (360.0)	-227.3	----	0	----	----
3	1	OK	1.00 (14.4)	235.0	260.0	13.7 (360.0)	-227.3	----	0	----	----

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 113 di 214	

4	1	OK	1.10 (14.4)	-235.0	-260.0	11.9 (360.0)	227.3	---	0	---	---
5	1	OK	1.00 (14.4)	235.0	260.0	13.7 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
6	1	OK	1.00 (14.4)	235.0	260.0	13.7 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
7	1	OK	1.00 (14.4)	235.0	260.0	13.7 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
8	1	OK	1.10 (14.4)	-235.0	-260.0	11.9 (360.0)	227.3	---	0	---	---
9	1	OK	1.10 (14.4)	-235.0	-260.0	11.9 (360.0)	227.3	---	0	---	---
10	1	OK	1.00 (14.4)	235.0	260.0	13.7 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
11	1	OK	1.10 (14.4)	-235.0	-260.0	11.9 (360.0)	227.3	---	0	---	---
12	1	OK	1.10 (14.4)	-235.0	-260.0	11.9 (360.0)	227.3	---	0	---	---

SLS QUASI-PERMANENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
2	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
3	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
4	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
5	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
6	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
7	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
8	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
9	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
10	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
11	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
12	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00

SLS - CHECK OF MINIMUM REINFORCEMENT AREA FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

Comb.	Order numbers assigned to SLS combination
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent combination
Region	Number and type (web or flange) of sub-regions (as parts of the concrete cross-section)
k	Coeff. wich allows for the effects of non-uniform self-equilibrating stresses [eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich takes account of the stress distribution prior to cracking [eq.(7.2)-(7.3) EC2]
Act	Area of concrete (for each sub-region) within tension zone just before formation of first crack [eq.(7.1) EC2]
Ned	Axial force [kN] (+ if compressive) acting within each sub-region just before of first crack
Sc	= Ned/Act = mean stress [Mpa] within each concrete sub-region [eq.(7.1) EC2]
k1	Coeff. considering the effects of axial force on the stress distribution (rectangular section or web sub-region)
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange just prior to cracking
As reg	Area [cm²] of longitudinal bars within the tension area of each sub-region
As,min	Minimum Area [cm²] of longitudinal bars to be placed within the tension area of each sub-region

Comb.	Comb.Type	Region	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Fcr	As reg	As,min
1	Frequent	1 ()	0.65	0.38	38090	18483.05	9.27	1.50	---	265.5	80.0
2	Frequent	1 ()	0.65	0.38	32899	19039.59	9.55	1.50	---	302.6	69.0
3	Frequent	1 ()	0.65	0.38	36578	18800.54	9.43	1.50	---	281.4	76.8
4	Frequent	1 ()	0.65	0.38	33583	18865.90	9.46	1.50	---	302.6	70.5
5	Frequent	1 ()	0.65	0.38	36687	18800.66	9.43	1.50	---	260.2	77.0
6	Frequent	1 ()	0.65	0.38	32899	19039.59	9.55	1.50	---	302.6	69.0
7	Frequent	1 ()	0.65	0.38	11206	21623.28	10.84	1.50	---	233.6	23.4
8	Frequent	1 ()	0.65	0.38	33583	18865.90	9.46	1.50	---	302.6	70.5
9	Frequent	1 ()	0.65	0.38	33889	21300.80	10.68	1.50	---	254.8	70.8
10	Frequent	1 ()	0.65	0.38	32899	19039.59	9.55	1.50	---	302.6	69.0
11	Frequent	1 ()	0.65	0.38	33995	21301.21	10.68	1.50	---	254.8	71.0
12	Frequent	1 ()	0.65	0.38	33583	18865.90	9.46	1.50	---	302.6	70.5
1	Quasi-perm.	1 ()			0	18866.03	0.00		---	0.0	0.0
2	Quasi-perm.	1 ()			0	19039.47	0.00		---	0.0	0.0
3	Quasi-perm.	1 ()			0	19039.47	0.00		---	0.0	0.0
4	Quasi-perm.	1 ()			0	18866.03	0.00		---	0.0	0.0

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	114 di 214

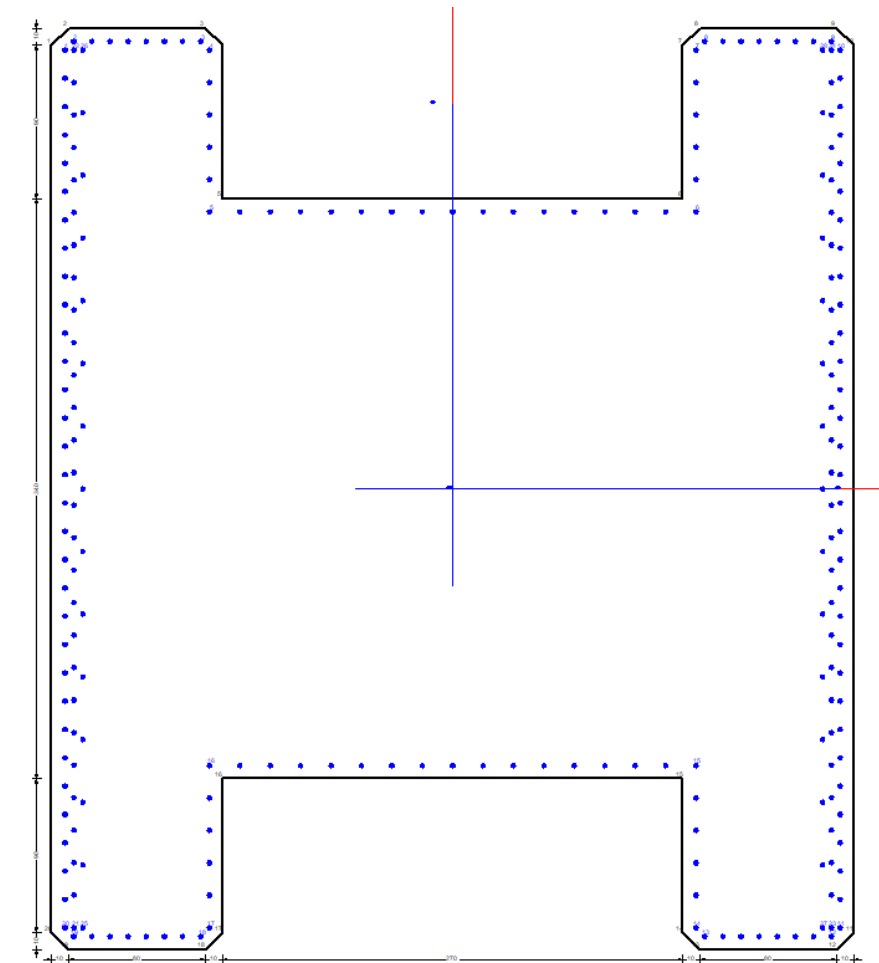
5	Quasi-perm.	1 ()	0	19039.47	0.00	---	0.0	0.0
6	Quasi-perm.	1 ()	0	19039.47	0.00	---	0.0	0.0
7	Quasi-perm.	1 ()	0	19039.47	0.00	---	0.0	0.0
8	Quasi-perm.	1 ()	0	18866.03	0.00	---	0.0	0.0
9	Quasi-perm.	1 ()	0	18866.03	0.00	---	0.0	0.0
10	Quasi-perm.	1 ()	0	19039.47	0.00	---	0.0	0.0
11	Quasi-perm.	1 ()	0	18866.03	0.00	---	0.0	0.0
12	Quasi-perm.	1 ()	0	18866.03	0.00	---	0.0	0.0

13.4.2 Pila P2

La pila P2 è armata con uno strato di base di $\Phi 26/20\text{cm}$ perimetrali, ottenendo un totale di $130\Phi 26$. Per avere il quantitativo minimo di armatura però viene aggiunto un secondo strato di $\Phi 26/20\text{cm}$ sulle pareti trasversali e un 3° strato di $\Phi 26/40\text{cm}$, per un totale di $130+28 \times 2 + 15 \times 2 = 216\Phi 26$.

Il copriferro minimo assunto è pari a 5.2cm; il copriferro di calcolo è pari a $c=52+12+13=77\text{mm}$.

La verifica viene riportata di seguito.



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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 115 di 214

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez.Spicco-Pila 2-BP.secEC

(File path: \\NAS\Server\Lavori\WEBUILD\Fortezza-PntGardena\RC-Sec\Pile\Pila BP - R01\Sez.Spicco-Pila 2-BP.secEC)

Section description:
 Section type: Beam
 Reference code: EC2/EC8 Italian Annex
 Exposure Class: XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
 Stress path: Constant axial force force to achieve bending ULS
 Reference of assigned forces: Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C32/40	
	Design compressive strength fcd:	18.1	MPa
	Shear reduced compressive strenght $v1*fcd$:	9.1	MPa (6.9)EC2
	Coeff Crd,c:	0.1200	(§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff K1:	0.1500	(§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff v min:	0.0091	Mpa(§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020	
	Ultimate strain ecu:	0.0035	
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rettangle	
	Mean Elastic Modulus Ecm:	33345.8	MPa
	Mean tensile strength fctm:	3.0	MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00	
	Stress limit in SLS Characteristic comb.:	19.2	kN/cm ²
	Stress limit in SLS Frequent comb.:	192.0	daN/cm ²
	Crack width limit in SLS Frequent comb.:	0.300	mm
	Stress limit in SLS Quasi-perm. comb.:	14.40	Mpa
	Crack width limit in SLS Quasi-perm. comb.:	0.200	mm
STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C	
	Characteristic yield stress fyk:	450.00	MPa
	Tensile strength ftk:	450.0	MPa
	Design yield stress fyd:	391.3	MPa
	Design strength ftd:	391.3	MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068	
	Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00	MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
 Concrete Class: C32/40

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-235.0	260.0
2	-225.0	270.0
3	-145.0	270.0
4	-135.0	260.0
5	-135.0	170.0
6	135.0	170.0
7	135.0	260.0
8	145.0	270.0
9	225.0	270.0
10	235.0	260.0
11	235.0	-260.0
12	225.0	-270.0

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	116 di 214

13	145.0	-270.0
14	135.0	-260.0
15	135.0	-170.0
16	-135.0	-170.0
17	-135.0	-260.0
18	-145.0	-270.0
19	-225.0	-270.0
20	-235.0	-260.0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-227.3	257.2	26
2	-222.2	262.3	26
3	-147.8	262.3	26
4	-142.7	257.2	26
5	-142.7	162.3	26
6	142.7	162.3	26
7	142.7	257.2	26
8	147.8	262.3	26
9	222.2	262.3	26
10	227.3	257.2	26
11	227.3	-257.2	26
12	222.2	-262.3	26
13	147.8	-262.3	26
14	142.7	-257.2	26
15	142.7	-162.3	26
16	-142.7	-162.3	26
17	-142.7	-257.2	26
18	-147.8	-262.3	26
19	-222.2	-262.3	26
20	-227.3	-257.2	26
21	-222.1	-257.2	26
22	-222.1	257.2	26
23	222.1	-257.2	26
24	222.1	257.2	26
25	-216.9	-257.2	26
26	-216.9	257.2	26
27	216.9	-257.2	26
28	216.9	257.2	26

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen. Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	20	30	26
2	10	11	30	26
3	5	6	15	26
4	16	15	15	26
5	4	5	4	26
6	6	7	4	26

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.
Relazione di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C
						FOGLIO.
						117 di 214

7	14	15	4	26
8	16	17	4	26
9	2	3	6	26
10	8	9	6	26
11	12	13	6	26
12	18	19	6	26
13	21	22	26	26
14	23	24	26	26
15	25	26	13	26
16	27	28	13	26

ULTIMATE LIMIT STATE - ASSIGNED DESIGN FORCES FOR EACH COMBINATION

N d	Design axial force [kN] applied at centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx d	Design bending force [kNm] around x principal axis of inertia
My d	Design bending force [kNm] around y principal axis of inertia
Vy d	Design shear component [kN] parallel to y principal axis of inertia
Vx d	Design shear component [kN] parallel to x principal axis of inertia

Comb.	N d	Mx d	My d	Vy d	Vx d
1	16705.58	38033.85	-72835.98	1409.81	-2871.02
2	24195.67	59909.16	3655.62	2287.30	68.00
3	17639.28	38656.85	81086.01	1431.66	3007.02
4	24195.67	59909.16	3655.62	2287.30	68.00
5	17639.28	37019.40	81086.01	1374.08	3007.02
6	24195.67	59909.16	3655.62	2287.30	68.00
7	17014.25	19893.85	16417.08	793.44	743.33
8	17758.70	65853.25	30240.14	2649.28	1233.70
9	17569.01	20096.53	88369.94	800.57	3630.74
10	17738.52	65485.48	25327.60	2636.27	1046.02
11	17569.01	19887.41	88369.94	793.21	3630.74
12	17758.70	65853.25	30240.14	2649.28	1233.70
13	29732.35	-34720.78	72754.05	-1371.44	2871.02
14	21546.81	-57255.45	-3733.72	-2256.49	-68.00
15	28798.65	-35343.78	-81167.94	-1393.29	-3007.02
16	21546.81	-57255.45	-3733.72	-2256.49	-68.00
17	28798.65	-33706.32	-81167.94	-1335.71	-3007.02
18	21546.81	-57255.45	-3733.72	-2256.49	-68.00
19	19672.81	-19458.97	-16470.25	-788.12	-743.33
20	18928.36	-65418.38	-30293.31	-2643.97	-1233.70
21	19118.05	-19661.66	-88423.11	-795.25	-3630.74
22	18948.54	-65050.60	-25380.77	-2630.96	-1046.02
23	19118.05	-19452.53	-88423.11	-787.90	-3630.74
24	18928.36	-65418.38	-30293.31	-2643.97	-1233.70

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx	Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My	Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	17146.69	25453.30	-49663.77
2	17543.56	40479.03	3413.87

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	118 di 214

3	17785.27	25871.61	56489.25
4	17543.56	40479.03	3413.87
5	17785.27	24742.33	56489.25
6	17543.56	40479.03	3413.87
7	21494.40	-23165.80	49599.85
8	21097.53	-38191.53	-3477.79
9	20855.82	-23584.11	-56553.17
10	21097.53	-38191.53	-3477.79
11	20855.82	-22454.83	-56553.17
12	21097.53	-38191.53	-3477.79

SERVICEABILITY LIMIT STATES - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	17338.43	2152.06 (5572.06)	-39365.07 (-101923.04)
2	18182.97	38074.12 (65364.87)	1830.84 (3143.15)
3	17854.47	2497.67 (5196.50)	45557.41 (94784.02)
4	18182.97	38074.12 (65364.87)	1830.84 (3143.15)
5	17854.47	1594.25 (3453.36)	45557.41 (98683.36)
6	18182.97	38074.12 (65364.87)	1830.84 (3143.15)
7	20823.03	-319.30 (-1086.28)	39303.79 (133713.60)
8	18060.00	-38060.29 (-65083.38)	-1881.56 (-3217.48)
9	20307.00	-664.91 (-1638.18)	-45618.70 (-112393.54)
10	18060.00	-38060.29 (-65083.38)	-1881.56 (-3217.48)
11	20307.00	238.51 (600.90)	-45618.70 (-114931.80)
12	18060.00	-38060.29 (-65083.38)	-1881.56 (-3217.48)

SERVICEABILITY LIMIT STATES - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	18053.67	-130.13 (0.00)	1828.96 (0.00)
2	18182.97	143.96 (0.00)	1830.84 (0.00)
3	18182.97	143.96 (0.00)	1830.84 (0.00)
4	18182.97	143.96 (0.00)	1830.84 (0.00)
5	18182.97	143.96 (0.00)	1830.84 (0.00)
6	18182.97	143.96 (0.00)	1830.84 (0.00)
7	18189.30	143.96 (0.00)	-1879.68 (0.00)
8	18060.00	-130.13 (0.00)	-1881.56 (0.00)
9	18060.00	-130.13 (0.00)	-1881.56 (0.00)
10	18060.00	-130.13 (0.00)	-1881.56 (0.00)
11	18060.00	-130.13 (0.00)	-1881.56 (0.00)
12	18060.00	-130.13 (0.00)	-1881.56 (0.00)

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: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 119 di 214	

CHECKS RESULTS

Checks OK for all assigned combinations

Min edge cover of longitudinal bars:	6.1	cm
Min distance between longitudinal bars:	2.5	cm
Min edge cover of stirrups:	4.1	cm

ULTIMATE LIMT STATES - N-MX-MY CAPACITY CHECKS

Check	Result of check
N	Design axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx	Design bending moment [kNm] around x axis principal of inerzia
My	Design bending moment [kNm] around y axis principal of inerzia
N ult	Axial force capacity [kN] (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis principal of inertia
My ult	Bending moment capacity [kNm] around y axis principal of inertia
S.F.	Safety Factor = vectorial ratio of (N ult,Mx ult,My ult) to (N,Mx,My). Check OK if ratio >=1.00
As Tension	Area [cm ²] of bars in tension (beam section). Min area for code is shown between brackets [eq.(9.1N) EC2]

Comb.	Check	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	S.F.	As Tension
1	OK	16705.58	38033.85	-72835.98	16705.60	70754.71	-135350.39	1.859	764.5(0.0)
2	OK	24195.67	59909.16	3655.62	24195.71	152299.18	9329.31	2.542	769.8(0.0)
3	OK	17639.28	38656.85	81086.01	17639.37	65944.65	138277.88	1.705	764.5(0.0)
4	OK	24195.67	59909.16	3655.62	24195.71	152299.18	9329.31	2.542	769.8(0.0)
5	OK	17639.28	37019.40	81086.01	17639.47	63398.35	138827.42	1.712	764.5(0.0)
6	OK	24195.67	59909.16	3655.62	24195.71	152299.18	9329.31	2.542	769.8(0.0)
7	OK	17014.25	19893.85	16417.08	17014.00	116018.14	95818.21	5.834	743.3(0.0)
8	OK	17758.70	65853.25	30240.14	17758.96	131327.39	60254.54	1.994	753.9(0.0)
9	OK	17569.01	20096.53	88369.94	17568.98	32702.35	143772.93	1.627	780.5(0.0)
10	OK	17738.52	65485.48	25327.60	17738.60	133922.10	51752.06	2.045	759.2(0.0)
11	OK	17569.01	19887.41	88369.94	17568.99	32362.69	143816.11	1.627	780.5(0.0)
12	OK	17758.70	65853.25	30240.14	17758.96	131327.39	60254.54	1.994	753.9(0.0)
13	OK	29732.35	-34720.78	72754.05	29732.44	-75628.85	158473.98	2.178	743.3(0.0)
14	OK	21546.81	-57255.45	-3733.72	21546.90	-148194.65	-9668.07	2.588	785.8(0.0)
15	OK	28798.65	-35343.78	-81167.94	28798.76	-68971.44	-158606.59	1.954	748.6(0.0)
16	OK	21546.81	-57255.45	-3733.72	21546.90	-148194.65	-9668.07	2.588	785.8(0.0)
17	OK	28798.65	-33706.32	-81167.94	28798.73	-66156.05	-159292.28	1.963	748.6(0.0)
18	OK	21546.81	-57255.45	-3733.72	21546.90	-148194.65	-9668.07	2.588	785.8(0.0)
19	OK	19672.81	-19458.97	-16470.25	19672.66	-118156.73	-99951.08	6.071	732.7(0.0)

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 120 di 214	

20	OK	18928.36	-65418.38	-30293.31	18928.34	-132790.09	-61450.29	2.030	753.9(0.0)
21	OK	19118.05	-19661.66	-88423.11	19117.99	-32591.58	-146821.44	1.660	775.2(0.0)
22	OK	18948.54	-65050.60	-25380.77	18948.68	-135509.35	-52897.10	2.083	759.2(0.0)
23	OK	19118.05	-19452.53	-88423.11	19117.95	-32250.51	-146864.55	1.661	775.2(0.0)
24	OK	18928.36	-65418.38	-30293.31	18928.34	-132790.09	-61450.29	2.030	753.9(0.0)

ULTIMATE LIMIT STATE - BENDING AND AXIAL FORCE - STRAIN VALUES

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec^2/ec_u of depth (if $ec^* > 0$ then the section is all compressed)
Xc max	X-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
Yc max	Y-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Xs max	X-coordinate [cm] of bar in wich is es max
Ys max	Y-coordinate [cm] of bar in wich is es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Xs min	X-coordinate [cm] of bar in wich is es min
Ys min	Y-coordinate [cm] of bar in wich is es min

Comb.	ec max	ec*	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0.00350	-0.00382	-235.0	260.0	0.00326	-227.3	257.2	-0.01335	227.3	-257.2
2	0.00350	-0.00242	225.0	270.0	0.00331	222.2	262.3	-0.01013	-222.2	-262.3
3	0.00350	-0.00413	235.0	260.0	0.00325	227.3	257.2	-0.01405	-227.3	-257.2
4	0.00350	-0.00242	225.0	270.0	0.00331	222.2	262.3	-0.01013	-222.2	-262.3
5	0.00350	-0.00432	235.0	260.0	0.00324	227.3	257.2	-0.01448	-227.3	-257.2
6	0.00350	-0.00242	225.0	270.0	0.00331	222.2	262.3	-0.01013	-222.2	-262.3
7	0.00350	-0.00133	225.0	270.0	0.00337	222.2	262.3	-0.00763	-222.2	-262.3
8	0.00350	-0.00167	225.0	270.0	0.00335	222.2	262.3	-0.00841	-222.2	-262.3
9	0.00350	-0.00702	235.0	260.0	0.00312	227.3	257.2	-0.02066	-227.3	-257.2
10	0.00350	-0.00180	225.0	270.0	0.00334	222.2	262.3	-0.00872	-222.2	-262.3
11	0.00350	-0.00706	235.0	260.0	0.00312	227.3	257.2	-0.02075	-227.3	-257.2
12	0.00350	-0.00167	225.0	270.0	0.00335	222.2	262.3	-0.00841	-222.2	-262.3
13	0.00350	-0.00257	235.0	-260.0	0.00331	227.3	-257.2	-0.01047	-227.3	257.2
14	0.00350	-0.00257	-225.0	-270.0	0.00330	-222.2	-262.3	-0.01046	222.2	262.3
15	0.00350	-0.00308	-235.0	-260.0	0.00329	-227.3	-257.2	-0.01164	227.3	257.2
16	0.00350	-0.00257	-225.0	-270.0	0.00330	-222.2	-262.3	-0.01046	222.2	262.3
17	0.00350	-0.00327	-235.0	-260.0	0.00328	-227.3	-257.2	-0.01207	227.3	257.2
18	0.00350	-0.00257	-225.0	-270.0	0.00330	-222.2	-262.3	-0.01046	222.2	262.3
19	0.00350	-0.00121	-225.0	-270.0	0.00337	-222.2	-262.3	-0.00737	222.2	262.3
20	0.00350	-0.00160	-225.0	-270.0	0.00335	-222.2	-262.3	-0.00826	222.2	262.3
21	0.00350	-0.00680	-235.0	-260.0	0.00313	-227.3	-257.2	-0.02016	227.3	257.2
22	0.00350	-0.00173	-225.0	-270.0	0.00334	-222.2	-262.3	-0.00855	222.2	262.3
23	0.00350	-0.00684	-235.0	-260.0	0.00313	-227.3	-257.2	-0.02025	227.3	257.2
24	0.00350	-0.00160	-225.0	-270.0	0.00335	-222.2	-262.3	-0.00826	222.2	262.3

ULTIMATE LIMIT STATE - POSITION OF NEUTRAL AXIS FOR EACH COMBINATION

a, b, c	Coeff. a, b, c in neutral axis equation: $aX+bY+c=0$ reference X,Y,O
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [eq.(5.10)EC2]

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 121 di 214

Comb.	a	b	c	x/d	D
1	-0.000028041	0.000007507	-0.005041257	0.208	0.700
2	0.000001096	0.000024678	-0.003409602	0.257	0.761
3	0.000030145	0.000006984	-0.005399757	0.199	0.700
4	0.000001096	0.000024678	-0.003409602	0.257	0.761
5	0.000031326	0.000006772	-0.005622355	0.195	0.700
6	0.000001096	0.000024678	-0.003409602	0.257	0.761
7	0.000007827	0.000014336	-0.002131730	0.314	0.833
8	0.000005317	0.000017901	-0.002529617	0.294	0.807
9	0.000047303	0.000004437	-0.008769987	0.145	0.700
10	0.000004774	0.000018937	-0.002687171	0.287	0.798
11	0.000047526	0.000004409	-0.008814922	0.144	0.700
12	0.000005317	0.000017901	-0.002529617	0.294	0.807
13	0.000022459	-0.000006929	-0.003579385	0.251	0.753
14	-0.000001165	-0.000025250	-0.003579504	0.251	0.753
15	-0.000025531	-0.000006450	-0.004176786	0.231	0.729
16	-0.000001165	-0.000025250	-0.003579504	0.251	0.753
17	-0.000026689	-0.000006243	-0.004394979	0.225	0.721
18	-0.000001165	-0.000025250	-0.003579504	0.251	0.753
19	-0.000007871	-0.000013800	-0.001997095	0.322	0.843
20	-0.000005330	-0.000017617	-0.002455724	0.298	0.812
21	-0.000046323	-0.000004350	-0.008516768	0.148	0.700
22	-0.000004790	-0.000018622	-0.002605690	0.290	0.803
23	-0.000046538	-0.000004322	-0.008560065	0.147	0.700
24	-0.000005330	-0.000017617	-0.002455724	0.298	0.812

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete:	Considered if not less than $-f_{ctm}$
Check	Result of Check
Reg	Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim)	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max	X-coordinae, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim)	Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa]. Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min	X-coordinae, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
r eff	Geometrical ratio $Ac\ eff/As\ eff$ [eq.(7.10) Ec2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	7.10 (19.2)	0.0	0.0	-138.6 (360.0)	227.3	-257.2	11594	254.8	0.022
2	1	OK	5.00 (19.2)	225.0	270.0	-80.9 (360.0)	-222.2	-262.3	8140	185.8	0.023
3	1	OK	7.75 (19.2)	235.0	260.0	-162.4 (360.0)	-227.3	-257.2	13059	292.0	0.022
4	1	OK	5.00 (19.2)	225.0	270.0	-80.9 (360.0)	-222.2	-262.3	8140	185.8	0.023
5	1	OK	7.61 (19.2)	235.0	260.0	-159.8 (360.0)	-227.3	-257.2	13305	292.0	0.022
6	1	OK	5.00 (19.2)	225.0	270.0	-80.9 (360.0)	-222.2	-262.3	8140	185.8	0.023
7	1	OK	6.64 (19.2)	235.0	-260.0	-105.8 (360.0)	-227.3	257.2	10251	233.6	0.023
8	1	OK	4.53 (19.2)	-225.0	-270.0	-54.0 (360.0)	222.2	262.3	6813	164.6	0.024
9	1	OK	7.37 (19.2)	-235.0	-260.0	-136.8 (360.0)	227.3	257.2	12211	270.8	0.022
10	1	OK	4.53 (19.2)	-225.0	-270.0	-54.0 (360.0)	222.2	262.3	6813	164.6	0.024
11	1	OK	7.24 (19.2)	-235.0	-260.0	-134.5 (360.0)	227.3	257.2	12440	276.1	0.022
12	1	OK	4.53 (19.2)	-225.0	-270.0	-54.0 (360.0)	222.2	262.3	6813	164.6	0.024

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 122 di 214	

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Section is assumed cracked if flexural tensile stress exceeds f_{ctm} in at least one combination
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k2	= 0.5 for bending; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in $A_{c,eff}$ [eq.(7.11)]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
sr max	Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = $0.6 S_{max} / E_s$
wk	Max final crack [mm] spacing
MX crack	Calculated value [mm] of crack width = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MY crack	First cracking bending moment around X axis [kNm]
	First cracking bending moment around Y axis [kNm]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00071	0	0.500	26.0	0.00042 (0.00042)	409	0.170	24546.67	-47894.77
2	OK	-0.00042	0	0.500	26.0	0.00024 (0.00024)	402	0.098	60604.10	5111.15
3	OK	-0.00083	0	0.500	26.0	0.00049 (0.00049)	406	0.198	22679.71	49519.91
4	OK	-0.00042	0	0.500	26.0	0.00024 (0.00024)	402	0.098	60604.10	5111.15
5	OK	-0.00082	0	0.500	26.0	0.00048 (0.00048)	410	0.196	22150.74	50572.38
6	OK	-0.00042	0	0.500	26.0	0.00024 (0.00024)	402	0.098	60604.10	5111.15
7	OK	-0.00054	0	0.500	26.0	0.00032 (0.00032)	402	0.128	-25126.42	53797.70
8	OK	-0.00028	0	0.500	26.0	0.00016 (0.00016)	391	0.063	-67588.44	-6154.73
9	OK	-0.00070	0	0.500	26.0	0.00041 (0.00041)	408	0.167	-22523.46	-54009.80
10	OK	-0.00028	0	0.500	26.0	0.00016 (0.00016)	391	0.063	-67588.44	-6154.73
11	OK	-0.00069	0	0.500	26.0	0.00040 (0.00040)	407	0.164	-21942.46	-55262.74
12	OK	-0.00028	0	0.500	26.0	0.00016 (0.00016)	391	0.063	-67588.44	-6154.73

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	3.43 (19.2)	0.0	0.0	-51.7 (360.0)	227.3	-257.2	19673	456.6	0.023
2	1	OK	4.51 (19.2)	225.0	270.0	-65.2 (360.0)	-222.2	-262.3	7947	180.5	0.023
3	1	OK	4.00 (19.2)	235.0	260.0	-72.2 (360.0)	-227.3	-257.2	20137	472.5	0.023
4	1	OK	4.51 (19.2)	225.0	270.0	-65.2 (360.0)	-222.2	-262.3	7947	180.5	0.023
5	1	OK	3.90 (19.2)	235.0	260.0	-70.6 (360.0)	-227.3	-257.2	20296	472.5	0.023
6	1	OK	4.51 (19.2)	225.0	270.0	-65.2 (360.0)	-222.2	-262.3	7947	180.5	0.023
7	1	OK	3.19 (19.2)	235.0	-260.0	-32.5 (360.0)	-227.3	257.2	19384	451.3	0.023
8	1	OK	4.52 (19.2)	-225.0	-270.0	-65.8 (360.0)	222.2	262.3	7985	180.5	0.023
9	1	OK	3.77 (19.2)	-235.0	-260.0	-55.7 (360.0)	227.3	257.2	20073	467.2	0.023
10	1	OK	4.52 (19.2)	-225.0	-270.0	-65.8 (360.0)	222.2	262.3	7985	180.5	0.023
11	1	OK	3.72 (19.2)	-235.0	-260.0	-55.0 (360.0)	227.3	-257.2	20167	467.2	0.023
12	1	OK	4.52 (19.2)	-225.0	-270.0	-65.8 (360.0)	222.2	262.3	7985	180.5	0.023

SLS FREQUENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00027	0	0.500	26.0	0.00016 (0.00016)	399	0.062 (0.30)	5572.06	-101923.04
2	OK	-0.00034	0	0.500	26.0	0.00020 (0.00020)	403	0.079 (0.30)	65364.87	3143.15
3	OK	-0.00037	0	0.500	26.0	0.00022 (0.00022)	397	0.086 (0.30)	5196.50	94784.02
4	OK	-0.00034	0	0.500	26.0	0.00020 (0.00020)	403	0.079 (0.30)	65364.87	3143.15
5	OK	-0.00036	0	0.500	26.0	0.00021 (0.00021)	398	0.084 (0.30)	3453.36	98683.36

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
Relazione di calcolo Pile B.P.		LOTTO
		CODIFICA
		DOCUMENTO
		REV.
		FOGLIO.
		IBOU
		1BEZZ
		CL
		VI000007
		C
		123 di 214

6	OK	-0.00034	0	0.500	26.0	0.00020 (0.00020)	403	0.079 (0.30)	65364.87	3143.15
7	OK	-0.00017	0	0.500	26.0	0.00010 (0.00010)	398	0.039 (0.30)	-1086.28	133713.60
8	OK	-0.00034	0	0.500	26.0	0.00020 (0.00020)	404	0.080 (0.30)	-65083.38	-3217.48
9	OK	-0.00029	0	0.500	26.0	0.00017 (0.00017)	398	0.067 (0.30)	-1638.18	-112393.54
10	OK	-0.00034	0	0.500	26.0	0.00020 (0.00020)	404	0.080 (0.30)	-65083.38	-3217.48
11	OK	-0.00028	0	0.500	26.0	0.00017 (0.00017)	399	0.066 (0.30)	600.90	-114931.80
12	OK	-0.00034	0	0.500	26.0	0.00020 (0.00020)	404	0.080 (0.30)	-65083.38	-3217.48

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	0.92 (14.4)	235.0	-260.0	11.1 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
2	1	OK	0.93 (14.4)	235.0	260.0	11.1 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
3	1	OK	0.93 (14.4)	235.0	260.0	11.1 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
4	1	OK	0.93 (14.4)	235.0	260.0	11.1 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
5	1	OK	0.93 (14.4)	235.0	260.0	11.1 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
6	1	OK	0.93 (14.4)	235.0	260.0	11.1 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
7	1	OK	0.93 (14.4)	235.0	260.0	11.1 (360.0)	227.3	---	0	---	---
8	1	OK	0.92 (14.4)	-235.0	-260.0	11.0 (360.0)	227.3	---	0	---	---
9	1	OK	0.92 (14.4)	-235.0	-260.0	11.0 (360.0)	227.3	---	0	---	---
10	1	OK	0.92 (14.4)	-235.0	-260.0	11.0 (360.0)	227.3	---	0	---	---
11	1	OK	0.92 (14.4)	-235.0	-260.0	11.0 (360.0)	227.3	---	0	---	---
12	1	OK	0.92 (14.4)	-235.0	-260.0	11.0 (360.0)	227.3	---	0	---	---

SLS QUASI-PERMANENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
2	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
3	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
4	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
5	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
6	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
7	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
8	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
9	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
10	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
11	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
12	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00

SLS - CHECK OF MINIMUM REINFORCEMENT AREA FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

Comb.	Order numbers assigned to SLS combination
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent combination
Region	Number and type (web or flange) of sub-regions (as parts of the concrete cross-section)
k	Coeff. wich allows for the effects of non-uniform self-equilibrating stresses [eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich takes account of the stress distribution prior to cracking [eq.(7.2)-(7.3) EC2]
Act	Area of concrete (for each sub-region) within tension zone just before formation of first crack [eq.(7.1) EC2]
Ned	Axial force [kN] (+ if compressive) acting within each sub-region just before of first crack
Sc	= Ned/Act = mean stress [Mpa] within each concrete sub-region [eq.(7.1) EC2]
k1	Coeff. considering the effects of axial force on the stress distribution (rectangular section or web sub-region)
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange just prior to cracking
As reg	Area [cm²] of longitudinal bars within the tension area of each sub-region
As,min	Minimum Area [cm²] of longitudinal bars to be placed within the tension area of each sub-region

Comb.	Comb.Type	Region	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Fcr	As reg	As,min
1	Frequent	1 ()	0.65	0.39	64937	15845.02	7.95	1.50	---	562.8	137.2

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	124 di 214

2	Frequent	1 ()	0.65	0.39	57600	16616.72	8.33	1.50	---	493.8	121.5
3	Frequent	1 ()	0.65	0.39	68680	16316.64	8.18	1.50	---	573.4	145.0
4	Frequent	1 ()	0.65	0.39	57600	16616.72	8.33	1.50	---	493.8	121.5
5	Frequent	1 ()	0.65	0.39	68725	16316.44	8.18	1.50	---	573.4	145.1
6	Frequent	1 ()	0.65	0.39	57600	16616.72	8.33	1.50	---	493.8	121.5
7	Frequent	1 ()	0.65	0.38	57862	19029.87	9.54	1.50	---	557.5	121.4
8	Frequent	1 ()	0.65	0.39	57954	16504.41	8.28	1.50	---	493.8	122.3
9	Frequent	1 ()	0.65	0.38	64482	18557.85	9.31	1.50	---	568.1	135.5
10	Frequent	1 ()	0.65	0.39	57954	16504.41	8.28	1.50	---	493.8	122.3
11	Frequent	1 ()	0.65	0.38	64484	18558.10	9.31	1.50	---	568.1	135.5
12	Frequent	1 ()	0.65	0.39	57954	16504.41	8.28	1.50	---	493.8	122.3
1	Quasi-perm.	1 ()			0	16498.59	0.00		---	0.0	0.0
2	Quasi-perm.	1 ()			0	16616.71	0.00		---	0.0	0.0
3	Quasi-perm.	1 ()			0	16616.71	0.00		---	0.0	0.0
4	Quasi-perm.	1 ()			0	16616.71	0.00		---	0.0	0.0
5	Quasi-perm.	1 ()			0	16616.71	0.00		---	0.0	0.0
6	Quasi-perm.	1 ()			0	16616.71	0.00		---	0.0	0.0
7	Quasi-perm.	1 ()			0	16622.52	0.00		---	0.0	0.0
8	Quasi-perm.	1 ()			0	16504.37	0.00		---	0.0	0.0
9	Quasi-perm.	1 ()			0	16504.37	0.00		---	0.0	0.0
10	Quasi-perm.	1 ()			0	16504.37	0.00		---	0.0	0.0
11	Quasi-perm.	1 ()			0	16504.37	0.00		---	0.0	0.0
12	Quasi-perm.	1 ()			0	16504.37	0.00		---	0.0	0.0

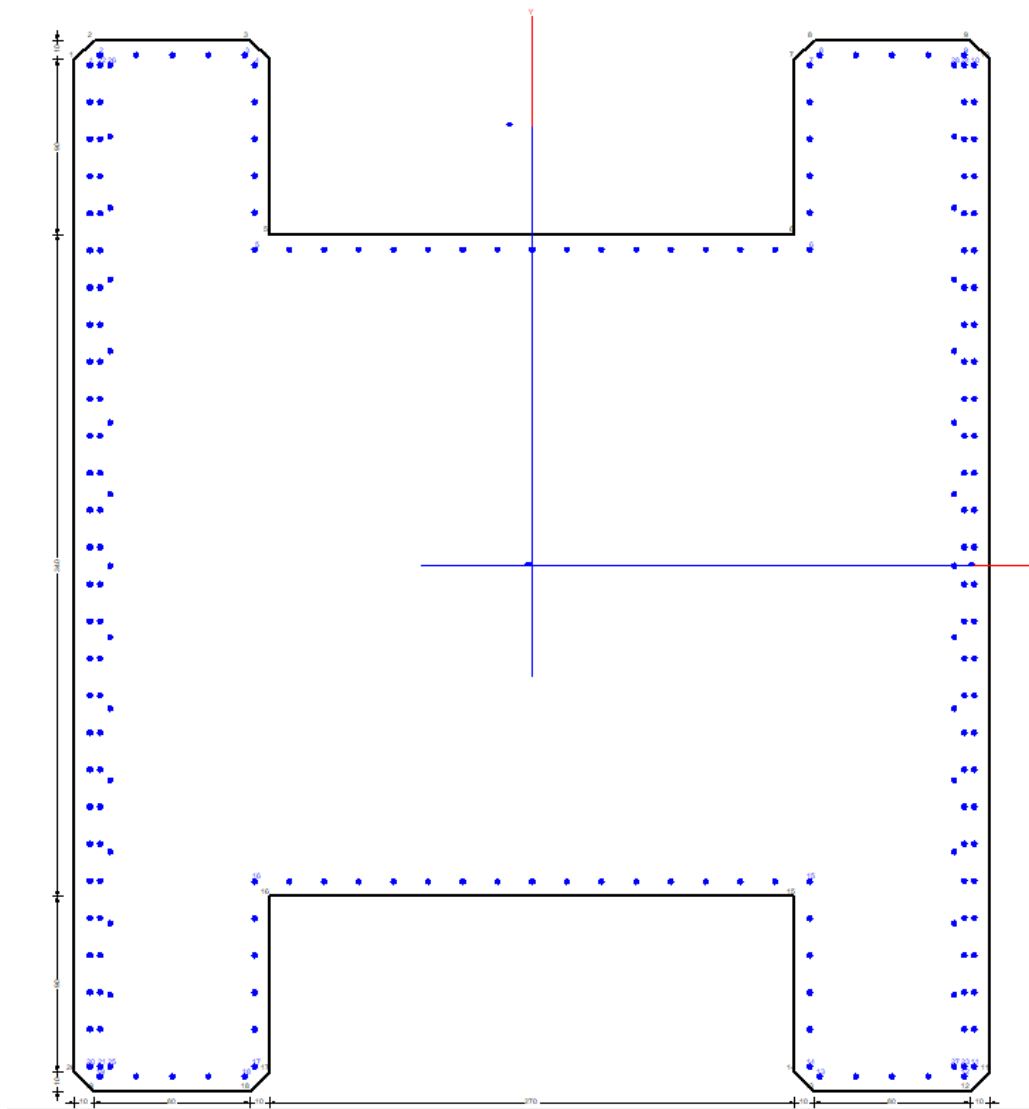
APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	125 di 214
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.							

13.4.3 Pila P3

La pila P2 è armata con uno strato di base di $\Phi 26/20\text{cm}$ perimetrali, ottenendo un totale di $130\Phi 26$. Per avere il quantitativo minimo di armatura però viene aggiunto un secondo strato di $\Phi 26/20\text{cm}$ sulle pareti trasversali e un 3° strato di $\Phi 26/40\text{cm}$, per un totale di $130+28 \times 2+15 \times 2=216\Phi 26$.

Il copriferro minimo assunto è pari a 5.2cm; il copriferro di calcolo è pari a $c=52+12+13=77\text{mm}$.

La verifica viene riportata di seguito.



GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez.Spizzo-Pila 3-BP.secEC

(File path: \\NAS\Server\Lavori\WEBUILD\Fortezza-PntGardena\RC-Sec\Pile\Pile BP - R01\Sez.Spizzo-Pila 3-BP.secEC)

Section description:

Section type:

Reference code:

Exposure Class:

Beam

EC2/EC8 Italian Annex

XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)

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:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	126 di 214
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.							

Stress path: Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C32/40
	Design compressive strength fcd:	18.1 MPa
	Shear reduced compressive strenght v1*fcd:	9.1 MPa (6.9)EC2
	Coeff Crd,c:	0.1200 (§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff K1:	0.1500 (§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff v min:	0.0091 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020
	Ultimate strain ecu:	0.0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rettangle
	Mean Elastic Modulus Ecm:	33345.8 MPa
	Mean tensile strength fctm:	3.0 MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00
	Stress limit in SLS Characteristic comb.:	19.2 kN/cm ²
	Stress limit in SLS Frequent comb.:	192.0 daN/cm ²
	Crack width limit in SLS Frequent comb.:	0.300 mm
	Stress limit in SLS Quasi-perm. comb.:	14.40 Mpa
	Crack width limit in SLS Quasi-perm. comb.:	0.200 mm
STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450.00 MPa
	Tensile strength ftk:	450.0 MPa
	Design yield stress fyd:	391.3 MPa
	Design strength ftd:	391.3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068
	Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00 MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
Concrete Class: C32/40

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-235.0	260.0
2	-225.0	270.0
3	-145.0	270.0
4	-135.0	260.0
5	-135.0	170.0
6	135.0	170.0
7	135.0	260.0
8	145.0	270.0
9	225.0	270.0
10	235.0	260.0
11	235.0	-260.0
12	225.0	-270.0
13	145.0	-270.0
14	135.0	-260.0
15	135.0	-170.0
16	-135.0	-170.0
17	-135.0	-260.0
18	-145.0	-270.0
19	-225.0	-270.0

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 127 di 214	

20 -235.0 -260.0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-227.3	257.2	26
2	-222.2	262.3	26
3	-147.8	262.3	26
4	-142.7	257.2	26
5	-142.7	162.3	26
6	142.7	162.3	26
7	142.7	257.2	26
8	147.8	262.3	26
9	222.2	262.3	26
10	227.3	257.2	26
11	227.3	-257.2	26
12	222.2	-262.3	26
13	147.8	-262.3	26
14	142.7	-257.2	26
15	142.7	-162.3	26
16	-142.7	-162.3	26
17	-142.7	-257.2	26
18	-147.8	-262.3	26
19	-222.2	-262.3	26
20	-227.3	-257.2	26
21	-222.1	-257.2	26
22	-222.1	257.2	26
23	222.1	-257.2	26
24	222.1	257.2	26
25	-216.9	-257.2	26
26	-216.9	257.2	26
27	216.9	-257.2	26
28	216.9	257.2	26

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen. Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	20	26	26
2	10	11	26	26
3	5	6	15	26
4	16	15	15	26
5	4	5	4	26
6	6	7	4	26
7	14	15	4	26
8	16	17	4	26
9	2	3	3	26
10	8	9	3	26
11	12	13	3	26
12	18	19	3	26
13	21	22	26	26

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 128 di 214	

14	23	24	26	26
15	25	26	13	26
16	27	28	13	26

ULTIMATE LIMIT STATE - ASSIGNED DESIGN FORCES FOR EACH COMBINATION

N d	Design axial force [kN] applied at centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx d	Design bending force [kNm] around x principal axis of inertia
My d	Design bending force [kNm] around y principal axis of inertia
Vy d	Design shear component [kN] parallel to y principal axis of inertia
Vx d	Design shear component [kN] parallel to x principal axis of inertia

Comb.	N d	Mx d	My d	Vy d	Vx d
1	17441.24	24026.01	-68988.43	938.44	-2855.87
2	25105.82	38015.54	389.99	1549.58	-102.00
3	25231.70	-18484.97	80849.01	-873.70	3059.87
4	25105.82	38015.54	389.99	1549.58	-102.00
5	25114.61	24027.19	80948.29	938.48	3059.87
6	25105.82	38015.54	389.99	1549.58	-102.00
7	17539.17	10382.33	19496.75	448.66	840.66
8	18215.98	34590.50	22733.34	1515.85	925.52
9	17864.35	10529.84	93038.27	454.03	3815.91
10	18215.98	34256.45	22733.34	1503.65	925.52
11	17799.30	10384.71	93093.42	448.76	3815.91
12	18215.98	34590.50	22733.34	1515.85	925.52
13	30404.98	-21370.80	71080.23	-929.02	2855.87
14	21967.11	-35889.78	1656.46	-1541.99	102.00
15	22614.52	21140.19	-78757.22	883.12	-3059.87
16	21967.11	-35889.78	1656.46	-1541.99	102.00
17	22731.61	-21371.98	-78856.49	-929.07	-3059.87
18	21967.11	-35889.78	1656.46	-1541.99	102.00
19	19999.93	-10027.84	-17949.56	-447.22	-840.66
20	19323.12	-34236.01	-21186.15	-1514.41	-925.52
21	19674.75	-10175.34	-91491.09	-452.59	-3815.91
22	19323.12	-33901.96	-21186.15	-1502.20	-925.52
23	19739.81	-10030.22	-91546.24	-447.32	-3815.91
24	19323.12	-34236.01	-21186.15	-1514.41	-925.52

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx	Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My	Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	17757.76	16081.25	-46539.61
2	18203.32	25773.79	-206.61
3	18335.67	-12258.57	56559.09
4	18203.32	25773.79	-206.61
5	18257.61	16081.25	56625.27
6	18203.32	25773.79	-206.61
7	21939.94	-14248.79	48213.40
8	21494.38	-23941.33	1880.40
9	21362.03	14091.03	-54885.30

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:	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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	129 di 214

10	21494.38	-23941.33	1880.40
11	21440.09	-14248.79	-54951.48
12	21494.38	-23941.33	1880.40

SERVICEABILITY LIMIT STATES - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	17896.27	1442.37 (4426.53)	-36560.52 (-112201.68)
2	18606.91	23864.19 (86800.88)	-1860.51 (-6767.21)
3	18361.20	1617.12 (3456.23)	45916.23 (98135.65)
4	18606.91	23864.19 (86800.88)	-1860.51 (-6767.21)
5	18296.15	1442.37 (3095.29)	45971.39 (98653.39)
6	18606.91	23864.19 (86800.88)	-1860.51 (-6767.21)
7	21268.13	24.94 (92.54)	38203.03 (141755.42)
8	18424.29-23857.45	(-79486.22)	3377.90 (11254.20)
9	20803.20	-149.80 (-400.95)	-44273.72 (-118500.71)
10	18424.29-23857.45	(-79486.22)	3377.90 (11254.20)
11	20868.25	24.94 (67.26)	-44328.88 (-119548.45)
12	18424.29-23857.45	(-79486.22)	3377.90 (11254.20)

SERVICEABILITY LIMIT STATES - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	18424.29	-64.57 (0.00)	3377.90 (0.00)
2	18606.91	71.30 (0.00)	-1860.51 (0.00)
3	18489.34	71.30 (0.00)	3322.75 (0.00)
4	18606.91	71.30 (0.00)	-1860.51 (0.00)
5	18424.29	-64.57 (0.00)	3377.90 (0.00)
6	18606.91	71.30 (0.00)	-1860.51 (0.00)
7	18606.91	71.30 (0.00)	-1860.51 (0.00)
8	18424.29	-64.57 (0.00)	3377.90 (0.00)
9	18541.86	-64.57 (0.00)	-1805.35 (0.00)
10	18424.29	-64.57 (0.00)	3377.90 (0.00)
11	18606.91	71.30 (0.00)	-1860.51 (0.00)
12	18424.29	-64.57 (0.00)	3377.90 (0.00)

CHECKS RESULTS

Checks OK for all assigned combinations

Min edge cover of longitudinal bars:	6.1 cm
Min distance between longitudinal bars:	2.5 cm
Min edge cover of stirrups:	4.1 cm

ULTIMATE LIMIT STATES - N-MX-MY CAPACITY CHECKS

Check	Result of check
-------	-----------------

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 130 di 214		

N Design axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Design bending moment [kNm] around x axis principal of inerzia
My Design bending moment [kNm] around y axis principal of inerzia
N ult Axial force capacity [kN] (+ if compressive)
Mx ult Bending moment capacity [kNm] around x axis principal of inertia
My ult Bending moment capacity [kNm] around y axis principal of inertia
S.F. Safety Factor = vectorial ratio of (N ult,Mx ult,My ult) to (N,Mx,My). Check OK if ratio >=1.00
As Tension Area [cm²] of bars in tension (beam section). Min area for code is shown between brackets [eq.(9.1N) EC2]

Comb.	Check	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	S.F.	As Tension
1	OK	17441.24	24026.01	-68988.43	17441.45	46200.89	-132643.02	1.923	700.8(0.0)
2	OK	25105.82	38015.54	389.99	25106.05	144857.63	1490.11	3.810	706.1(0.0)
3	OK	25231.70	-18484.97	80849.01	25231.91	-34143.28	149617.12	1.850	695.5(0.0)
4	OK	25105.82	38015.54	389.99	25106.05	144857.63	1490.11	3.810	706.1(0.0)
5	OK	25114.61	24027.19	80948.29	25114.61	43963.48	147882.03	1.827	700.8(0.0)
6	OK	25105.82	38015.54	389.99	25106.05	144857.63	1490.11	3.810	706.1(0.0)
7	OK	17539.17	10382.33	19496.75	17539.03	68349.15	128296.30	6.581	695.5(0.0)
8	OK	18215.98	34590.50	22733.34	18216.16	116699.04	76685.20	3.374	679.6(0.0)
9	OK	17864.35	10529.84	93038.27	17864.27	15536.10	137416.37	1.477	738.0(0.0)
10	OK	18215.98	34256.45	22733.34	18215.71	116482.10	77229.64	3.399	679.6(0.0)
11	OK	17799.30	10384.71	93093.42	17799.16	15315.09	137303.45	1.475	738.0(0.0)
12	OK	18215.98	34590.50	22733.34	18216.16	116699.04	76685.20	3.374	679.6(0.0)
13	OK	30404.98	-21370.80	71080.23	30404.96	-47285.08	157242.64	2.212	690.2(0.0)
14	OK	21967.11	-35889.78	1656.46	21967.03	-139696.61	6452.72	3.892	722.1(0.0)
15	OK	22614.52	21140.19	-78757.22	22614.26	38624.70	-143928.43	1.827	700.8(0.0)
16	OK	21967.11	-35889.78	1656.46	21967.03	-139696.61	6452.72	3.892	722.1(0.0)
17	OK	22731.61	-21371.98	-78856.49	22731.57	-39053.57	-144090.85	1.827	700.8(0.0)
18	OK	21967.11	-35889.78	1656.46	21967.03	-139696.61	6452.72	3.892	722.1(0.0)
19	OK	19999.93	-10027.84	-17949.56	19999.99	-73531.35	-131703.71	7.336	695.5(0.0)
20	OK	19323.12	-34236.01	-21186.15	19322.92	-119527.48	-73923.94	3.491	690.2(0.0)
21	OK	19674.75	-10175.34	-91491.09	19675.01	-15657.49	-141022.31	1.541	732.7(0.0)
22	OK	19323.12	-33901.96	-21186.15	19322.89	-119270.53	-74587.16	3.519	684.9(0.0)
23	OK	19739.81	-10030.22	-91546.24	19739.93	-15405.26	-141172.91	1.542	732.7(0.0)
24	OK	19323.12	-34236.01	-21186.15	19322.92	-119527.48	-73923.94	3.491	690.2(0.0)

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 131 di 214	

ULTIMATE LIMIT STATE - BENDING AND AXIAL FORCE - STRAIN VALUES

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Xc max	X-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
Yc max	Y-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Xs max	X-coordinate [cm] of bar in wich is es max
Ys max	Y-coordinate [cm] of bar in wich is es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Xs min	X-coordinate [cm] of bar in wich is es min
Ys min	Y-coordinate [cm] of bar in wich is es min

Comb.	ec max	ec*	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0.00350	-0.00561	-235.0	260.0	0.00318	-227.3	257.2	-0.01744	227.3	-257.2
2	0.00350	-0.00266	225.0	270.0	0.00330	222.2	262.3	-0.01068	-222.2	-262.3
3	0.00350	-0.00581	235.0	-260.0	0.00317	227.3	-257.2	-0.01790	-227.3	257.2
4	0.00350	-0.00266	225.0	270.0	0.00330	222.2	262.3	-0.01068	-222.2	-262.3
5	0.00350	-0.00501	235.0	260.0	0.00320	227.3	257.2	-0.01606	-227.3	-257.2
6	0.00350	-0.00266	225.0	270.0	0.00330	222.2	262.3	-0.01068	-222.2	-262.3
7	0.00350	-0.00379	235.0	260.0	0.00327	227.3	257.2	-0.01327	-227.3	-257.2
8	0.00350	-0.00147	225.0	270.0	0.00336	222.2	262.3	-0.00795	-222.2	-262.3
9	0.00350	-0.00946	235.0	260.0	0.00302	227.3	257.2	-0.02626	-227.3	-257.2
10	0.00350	-0.00146	225.0	270.0	0.00336	222.2	262.3	-0.00793	-222.2	-262.3
11	0.00350	-0.00952	235.0	260.0	0.00302	227.3	257.2	-0.02640	-227.3	-257.2
12	0.00350	-0.00147	225.0	270.0	0.00336	222.2	262.3	-0.00795	-222.2	-262.3
13	0.00350	-0.00430	235.0	-260.0	0.00323	227.3	-257.2	-0.01442	-227.3	257.2
14	0.00350	-0.00270	225.0	-270.0	0.00330	222.2	-262.3	-0.01076	-222.2	262.3
15	0.00350	-0.00572	-235.0	260.0	0.00318	-227.3	257.2	-0.01768	227.3	-257.2
16	0.00350	-0.00270	225.0	-270.0	0.00330	222.2	-262.3	-0.01076	-222.2	262.3
17	0.00350	-0.00567	-235.0	-260.0	0.00318	-227.3	-257.2	-0.01756	227.3	257.2
18	0.00350	-0.00270	225.0	-270.0	0.00330	222.2	-262.3	-0.01076	-222.2	262.3
19	0.00350	-0.00319	-235.0	-260.0	0.00329	-227.3	-257.2	-0.01190	227.3	257.2
20	0.00350	-0.00146	-225.0	-270.0	0.00336	-222.2	-262.3	-0.00792	222.2	262.3
21	0.00350	-0.00897	-235.0	-260.0	0.00304	-227.3	-257.2	-0.02514	227.3	257.2
22	0.00350	-0.00145	-225.0	-270.0	0.00336	-222.2	-262.3	-0.00790	222.2	262.3
23	0.00350	-0.00900	-235.0	-260.0	0.00304	-227.3	-257.2	-0.02521	227.3	257.2
24	0.00350	-0.00146	-225.0	-270.0	0.00336	-222.2	-262.3	-0.00792	222.2	262.3

ULTIMATE LIMIT STATE - POSITION OF NEUTRAL AXIS FOR EACH COMBINATION

a, b, c	Coeff. a, b, c in neutral axis equation: aX+bY+c=0 reference X,Y,O
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [eq.(5.10)EC2]

Comb.	a	b	c	x/d	D
1	-0.000038825	0.000005788	-0.007128533	0.167	0.700
2	0.000000190	0.000026471	-0.003689990	0.247	0.749
3	0.000041370	-0.000004391	-0.007363531	0.164	0.700
4	0.000000190	0.000026471	-0.003689990	0.247	0.749
5	0.000036571	0.000005133	-0.006428677	0.179	0.700
6	0.000000190	0.000026471	-0.003689990	0.247	0.749
7	0.000027679	0.000007687	-0.005003080	0.209	0.701
8	0.000006536	0.000016012	-0.002293614	0.306	0.822
9	0.000061052	0.000002968	-0.011618816	0.118	0.700
10	0.000006573	0.000015956	-0.002286902	0.306	0.823

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 132 di 214	

11	0.000061392	0.000002942	-0.011692241	0.117	0.700
12	0.000006536	0.000016012	-0.002293614	0.306	0.822
13	0.000033069	-0.000005092	-0.005595172	0.195	0.700
14	0.000000820	-0.000026096	-0.003730242	0.245	0.747
15	-0.000040367	0.000004875	-0.007253974	0.165	0.700
16	0.000000820	-0.000026096	-0.003730242	0.245	0.747
17	-0.000040079	-0.000004902	-0.007193136	0.166	0.700
18	0.000000820	-0.000026096	-0.003730242	0.245	0.747
19	-0.000024401	-0.000007967	-0.004305429	0.227	0.724
20	-0.000006268	-0.000016188	-0.002281041	0.306	0.823
21	-0.000058687	-0.000002920	-0.011050440	0.122	0.700
22	-0.000006312	-0.000016119	-0.002272459	0.307	0.824
23	-0.000058870	-0.000002887	-0.011085110	0.122	0.700
24	-0.000006268	-0.000016188	-0.002281041	0.306	0.823

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete:	Considered if not less than -fctm
Check	Result of Check
Reg	Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim)	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim)	Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa]. Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
r eff	Geometrical ratio Ac eff/Ac [eq.(7.10) Ec2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	4.05 (19.2)	0.0	0.0	-34.9 (360.0)	227.3	---	11594	---	---
2	1	OK	2.58 (19.2)	-225.0	270.0	-12.8 (360.0)	222.2	---	8140	---	---
3	1	OK	4.30 (19.2)	235.0	-260.0	-37.7 (360.0)	-227.3	---	13059	---	---
4	1	OK	2.58 (19.2)	-225.0	270.0	-12.8 (360.0)	222.2	---	8140	---	---
5	1	OK	4.55 (19.2)	235.0	260.0	-41.4 (360.0)	-227.3	---	13305	---	---
6	1	OK	2.58 (19.2)	-225.0	270.0	-12.8 (360.0)	222.2	---	8140	---	---
7	1	OK	4.20 (19.2)	235.0	-260.0	-31.4 (360.0)	-227.3	---	10251	---	---
8	1	OK	2.69 (19.2)	225.0	-270.0	-9.9 (360.0)	-222.2	---	6813	---	---
9	1	OK	4.48 (19.2)	-235.0	-260.0	-36.2 (360.0)	227.3	---	12211	---	---
10	1	OK	2.69 (19.2)	225.0	-270.0	-9.9 (360.0)	-222.2	---	6813	---	---
11	1	OK	4.50 (19.2)	-235.0	-260.0	-36.3 (360.0)	227.3	---	12440	---	---
12	1	OK	2.69 (19.2)	225.0	-270.0	-9.9 (360.0)	-222.2	---	6813	---	---

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Section is assumed cracked if flexural tensile stress exceeds fctm in at least one combination
e1	Result of check
e2	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
k1	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
kt	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
k2	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k3	= 0.5 for bending; =(e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
e sm - e cm	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
sr max	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
wk	Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
MX crack	Max final crack [mm] spacing
	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
	First cracking bending moment around X axis[kNm]

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 133 di 214	

MY crack	First cracking bending moment around Y axis[kNm]											
Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack		
1	OK	-0.00071	0	----	----	----	----	----	20179.66	-58400.54		
2	OK	-0.00042	0	----	----	----	----	----	86199.59	-691.00		
3	OK	-0.00083	0	----	----	----	----	----	-14223.95	65627.04		
4	OK	-0.00042	0	----	----	----	----	----	86199.59	-691.00		
5	OK	-0.00082	0	----	----	----	----	----	16999.09	59857.18		
6	OK	-0.00042	0	----	----	----	----	----	86199.59	-691.00		
7	OK	-0.00054	0	----	----	----	----	----	-19796.24	66984.21		
8	OK	-0.00028	0	----	----	----	----	----	-102815.24	8075.31		
9	OK	-0.00070	0	----	----	----	----	----	16999.73	-66214.85		
10	OK	-0.00028	0	----	----	----	----	----	-102815.24	8075.31		
11	OK	-0.00069	0	----	----	----	----	----	-17123.56	-66038.23		
12	OK	-0.00028	0	----	----	----	----	----	-102815.24	8075.31		

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	2.64 (19.2)	0.0	0.0	-13.9 (360.0)	227.3	----	19673	----	----
2	1	OK	2.55 (19.2)	-225.0	270.0	-11.8 (360.0)	222.2	----	7947	----	----
3	1	OK	3.11 (19.2)	235.0	260.0	-20.1 (360.0)	-227.3	----	20137	----	----
4	1	OK	2.55 (19.2)	-225.0	270.0	-11.8 (360.0)	222.2	----	7947	----	----
5	1	OK	3.10 (19.2)	235.0	260.0	-20.1 (360.0)	-227.3	----	20296	----	----
6	1	OK	2.55 (19.2)	-225.0	270.0	-11.8 (360.0)	222.2	----	7947	----	----
7	1	OK	2.78 (19.2)	235.0	260.0	-11.3 (360.0)	-227.3	----	19384	----	----
8	1	OK	2.61 (19.2)	225.0	-270.0	-12.9 (360.0)	-222.2	----	7985	----	----
9	1	OK	3.05 (19.2)	-235.0	-260.0	-15.9 (360.0)	227.3	----	20073	----	----
10	1	OK	2.61 (19.2)	225.0	-270.0	-12.9 (360.0)	-222.2	----	7985	----	----
11	1	OK	3.05 (19.2)	-235.0	-260.0	-15.8 (360.0)	227.3	----	20167	----	----
12	1	OK	2.61 (19.2)	225.0	-270.0	-12.9 (360.0)	-222.2	----	7985	----	----

SLS FREQUENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00027	0	----	----	----	----	----	4426.53	-112201.68
2	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	86800.88	-6767.21
3	OK	-0.00037	0	----	----	----	----	----	3456.23	98135.65
4	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	86800.88	-6767.21
5	OK	-0.00036	0	----	----	----	----	----	3095.29	98653.39
6	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	86800.88	-6767.21
7	OK	-0.00017	0	----	----	----	----	----	92.54	141755.42
8	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	-79486.22	11254.20
9	OK	-0.00029	0	----	----	----	----	----	-400.95	-118500.71
10	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	-79486.22	11254.20
11	OK	-0.00028	0	----	----	----	----	----	67.26	-119548.45
12	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	-79486.22	11254.20

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	1.01 (14.4)	235.0	-260.0	10.4 (360.0)	-227.3	----	0	----	----
2	1	OK	0.95 (14.4)	235.0	260.0	11.5 (360.0)	227.3	----	0	----	----
3	1	OK	1.01 (14.4)	235.0	260.0	10.5 (360.0)	-227.3	----	0	----	----
4	1	OK	0.95 (14.4)	235.0	260.0	11.5 (360.0)	227.3	----	0	----	----

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
Relazione di calcolo Pile B.P.		LOTTO
		CODIFICA
		DOCUMENTO
		REV.
		FOGLIO.
		IBOU
		1BEZZ
		CL
		VI000007
		C
		134 di 214

5	1	OK	1.01 (14.4)	235.0	-260.0	10.4 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
6	1	OK	0.95 (14.4)	235.0	260.0	11.5 (360.0)	227.3	---	0	---	---
7	1	OK	0.95 (14.4)	235.0	260.0	11.5 (360.0)	227.3	---	0	---	---
8	1	OK	1.01 (14.4)	235.0	-260.0	10.4 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
9	1	OK	0.95 (14.4)	-235.0	-260.0	11.5 (360.0)	227.3	---	0	---	---
10	1	OK	1.01 (14.4)	235.0	-260.0	10.4 (360.0)	-227.3	---	0	---	---
11	1	OK	0.95 (14.4)	-235.0	-260.0	11.5 (360.0)	227.3	---	0	---	---
12	1	OK	1.01 (14.4)	235.0	-260.0	10.4 (360.0)	-227.3	---	0	---	---

SLS QUASI-PERMANENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	∅	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
2	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
3	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
4	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
5	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
6	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
7	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
8	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
9	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
10	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
11	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
12	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00

SLS - CHECK OF MINIMUM REINFORCEMENT AREA FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

Comb.	Order numbers assigned to SLS combination
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent combination
Region	Number and type (web or flange) of sub-regions (as parts of the concrete cross-section)
k	Coeff. wich allows for the effects of non-uniform self-equilibrating stresses [eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich takes account of the stress distribution prior to cracking [eq.(7.2)-(7.3) EC2]
Act	Area of concrete (for each sub-region) within tension zone just before formation of first crack [eq.(7.1) EC2]
Ned	Axial force [kN] (+ if compressive) acting within each sub-region just before of first crack
Sc	= Ned/Act = mean stress [Mpa] within each concrete sub-region [eq.(7.1) EC2]
k1	Coeff. considering the effects of axial force on the stress distribution (rectangular section or web sub-region)
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange just prior to cracking
As reg	Area [cm²] of longitudinal bars within the tension area of each sub-region
As,min	Minimum Area [cm²] of longitudinal bars to be placed within the tension area of each sub-region

Comb.	Comb.Type	Region	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Fcr	As reg	As,min
1	Frequent	1 ()	0.65	0.39	61281	16474.96	8.26	1.50	---	509.7	129.3
2	Frequent	1 ()	0.65	0.39	31885	17129.26	8.59	1.50	---	371.7	67.2
3	Frequent	1 ()	0.65	0.39	68367	16903.06	8.48	1.50	---	520.3	144.1
4	Frequent	1 ()	0.65	0.39	31885	17129.26	8.59	1.50	---	371.7	67.2
5	Frequent	1 ()	0.65	0.39	68452	16843.18	8.45	1.50	---	520.3	144.3
6	Frequent	1 ()	0.65	0.39	31885	17129.26	8.59	1.50	---	371.7	67.2
7	Frequent	1 ()	0.65	0.38	55997	19584.32	9.82	1.50	---	493.8	117.4
8	Frequent	1 ()	0.65	0.39	32495	16961.08	8.51	1.50	---	371.7	68.5
9	Frequent	1 ()	0.65	0.38	62800	19152.00	9.60	1.50	---	504.4	131.8
10	Frequent	1 ()	0.65	0.39	32495	16961.08	8.51	1.50	---	371.7	68.5
11	Frequent	1 ()	0.65	0.38	62802	19214.91	9.64	1.50	---	504.4	131.8
12	Frequent	1 ()	0.65	0.39	32495	16961.08	8.51	1.50	---	371.7	68.5
1	Quasi-perm.	1 ()			0	16961.08	0.00		---	0.0	0.0
2	Quasi-perm.	1 ()			0	17129.29	0.00		---	0.0	0.0
3	Quasi-perm.	1 ()			0	17020.83	0.00		---	0.0	0.0
4	Quasi-perm.	1 ()			0	17129.29	0.00		---	0.0	0.0
5	Quasi-perm.	1 ()			0	16961.08	0.00		---	0.0	0.0

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 135 di 214	

6	Quasi-perm.	1 ()	0	17129.29	0.00	---	0.0	0.0
7	Quasi-perm.	1 ()	0	17129.29	0.00	---	0.0	0.0
8	Quasi-perm.	1 ()	0	16961.08	0.00	---	0.0	0.0
9	Quasi-perm.	1 ()	0	17069.35	0.00	---	0.0	0.0
10	Quasi-perm.	1 ()	0	16961.08	0.00	---	0.0	0.0
11	Quasi-perm.	1 ()	0	17129.29	0.00	---	0.0	0.0
12	Quasi-perm.	1 ()	0	16961.08	0.00	---	0.0	0.0

13.4.4 Verifica a taglio

La verifica a taglio, considerando che per le pile si è ipotizzato un comportamento dissipativo, viene condotta in ottemperanza a quanto prescritto nel D.M.14/01/2008, cap.7.9.5.5.

Le sollecitazioni di taglio si ottengono secondo il criterio della gerarchia delle resistenze, considerando la relazione:

$$V_{gr,i} = V_{E,i} \times \gamma_{rd} \times M_{rd,i} / M_{E,i}$$

Dove $V_{E,i}$ è il taglio sollecitante e $M_{E,i}$ è il momento sollecitante derivanti dalla analisi, $M_{rd,i}$ è il momento resistente e γ_{rd} è il fattore di sovraresistenza. Quest'ultimo si determina considerando la seguente relazione:

$$\gamma_{rd} = 0.7 + 0.2 \times q = 1$$

Il taglio di verifica viene determinato per ciascuna delle pile, sia in direzione trasversale che in direzione longitudinale. I valori vengono riportati di seguito.

PILA 1		
Direzione longitudinale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	2822.77 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	68017.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{Rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	106676.00 kNm
Rapporto di sovraresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	1.57
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	4427.16
---------------------	------------	---------

Direzione trasversale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	1688.09 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	42053.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{Rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	116502.00 kNm
Rapporto di sovraresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	2.77
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	4676.62
---------------------	------------	---------

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 136 di 214

PILA 2		
Direzione longitudinale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	3630.74 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	88370.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{Rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	134415.00 kNm
Rapporto di sovrarresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	1.52
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	5522.53
---------------------	------------	---------

Direzione trasversale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	2649.28 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	65853.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{Rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	120108.00 kNm
Rapporto di sovrarresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	1.82
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	4831.97
---------------------	------------	---------

PILA 3		
Direzione longitudinale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	3815.91 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	93093.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{Rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	136817.00 kNm
Rapporto di sovrarresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	1.47
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	5608.17
---------------------	------------	---------

Direzione trasversale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	1515.85 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	34590.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{Rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	113450.00 kNm
Rapporto di sovrarresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	3.28
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	4971.76
---------------------	------------	---------

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. C	FOGLIO. 137 di 214	

Si osserva che le sollecitazioni taglianti ottenute dall'applicazione della gerarchia delle resistenze sono maggiori di quelle derivanti da una analisi con uno spettro elastico ($q=1$). Si considerano quindi quest'ultime per eseguire le verifiche.

Binario pari							
Spiccato Pila 1							
		Axial [kN]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]	Torsion [kNm]	Moment-y [kNm]	Moment-z [kNm]
SLV - $q=1$	Axial	-21926.97	-743.51	-959.14	-1623.85	-21395.89	-18405.46
	Shear-y	-19699.99	2504.74	1228.61	5169.67	27655.78	62559.27
	Shear-z	-21642.26	-757.54	-4065.81	-1596.39	-97055.3	-18818.93
	Torsion	-21337.68	-2459.3	-1090.61	-5341.89	-26235.86	-60898.68
	Moment-y	-21642.26	-747.91	-4065.81	-1612.89	-97055.3	-18534.93
	Moment-z	-19699.99	2504.74	1228.61	5169.67	27655.78	62559.27

Spiccato Pila 2							
		Axial [kN]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]	Torsion [kNm]	Moment-y [kNm]	Moment-z [kNm]
SLV - $q=1$	Axial	-19717.43	-1177.16	-1216.52	-1684.72	-27872.72	-29162.09
	Shear-y	-17714.07	3946.08	1706.9	5649.24	41642.62	98196.97
	Shear-z	-19266.78	-1184.3	-5208.07	-1748.45	-126431.35	-29364.79
	Torsion	-17693.88	3933.07	1519.22	5731.57	36730.08	97829.19
	Moment-y	-19266.78	-1176.95	-5208.07	-1697.72	-126431.35	-29155.67
	Moment-z	-17714.07	3946.08	1706.9	5649.24	41642.62	98196.97

Spiccato Pila 3							
		Axial [kN]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]	Torsion [kNm]	Moment-y [kNm]	Moment-z [kNm]
SLV - $q=1$	Axial	-20054.17	-667.22	-1331.9	-1955.33	-29796.32	-15068.16
	Shear-y	-18161.75	2249.2	1416.76	6559.34	34580.1	51391.58
	Shear-z	-17683.57	674.04	5453.38	2011.93	132527.48	15570.18
	Torsion	-18161.75	2236.99	1416.76	6637.75	34580.1	51057.53
	Moment-y	-17618.52	668.77	5453.38	1978.78	132582.63	15425.05
	Moment-z	-18161.75	2249.2	1416.76	6559.34	34580.1	51391.58

Per la verifica della sezione, si determina prima la presenza o meno di sezioni critiche. Non essendo dichiarata esplicitamente la relazione per la loro determinazione nelle NTC08, si rimanda all'equazione 6.11 della norma UNI EN 1998-2. La stessa prescrive che qualora vi sia una sezione con il rapporto tra momento resistente e quello di calcolo con valore inferiore a 1.3, questa viene identificata come zona critica.

Non verificandosi mai tale situazione (fattore di sicurezza minimo pari a 1.4 per binario pari e 1.5 per binario pari), si conclude affermando che non sono presenti sezioni critiche.

Si procede quindi con la determinazione della resistenza a taglio nelle due direzioni. Tutte le pile sono armate con la seguente armatura a taglio:

- Staffe a 8 braccia $\Phi 12/20$ cm in direzione longitudinale
- Staffe a 4 braccia $\Phi 12/20$ cm in direzione trasversale

In direzione trasversale la verifica viene condotta considerando resistenti solo i due setti trasversali (di dimensioni 1.0x5.4m).

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 138 di 214

- **Taglio resistente in direzione longitudinale**

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. SECONDO NTC 2008					
Caratteristiche materiali		Geometria	Armatura longitudinale tesa	Sollecitazioni	
Acciaio B450C	Calcestruzzo	d = 4690 mm	As = 1005 mm ²	NEd = 0 kN	
f _{yk} = 450 MPa	f _{ck} = 33.20 MPa	bw = 3400 mm	Parametri	VEd = 5453 kN	
f _{tk} = 540 MPa	R _{ck} = 40.00 MPa	Ac = 15946000 mm ²		k = 1.207	Verifica senza armatura a taglio
E _s = 210000 MPa	f _{cm} = 41.20 MPa	Armatura a taglio		VRd = 4261.7 kN	Verifica : / CS = 0.78
Resistenze di calcolo	f _{ctm} = 3.10 MPa	α = 90°	v _{min} = 0.27	necessaria armatura a taglio	
f _{od} = 18.81 MPa	f _{ctk} (0,05) = 2.17 MPa	A _{sw,min} = 264 mm ²	ρ _l = 0.000	Verifica con armatura a taglio	
f _{ctd} (0,05) = 1.45 MPa	f _{ctk} (0,95) = 4.03 MPa	∅ = 12 mm	v = 0.5	VRsd = 18680 kN	
f _{ctd} (0,95) = 2.69 MPa	E _{cm} = 33643 MPa	s = 200 mm	ω _{sw} = 0.0277	VRcd = 46551 kN	
f _{yd} = 391 MPa	f _{ctm} = 3.72 MPa	n. bracci = 8	cotg θ = 4.13 rott. armatura	VRd = 18680 kN	Verifica : / CS = 3.42
Coefficienti	γ _c = 1.5	A _{sw} = 905 mm ²	cotg θ = 2.5		
γ _s = 1.15	α _{cc} = 0.85		α _c = 1		

- **Taglio in direzione trasversale**

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. SECONDO NTC 2008					
Caratteristiche materiali		Geometria	Armatura longitudinale tesa	Sollecitazioni	
Acciaio B450C	Calcestruzzo	d = 5390 mm	As = 1005 mm ²	NEd = 0 kN	
f _{yk} = 450 MPa	f _{ck} = 33.20 MPa	bw = 2000 mm	Parametri	VEd = 3946 kN	
f _{tk} = 540 MPa	R _{ck} = 40.00 MPa	Ac = 10780000 mm ²		k = 1.193	Verifica senza armatura a taglio
E _s = 210000 MPa	f _{cm} = 41.20 MPa	Armatura a taglio		VRd = 2831.5 kN	Verifica : / CS = 0.71
Resistenze di calcolo	f _{ctm} = 3.10 MPa	α = 90°	v _{min} = 0.26	necessaria armatura a taglio	
f _{od} = 18.81 MPa	f _{ctk} (0,05) = 2.17 MPa	A _{sw,min} = 166 mm ²	ρ _l = 0.000	Verifica con armatura a taglio	
f _{ctd} (0,05) = 1.45 MPa	f _{ctk} (0,95) = 4.03 MPa	∅ = 12 mm	v = 0.5	VRsd = 10734 kN	
f _{ctd} (0,95) = 2.69 MPa	E _{cm} = 33643 MPa	s = 200 mm	ω _{sw} = 0.0235	VRcd = 31470 kN	
f _{yd} = 391 MPa	f _{ctm} = 3.72 MPa	n. bracci = 4	cotg θ = 4.50 rott. armatura	VRd = 10734 kN	Verifica : / CS = 2.72
Coefficienti	γ _c = 1.5	A _{sw} = 452 mm ²	cotg θ = 2.5		
γ _s = 1.15	α _{cc} = 0.85		α _c = 1		

Al valore di resistenza a taglio determinato si applica un ulteriore fattore di sicurezza, secondo quanto riportato al §7.9.5.2.2 del D.M. 17/01/08.

$$1 \leq \gamma_{ed} = 1,25 + 1 - q \cdot \frac{V_{ed}}{V_{gr,0}} \leq 1,2$$

A favore di sicurezza si riduce il taglio resistente di un fattore pari a 1.2. Tutte le verifiche risultano essere soddisfatte.

13.4.5 Armatura minima per il confinamento delle pile

Si riporta la verifica del confinamento a taglio. Se si considera una sezione rettangolare piena o cava, per entrambe le direzioni parallele ai lati della sezione si deve verificare:

$$w_{wd,r} = \frac{A_{sw}}{s \cdot b} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \geq 0.03$$

Considerando che in direzione longitudinale la pila è armata con staffe Φ12/20cm a 8 bracci (A_{sw}=905mm²) e in direzione trasversale con staffe Φ12/20cm a 4 bracci (A_{sw}=452mm²), che le resistenze dei materiali sono f_{cd}=16.46MPa (calcestruzzo) e f_{yd}=391MPa (acciaio B450C), si riporta la verifica per le due direzioni:

Direzione trasversale (sezione resistente data dai due setti trasversali):

$$w_{wd,r} = \frac{452}{200 \cdot 174} \cdot \frac{391}{16.46} = 0.3$$

Direzione longitudinale (sezione resistente data dal nucleo centrale):

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 139 di 214

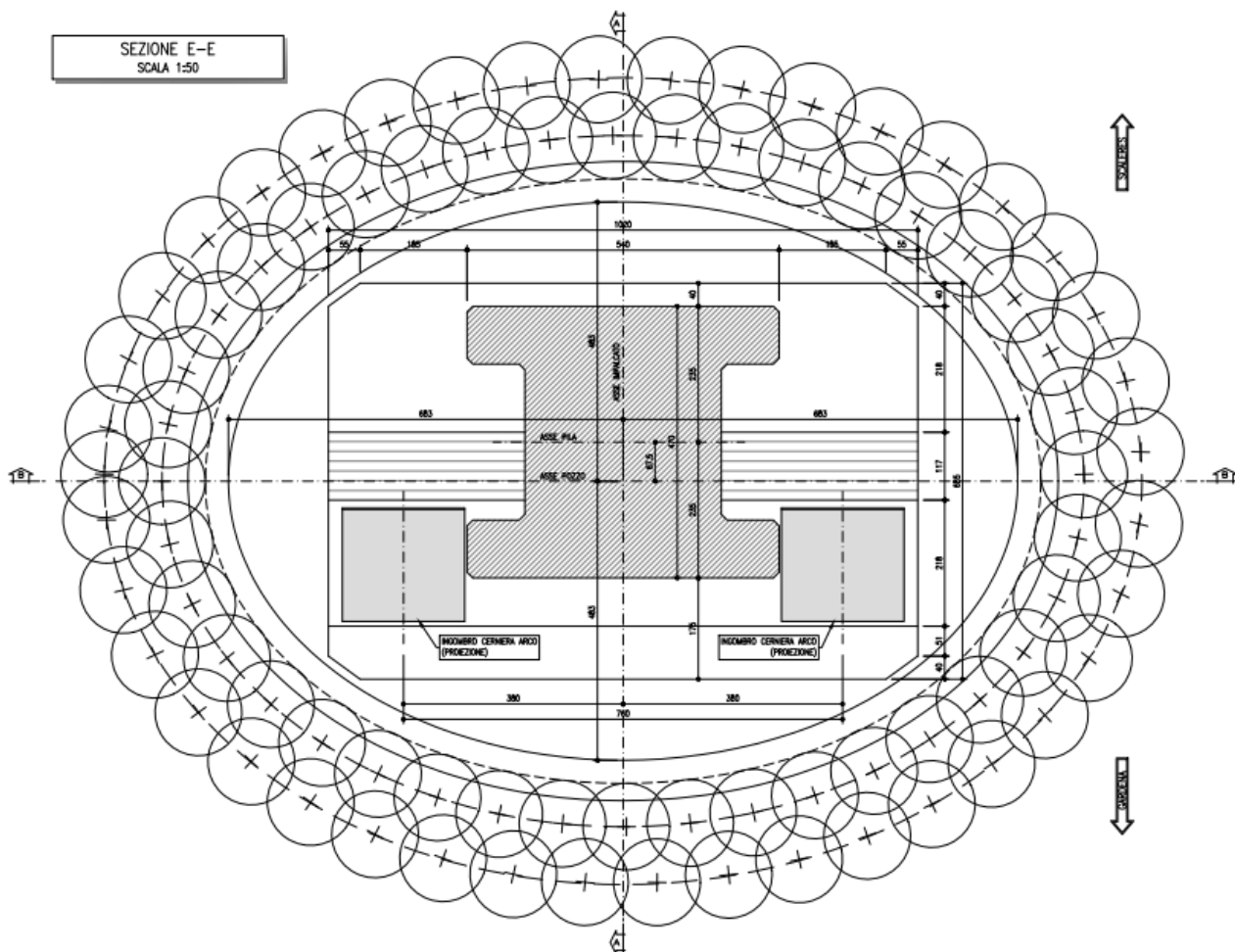
$$w_{wd,r} = \frac{905}{200 * 3292} * \frac{391}{16.46} = 0.032$$

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 140 di 214

14 PLINTO DI FONDAZIONE

In questo capitolo si riportano le verifiche dei plinti di fondazione delle pile che compongono le sottostrutture del binario pari. Tutti i plinti hanno dimensioni pari a 9.3x6.85m e sono armati sui lati con $\Phi 26/20\text{cm}$; al centro invece sono posizionate le armature delle pile che sono state dichiarate nei capitoli precedenti.

Una rappresentazione del plinto tipico viene riportata di seguito.



Nei capitoli successivi si riportano le sollecitazioni di verifica e le rispettive verifiche.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 141 di 214	

14.1 SOLLECITAZIONI PLINTO DI FONDAZIONE – PILA 1

Le sollecitazioni nominali per la zattera su cui scarica la pila 1 vengono riportate di seguito.

Zattera Pila 1

Azioni caratteristiche non combinate

	Axial [kN]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]	Torsion [kNm]	Moment-y [kNm]	Moment-z [kNm]
G1	-26361.82	-0.01	4212.43	3.01	-22925.08	0.39
G2	-8818	0	4933.41	0	-15457.46	0
EnvMob	-5624.4	-16.99	3548.93	-1650.85	-9607.98	-3719.97
E3	0	0.54	143.55	117.45	485.22	14.99
Q5	0	1661.15	0	11297.74	0	41990.63
Qlk	93.24	0	1084.89	0	32412.77	0
Qtk	0	101.7	0	588.09	0	3241.46
Q7-perm	182.67	0	356.16	0	2813.58	0
SL	1049.55	0	2833.26	0.02	64754.91	0.03
ST	0.01	2129.08	0	14113.69	0.03	56996.33
SV	1120.85	0	374.93	0.02	1546.53	0.04

Considerando che da queste, considerando le diverse combinazioni, si ottengono quelle dimensionati, si ottiene:

INVILUPPI MASSIMI E MINIMI							
ENV-SLU-P1(max)	Axial	-34846.52	1512.05	15973.87	-10275.84	-85336.27	-37679.31
ENV-SLU-P1(max)	Shear-y	-35355.55	2505.1	13953.79	-17028.76	-41618.55	-62886.82
ENV-SLU-P1(max)	Shear-z	-48847.5	-1516.48	20627.24	10539.68	-106715.93	39127.17
ENV-SLU-P1(max)	Torsion	-48625.85	-2479.33	16924.13	17076.91	-50870.5	63112.18
ENV-SLU-P1(max)	Moment-y	-35130.44	1548.71	12411.97	-10481.26	14234.02	-38845.69
ENV-SLU-P1(max)	Moment-z	-48625.85	-2479.33	16924.13	17076.91	-50870.5	63112.18
ENV-GEO-P1(max)	Axial	-34867.29	1310.37	14983.54	-8905.3	-78473.82	-32655.93
ENV-GEO-P1(max)	Shear-y	-38001.91	1672.68	14820.36	-11368.63	-46199.53	-41905.18
ENV-GEO-P1(max)	Shear-z	-37878.04	-1314.18	17175.88	9131.7	-88738.22	33903.95
ENV-GEO-P1(max)	Torsion	-34991.17	-1650.46	12404.08	11410.06	-35178.19	42099.45
ENV-GEO-P1(max)	Moment-y	-35112.05	1341.96	11911.75	-9081.42	7366.65	-33661.31
ENV-GEO-P1(max)	Moment-z	-34991.17	-1650.46	12404.08	11410.06	-35178.19	42099.45
ENV-SLER-P1(max)	Axial	-34893.27	1008.41	13741.33	-6849.67	-69881.2	-25116.53
ENV-SLER-P1(max)	Shear-y	-35356.51	1672.58	13314.5	-11347.49	-41474.95	-41902.49
ENV-SLER-P1(max)	Shear-z	-35258.61	-1011.5	14453.64	7037.64	-75508.36	26115.82
ENV-SLER-P1(max)	Torsion	-34991.17	-1650.37	12429.92	11388.92	-35265.53	42096.75
ENV-SLER-P1(max)	Moment-y	-35089.07	1033.71	11290.78	-6996.2	-1232.12	-25921.55
ENV-SLER-P1(max)	Moment-z	-34991.17	-1650.37	12429.92	11388.92	-35265.53	42096.75
ENV-SLEF-P1(max)	Axial	-34914.04	9.39	12753.87	-58.57	-63028.46	62.06
ENV-SLEF-P1(max)	Shear-y	-35362.49	1661.41	9573.77	-11353.45	-41438.73	-41997.74
ENV-SLEF-P1(max)	Shear-z	-35279.39	-11.84	13466.18	205.45	-68655.62	736.93
ENV-SLEF-P1(max)	Torsion	-34997.15	-1661.43	8717.91	11359.47	-35326.35	41998.51
ENV-SLEF-P1(max)	Moment-y	-35070.69	29.6	10787.69	-171.1	-8089.78	-581.36
ENV-SLEF-P1(max)	Moment-z	-34997.15	-1661.43	8717.91	11359.47	-35326.35	41998.51

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 di calcolo Pile B.P.		<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>CL</td> <td>VI000007</td> <td>C</td> <td>142 di 214</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	142 di 214
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	142 di 214									

ENV-SLU-P1(min)	Axial	-57703.24	-1521.83	11655.92	7795.16	-21791.63	32156.84
ENV-SLU-P1(min)	Shear-y	-55483.31	-2512.93	12596.59	15045.63	-62587.29	58469.02
ENV-SLU-P1(min)	Shear-z	-43702.26	1506.71	7002.55	-13020.36	-411.97	-44649.63
ENV-SLU-P1(min)	Torsion	-42213.01	2471.5	9626.24	-19060.04	-53335.34	-67529.97
ENV-SLU-P1(min)	Moment-y	-57419.32	-1558.48	15217.81	8000.59	-121361.92	33323.23
ENV-SLU-P1(min)	Moment-z	-42213.01	2471.5	9626.24	-19060.04	-53335.34	-67529.97
ENV-GEO-P1(min)	Axial	-45512.3	-1318.8	9440.79	6766.71	-15523.6	27895.17
ENV-GEO-P1(min)	Shear-y	-40902.77	-1679.43	8673.45	9658.96	-45278.86	38096.73
ENV-GEO-P1(min)	Shear-z	-42501.55	1305.75	7248.45	-11270.29	-5259.2	-38664.7
ENV-GEO-P1(min)	Torsion	-43913.51	1643.71	11089.72	-13119.73	-56300.21	-45907.9
ENV-GEO-P1(min)	Moment-y	-45267.54	-1350.39	12512.58	6942.83	-101364.06	28900.55
ENV-GEO-P1(min)	Moment-z	-43913.51	1643.71	11089.72	-13119.73	-56300.21	-45907.9
ENV-SLER-P1(min)	Axial	-41366.02	-1015.16	8272.46	5140.01	-16959.96	21308.08
ENV-SLER-P1(min)	Shear-y	-40902.77	-1679.33	8699.28	9637.82	-45366.21	38094.04
ENV-SLER-P1(min)	Shear-z	-41000.67	1004.75	7560.15	-8747.31	-11332.8	-29924.27
ENV-SLER-P1(min)	Torsion	-41268.11	1643.62	9583.86	-13098.59	-51575.63	-45905.2
ENV-SLER-P1(min)	Moment-y	-41170.21	-1040.46	10723	5286.54	-85609.04	22113.1
ENV-SLER-P1(min)	Moment-z	-41268.11	1643.62	9583.86	-13098.59	-51575.63	-45905.2
ENV-SLEF-P1(min)	Axial	-40165.31	-14.79	8515.5	-1307.96	-21797.49	-3108.66
ENV-SLEF-P1(min)	Shear-y	-34997.15	-1661.43	8717.91	11359.47	-35326.35	41998.51
ENV-SLEF-P1(min)	Shear-z	-39799.97	6.43	7803.18	-1571.98	-16170.33	-3783.54
ENV-SLEF-P1(min)	Torsion	-35362.49	1661.41	9573.77	-11353.45	-41438.73	-41997.74
ENV-SLEF-P1(min)	Moment-y	-40008.67	-35.01	10481.67	-1195.43	-76736.16	-2465.24
ENV-SLEF-P1(min)	Moment-z	-35362.49	1661.41	9573.77	-11353.45	-41438.73	-41997.74
ENV-SLV-Spalle(max)	Axial	-33080.25	952.27	14138.11	6293.44	55297.89	25652.05
ENV-SLV-Spalle(max)	Shear-y	-34556.82	3188.83	11667.29	21060.63	-11834.77	84838.51
ENV-SLV-Spalle(max)	Shear-z	-33445.59	947.22	14850.42	6356.3	49670.73	25812.74
ENV-SLV-Spalle(max)	Torsion	-34191.48	3157.95	10811.37	21348.73	-5722.22	85819.24
ENV-SLV-Spalle(max)	Moment-y	-33117.54	956.67	13560.6	6356.13	68748.22	25510.28
ENV-SLV-Spalle(max)	Moment-z	-34191.48	3147.61	10811.37	21284.14	-5722.22	86150.08
ENV-SLV-Spalle(min)	Axial	-38403.14	-953.58	4862.54	-6614.22	-133982.23	-26376.85
ENV-SLV-Spalle(min)	Shear-y	-36926.56	-3190.14	7333.36	-21381.41	-66849.57	-85563.31
ENV-SLV-Spalle(min)	Shear-z	-38037.8	-948.52	4150.23	-6677.08	-128355.07	-26537.53
ENV-SLV-Spalle(min)	Torsion	-37291.9	-3159.26	8189.28	-21669.5	-72962.12	-86544.04
ENV-SLV-Spalle(min)	Moment-y	-38365.84	-957.98	5440.05	-6676.91	-147432.56	-26235.07
ENV-SLV-Spalle(min)	Moment-z	-37291.9	-3148.92	8189.28	-21604.91	-72962.12	-86874.88

Zattera Pila 1

Azioni combinate

QP(max)	Axial	-34997.15	0.26	8861.46	-55.71	-35811.58	-7.11
QP(max)	Shear-y	-35362.49	0.26	9573.77	-55.71	-41438.73	-7.11
QP(max)	Shear-z	-35362.49	0.26	9573.77	-55.71	-41438.73	-7.11
QP(max)	Torsion	-34997.15	-0.29	8717.91	61.73	-35326.35	7.88
QP(max)	Moment-y	-34997.15	-0.29	8717.91	61.73	-35326.35	7.88
QP(max)	Moment-z	-34997.15	-0.29	8717.91	61.73	-35326.35	7.88
QP(min)	Axial	-35362.49	-0.29	9430.22	61.73	-40953.51	7.88
QP(min)	Shear-y	-34997.15	-0.29	8717.91	61.73	-35326.35	7.88
QP(min)	Shear-z	-34997.15	-0.29	8717.91	61.73	-35326.35	7.88
QP(min)	Torsion	-35362.49	0.26	9573.77	-55.71	-41438.73	-7.11
QP(min)	Moment-y	-35362.49	0.26	9573.77	-55.71	-41438.73	-7.11
QP(min)	Moment-z	-35362.49	0.26	9573.77	-55.71	-41438.73	-7.11

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 143 di 214	

14.2 SOLLECITAZIONI PLINTO DI FONDAZIONE – PILA 2

Si riportano le sollecitazioni nominali che si ottengono in seguito alla analisi vengono riportate di seguito.

Zattera Pila 2

Azioni caratteristiche non combinate

	Axial [kN]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]	Torsion [kNm]	Moment-y [kNm]	Moment-z [kNm]
G1	-36685.3	0	-80.32	0.83	66.31	-0.07
G2	-13012.06	0	-108.23	0	-54.86	0
EnvMob	-7925.69	23.6	-3634.04	1606.21	-17208.07	5135.68
E3	0.01	0.11	13.89	36.53	88.34	3.14
Q5	0	2681.01	0	2711.12	0	75433.26
Qlk	68.28	0	1768.16	0	59801.83	0
Qtk	0	107.21	0	767.11	0	3657.35
Q7-perm	6.16	0	638.97	0	5257.45	0
SL	532.31	0.03	3498.49	0.12	95957.74	0.12
ST	0.03	3580.93	0.02	8739.7	0.04	104424.8
SV	1453.47	0.01	308.74	0.06	1300.57	0.06

Dalle sollecitazioni nominale, mediante l'applicazione delle prescrizioni presenti nel D.M.14/01/2008, si ottengono quelle combinate, di cui si riportano i valori di inviluppo di seguito.

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	144 di 214

INVILUPPI MASSIMI E MINIMI							
ENV-SLU-P2.4(max)	Axial	-49580.96	-2420.79	1958.59	-491.63	-72048.89	-61390.34
ENV-SLU-P2.4(max)	Shear-y	-49700.89	4051.17	4871.97	6046.89	26603.19	119586.63
ENV-SLU-P2.4(max)	Shear-z	-49807.13	2489.99	8774.42	4551.72	125765.32	77294.33
ENV-SLU-P2.4(max)	Torsion	-69087.24	2539.26	6029.78	6190.63	68421.38	79009.46
ENV-SLU-P2.4(max)	Moment-y	-49807.13	2489.99	8774.42	4551.72	125765.32	77294.33
ENV-SLU-P2.4(max)	Moment-z	-49700.89	4051.17	4871.97	6046.89	26603.19	119586.63
ENV-GEO-P2.4(max)	Axial	-49596.17	-2097.99	1574.35	-434.77	-62834.33	-53234.87
ENV-GEO-P2.4(max)	Shear-y	-53604.87	2706.58	4229.57	4418.16	23643.71	80982.18
ENV-GEO-P2.4(max)	Shear-z	-49792.84	2157.64	7626.34	3935.38	109145.49	66945.16
ENV-GEO-P2.4(max)	Torsion	-49734.44	2200.11	5154.89	5347.98	58264.36	68423.74
ENV-GEO-P2.4(max)	Moment-y	-49792.84	2157.64	7626.34	3935.38	109145.49	66945.16
ENV-GEO-P2.4(max)	Moment-z	-53604.87	2706.58	4229.57	4418.16	23643.71	80982.18
ENV-SLER-P2.4(max)	Axial	-49615.17	-1614.04	1093.65	-283.46	-51318.79	-40777.44
ENV-SLER-P2.4(max)	Shear-y	-49701.25	2706.56	4264.54	4424.74	23676.07	80981.61
ENV-SLER-P2.4(max)	Shear-z	-49774.97	1661.77	6190.83	3082.52	88368.05	51745.79
ENV-SLER-P2.4(max)	Torsion	-49688.92	2706.43	3003.26	4468.57	13267.19	80977.84
ENV-SLER-P2.4(max)	Moment-y	-49774.97	1661.77	6190.83	3082.52	88368.05	51745.79
ENV-SLER-P2.4(max)	Moment-z	-49701.25	2706.56	4264.54	4424.74	23676.07	80981.61
ENV-SLEF-P2.4(max)	Axial	-49630.38	-4.35	709.69	1075.47	-42102.46	3585.94
ENV-SLEF-P2.4(max)	Shear-y	-49703.52	2681.06	443.48	2693.68	5224.73	75434.76
ENV-SLEF-P2.4(max)	Shear-z	-49760.68	42.53	5043.02	1165.58	71749.99	5188.59
ENV-SLEF-P2.4(max)	Torsion	-49691.19	2680.95	-820.58	2730.21	-5201.82	75431.62
ENV-SLEF-P2.4(max)	Moment-y	-49760.68	42.53	5043.02	1165.58	71749.99	5188.59
ENV-SLEF-P2.4(max)	Moment-z	-49703.52	2681.06	443.48	2693.68	5224.73	75434.76
ENV-SLU-P2.4(min)	Axial	-81567.97	2422.71	-2566.27	525.85	71886.99	69142.29
ENV-SLU-P2.4(min)	Shear-y	-78966.38	-4049.64	-5449.98	-6019.13	-26728.98	-113385.11
ENV-SLU-P2.4(min)	Shear-z	-81341.8	-2488.07	-9382.1	-4517.5	-125927.22	-69542.39
ENV-SLU-P2.4(min)	Torsion	-62061.7	-2537.34	-6637.46	-6156.41	-68583.28	-71257.52
ENV-SLU-P2.4(min)	Moment-y	-81341.8	-2488.07	-9382.1	-4517.5	-125927.22	-69542.39
ENV-SLU-P2.4(min)	Moment-z	-78966.38	-4049.64	-5449.98	-6019.13	-26728.98	-113385.11
ENV-GEO-P2.4(min)	Axial	-64399	2099.64	-2111.81	464.25	62685.1	59917.58
ENV-GEO-P2.4(min)	Shear-y	-58250.94	-2705.26	-4741.45	-4394.25	-23761.8	-75636.03
ENV-GEO-P2.4(min)	Shear-z	-64202.33	-2155.98	-8163.8	-3905.9	-109294.72	-60262.45
ENV-GEO-P2.4(min)	Torsion	-64260.74	-2198.46	-5692.34	-5318.5	-58413.59	-61741.03
ENV-GEO-P2.4(min)	Moment-y	-64202.33	-2155.98	-8163.8	-3905.9	-109294.72	-60262.45
ENV-GEO-P2.4(min)	Moment-z	-58250.94	-2705.26	-4741.45	-4394.25	-23761.8	-75636.03
ENV-SLER-P2.4(min)	Axial	-58337.01	1615.37	-1573.06	307.37	51217.15	46123.58
ENV-SLER-P2.4(min)	Shear-y	-58250.94	-2705.24	-4743.95	-4400.82	-23777.7	-75635.47
ENV-SLER-P2.4(min)	Shear-z	-58177.21	-1660.44	-6670.24	-3058.61	-88469.69	-46399.65
ENV-SLER-P2.4(min)	Torsion	-58263.27	-2705.11	-3482.67	-4444.66	-13368.82	-75631.7
ENV-SLER-P2.4(min)	Moment-y	-58177.21	-1660.44	-6670.24	-3058.61	-88469.69	-46399.65
ENV-SLER-P2.4(min)	Moment-z	-58250.94	-2705.24	-4743.95	-4400.82	-23777.7	-75635.47
ENV-SLEF-P2.4(min)	Axial	-56610.31	5.41	-1168.64	-1056.01	42025.73	690.95
ENV-SLEF-P2.4(min)	Shear-y	-49691.19	-2681.06	-820.58	-2692.03	-5201.82	-75434.9
ENV-SLEF-P2.4(min)	Shear-z	-56480.01	-41.47	-5501.97	-1146.11	-71826.71	-911.7
ENV-SLEF-P2.4(min)	Torsion	-49703.52	-2680.96	443.48	-2728.56	5224.73	-75431.76
ENV-SLEF-P2.4(min)	Moment-y	-56480.01	-41.47	-5501.97	-1146.11	-71826.71	-911.7
ENV-SLEF-P2.4(min)	Moment-z	-49691.19	-2681.06	-820.58	-2692.03	-5201.82	-75434.9

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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	145 di 214

ENV-SLV-Spalle(max)	Axial	-47986.81	1595.12	1415.82	4119.37	30737.21	47613.32
ENV-SLV-Spalle(max)	Shear-y	-49023.36	5365.77	2640.6	13381.52	46233.58	158363.72
ENV-SLV-Spalle(max)	Shear-z	-48491.26	1611.7	6856.23	4216.99	165016.37	48181.04
ENV-SLV-Spalle(max)	Torsion	-49024.69	5355.65	1730.17	13601.65	47767.39	158022.46
ENV-SLV-Spalle(max)	Moment-y	-48491.26	1611.7	6856.23	4216.99	165016.37	48181.04
ENV-SLV-Spalle(max)	Moment-z	-49023.36	5365.77	2640.6	13381.52	46233.58	158363.72
ENV-SLV-Spalle(min)	Axial	-52992.62	-1594.88	-1811.86	-4113.59	-30737.36	-46623.4
ENV-SLV-Spalle(min)	Shear-y	-51956.06	-5365.52	-3036.64	-13375.75	-46233.73	-157373.81
ENV-SLV-Spalle(min)	Shear-z	-52488.16	-1611.46	-7252.27	-4211.22	-165016.52	-47191.13
ENV-SLV-Spalle(min)	Torsion	-51954.73	-5355.41	-2126.21	-13595.88	-47767.55	-157032.55
ENV-SLV-Spalle(min)	Moment-y	-52488.16	-1611.46	-7252.27	-4211.22	-165016.52	-47191.13
ENV-SLV-Spalle(min)	Moment-z	-51956.06	-5365.52	-3036.64	-13375.75	-46233.73	-157373.81

Zattera Pila 2

QP(max)	Axial	-49691.19	-0.06	-820.58	19.09	-5201.82	-1.64
QP(max)	Shear-y	-49703.52	0.05	443.48	-17.44	5224.73	1.5
QP(max)	Shear-z	-49703.5	-0.06	457.37	19.09	5313.07	-1.64
QP(max)	Torsion	-49691.19	-0.06	-820.58	19.09	-5201.82	-1.64
QP(max)	Moment-y	-49703.5	-0.06	457.37	19.09	5313.07	-1.64
QP(max)	Moment-z	-49703.52	0.05	443.48	-17.44	5224.73	1.5
QP(min)	Axial	-49703.52	0.05	443.48	-17.44	5224.73	1.5
QP(min)	Shear-y	-49691.19	-0.06	-820.58	19.09	-5201.82	-1.64
QP(min)	Shear-z	-49691.2	0.05	-834.47	-17.44	-5290.16	1.5
QP(min)	Torsion	-49703.52	0.05	443.48	-17.44	5224.73	1.5
QP(min)	Moment-y	-49691.2	0.05	-834.47	-17.44	-5290.16	1.5
QP(min)	Moment-z	-49691.19	-0.06	-820.58	19.09	-5201.82	-1.64

14.3 SOLLECITAZIONI PLINTO DI FONDAZIONE – PILA 3

Si riportano le sollecitazioni nominali che si ottengono in seguito alla analisi vengono riportate di seguito.

Zattera Pila 3


Azioni caratteristiche non combinate

	Axial [kN]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]	Torsion [kNm]	Moment-y [kNm]	Moment-z [kNm]
G1	-25093.35	0	4292.75	-2.46	4247.42	-0.11
G2	-8359.94	0	5041.64	0	7566.74	0
EnvMob	-5535.05	-18.55	3642.93	1732.24	5848.08	3610.51
E3	0.01	0.08	157.44	99.37	535.32	4.52
Q5	0	1624.8	0	14154.86	0	39340.02
Qlk	80.72	0	1846.67	0	54035.08	0
Qtk	0	98.67	0	822.34	0	2957.25
Q7-perm	176.51	0	391.87	0	3425.12	0
SL	737.27	0.04	3339	0.18	87888.73	0.11
ST	0.05	1664.52	0.04	14429.18	0.04	43147.43
SV	827.43	0.02	423.36	0.07	2480.63	0.06

Dalle sollecitazioni nominale, mediante l'applicazione delle prescrizioni presenti nel D.M.14/01/2008, si ottengono quelle combinate, di cui si riportano i valori di involuppo di seguito.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	146 di 214

INVILUPPI MASSIMI E MINIMI						
ENV-SLU-P3(max)	Axial	-33143.38	1483.06	14630.58	15511.46	40924.08
ENV-SLU-P3(max)	Shear-y	-33621.4	2453.43	14305.05	23429.12	63411.59
ENV-SLU-P3(max)	Shear-z	-46689.74	-1483.59	22249.16	-10641.94	-31161.72
ENV-SLU-P3(max)	Torsion	-33621.4	2453.43	14305.05	23429.12	63411.59
ENV-SLU-P3(max)	Moment-y	-46689.74	-1483.59	22249.16	-10641.94	-31161.72
ENV-SLU-P3(max)	Moment-z	-33621.4	2453.43	14305.05	23429.12	63411.59
ENV-GEO-P3(max)	Axial	-33161.78	1285.22	13846.67	13430.59	16392.4
ENV-GEO-P3(max)	Shear-y	-36130.54	1638.79	15186.64	16048.75	24067.34
ENV-GEO-P3(max)	Shear-z	-36221.66	-1285.68	18566.66	-9231.84	96523.5
ENV-GEO-P3(max)	Torsion	-36130.54	1638.79	15186.64	16048.75	24067.34
ENV-GEO-P3(max)	Moment-y	-36221.66	-1285.68	18566.66	-9231.84	96523.5
ENV-GEO-P3(max)	Moment-z	-36130.54	1638.79	15186.64	16048.75	24067.34
ENV-SLER-P3(max)	Axial	-33184.78	989.18	12862.06	10401.88	14778.88
ENV-SLER-P3(max)	Shear-y	-33622.56	1638.78	13645.81	16030.87	21700.96
ENV-SLER-P3(max)	Shear-z	-33696.91	-989.55	15584.81	-7048.63	78437.79
ENV-SLER-P3(max)	Torsion	-33622.56	1638.78	13645.81	16030.87	21700.96
ENV-SLER-P3(max)	Moment-y	-33696.91	-989.55	15584.81	-7048.63	78437.79
ENV-SLER-P3(max)	Moment-z	-33622.56	1638.78	13645.81	16030.87	21700.96
ENV-SLEF-P3(max)	Axial	-33203.18	11.44	12081.3	1528.67	13511.62
ENV-SLEF-P3(max)	Shear-y	-33629.8	1624.84	9804.98	14202.08	15506.94
ENV-SLEF-P3(max)	Shear-z	-33683.49	-11.73	14416.25	1156.92	65808.8
ENV-SLEF-P3(max)	Torsion	-33629.8	1624.84	9804.98	14202.08	15506.94
ENV-SLEF-P3(max)	Moment-y	-33683.49	-11.73	14416.25	1156.92	65808.8
ENV-SLEF-P3(max)	Moment-z	-33629.8	1624.84	9804.98	14202.08	15506.94
ENV-SLU-P3(min)	Axial	-55142.46	-1491.11	13601.46	-12884.4	17823.74
ENV-SLU-P3(min)	Shear-y	-52981.12	-2459.87	12818.99	-21328.63	11330.91
ENV-SLU-P3(min)	Shear-z	-41596.1	1475.54	5982.88	13269	-76669.04
ENV-SLU-P3(min)	Torsion	-52981.12	-2459.87	12818.99	-21328.63	11330.91
ENV-SLU-P3(min)	Moment-y	-41596.1	1475.54	5982.88	13269	-76669.04
ENV-SLU-P3(min)	Moment-z	-52981.12	-2459.87	12818.99	-21328.63	11330.91
ENV-GEO-P3(min)	Axial	-43508.49	-1292.16	11110.44	-11165.82	15192
ENV-GEO-P3(min)	Shear-y	-39088.59	-1644.35	8815.31	-14237.92	6379.84
ENV-GEO-P3(min)	Shear-z	-40448.61	1278.74	6390.45	11496.61	-64939.11
ENV-GEO-P3(min)	Torsion	-39088.59	-1644.35	8815.31	-14237.92	6379.84
ENV-GEO-P3(min)	Moment-y	-40448.61	1278.74	6390.45	11496.61	-64939.11
ENV-GEO-P3(min)	Moment-z	-39088.59	-1644.35	8815.31	-14237.92	6379.84
ENV-SLER-P3(min)	Axial	-39526.37	-994.73	9627.39	-8591.05	13398.29
ENV-SLER-P3(min)	Shear-y	-39088.58	-1644.33	8843.65	-14220.03	6476.2
ENV-SLER-P3(min)	Shear-z	-39014.24	984	6904.65	8859.47	-50260.63
ENV-SLER-P3(min)	Torsion	-39088.58	-1644.33	8843.65	-14220.03	6476.2
ENV-SLER-P3(min)	Moment-y	-39014.24	984	6904.65	8859.47	-50260.63
ENV-SLER-P3(min)	Moment-z	-39088.58	-1644.33	8843.65	-14220.03	6476.2
ENV-SLEF-P3(min)	Axial	-38347.05	-15.88	9644.02	-80.98	13755.78
ENV-SLEF-P3(min)	Shear-y	-33276.78	-1624.84	8863.8	-14207	8121.38
ENV-SLEF-P3(min)	Shear-z	-37866.75	7.29	7309.07	290.76	-38541.4
ENV-SLEF-P3(min)	Torsion	-33276.78	-1624.84	8863.8	-14207	8121.38
ENV-SLEF-P3(min)	Moment-y	-37866.75	7.29	7309.07	290.76	-38541.4
ENV-SLEF-P3(min)	Moment-z	-33276.78	-1624.84	8863.8	-14207	8121.38
ENV-SLV-Spalle(max)	Axial	-31925.32	748.17	14877.05	6893.12	142374.04
ENV-SLV-Spalle(max)	Shear-y	-33054.43	2507	12159.64	22057.03	56962.32
ENV-SLV-Spalle(max)	Shear-z	-32308.66	742.65	16030.12	6804.61	160044.98
ENV-SLV-Spalle(max)	Torsion	-33054.43	2498.18	12159.64	22201.3	56962.32
ENV-SLV-Spalle(max)	Moment-y	-32308.66	742.65	16030.12	6804.61	160044.98
ENV-SLV-Spalle(max)	Moment-z	-33054.43	2507	12159.64	22057.03	56962.32
ENV-SLV-Spalle(min)	Axial	-36086.89	-749.23	4519.48	-6552.19	-117879.27
ENV-SLV-Spalle(min)	Shear-y	-34957.79	-2508.07	7236.89	-21716.09	-32467.55
ENV-SLV-Spalle(min)	Shear-z	-35703.56	-743.71	3366.41	-6463.67	-135550.21
ENV-SLV-Spalle(min)	Torsion	-34957.79	-2499.24	7236.89	-21860.37	-32467.55
ENV-SLV-Spalle(min)	Moment-y	-35703.56	-743.71	3366.41	-6463.67	-135550.21
ENV-SLV-Spalle(min)	Moment-z	-34957.79	-2508.07	7236.89	-21716.09	-32467.55

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	147 di 214

Zattera Pila 3

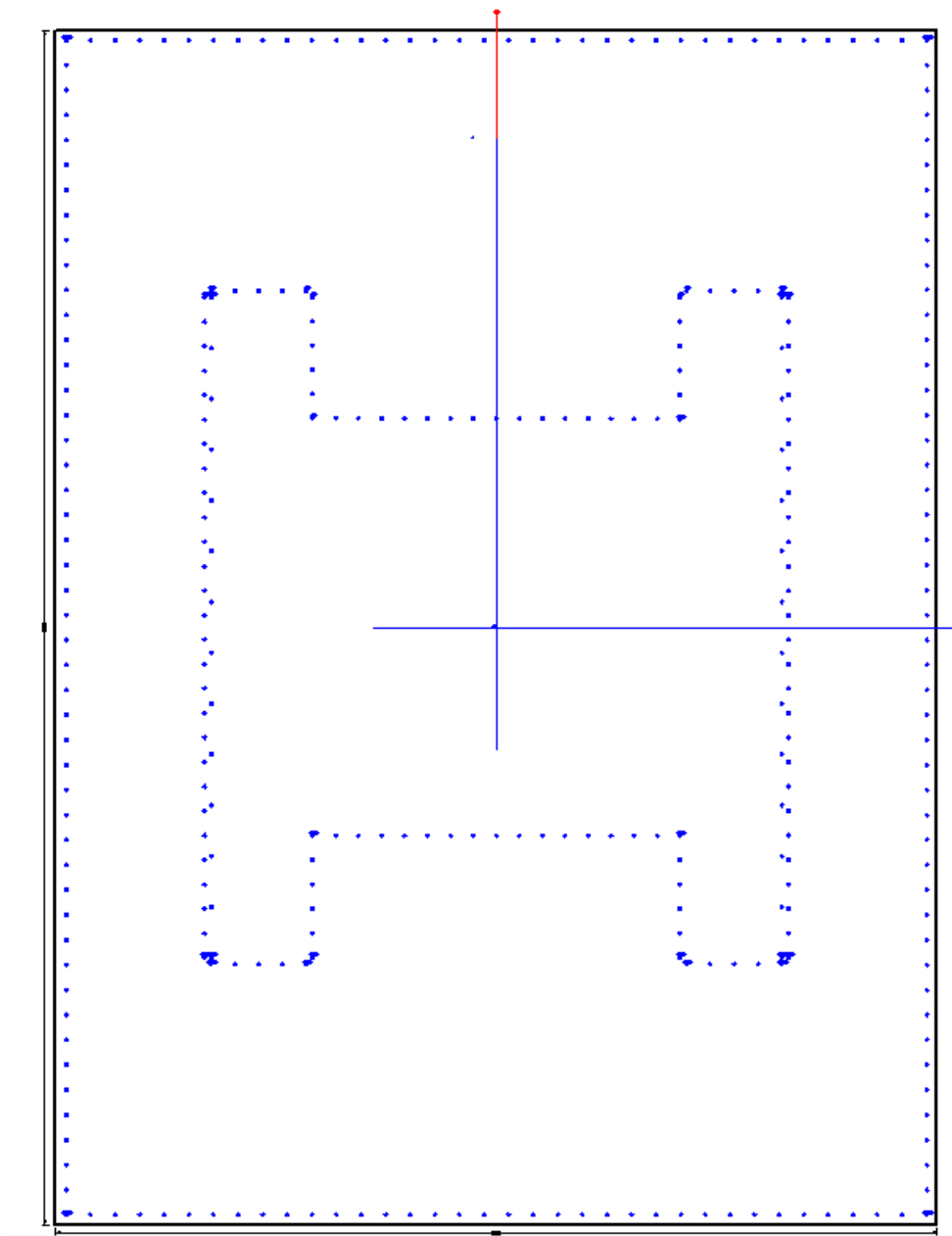
QP(max)	Axial	-33276.77	0.04	9021.24	47.22	8656.7	2.15
QP(max)	Shear-y	-33629.8	0.04	9804.98	47.22	15506.94	2.15
QP(max)	Shear-z	-33629.8	0.04	9804.98	47.22	15506.94	2.15
QP(max)	Torsion	-33629.8	0.04	9804.98	47.22	15506.94	2.15
QP(max)	Moment-y	-33629.8	0.04	9804.98	47.22	15506.94	2.15
QP(max)	Moment-z	-33629.8	0.04	9804.98	47.22	15506.94	2.15
QP(min)	Axial	-33629.81	-0.04	9647.54	-52.14	14971.63	-2.37
QP(min)	Shear-y	-33276.78	-0.04	8863.8	-52.14	8121.38	-2.37
QP(min)	Shear-z	-33276.78	-0.04	8863.8	-52.14	8121.38	-2.37
QP(min)	Torsion	-33276.78	-0.04	8863.8	-52.14	8121.38	-2.37
QP(min)	Moment-y	-33276.78	-0.04	8863.8	-52.14	8121.38	-2.37
QP(min)	Moment-z	-33276.78	-0.04	8863.8	-52.14	8121.38	-2.37

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 148 di 214

14.4 VERIFICA DEI PLINTI DI FONDAZIONE

Nei capitoli successivi vengono riportate le verifiche di ciascuno dei plinti, considerando le sollecitazioni che sono state dichiarate nel capitolo precedente. Le armature sono state dichiarate anch'esse precedentemente.

14.4.1 Verifica del plinto della pila P1



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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	149 di 214

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez. Plinto Pila 1-BP.secEC

Section description:

Section type:	Column (compression member)
Reference code:	EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class:	XC2 - Carbonation (long-term water contact/foundations)
Stress path:	Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes y,y of inertia
Section's position in the member:	In critical region

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C28/35	
	Design compressive strength fcd:	15.9	MPa
	Shear reduced compressive strenght $v1*fcd$:	7.9	MPa (6.9)EC2
	Coeff Crd,c:	0.1200	(§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff K1:	0.1500	(§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff v min:	0.0091	Mpa(§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020	
	Ultimate strain ecu:	0.0035	
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rettangle	
	Mean Elastic Modulus Ecm:	32308.2	MPa
	Mean tensile strength fctm:	2.8	MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00	
	Stress limit in SLS Characteristic comb.:	16.8	kN/cm ²
	Stress limit in SLS Frequent comb.:	168.0	daN/cm ²
	Crack width limit in SLS Frequent comb.:	0.400	mm
	Stress limit in SLS Quasi-perm. comb.:	12.60	Mpa
	Crack width limit in SLS Quasi-perm. comb.:	0.300	mm
STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C	
	Characteristic yield stress fyk:	450.00	MPa
	Tensile strength ftk:	450.0	MPa
	Design yield stress fyd:	391.3	MPa
	Design strength ftd:	391.3	MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068	
	Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
	Stirrups:	B500A	
	Characteristic yield stress fyk:	500.00	MPa
	Tensile strength ftk:	450.0	MPa
	Design yield stress fyd:	434.8	MPa
	Design strength ftd:	434.8	MPa
	Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00	MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
Concrete Class: C28/35

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-342.5	465.0
2	342.5	465.0
3	342.5	-465.0
4	-342.5	-465.0

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:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	150 di 214

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-227.1	257.1	26
2	-222.1	262.1	26
3	-147.9	262.1	26
4	-142.9	257.1	26
5	-142.9	163.1	26
6	227.1	257.1	26
7	222.1	262.1	26
8	147.9	262.1	26
9	142.9	257.1	26
10	142.9	162.1	26
11	-227.1	-257.1	26
12	-222.1	-262.1	26
13	-147.9	-262.1	26
14	-142.9	-257.1	26
15	-142.9	-162.1	26
16	227.1	-257.1	26
17	222.1	-262.1	26
18	147.9	-262.1	26
19	142.9	-257.1	26
20	142.9	-162.1	26
21	-334.8	457.3	26
22	334.8	457.3	26
23	-334.8	-457.3	26
24	334.8	-457.3	26
25	-221.9	257.1	26
26	-221.9	-257.1	26
27	221.9	257.1	26
28	221.9	-257.1	26

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen. Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	11	26	26
2	6	16	26	26
3	5	10	15	26
4	15	20	15	26
5	2	3	3	26
6	8	7	3	26
7	17	18	3	26
8	12	13	3	26
9	4	5	4	26
10	9	10	4	26
11	14	15	4	26
12	19	20	4	26
13	21	23	46	26
14	22	24	46	26
15	21	22	34	26

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 151 di 214

16	23	24	34	26
17	25	26	12	26
18	27	28	12	26

ULTIMATE LIMIT STATE - ASSIGNED DESIGN FORCES FOR EACH COMBINATION

N d	Design axial force [kN] applied at centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx d	Design bending force [kNm] around x principal axis of inertia
My d	Design bending force [kNm] around y principal axis of inertia
Vy d	Design shear component [kN] parallel to y principal axis of inertia
Vx d	Design shear component [kN] parallel to x principal axis of inertia

Comb.	N d	Mx d	My d	Vy d	Vx d
1	34846.52	-37679.31	-85336.27	1512.05	15973.87
2	35355.55	-62886.82	-41618.55	2505.10	13953.79
3	48847.50	39127.17	-106715.93	-1516.48	20627.24
4	48625.85	63112.18	-50870.50	-2479.33	16924.13
5	35130.44	-38845.69	14234.02	1548.71	12411.97
6	48625.85	63112.18	-50870.50	-2479.33	16924.13
7	57703.24	32156.84	-21791.63	-1521.83	11655.92
8	55483.31	58469.02	-62587.29	-2512.93	12596.59
9	43702.26	-44649.63	-411.97	1506.71	7002.55
10	42213.01	-67529.97	-53335.34	2471.50	9626.24
11	57419.32	33323.23	-121361.92	-1558.48	15217.81
12	42213.01	-67529.97	-53335.34	2471.50	9626.24
13	33080.25	25652.05	55297.89	952.27	14138.11
14	34556.82	84838.51	-11834.77	3188.83	11667.29
15	33445.59	25812.74	49670.73	947.22	14850.42
16	34191.48	85819.24	-5722.22	3157.95	10811.37
17	33117.54	25510.28	68748.22	956.67	13560.60
18	34191.48	86150.08	-5722.22	3147.61	10811.37
19	38403.14	-26376.85	-133982.23	-953.58	4862.54
20	36926.56	-85563.31	-66849.57	-3190.14	7333.36
21	38037.80	-26537.53	-128355.07	-948.52	4150.23
22	37291.90	-86544.04	-72962.12	-3159.26	8189.28
23	38365.84	-26235.07	-147432.56	-957.98	5440.05
24	37291.90	-86874.88	-72962.12	-3148.92	8189.28

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx	Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My	Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	34893.27	-25116.53	-69881.20
2	35356.51	-41902.49	-41474.95
3	35258.61	26115.82	-75508.36
4	34991.17	42096.75	-35265.53
5	35089.07	-25921.55	-1232.12
6	34991.17	42096.75	-35265.53
7	41366.02	21308.08	-16959.96
8	40902.77	38094.04	-45366.21
9	41000.67	-29924.27	-11332.80

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	152 di 214

10	41268.11	-45905.20	-51575.63
11	41170.21	22113.10	-85609.04
12	41268.11	-45905.20	-51575.63

SERVICEABILITY LIMIT STATES - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	34914.04	62.06 (589.45)	-63028.46 (-598647.94)
2	35362.49-41997.74	(-283006.16)	-41438.73 (-279239.21)
3	35279.39	736.93 (5581.19)	-68655.62 (-519967.65)
4	34997.1541998.51	(345009.56)	-35326.35 (-290199.07)
5	35070.69	-581.36 (3095.29)	-8089.78 (98653.39)
6	34997.1541998.51	(345009.56)	-35326.35 (-290199.07)
7	40165.31	-3108.66 (92.54)	-21797.49 (141755.42)
8	34997.1541998.51	(345009.56)	-35326.35 (-290199.07)
9	39799.97	-3783.54 (-400.95)	-16170.33 (-118500.71)
10	35362.49-41997.74	(-283006.16)	-41438.73 (-279239.21)
11	40008.67	-2465.24 (-16415.04)	-76736.16 (-510955.28)
12	35362.49-41997.74	(-283006.16)	-41438.73 (-279239.21)

SERVICEABILITY LIMIT STATES - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	34997.15	-7.11 (0.00)	-35811.58 (0.00)
2	35362.49	-7.11 (-5003.61)	-41438.73 (-29162171.61)
3	35362.49	-7.11 (-5003.61)	-41438.73 (-29162171.61)
4	34997.15	7.88 (0.00)	-35326.35 (0.00)
5	34997.15	7.88 (0.00)	-35326.35 (0.00)
6	34997.15	7.88 (0.00)	-35326.35 (0.00)
7	35362.49	7.88 (0.00)	-40953.51 (0.00)
8	34997.15	7.88 (0.00)	-35326.35 (0.00)
9	34997.15	7.88 (0.00)	-35326.35 (0.00)
10	35362.49	-7.11 (-5003.61)	-41438.73 (-29162171.61)
11	35362.49	-7.11 (-5003.61)	-41438.73 (-29162171.61)
12	35362.49	-7.11 (-5003.61)	-41438.73 (-29162171.61)

CHECKS RESULTS

Min edge cover of longitudinal bars:	6.4	cm
Min distance between longitudinal bars:	2.4	cm
Min edge cover of stirrups:	4.0	cm

ULTIMATE LIMIT STATES - N-MX-MY CAPACITY CHECKS

Check	Result of check
N	Design axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx	Design bending moment [kNm] around x axis principal of inerzia
My	Design bending moment [kNm] around y axis principal of inerzia

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 153 di 214	

N ult Axial force capacity [kN] (+ if compressive)
Mx ult Bending moment capacity [kNm] around x axis principal of inertia
My ult Bending moment capacity [kNm] around y axis principal of inertia
S.F. Safety Factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult, My ult) to (N, Mx, My). Check OK if ratio >=1.00

Comb.	Check	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	S.F.
1	OK	34846.52	-37679.31	-85336.27	34846.31	-137646.79	-311495.11	3.651
2	OK	35355.55	-62886.82	-41618.55	35355.64	-354684.73	-234766.38	5.640
3	OK	48847.50	39127.17	-106715.93	48847.64	128940.98	-351276.80	3.292
4	OK	48625.85	63112.18	-50870.50	48626.03	354116.26	-285567.63	5.612
5	OK	35130.44	-38845.69	14234.02	35130.40	-408010.67	149705.56	10.505
6	OK	48625.85	63112.18	-50870.50	48626.03	354116.26	-285567.63	5.612
7	OK	57703.24	32156.84	-21791.63	57703.20	409444.03	-277191.59	12.729
8	OK	55483.31	58469.02	-62587.29	55483.08	306927.77	-328470.57	5.249
9	OK	43702.26	-44649.63	-411.97	43702.37	-470572.95	-4399.79	10.539
10	OK	42213.01	-67529.97	-53335.34	42213.11	-342816.00	-270657.77	5.076
11	OK	57419.32	33323.23	-121361.92	57419.06	103766.80	-377661.85	3.112
12	OK	42213.01	-67529.97	-53335.34	42213.11	-342816.00	-270657.77	5.076
13	OK	33080.25	25652.05	55297.89	33080.25	141753.19	305947.46	5.532
14	OK	34556.82	84838.51	-11834.77	34556.83	430166.59	-59882.74	5.070
15	OK	33445.59	25812.74	49670.73	33445.39	158155.88	304445.18	6.129
16	OK	34191.48	85819.24	-5722.22	34191.71	432818.03	-28909.64	5.043
17	OK	33117.54	25510.28	68748.22	33117.57	115103.49	309747.28	4.506
18	OK	34191.48	86150.08	-5722.22	34191.38	432827.21	-28789.92	5.024
19	OK	38403.14	-26376.85	-133982.23	38403.36	-64923.10	-330170.13	2.464
20	OK	36926.56	-85563.31	-66849.57	36926.40	-331547.08	-259132.69	3.875
21	OK	38037.80	-26537.53	-128355.07	38037.74	-68036.57	-328856.67	2.562
22	OK	37291.90	-86544.04	-72962.12	37291.72	-318390.48	-268232.95	3.678
23	OK	38365.84	-26235.07	-147432.56	38366.02	-58802.89	-330642.83	2.243
24	OK	37291.90	-86874.88	-72962.12	37292.18	-319003.08	-267899.23	3.672

ULTIMATE LIMIT STATE - BENDING AND AXIAL FORCE - STRAIN VALUES

ec max Ultimate compressive strain in concrete
ec* Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Xc max X-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
Yc max Y-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
es max Max strain in steel bars (+ if compressive)
Xs max X-coordinate [cm] of bar in wich is es max
Ys max Y-coordinate [cm] of bar in wich is es max
es min Min strain in steel bars (+ if compressive)
Xs min X-coordinate [cm] of bar in wich is es min
Ys min Y-coordinate [cm] of bar in wich is es min

Comb.	ec max	ec*	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0.00350	-0.00566	-342.5	-465.0	0.00327	-334.8	-457.3	-0.01763	334.8	457.3
2	0.00350	-0.00274	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01091	334.8	457.3
3	0.00350	-0.00521	-342.5	465.0	0.00328	-334.8	457.3	-0.01660	334.8	-457.3
4	0.00350	-0.00233	-342.5	465.0	0.00337	-334.8	457.3	-0.00997	334.8	-457.3
5	0.00350	-0.00406	342.5	-465.0	0.00334	334.8	-457.3	-0.01399	-334.8	457.3
6	0.00350	-0.00233	-342.5	465.0	0.00337	-334.8	457.3	-0.00997	334.8	-457.3
7	0.00350	-0.00210	-342.5	465.0	0.00337	-334.8	457.3	-0.00944	334.8	-457.3
8	0.00350	-0.00251	-342.5	465.0	0.00336	-334.8	457.3	-0.01037	334.8	-457.3
9	0.00350	-0.00946	-342.5	-465.0	0.00325	-334.8	-457.3	-0.02650	334.8	457.3
10	0.00350	-0.00250	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01036	334.8	457.3
11	0.00350	-0.00537	-342.5	465.0	0.00327	-334.8	457.3	-0.01696	334.8	-457.3

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 154 di 214	

12	0.00350	-0.00250	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01036	334.8	457.3
13	0.00350	-0.00563	342.5	465.0	0.00327	334.8	457.3	-0.01758	-334.8	-457.3
14	0.00350	-0.00686	-342.5	465.0	0.00329	-334.8	457.3	-0.02047	334.8	-457.3
15	0.00350	-0.00522	342.5	465.0	0.00328	334.8	457.3	-0.01663	-334.8	-457.3
16	0.00350	-0.00867	-342.5	465.0	0.00326	-334.8	457.3	-0.02465	334.8	-457.3
17	0.00350	-0.00636	342.5	465.0	0.00325	334.8	457.3	-0.01926	-334.8	-457.3
18	0.00350	-0.00868	-342.5	465.0	0.00326	-334.8	457.3	-0.02467	334.8	-457.3
19	0.00350	-0.00768	-342.5	-465.0	0.00321	-334.8	-457.3	-0.02229	334.8	457.3
20	0.00350	-0.00265	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01071	334.8	457.3
21	0.00350	-0.00759	-342.5	-465.0	0.00321	-334.8	-457.3	-0.02209	334.8	457.3
22	0.00350	-0.00270	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01082	334.8	457.3
23	0.00350	-0.00791	-342.5	-465.0	0.00321	-334.8	-457.3	-0.02284	334.8	457.3
24	0.00350	-0.00269	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01081	334.8	457.3

ULTIMATE LIMIT STATE - POSITION OF NEUTRAL AXIS FOR EACH COMBINATION

a, b, c Coeff. a, b, c in neutral axis equation: $aX+bY+c=0$ reference X,Y,O
x/d Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [eq.(5.10)EC2]

Comb.	a	b	c	x/d	D
1	-0.000026939	-0.000003132	-0.007182976	----	----
2	-0.000008965	-0.000009045	-0.003776380	----	----
3	-0.000025906	0.000002772	-0.006661592	----	----
4	-0.000010501	0.000006890	-0.003300732	----	----
5	0.000005260	-0.000015097	-0.005321771	----	----
6	-0.000010501	0.000006890	-0.003300732	----	----
7	-0.000008384	0.000007878	-0.003034940	----	----
8	-0.000013439	0.000005170	-0.003507045	----	----
9	-0.000000298	-0.000032305	-0.011623680	----	----
10	-0.000010613	-0.000007229	-0.003496270	----	----
11	-0.000027064	0.000002309	-0.006843044	----	----
12	-0.000010613	-0.000007229	-0.003496270	----	----
13	0.000026734	0.000003228	-0.007157487	----	----
14	-0.000002965	0.000023812	-0.008588179	----	----
15	0.000025003	0.000003459	-0.006672191	----	----
16	-0.000001786	0.000029213	-0.010695813	----	----
17	0.000029752	0.000002830	-0.008005953	----	----
18	-0.000001780	0.000029239	-0.010705938	----	----
19	-0.000035498	-0.000001892	-0.009538216	----	----
20	-0.000010799	-0.000007479	-0.003676486	----	----
21	-0.000035110	-0.000001958	-0.009435537	----	----
22	-0.000011766	-0.000006881	-0.003729602	----	----
23	-0.000036474	-0.000001770	-0.009815287	----	----
24	-0.000011723	-0.000006905	-0.003725702	----	----

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete: Considered if not less than $-f_{ctm}$
Check Result of Check
Reg Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim) Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim) Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff Effective tension area [cm²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff Area of tension steel bars [cm²] within Ac eff (for crack width control)

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 155 di 214		

r eff Geometrical ratio Ac eff/Ac eff [eq.(7.10) Ec2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	1.68 (16.8)	-342.5	-465.0	-9.0 (360.0)	334.8	---	11594	---	---
2	1	OK	1.48 (16.8)	-342.5	-465.0	-5.9 (360.0)	334.8	---	8140	---	---
3	1	OK	1.76 (16.8)	235.0	-260.0	-10.1 (360.0)	334.8	---	13059	---	---
4	1	OK	1.39 (16.8)	-225.0	270.0	-4.8 (360.0)	334.8	---	8140	---	---
5	1	OK	0.80 (16.8)	-342.5	-465.0	4.0 (360.0)	334.8	---	13305	---	---
6	1	OK	1.39 (16.8)	-225.0	270.0	-4.8 (360.0)	334.8	---	8140	---	---
7	1	OK	1.05 (16.8)	235.0	-260.0	3.1 (360.0)	334.8	---	10251	---	---
8	1	OK	1.57 (16.8)	225.0	-270.0	-4.8 (360.0)	334.8	---	6813	---	---
9	1	OK	1.06 (16.8)	-342.5	-465.0	2.9 (360.0)	334.8	---	12211	---	---
10	1	OK	1.74 (16.8)	-342.5	-465.0	-7.0 (360.0)	334.8	---	6813	---	---
11	1	OK	1.95 (16.8)	-235.0	-260.0	-10.1 (360.0)	334.8	---	12440	---	---
12	1	OK	1.74 (16.8)	-342.5	-465.0	-7.0 (360.0)	334.8	---	6813	---	---

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Section is assumed cracked if flexural tensile stress exceeds f_{ctm} in at least one combination
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the effective tension area, assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the effective tension area, assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
sr max	Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = $0.6 S_{max} / E_s$
wk	Max final crack [mm] spacing
MX crack	Calculated value [mm] of crack width = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MY crack	First cracking bending moment around X axis[kNm]
	First cracking bending moment around Y axis[kNm]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00071	0	---	---	---	---	---	-111515.10	-310266.15
2	OK	-0.00042	0	---	---	---	---	---	-282613.69	-279730.12
3	OK	-0.00083	0	---	---	---	---	---	103177.67	-298316.37
4	OK	-0.00042	0	---	---	---	---	---	345557.36	-289482.29
5	OK	-0.00082	0	---	---	---	---	---	16999.09	59857.18
6	OK	-0.00042	0	---	---	---	---	---	345557.36	-289482.29
7	OK	-0.00054	0	---	---	---	---	---	-19796.24	66984.21
8	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	309899.55	-369059.52
9	OK	-0.00070	0	---	---	---	---	---	16999.73	-66214.85
10	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	-258780.51	-290746.31
11	OK	-0.00069	0	---	---	---	---	---	86985.45	-336756.98
12	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	-258780.51	-290746.31

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	1.34 (16.8)	0.0	0.0	-4.1 (360.0)	334.8	---	19673	---	---
2	1	OK	1.48 (16.8)	-342.5	-465.0	-5.9 (360.0)	334.8	---	7947	---	---
3	1	OK	1.43 (16.8)	235.0	260.0	-5.2 (360.0)	334.8	---	20137	---	---
4	1	OK	1.39 (16.8)	-225.0	270.0	-4.8 (360.0)	334.8	---	7947	---	---
5	1	OK	0.64 (16.8)	-342.5	-465.0	6.3 (360.0)	334.8	---	20296	---	---

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 di calcolo Pile B.P.		<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>CL</td> <td>VI000007</td> <td>C</td> <td>156 di 214</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	156 di 214
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	156 di 214									

6	1	OK	1.39 (16.8)	-225.0	270.0	-4.8 (360.0)	334.8	---	7947	---	---
7	1	OK	0.92 (16.8)	-342.5	-465.0	4.5 (360.0)	334.8	---	19384	---	---
8	1	OK	1.39 (16.8)	225.0	-270.0	-4.8 (360.0)	334.8	---	7985	---	---
9	1	OK	0.85 (16.8)	-342.5	-465.0	5.4 (360.0)	334.8	---	20073	---	---
10	1	OK	1.48 (16.8)	-342.5	-465.0	-5.9 (360.0)	334.8	---	7985	---	---
11	1	OK	1.62 (16.8)	-342.5	-465.0	-5.9 (360.0)	334.8	---	20167	---	---
12	1	OK	1.48 (16.8)	-342.5	-465.0	-5.9 (360.0)	334.8	---	7985	---	---

SLS FREQUENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00027	0	---	---	---	---	---	589.45	-598647.94
2	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	-283006.16	-279239.21
3	OK	-0.00037	0	---	---	---	---	---	5581.19	-519967.65
4	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	345009.56	-290199.07
5	OK	-0.00036	0	---	---	---	---	---	3095.29	98653.39
6	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	345009.56	-290199.07
7	OK	-0.00017	0	---	---	---	---	---	92.54	141755.42
8	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	345009.56	-290199.07
9	OK	-0.00029	0	---	---	---	---	---	-400.95	-118500.71
10	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	-283006.16	-279239.21
11	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	-16415.04	-510955.28
12	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	-283006.16	-279239.21

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	0.99 (12.6)	-342.5	-465.0	1.1 (360.0)	334.8	---	0	---	---
2	1	OK	1.07 (12.6)	-342.5	-465.0	0.1 (360.0)	334.8	---	0	---	---
3	1	OK	1.07 (12.6)	-342.5	-465.0	0.1 (360.0)	334.8	---	0	---	---
4	1	OK	0.99 (12.6)	235.0	260.0	1.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
5	1	OK	0.99 (12.6)	235.0	-260.0	1.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
6	1	OK	0.99 (12.6)	235.0	260.0	1.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
7	1	OK	1.06 (12.6)	235.0	260.0	0.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
8	1	OK	0.99 (12.6)	235.0	-260.0	1.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
9	1	OK	0.99 (12.6)	-235.0	-260.0	1.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
10	1	OK	1.07 (12.6)	-342.5	-465.0	0.1 (360.0)	334.8	---	0	---	---
11	1	OK	1.07 (12.6)	-342.5	-465.0	0.1 (360.0)	334.8	---	0	---	---
12	1	OK	1.07 (12.6)	-342.5	-465.0	0.1 (360.0)	334.8	---	0	---	---

SLS QUASI-PERMANENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
2	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	-5003.61-29162171.61	
3	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	-5003.61-29162171.61	
4	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
5	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
6	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
7	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
8	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
9	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
10	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	-5003.61-29162171.61	
11	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	-5003.61-29162171.61	
12	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	-5003.61-29162171.61	

APPALTAZIONE: 	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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 157 di 214

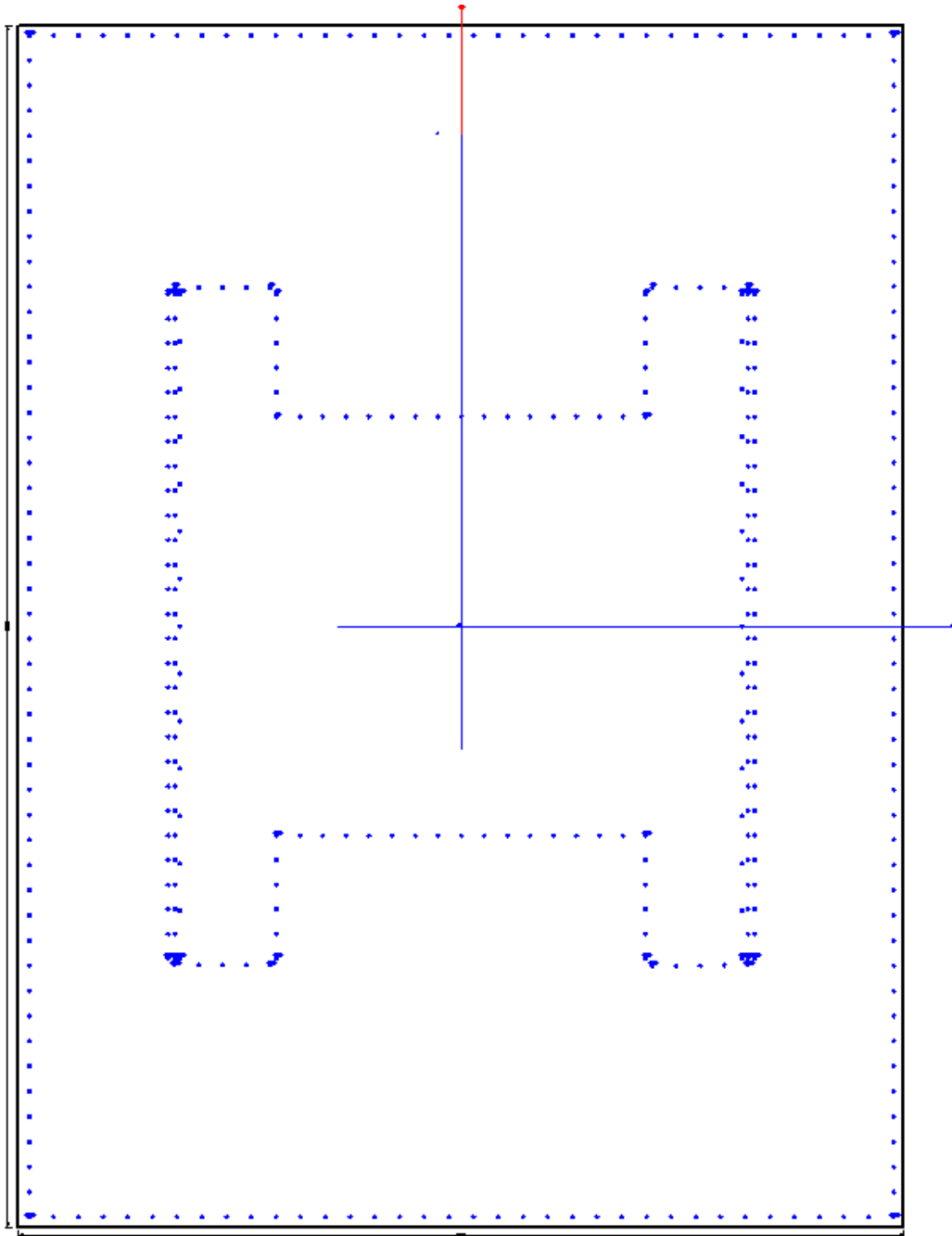
SLS - CHECK OF MINIMUM REINFORCEMENT AREA FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

Comb.	Order numbers assigned to SLS combination
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent combination
Region	Number and type (web or flange) of sub-regions (as parts of the concrete cross-section)
k	Coeff. which allows for the effects of non-uniform self-equilibrating stresses [eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. which takes account of the stress distribution prior to cracking [eq.(7.2)-(7.3) EC2]
Act	Area of concrete (for each sub-region) within tension zone just before formation of first crack [eq.(7.1) EC2]
Ned	Axial force [kN] (+ if compressive) acting within each sub-region just before of first crack
Sc	= Ned/Act = mean stress [Mpa] within each concrete sub-region [eq.(7.1) EC2]
k1	Coeff. considering the effects of axial force on the stress distribution (rectangular section or web sub-region)
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange just prior to cracking
As reg	Area [cm ²] of longitudinal bars within the tension area of each sub-region
As,min	Minimum Area [cm ²] of longitudinal bars to be placed within the tension area of each sub-region

Comb.	Comb.Type	Region	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Fcr	As reg	As,min
1	Frequent	1 (Web)	0.65	0.39	113311	33562.99	5.27	1.50	---	541.5	223.3
2	Frequent	1 (Web)	0.65	0.39	61403	33994.16	5.34	1.50	---	233.6	121.0
3	Frequent	1 (Web)	0.65	0.39	128207	33914.21	5.32	1.50	---	557.5	252.6
4	Frequent	1 (Web)	0.65	0.39	48395	33642.82	5.28	1.50	---	169.9	95.4
5	Frequent	1 (Web)			0	33713.66	0.00	1.50	---	0.0	0.0
6	Frequent	1 (Web)	0.65	0.39	48395	33642.82	5.28	1.50	---	169.9	95.4
7	Frequent	1 (Web)			0	38611.09	0.00	1.50	---	0.0	0.0
8	Frequent	1 (Web)	0.65	0.39	48395	33642.82	5.28	1.50	---	169.9	95.4
9	Frequent	1 (Web)			0	38259.87	0.00	1.50	---	0.0	0.0
10	Frequent	1 (Web)	0.65	0.39	61403	33994.16	5.34	1.50	---	233.6	121.0
11	Frequent	1 (Web)	0.65	0.39	125431	38460.50	6.04	1.50	---	562.8	246.7
12	Frequent	1 (Web)	0.65	0.39	61403	33994.16	5.34	1.50	---	233.6	121.0
1	Quasi-perm.	1 (Web)			0	33648.24	0.00		---	0.0	0.0
2	Quasi-perm.	1 (Web)	0.65	0.39	2325	33998.77	5.34	1.50	---	0.0	4.6
3	Quasi-perm.	1 (Web)	0.65	0.39	2325	33998.77	5.34	1.50	---	0.0	4.6
4	Quasi-perm.	1 (Web)			0	33648.12	0.00		---	0.0	0.0
5	Quasi-perm.	1 (Web)			0	33648.12	0.00		---	0.0	0.0
6	Quasi-perm.	1 (Web)			0	33648.12	0.00		---	0.0	0.0
7	Quasi-perm.	1 (Web)			0	33998.64	0.00		---	0.0	0.0
8	Quasi-perm.	1 (Web)			0	33648.12	0.00		---	0.0	0.0
9	Quasi-perm.	1 (Web)			0	33648.12	0.00		---	0.0	0.0
10	Quasi-perm.	1 (Web)	0.65	0.39	2325	33998.77	5.34	1.50	---	0.0	4.6
11	Quasi-perm.	1 (Web)	0.65	0.39	2325	33998.77	5.34	1.50	---	0.0	4.6
12	Quasi-perm.	1 (Web)	0.65	0.39	2325	33998.77	5.34	1.50	---	0.0	4.6

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	158 di 214

14.4.2 Verifica del plinto della pila P2



GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez. Plinto Pila 2-BP.secEC

(File path: \\NAS\Server\ Lavori\WEBUILD\Fortezza-PntGardena\RC-Sec\Pile\Plinti BP - R01\Sez. Plinto Pila 2-BP.secEC)

Section description:

Section type:

Beam

Reference code:

EC2/EC8 Italian Annex

Exposure Class:

XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 159 di 214	

Stress path: Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C32/40	
	Design compressive strength fcd:	18.1	MPa
	Shear reduced compressive strenght v1*fcd:	9.1	MPa (6.9)EC2
	Coeff Crd,c:	0.1200	(§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff K1:	0.1500	(§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff v min:	0.0091	Mpa(§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020	
	Ultimate strain ecu:	0.0035	
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rettangle	
	Mean Elastic Modulus Ecm:	33345.8	MPa
	Mean tensile strength fctm:	3.0	MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00	
	Stress limit in SLS Characteristic comb.:	19.2	kN/cm ²
	Stress limit in SLS Frequent comb.:	192.0	daN/cm ²
	Crack width limit in SLS Frequent comb.:	0.300	mm
	Stress limit in SLS Quasi-perm. comb.:	14.40	Mpa
	Crack width limit in SLS Quasi-perm. comb.:	0.200	mm
STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C	
	Characteristic yield stress fyk:	450.00	MPa
	Tensile strength ftk:	450.0	MPa
	Design yield stress fyd:	391.3	MPa
	Design strength ftd:	391.3	MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068	
	Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00	MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
Concrete Class: C32/40

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-342.5	465.0
2	342.5	465.0
3	342.5	-465.0
4	-342.5	-465.0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-227.1	257.1	26
2	-222.1	262.1	26
3	-147.9	262.1	26
4	-142.9	257.1	26
5	-142.9	162.1	26
6	227.1	257.1	26
7	222.1	262.1	26
8	147.9	262.1	26
9	142.9	257.1	26
10	142.9	162.1	26

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 160 di 214	

11	-227.1	-257.1	26
12	-222.1	-262.1	26
13	-147.9	-262.1	26
14	-142.9	-257.1	26
15	-142.9	-162.1	26
16	227.1	-257.1	26
17	222.1	-262.1	26
18	147.9	-263.1	26
19	142.9	-257.1	26
20	142.9	-162.1	26
21	-334.8	457.3	26
22	334.8	457.3	26
23	-334.8	-457.3	26
24	334.8	-457.3	26
25	-221.9	257.1	26
26	-221.9	-257.1	26
27	221.9	257.1	26
28	221.9	-257.1	26
29	-217.7	-257.1	26
30	-217.7	257.1	26
31	217.7	-257.1	26
32	217.7	257.1	26

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen. Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	11	26	26
2	6	16	26	26
3	5	10	15	26
4	15	20	15	26
5	2	3	3	26
6	8	7	3	26
7	17	18	3	26
8	12	13	3	26
9	4	5	4	26
10	9	10	4	26
11	14	15	4	26
12	19	20	4	26
13	21	23	46	26
14	22	24	46	26
15	21	22	34	26
16	23	24	34	26
17	25	26	26	26
18	27	28	26	26
19	29	30	13	26
20	31	32	13	26

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 161 di 214

ULTIMATE LIMIT STATE - ASSIGNED DESIGN FORCES FOR EACH COMBINATION

N d	Design axial force [kN] applied at centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx d	Design bending force [kNm] around x principal axis of inertia
My d	Design bending force [kNm] around y principal axis of inertia
Vy d	Design shear component [kN] parallel to y principal axis of inertia
Vx d	Design shear component [kN] parallel to x principal axis of inertia

Comb.	N d	Mx d	My d	Vy d	Vx d
1	49580.96	-61390.34	-72048.89	-2420.79	1958.59
2	49700.89	119586.63	26603.19	4051.17	4871.97
3	49807.13	77294.33	125765.32	2489.99	8774.42
4	69087.24	79009.46	68421.38	2539.26	6029.78
5	49807.13	77294.33	125765.32	2489.99	8774.42
6	49700.89	119586.63	26603.19	4051.17	4871.97
7	81567.97	69142.29	71886.99	2422.71	-2566.27
8	78966.38	-113385.11	-26728.98	-4049.64	-5449.98
9	81341.80	-69542.39	-125927.22	-2488.07	-9382.10
10	62061.70	-71257.52	-68583.28	-2537.34	-6637.46
11	81341.80	-69542.39	-125927.22	-2488.07	-9382.10
12	78966.38	-113385.11	-26728.98	-4049.64	-5449.98
13	47986.81	47613.32	30737.21	1595.12	1415.82
14	49023.36	158363.72	46233.58	5365.77	2640.60
15	48491.26	48181.04	165016.37	1611.70	6856.23
16	49024.69	158022.46	47767.39	5355.65	1730.17
17	48491.26	48181.04	165016.37	1611.70	6856.23
18	49023.36	158363.72	46233.58	5365.77	2640.60
19	52992.62	-46623.40	-30737.36	-1594.88	-1811.86
20	51956.06	-157373.81	-46233.73	-5365.52	-3036.64
21	52488.16	-47191.13	-165016.52	-1611.46	-7252.27
22	51954.73	-157032.55	-47767.55	-5355.41	-2126.21
23	52488.16	-47191.13	-165016.52	-1611.46	-7252.27
24	51956.06	-157373.81	-46233.73	-5365.52	-3036.64

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx	Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My	Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	49615.17	-40777.44	-51318.79
2	49701.25	80981.61	23676.07
3	49774.97	51745.79	88368.05
4	49688.92	80977.84	13267.19
5	49774.97	51745.79	88368.05
6	49701.25	80981.61	23676.07
7	58337.01	46123.58	51217.15
8	58250.94	-75635.47	-23777.70
9	58177.21	-46399.65	-88469.69
10	58263.27	-75631.70	-13368.82
11	58177.21	-46399.65	-88469.69
12	58250.94	-75635.47	-23777.70

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 162 di 214

SERVICEABILITY LIMIT STATES - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	49630.38	3585.94 (589.45)	-42102.46 (-598647.94)
2	49703.5275434.76	(4461682.91)	5224.73 (309023.17)
3	49760.68	5188.59 (69034.62)	71749.99 (954639.52)
4	49691.1975431.62	(4473896.25)	-5201.82 (-308523.18)
5	49760.68	5188.59 (69034.62)	71749.99 (954639.52)
6	49703.5275434.76	(4461682.91)	5224.73 (309023.17)
7	56610.31	690.95 (92.54)	42025.73 (141755.42)
8	49691.19-75434.90	(-4471352.78)	-5201.82 (-308334.37)
9	56480.01	-911.70 (-31966.39)	-71826.71 (-2518416.94)
10	49703.52-75431.76	(-4464332.46)	5224.73 (309218.98)
11	56480.01	-911.70 (-31966.39)	-71826.71 (-2518416.94)
12	49691.19-75434.90	(-4471352.78)	-5201.82 (-308334.37)

SERVICEABILITY LIMIT STATES - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	49691.19	-1.64 (0.00)	-5201.82 (0.00)
2	49703.52	1.50 (-5003.61)	5224.73 (-29162171.61)
3	49703.50	-1.64 (-5003.61)	5313.07 (-29162171.61)
4	49691.19	-1.64 (0.00)	-5201.82 (0.00)
5	49703.50	-1.64 (0.00)	5313.07 (0.00)
6	49703.52	1.50 (0.00)	5224.73 (0.00)
7	49703.52	1.50 (0.00)	5224.73 (0.00)
8	49691.19	-1.64 (0.00)	-5201.82 (0.00)
9	49691.20	1.50 (0.00)	-5290.16 (0.00)
10	49703.52	1.50 (-5003.61)	5224.73 (-29162171.61)
11	49691.20	1.50 (-5003.61)	-5290.16 (-29162171.61)
12	49691.19	-1.64 (-5003.61)	-5201.82 (-29162171.61)

CHECKS RESULTS

Min edge cover of longitudinal bars: 6.4 cm
Min distance between longitudinal bars: 1.6 cm
Min edge cover of stirrups: 3.8 cm

ULTIMATE LIMIT STATES - N-MX-MY CAPACITY CHECKS

Check Result of check
N Design axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Design bending moment [kNm] around x axis principal of inerzia
My Design bending moment [kNm] around y axis principal of inerzia
N ult Axial force capacity [kN] (+ if compressive)
Mx ult Bending moment capacity [kNm] around x axis principal of inertia
My ult Bending moment capacity [kNm] around y axis principal of inertia
S.F. Safety Factor = vectorial ratio of (N ult,Mx ult,My ult) to (N,Mx,My). Check OK if ratio >=1.00

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: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 163 di 214

As Tension Area [cm²] of bars in tension (beam section). Min area for code is shown between brackets [eq.(9.1N) EC2]

Comb.	Check	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	S.F.	As Tension
1	OK	49580.96	-61390.34	-72048.89	49580.89	-303274.98	-356074.43	4.941	1407.0(0.0)
2	OK	49700.89	119586.63	26603.19	49700.95	526360.99	117069.37	4.401	1677.7(0.0)
3	OK	49807.13	77294.33	125765.32	49807.24	230163.98	374862.24	2.980	1422.9(0.0)
4	OK	69087.24	79009.46	68421.38	69087.30	420927.44	364517.25	5.328	1407.0(0.0)
5	OK	49807.13	77294.33	125765.32	49807.24	230163.98	374862.24	2.980	1422.9(0.0)
6	OK	49700.89	119586.63	26603.19	49700.95	526360.99	117069.37	4.401	1677.7(0.0)
7	OK	81567.97	69142.29	71886.99	81567.98	396186.26	411657.53	5.728	1327.3(0.0)
8	OK	78966.38	-113385.11	-26728.98	78966.35	-620992.39	-146063.15	5.476	1619.3(0.0)
9	OK	81341.80	-69542.39	-125927.22	81341.81	-250994.69	-454080.16	3.607	1279.5(0.0)
10	OK	62061.70	-71257.52	-68583.28	62061.92	-378413.31	-364308.47	5.311	1401.7(0.0)
11	OK	81341.80	-69542.39	-125927.22	81341.81	-250994.69	-454080.16	3.607	1279.5(0.0)
12	OK	78966.38	-113385.11	-26728.98	78966.35	-620992.39	-146063.15	5.476	1619.3(0.0)
13	OK	47986.81	47613.32	30737.21	47986.99	434509.98	280303.51	9.124	1534.4(0.0)
14	OK	49023.36	158363.72	46233.58	49023.15	513972.12	149796.07	3.245	1651.2(0.0)
15	OK	48491.26	48181.04	165016.37	48491.55	113902.75	389934.83	2.363	1550.3(0.0)
16	OK	49024.69	158022.46	47767.39	49024.77	512268.84	154868.01	3.242	1651.2(0.0)
17	OK	48491.26	48181.04	165016.37	48491.55	113902.75	389934.83	2.363	1550.3(0.0)
18	OK	49023.36	158363.72	46233.58	49023.15	513972.12	149796.07	3.245	1651.2(0.0)
19	OK	52992.62	-46623.40	-30737.36	52992.38	-443887.19	-292508.49	9.519	1518.5(0.0)
20	OK	51956.06	-157373.81	-46233.73	51956.18	-523351.69	-153764.67	3.326	1651.2(0.0)
21	OK	52488.16	-47191.13	-165016.52	52487.97	-114596.13	-400612.55	2.428	1518.5(0.0)
22	OK	51954.73	-157032.55	-47767.55	51954.79	-521558.18	-158897.57	3.322	1651.2(0.0)
23	OK	52488.16	-47191.13	-165016.52	52487.97	-114596.13	-400612.55	2.428	1518.5(0.0)
24	OK	51956.06	-157373.81	-46233.73	51956.18	-523351.69	-153764.67	3.326	1651.2(0.0)

ULTIMATE LIMIT STATE - BENDING AND AXIAL FORCE - STRAIN VALUES

ec max Ultimate compressive strain in concrete
ec* Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Xc max X-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
Yc max Y-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
es max Max strain in steel bars (+ if compressive)
Xs max X-coordinate [cm] of bar in wich is es max
Ys max Y-coordinate [cm] of bar in wich is es max
es min Min strain in steel bars (+ if compressive)
Xs min X-coordinate [cm] of bar in wich is es min
Ys min Y-coordinate [cm] of bar in wich is es min

Comb.	ec max	ec*	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0.00350	-0.00304	-342.5	-465.0	0.00334	-334.8	-457.3	-0.01160	334.8	457.3
2	0.00350	-0.00469	342.5	465.0	0.00333	334.8	457.3	-0.01543	-334.8	-457.3
3	0.00350	-0.00395	342.5	465.0	0.00331	334.8	457.3	-0.01370	-334.8	-457.3
4	0.00350	-0.00202	342.5	465.0	0.00337	334.8	457.3	-0.00926	-334.8	-457.3
5	0.00350	-0.00395	342.5	465.0	0.00331	334.8	457.3	-0.01370	-334.8	-457.3
6	0.00350	-0.00469	342.5	465.0	0.00333	334.8	457.3	-0.01543	-334.8	-457.3
7	0.00350	-0.00198	342.5	465.0	0.00337	334.8	457.3	-0.00916	-334.8	-457.3
8	0.00350	-0.00336	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01236	334.8	457.3
9	0.00350	-0.00305	-342.5	-465.0	0.00334	-334.8	-457.3	-0.01161	334.8	457.3
10	0.00350	-0.00230	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.00989	334.8	457.3
11	0.00350	-0.00305	-342.5	-465.0	0.00334	-334.8	-457.3	-0.01161	334.8	457.3
12	0.00350	-0.00336	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01236	334.8	457.3
13	0.00350	-0.00247	342.5	465.0	0.00337	334.8	457.3	-0.01031	-334.8	-457.3
14	0.00350	-0.00407	342.5	465.0	0.00334	334.8	457.3	-0.01400	-334.8	-457.3
15	0.00350	-0.00607	342.5	465.0	0.00326	334.8	457.3	-0.01858	-334.8	-457.3

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"						
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 164 di 214		

16	0.00350	-0.00398	342.5	465.0	0.00335	334.8	457.3	-0.01379	-334.8	-457.3
17	0.00350	-0.00607	342.5	465.0	0.00326	334.8	457.3	-0.01858	-334.8	-457.3
18	0.00350	-0.00407	342.5	465.0	0.00334	334.8	457.3	-0.01400	-334.8	-457.3
19	0.00350	-0.00234	-342.5	-465.0	0.00337	-334.8	-457.3	-0.00999	334.8	457.3
20	0.00350	-0.00392	-342.5	-465.0	0.00335	-334.8	-457.3	-0.01366	334.8	457.3
21	0.00350	-0.00587	-342.5	-465.0	0.00326	-334.8	-457.3	-0.01812	334.8	457.3
22	0.00350	-0.00383	-342.5	-465.0	0.00335	-334.8	-457.3	-0.01346	334.8	457.3
23	0.00350	-0.00587	-342.5	-465.0	0.00326	-334.8	-457.3	-0.01812	334.8	457.3
24	0.00350	-0.00392	-342.5	-465.0	0.00335	-334.8	-457.3	-0.01366	334.8	457.3

ULTIMATE LIMIT STATE - POSITION OF NEUTRAL AXIS FOR EACH COMBINATION

a, b, c Coeff. a, b, c in neutral axis equation: $aX+bY+c=0$ reference X,Y,O
x/d Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [eq.(5.10)EC2]

Comb.	a	b	c	x/d	D
1	-0.000015637	-0.000004892	-0.004130214	0.232	0.730
2	0.000003798	0.000017739	-0.006049407	0.185	0.700
3	0.000020245	0.000003784	-0.005193348	0.203	0.700
4	0.000010435	0.000006175	-0.002945584	0.274	0.783
5	0.000020245	0.000003784	-0.005193348	0.203	0.700
6	0.000003798	0.000017739	-0.006049407	0.185	0.700
7	0.000011712	0.000005125	-0.002894492	0.276	0.786
8	-0.000003791	-0.000014409	-0.004498448	0.221	0.716
9	-0.000017623	-0.000003441	-0.004136133	0.232	0.730
10	-0.000012000	-0.000005704	-0.003262167	0.261	0.767
11	-0.000017623	-0.000003441	-0.004136133	0.232	0.730
12	-0.000003791	-0.000014409	-0.004498448	0.221	0.716
13	0.000008304	0.000008871	-0.003468863	0.254	0.757
14	0.000004441	0.000015714	-0.005328176	0.200	0.700
15	0.000029333	0.000002399	-0.007661802	0.159	0.700
16	0.000004537	0.000015420	-0.005224216	0.202	0.700
17	0.000029333	0.000002399	-0.007661802	0.159	0.700
18	0.000004441	0.000015714	-0.005328176	0.200	0.700
19	-0.000008348	-0.000008494	-0.003309033	0.259	0.764
20	-0.000004445	-0.000015339	-0.005155197	0.204	0.700
21	-0.000028699	-0.000002364	-0.007428742	0.162	0.700
22	-0.000004540	-0.000015058	-0.005056740	0.206	0.700
23	-0.000028699	-0.000002364	-0.007428742	0.162	0.700
24	-0.000004445	-0.000015339	-0.005155197	0.204	0.700

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete: Considered if not less than $-f_{ctm}$
Check Result of Check
Reg Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim) Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max X-coordinae, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim) Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min X-coordinae, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff Effective tension area [cm²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff Area of tension steel bars [cm²] within Ac eff (for crack width control)
r eff Geometrical ratio Ac eff/Ac eff [eq.(7.10) Ec2]

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 165 di 214		

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	1.80 (19.2)	-342.5	-465.0	-4.3 (360.0)	334.8	---	11594	---	---
2	1	OK	1.83 (19.2)	342.5	465.0	-4.8 (360.0)	-334.8	---	8140	---	---
3	1	OK	2.38 (19.2)	342.5	465.0	-12.9 (360.0)	-334.8	---	13059	---	---
4	1	OK	1.70 (19.2)	342.5	465.0	-2.9 (360.0)	-334.8	---	8140	---	---
5	1	OK	2.38 (19.2)	342.5	465.0	-12.9 (360.0)	-334.8	---	13305	---	---
6	1	OK	1.83 (19.2)	342.5	465.0	-4.8 (360.0)	-334.8	---	8140	---	---
7	1	OK	1.98 (19.2)	342.5	465.0	-3.1 (360.0)	-334.8	---	10251	---	---
8	1	OK	1.91 (19.2)	-342.5	-465.0	-2.2 (360.0)	334.8	---	6813	---	---
9	1	OK	2.46 (19.2)	-342.5	-465.0	-10.2 (360.0)	334.8	---	12211	---	---
10	1	OK	1.78 (19.2)	-342.5	-465.0	-0.2 (360.0)	334.8	---	6813	---	---
11	1	OK	2.46 (19.2)	-342.5	-465.0	-10.2 (360.0)	334.8	---	12440	---	---
12	1	OK	1.91 (19.2)	-342.5	-465.0	-2.2 (360.0)	334.8	---	6813	---	---

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Section is assumed cracked if flexural tensile stress exceeds f_{ctm} in at least one combination

Check Result of check

e1 Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section

e2 Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section

k1 = 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]

kt = 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]

k2 = 0.5 for bending; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]

k3 = 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex

k4 = 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex

Ø Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]

e sm - e cm Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]

Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$

sr max Max final crack [mm] spacing

wk Calculated value [mm] of crack width = $sr \cdot \max(e \cdot sm - e \cdot cm)$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets

MX crack First cracking bending moment around X axis[kNm]

MY crack First cracking bending moment around Y axis[kNm]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00071	0	---	---	---	---	---	-397138.16	-499802.10
2	OK	-0.00042	0	---	---	---	---	---	715875.94	209296.02
3	OK	-0.00083	0	---	---	---	---	---	175696.60	300043.07
4	OK	-0.00042	0	---	---	---	---	---	1175337.39	192564.09
5	OK	-0.00082	0	---	---	---	---	---	175696.60	300043.07
6	OK	-0.00042	0	---	---	---	---	---	715875.94	209296.02
7	OK	-0.00054	0	---	---	---	---	---	606066.57	672996.38
8	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	-1397992.67	-439490.23
9	OK	-0.00070	0	---	---	---	---	---	-196418.06	-374508.10
10	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	-7752471.34	-1370343.31
11	OK	-0.00069	0	---	---	---	---	---	-196418.06	-374508.10
12	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	-1397992.67	-439490.23

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	1.32 (19.2)	0.0	0.0	2.7 (360.0)	334.8	---	19673	---	---
2	1	OK	1.54 (19.2)	342.5	465.0	-0.6 (360.0)	-334.8	---	7947	---	---
3	1	OK	1.72 (19.2)	342.5	465.0	-3.1 (360.0)	-334.8	---	20137	---	---
4	1	OK	1.54 (19.2)	-225.0	270.0	-0.6 (360.0)	334.8	---	7947	---	---
5	1	OK	1.72 (19.2)	342.5	465.0	-3.1 (360.0)	-334.8	---	20296	---	---
6	1	OK	1.54 (19.2)	342.5	465.0	-0.6 (360.0)	-334.8	---	7947	---	---
7	1	OK	1.40 (19.2)	342.5	465.0	4.7 (360.0)	-334.8	---	19384	---	---

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 166 di 214	

8	1	OK	1.54 (19.2)	-342.5	-465.0	-0.6 (360.0)	334.8	---	7985	---	---
9	1	OK	1.78 (19.2)	-342.5	-465.0	-1.0 (360.0)	334.8	---	20073	---	---
10	1	OK	1.54 (19.2)	342.5	-465.0	-0.6 (360.0)	-334.8	---	7985	---	---
11	1	OK	1.78 (19.2)	-342.5	-465.0	-1.0 (360.0)	334.8	---	20167	---	---
12	1	OK	1.54 (19.2)	-342.5	-465.0	-0.6 (360.0)	334.8	---	7985	---	---

SLS FREQUENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00027	0	---	---	---	---	---	589.45	-598647.94
2	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	4461682.91	309023.17
3	OK	-0.00037	0	---	---	---	---	---	69034.62	954639.52
4	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	4473896.25	-308523.18
5	OK	-0.00036	0	---	---	---	---	---	69034.62	954639.52
6	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	4461682.91	309023.17
7	OK	-0.00017	0	---	---	---	---	---	92.54	141755.42
8	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	4471352.78	-308334.37
9	OK	-0.00029	0	---	---	---	---	---	-31966.39	-2518416.94
10	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	4464332.46	309218.98
11	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	-31966.39	-2518416.94
12	OK	-0.00034	0	---	---	---	---	---	4471352.78	-308334.37

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	0.81 (14.4)	-342.5	-465.0	10.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
2	1	OK	0.81 (14.4)	342.5	465.0	10.2 (360.0)	-334.8	---	0	---	---
3	1	OK	0.81 (14.4)	342.5	-465.0	10.2 (360.0)	-334.8	---	0	---	---
4	1	OK	0.81 (14.4)	-342.5	-465.0	10.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
5	1	OK	0.81 (14.4)	342.5	-465.0	10.2 (360.0)	-334.8	---	0	---	---
6	1	OK	0.81 (14.4)	342.5	465.0	10.2 (360.0)	-334.8	---	0	---	---
7	1	OK	0.81 (14.4)	342.5	465.0	10.2 (360.0)	-334.8	---	0	---	---
8	1	OK	0.81 (14.4)	-342.5	-465.0	10.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
9	1	OK	0.81 (14.4)	-235.0	-260.0	10.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
10	1	OK	0.81 (14.4)	342.5	465.0	10.2 (360.0)	-334.8	---	0	---	---
11	1	OK	0.81 (14.4)	-342.5	-465.0	10.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---
12	1	OK	0.81 (14.4)	-342.5	-465.0	10.2 (360.0)	334.8	---	0	---	---

SLS QUASI-PERMANENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
2	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	-5003.61	-29162171.61
3	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	-5003.61	-29162171.61
4	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
5	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
6	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
7	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
8	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
9	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
10	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	-5003.61	-29162171.61
11	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	-5003.61	-29162171.61
12	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	-5003.61	-29162171.61

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 167 di 214		

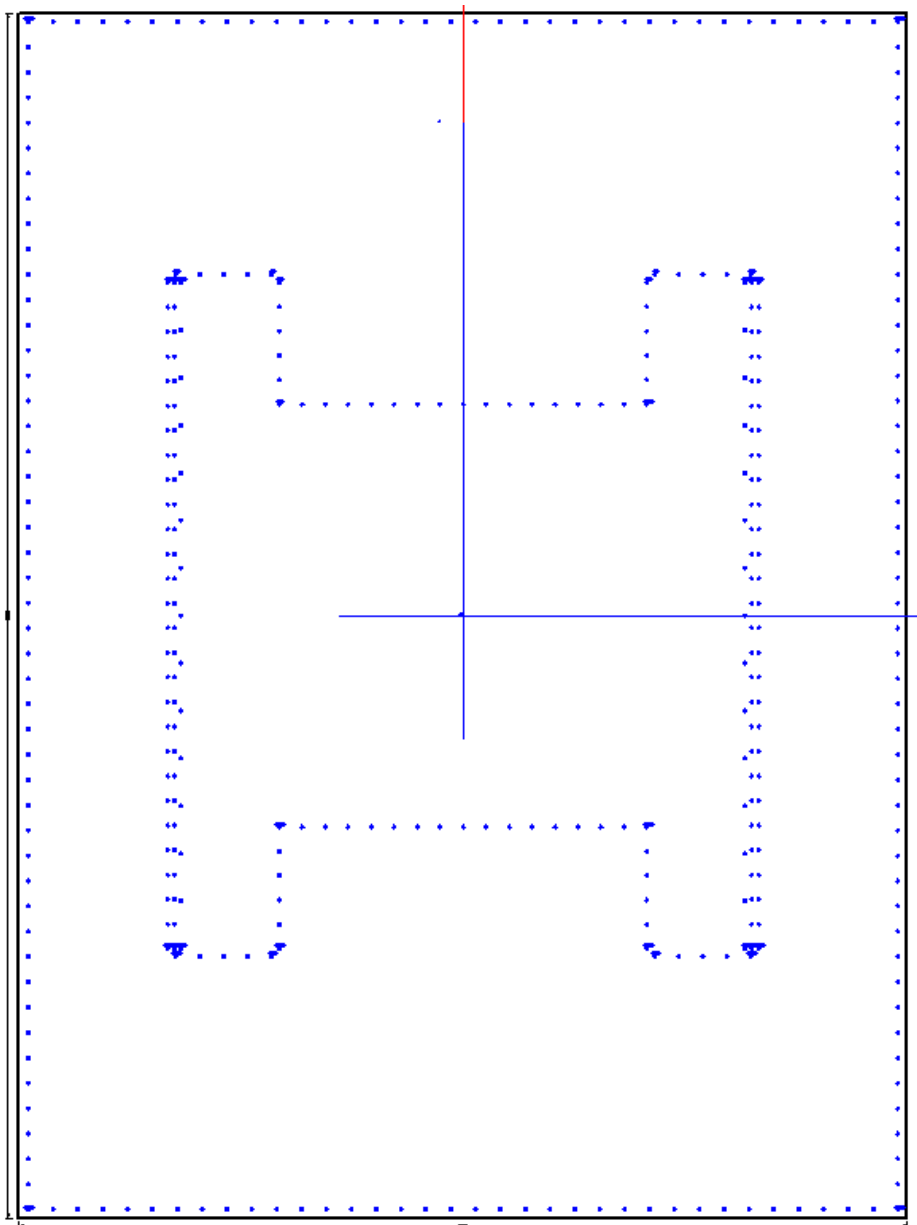
SLS - CHECK OF MINIMUM REINFORCEMENT AREA FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

Comb.	Order numbers assigned to SLS combination
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent combination
Region	Number and type (web or flange) of sub-regions (as parts of the concrete cross-section)
k	Coeff. wich allows for the effects of non-uniform self-equilibrating stresse [eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich takes account of the stress distribution prior to cracking [eq.(7.2)-(7.3) EC2]
Act	Area of concrete (for each sub-region) within tension zone just before formation of first crack [eq.(7.1) EC2]
Ned	Axial force [kN] (+ if compressive) acting within each sub-region just before of first crack
Sc	= Ned/Ac = mean stress [Mpa] within each concrete sub-region [eq.(7.1) EC2]
k1	Coeff. considering the effects of axial force on the stress distribution (rectangular section or web sub-region)
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange just prior to cracking
As reg	Area [cm ²] of longitudinal bars within the tension area of each sub-region
As,min	Minimum Area [cm ²] of longitudinal bars to be placed within the tension area of each sub-region

Comb.	Comb.Type	Region	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Fcr	As reg	As,min
1	Frequent	1 ()			0	47379.70	0.00	1.50	---	0.0	0.0
2	Frequent	1 ()	0.65	0.39	4288	47449.47	7.45	1.50	---	63.7	9.2
3	Frequent	1 ()	0.65	0.39	61360	47504.07	7.46	1.50	---	281.4	131.6
4	Frequent	1 ()	0.65	0.39	4304	47437.73	7.45	1.50	---	63.7	9.2
5	Frequent	1 ()	0.65	0.39	61360	47504.07	7.46	1.50	---	281.4	131.6
6	Frequent	1 ()	0.65	0.39	4288	47449.47	7.45	1.50	---	63.7	9.2
7	Frequent	1 ()			0	54043.02	0.00	1.50	---	0.0	0.0
8	Frequent	1 ()	0.65	0.39	4304	47437.67	7.45	1.50	---	63.7	9.2
9	Frequent	1 ()	0.65	0.39	26725	53918.62	8.46	1.50	---	260.2	57.2
10	Frequent	1 ()	0.65	0.39	4288	47449.41	7.45	1.50	---	58.4	9.2
11	Frequent	1 ()	0.65	0.39	26725	53918.62	8.46	1.50	---	260.2	57.2
12	Frequent	1 ()	0.65	0.39	4304	47437.67	7.45	1.50	---	63.7	9.2
1	Quasi-perm.	1 ()			0	47447.93	0.00	---	---	0.0	0.0
2	Quasi-perm.	1 ()			0	47460.73	0.00	1.50	---	0.0	0.0
3	Quasi-perm.	1 ()			0	47459.38	0.00	1.50	---	0.0	0.0
4	Quasi-perm.	1 ()			0	47447.93	0.00	---	---	0.0	0.0
5	Quasi-perm.	1 ()			0	47459.38	0.00	---	---	0.0	0.0
6	Quasi-perm.	1 ()			0	47460.73	0.00	---	---	0.0	0.0
7	Quasi-perm.	1 ()			0	47460.73	0.00	---	---	0.0	0.0
8	Quasi-perm.	1 ()			0	47447.93	0.00	---	---	0.0	0.0
9	Quasi-perm.	1 ()			0	47448.74	0.00	---	---	0.0	0.0
10	Quasi-perm.	1 ()			0	47460.73	0.00	1.50	---	0.0	0.0
11	Quasi-perm.	1 ()			0	47448.74	0.00	1.50	---	0.0	0.0
12	Quasi-perm.	1 ()			0	47447.93	0.00	1.50	---	0.0	0.0

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 168 di 214

14.4.3 Verifica del plinto della pila P3



GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez. Plinto Pila 3-BP.secEC

(File path: \\NAS\Server\Lavori\WEBUILD\Fortezza-PntGardena\RC-Sec\Pile\Plinti BP - R01\Sez. Plinto Pila 3-BP.secEC)

Section description:

Section type:

Beam

Reference code:

EC2/EC8 Italian Annex

Exposure Class:

XC2 - Carbonation (long-term water contact/foundations)

Stress path:

Constant axial force to achieve bending ULS

Reference of assigned forces:

Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 169 di 214

CONCRETE -	Class:	C28/35	
	Design compressive strength fcd:	15.9	MPa
	Shear reduced compressive strength $v1*fcd$:	7.9	MPa (6.9)EC2
	Coeff Crd,c:	0.1200	(§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff K1:	0.1500	(§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff v min:	0.0091	Mpa(§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020	
	Ultimate strain ecu:	0.0035	
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle	
	Mean Elastic Modulus Ecm:	32308.2	MPa
	Mean tensile strength fctm:	2.8	MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00	
	Stress limit in SLS Characteristic comb.:	16.8	kN/cm ²
	Stress limit in SLS Frequent comb.:	168.0	daN/cm ²
	Crack width limit in SLS Frequent comb.:	0.400	mm
	Stress limit in SLS Quasi-perm. comb.:	12.60	Mpa
	Crack width limit in SLS Quasi-perm. comb.:	0.300	mm
STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C	
	Characteristic yield stress fyk:	450.00	MPa
	Tensile strength ftk:	450.0	MPa
	Design yield stress fyd:	391.3	MPa
	Design strength ftd:	391.3	MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068	
	Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
SLS Charact. - Ss Limit:	360.00	MPa	

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region:	Polygonal	
Concrete Class:	C28/35	
Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-342.5	465.0
2	342.5	465.0
3	342.5	-465.0
4	-342.5	-465.0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-227.1	257.1	26
2	-222.1	262.1	26
3	-147.9	262.1	26
4	-142.9	257.1	26
5	-142.9	162.1	26
6	227.1	257.1	26
7	222.1	262.1	26
8	147.9	262.1	26
9	142.9	257.1	26
10	142.9	162.1	26
11	-227.1	-257.1	26
12	-222.1	-262.1	26
13	-147.9	-262.1	26
14	-142.9	-257.1	26

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	170 di 214

15	-142.9	-162.1	26
16	227.1	-257.1	26
17	222.1	-262.1	26
18	147.9	-262.1	26
19	142.9	-257.1	26
20	142.9	-162.1	26
21	-334.8	457.3	26
22	334.8	457.3	26
23	-334.8	-457.3	26
24	334.8	-457.3	26
25	-221.9	257.1	26
26	-221.9	-257.1	26
27	221.9	257.1	26
28	221.9	-257.1	26
29	-216.7	-257.1	26
30	-216.7	257.1	26
31	216.7	-257.1	26
32	216.7	257.1	26

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen.	Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar	Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar	Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars	Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø	Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	11	26	26
2	6	16	26	26
3	5	10	15	26
4	15	20	15	26
5	2	3	3	26
6	8	7	3	26
7	17	18	3	26
8	12	13	3	26
9	4	5	4	26
10	9	10	4	26
11	14	15	4	26
12	19	20	4	26
13	21	23	46	26
14	22	24	46	26
15	21	22	34	26
16	23	24	34	26
17	25	26	26	26
18	27	28	26	26
19	29	30	13	26
20	31	32	13	26

ULTIMATE LIMIT STATE - ASSIGNED DESIGN FORCES FOR EACH COMBINATION

N d	Design axial force [kN] applied at centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx d	Design bending force [kNm] around x principal axis of inertia
My d	Design bending force [kNm] around y principal axis of inertia
Vy d	Design shear component [kN] parallel to y principal axis of inertia
Vx d	Design shear component [kN] parallel to x principal axis of inertia

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 171 di 214	

Comb.	N d	Mx d	My d	Vy d	Vx d
1	33143.38	40924.08	17670.37	1483.06	14630.58
2	33621.40	63411.59	22844.04	2453.43	14305.05
3	46689.74	-31161.72	112163.15	-1483.59	22249.16
4	33621.40	63411.59	22844.04	2453.43	14305.05
5	46689.74	-31161.72	112163.15	-1483.59	22249.16
6	33621.40	63411.59	22844.04	2453.43	14305.05
7	55142.46	-35550.62	17823.74	-1491.11	13601.46
8	52981.12	-59112.87	11330.91	-2459.87	12818.99
9	41596.10	36535.18	-76669.04	1475.54	5982.88
10	52981.12	-59112.87	11330.91	-2459.87	12818.99
11	41596.10	36535.18	-76669.04	1475.54	5982.88
12	52981.12	-59112.87	11330.91	-2459.87	12818.99
13	31925.32	20134.34	142374.04	748.17	14877.05
14	33054.43	66008.04	56962.32	2507.00	12159.64
15	32308.66	19967.02	160044.98	742.65	16030.12
16	33054.43	65746.74	56962.32	2498.18	12159.64
17	32308.66	19967.02	160044.98	742.65	16030.12
18	33054.43	66008.04	56962.32	2507.00	12159.64
19	36086.89	-19428.66	-117879.27	-749.23	4519.48
20	34957.79	-65302.35	-32467.55	-2508.07	7236.89
21	35703.56	-19261.34	-135550.21	-743.71	3366.41
22	34957.79	-65041.05	-32467.55	-2499.24	7236.89
23	35703.56	-19261.34	-135550.21	-743.71	3366.41
24	34957.79	-65302.35	-32467.55	-2508.07	7236.89

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	33184.78	27409.44	14778.88
2	33622.56	43133.66	21700.96
3	33696.91	-20677.01	78437.79
4	33622.56	43133.66	21700.96
5	33696.91	-20677.01	78437.79
6	33622.56	43133.66	21700.96
7	39526.37	-23703.65	13398.29
8	39088.58	-39427.86	6476.20
9	39014.24	24382.80	-50260.63
10	39088.58	-39427.86	6476.20
11	39014.24	24382.80	-50260.63
12	39088.58	-39427.86	6476.20

SERVICEABILITY LIMIT STATES - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 172 di 214	

Comb.	N	Mx	My
1	33203.18	3044.41 (589.45)	13511.62 (-598647.94)
2	33629.8039342.17	(1440138.85)	15506.94 (567638.92)
3	33683.49	2341.67 (17780.89)	65808.80 (499702.86)
4	33629.8039342.17	(1440138.85)	15506.94 (567638.92)
5	33683.49	2341.67 (17780.89)	65808.80 (499702.86)
6	33629.8039342.17	(1440138.85)	15506.94 (567638.92)
7	38347.05	-79.82 (92.54)	13755.78 (141755.42)
8	33276.78-39342.39	(-4471352.78)	8121.38 (-308334.37)
9	37866.75	622.92 (-31966.39)	-38541.40 (-2518416.94)
10	33276.78-39342.39	(-4464332.46)	8121.38 (309218.98)
11	37866.75	622.92 (-31966.39)	-38541.40 (-2518416.94)
12	33276.78-39342.39	(-4471352.78)	8121.38 (-308334.37)

SERVICEABILITY LIMIT STATES - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	33276.77	2.15 (0.00)	8656.70 (0.00)
2	33629.80	2.15 (-5003.61)	15506.94 (-29162171.61)
3	33629.80	2.15 (-5003.61)	15506.94 (-29162171.61)
4	33629.80	2.15 (0.00)	15506.94 (0.00)
5	33629.80	2.15 (0.00)	15506.94 (0.00)
6	33629.80	2.15 (0.00)	15506.94 (0.00)
7	33629.81	-2.37 (0.00)	14971.63 (0.00)
8	33276.78	-2.37 (0.00)	8121.38 (0.00)
9	33276.78	-2.37 (0.00)	8121.38 (0.00)
10	33276.78	-2.37 (-5003.61)	8121.38 (-29162171.61)
11	33276.78	-2.37 (-5003.61)	8121.38 (-29162171.61)
12	33276.78	-2.37 (-5003.61)	8121.38 (-29162171.61)

CHECKS RESULTS

Min edge cover of longitudinal bars: 6.4 cm
Min distance between longitudinal bars: 2.4 cm
Min edge cover of stirrups: 3.8 cm

ULTIMATE LIMIT STATES - N-MX-MY CAPACITY CHECKS

Check Result of check
N Design axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Design bending moment [kNm] around x axis principal of inerzia
My Design bending moment [kNm] around y axis principal of inerzia
N ult Axial force capacity [kN] (+ if compressive)
Mx ult Bending moment capacity [kNm] around x axis principal of inertia
My ult Bending moment capacity [kNm] around y axis principal of inertia
S.F. Safety Factor = vectorial ratio of (N ult,Mx ult,My ult) to (N,Mx,My). Check OK if ratio >=1.00
As Tension Area [cm²] of bars in tension (beam section). Min area for code is shown between brackets [eq.(9.1N) EC2]

Comb.	Check	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	S.F.	As Tension
1	OK	33143.38	40924.08	17670.37	33143.53	429422.44	185438.30	10.493	1614.0(0.0)
2	OK	33621.40	63411.59	22844.04	33621.36	443190.60	159586.14	6.989	1640.6(0.0)
3	OK	46689.74	-31161.72	112163.15	46689.94	-105456.65	379701.65	3.385	1454.7(0.0)

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					PROGETTO ESECUTIVO
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	173 di 214

4	OK	33621.40	63411.59	22844.04	33621.36	443190.60	159586.14	6.989	1640.6(0.0)
5	OK	46689.74	-31161.72	112163.15	46689.94	-105456.65	379701.65	3.385	1454.7(0.0)
6	OK	33621.40	63411.59	22844.04	33621.36	443190.60	159586.14	6.989	1640.6(0.0)
7	OK	55142.46	-35550.62	17823.74	55142.32	-478100.95	239692.08	13.448	1507.8(0.0)
8	OK	52981.12	-59112.87	11330.91	52981.42	-531976.54	101971.00	8.999	1645.9(0.0)
9	OK	41596.10	36535.18	-76669.04	41596.22	169759.20	-356556.22	4.650	1433.5(0.0)
10	OK	52981.12	-59112.87	11330.91	52981.42	-531976.54	101971.00	8.999	1645.9(0.0)
11	OK	41596.10	36535.18	-76669.04	41596.22	169759.20	-356556.22	4.650	1433.5(0.0)
12	OK	52981.12	-59112.87	11330.91	52981.42	-531976.54	101971.00	8.999	1645.9(0.0)
13	OK	31925.32	20134.34	142374.04	31925.06	49133.06	346538.74	2.434	1714.9(0.0)
14	OK	33054.43	66008.04	56962.32	33054.28	331328.42	285819.77	5.019	1491.9(0.0)
15	OK	32308.66	19967.02	160044.98	32308.79	43271.26	348083.39	2.175	1714.9(0.0)
16	OK	33054.43	65746.74	56962.32	33054.49	330349.17	286327.00	5.025	1486.6(0.0)
17	OK	32308.66	19967.02	160044.98	32308.79	43271.26	348083.39	2.175	1714.9(0.0)
18	OK	33054.43	66008.04	56962.32	33054.28	331328.42	285819.77	5.019	1491.9(0.0)
19	OK	36086.89	-19428.66	-117879.27	36086.74	-58730.46	-356763.78	3.026	1672.4(0.0)
20	OK	34957.79	-65302.35	-32467.55	34957.68	-422098.87	-210067.04	6.465	1576.9(0.0)
21	OK	35703.56	-19261.34	-135550.21	35703.65	-50832.15	-356488.48	2.630	1693.7(0.0)
22	OK	34957.79	-65041.05	-32467.55	34957.70	-421872.85	-210417.96	6.485	1571.6(0.0)
23	OK	35703.56	-19261.34	-135550.21	35703.65	-50832.15	-356488.48	2.630	1693.7(0.0)
24	OK	34957.79	-65302.35	-32467.55	34957.68	-422098.87	-210067.04	6.465	1576.9(0.0)

ULTIMATE LIMIT STATE - BENDING AND AXIAL FORCE - STRAIN VALUES

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Xc max	X-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
Yc max	Y-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Xs max	X-coordinate [cm] of bar in wich is es max
Ys max	Y-coordinate [cm] of bar in wich is es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Xs min	X-coordinate [cm] of bar in wich is es min
Ys min	Y-coordinate [cm] of bar in wich is es min

Comb.	ec max	ec*	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0.00350	-0.00324	342.5	465.0	0.00336	334.8	457.3	-0.01207	-334.8	-457.3
2	0.00350	-0.00365	342.5	465.0	0.00335	334.8	457.3	-0.01303	-334.8	-457.3
3	0.00350	-0.00545	342.5	-465.0	0.00327	334.8	-457.3	-0.01716	-334.8	457.3
4	0.00350	-0.00365	342.5	465.0	0.00335	334.8	457.3	-0.01303	-334.8	-457.3
5	0.00350	-0.00545	342.5	-465.0	0.00327	334.8	-457.3	-0.01716	-334.8	457.3
6	0.00350	-0.00365	342.5	465.0	0.00335	334.8	457.3	-0.01303	-334.8	-457.3
7	0.00350	-0.00227	342.5	-465.0	0.00338	334.8	-457.3	-0.00984	-334.8	457.3
8	0.00350	-0.00412	342.5	-465.0	0.00335	334.8	-457.3	-0.01412	-334.8	457.3
9	0.00350	-0.00441	-342.5	465.0	0.00330	-334.8	457.3	-0.01476	334.8	-457.3
10	0.00350	-0.00412	342.5	-465.0	0.00335	334.8	-457.3	-0.01412	-334.8	457.3
11	0.00350	-0.00441	-342.5	465.0	0.00330	-334.8	457.3	-0.01476	334.8	-457.3
12	0.00350	-0.00412	342.5	-465.0	0.00335	334.8	-457.3	-0.01412	-334.8	457.3
13	0.00350	-0.00794	342.5	465.0	0.00320	334.8	457.3	-0.02289	-334.8	-457.3
14	0.00350	-0.00256	342.5	465.0	0.00336	334.8	457.3	-0.01051	-334.8	-457.3
15	0.00350	-0.00813	342.5	465.0	0.00320	334.8	457.3	-0.02334	-334.8	-457.3
16	0.00350	-0.00257	342.5	465.0	0.00336	334.8	457.3	-0.01052	-334.8	-457.3
17	0.00350	-0.00813	342.5	465.0	0.00320	334.8	457.3	-0.02334	-334.8	-457.3
18	0.00350	-0.00256	342.5	465.0	0.00336	334.8	457.3	-0.01051	-334.8	-457.3
19	0.00350	-0.00731	-342.5	-465.0	0.00322	-334.8	-457.3	-0.02144	334.8	457.3
20	0.00350	-0.00287	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01122	334.8	457.3
21	0.00350	-0.00761	-342.5	-465.0	0.00321	-334.8	-457.3	-0.02213	334.8	457.3

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:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 174 di 214

22	0.00350	-0.00286	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01121	334.8	457.3
23	0.00350	-0.00761	-342.5	-465.0	0.00321	-334.8	-457.3	-0.02213	334.8	457.3
24	0.00350	-0.00287	-342.5	-465.0	0.00336	-334.8	-457.3	-0.01122	334.8	457.3

ULTIMATE LIMIT STATE - POSITION OF NEUTRAL AXIS FOR EACH COMBINATION

a, b, c Coeff. a, b, c in neutral axis equation: $aX+bY+c=0$ reference X,Y,O
x/d Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [eq.(5.10)EC2]

Comb.	a	b	c	x/d	D
1	0.000005775	0.000012644	-0.004357697	0.225	0.721
2	0.000005074	0.000014193	-0.004837318	0.212	0.705
3	0.000027331	-0.000002331	-0.006944668	0.169	0.700
4	0.000005074	0.000014193	-0.004837318	0.212	0.705
5	0.000027331	-0.000002331	-0.006944668	0.169	0.700
6	0.000005074	0.000014193	-0.004837318	0.212	0.705
7	0.000006190	-0.000009918	-0.003231896	0.262	0.768
8	0.000003404	-0.000016599	-0.005384530	0.199	0.700
9	-0.000022545	0.000003242	-0.005729107	0.192	0.700
10	0.000003404	-0.000016599	-0.005384530	0.199	0.700
11	-0.000022545	0.000003242	-0.005729107	0.192	0.700
12	0.000003404	-0.000016599	-0.005384530	0.199	0.700
13	0.0000036941	0.000001485	-0.009842748	0.133	0.700
14	0.000011591	0.000006676	-0.003574386	0.250	0.752
15	0.000037808	0.000001341	-0.010072815	0.130	0.700
16	0.000011654	0.000006644	-0.003580754	0.250	0.752
17	0.000037808	0.000001341	-0.010072815	0.130	0.700
18	0.000011591	0.000006676	-0.003574386	0.250	0.752
19	-0.000034577	-0.000001650	-0.009109895	0.140	0.700
20	-0.000006462	-0.000011214	-0.003927851	0.238	0.737
21	-0.000035812	-0.000001485	-0.009456329	0.137	0.700
22	-0.000006474	-0.000011194	-0.003922860	0.238	0.737
23	-0.000035812	-0.000001485	-0.009456329	0.137	0.700
24	-0.000006462	-0.000011214	-0.003927851	0.238	0.737

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete: Considered if not less than $-f_{ctm}$
Check Result of Check
Reg Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim) Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max X-coordinates, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim) Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa]. Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min X-coordinates, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff Effective tension area [cm²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff Area of tension steel bars [cm²] within Ac eff (for crack width control)
r eff Geometrical ratio Ac eff/As eff [eq.(7.10) Ec2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	0.95 (16.8)	342.5	465.0	0.8 (360.0)	-334.8	---	11594	---	---
2	1	OK	1.20 (16.8)	342.5	465.0	-2.7 (360.0)	-334.8	---	8140	---	---
3	1	OK	1.71 (16.8)	342.5	-465.0	-10.2 (360.0)	-334.8	---	13059	---	---
4	1	OK	1.20 (16.8)	342.5	465.0	-2.7 (360.0)	-334.8	---	8140	---	---
5	1	OK	1.71 (16.8)	342.5	-465.0	-10.2 (360.0)	-334.8	---	13305	---	---
6	1	OK	1.20 (16.8)	342.5	465.0	-2.7 (360.0)	-334.8	---	8140	---	---

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 175 di 214	

7	1	OK	0.99 (16.8)	342.5	-465.0	3.0 (360.0)	-334.8	---	10251	---	---
8	1	OK	1.05 (16.8)	342.5	-465.0	1.9 (360.0)	-334.8	---	6813	---	---
9	1	OK	1.47 (16.8)	-342.5	-465.0	-4.2 (360.0)	334.8	---	12211	---	---
10	1	OK	1.05 (16.8)	342.5	-465.0	1.9 (360.0)	-334.8	---	6813	---	---
11	1	OK	1.47 (16.8)	-342.5	-465.0	-4.2 (360.0)	334.8	---	12440	---	---
12	1	OK	1.05 (16.8)	342.5	-465.0	1.9 (360.0)	-334.8	---	6813	---	---

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Section is assumed cracked if flexural tensile stress exceeds f_{ctm} in at least one combination
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k2	= 0.5 for bending; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in $A_{c,eff}$ [eq.(7.11)]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MX crack	First cracking bending moment around X axis [kNm]
MY crack	First cracking bending moment around Y axis [kNm]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00071	0	---	---	---	---	---	-397138.16	-499802.10
2	OK	-0.00042	0	---	---	---	---	---	621532.55	312699.01
3	OK	-0.00083	0	---	---	---	---	---	-81284.86	308352.34
4	OK	-0.00042	0	---	---	---	---	---	621532.55	312699.01
5	OK	-0.00082	0	---	---	---	---	---	-81284.86	308352.34
6	OK	-0.00042	0	---	---	---	---	---	621532.55	312699.01
7	OK	-0.00054	0	---	---	---	---	---	606066.57	672996.38
8	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	-1397992.67	-439490.23
9	OK	-0.00070	0	---	---	---	---	---	226818.00	-467543.33
10	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	-7752471.34	-1370343.31
11	OK	-0.00069	0	---	---	---	---	---	226818.00	-467543.33
12	OK	-0.00028	0	---	---	---	---	---	-1397992.67	-439490.23

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	0.70 (16.8)	342.5	465.0	4.5 (360.0)	-334.8	---	19673	---	---
2	1	OK	1.08 (16.8)	342.5	465.0	-1.0 (360.0)	-334.8	---	7947	---	---
3	1	OK	1.37 (16.8)	342.5	465.0	-5.2 (360.0)	-334.8	---	20137	---	---
4	1	OK	1.08 (16.8)	342.5	465.0	-1.0 (360.0)	-334.8	---	7947	---	---
5	1	OK	1.37 (16.8)	342.5	465.0	-5.2 (360.0)	-334.8	---	20296	---	---
6	1	OK	1.08 (16.8)	342.5	465.0	-1.0 (360.0)	-334.8	---	7947	---	---
7	1	OK	0.75 (16.8)	342.5	-465.0	6.0 (360.0)	-334.8	---	19384	---	---
8	1	OK	0.98 (16.8)	342.5	-465.0	0.3 (360.0)	-334.8	---	7985	---	---
9	1	OK	1.07 (16.8)	-342.5	-465.0	1.2 (360.0)	334.8	---	20073	---	---
10	1	OK	0.98 (16.8)	342.5	-465.0	0.3 (360.0)	-334.8	---	7985	---	---
11	1	OK	1.07 (16.8)	-342.5	-465.0	1.2 (360.0)	334.8	---	20167	---	---
12	1	OK	0.98 (16.8)	342.5	-465.0	0.3 (360.0)	-334.8	---	7985	---	---

SLS FREQUENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 176 di 214	

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00027	0	----	----	----	----	----	589.45	-598647.94
2	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	1440138.85	567638.92
3	OK	-0.00037	0	----	----	----	----	----	17780.89	499702.86
4	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	1440138.85	567638.92
5	OK	-0.00036	0	----	----	----	----	----	17780.89	499702.86
6	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	1440138.85	567638.92
7	OK	-0.00017	0	----	----	----	----	----	92.54	141755.42
8	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	-4471352.78	-308334.37
9	OK	-0.00029	0	----	----	----	----	----	-31966.39	-2518416.94
10	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	-4464332.46	309218.98
11	OK	-0.00028	0	----	----	----	----	----	-31966.39	-2518416.94
12	OK	-0.00034	0	----	----	----	----	----	-4471352.78	-308334.37

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	0.61 (12.6)	342.5	465.0	5.8 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
2	1	OK	0.70 (12.6)	342.5	465.0	4.6 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
3	1	OK	0.70 (12.6)	342.5	465.0	4.6 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
4	1	OK	0.70 (12.6)	342.5	465.0	4.6 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
5	1	OK	0.70 (12.6)	342.5	465.0	4.6 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
6	1	OK	0.70 (12.6)	342.5	465.0	4.6 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
7	1	OK	0.70 (12.6)	342.5	-465.0	4.7 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
8	1	OK	0.60 (12.6)	342.5	-465.0	5.9 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
9	1	OK	0.60 (12.6)	342.5	-465.0	5.9 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
10	1	OK	0.60 (12.6)	342.5	-465.0	5.9 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
11	1	OK	0.60 (12.6)	342.5	-465.0	5.9 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
12	1	OK	0.60 (12.6)	342.5	-465.0	5.9 (360.0)	-334.8	----	0	----	----

SLS QUASI-PERMANENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
2	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-5003.61-29162171.61	
3	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-5003.61-29162171.61	
4	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
5	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
6	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
7	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
8	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
9	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
10	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-5003.61-29162171.61	
11	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-5003.61-29162171.61	
12	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	-5003.61-29162171.61	

SLS - CHECK OF MINIMUM REINFORCEMENT AREA FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

Comb.	Order numbers assigned to SLS combination
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent combination
Region	Number and type (web or flange) of sub-regions (as parts of the concrete cross-section)
k	Coeff. wich allows for the effects of non-uniform self-equilibrating stresses [eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich takes account of the stress distribution prior to cracking [eq.(7.2)-(7.3) EC2]
Act	Area of concrete (for each sub-region) within tension zone just before formation of first crack [eq.(7.1) EC2]
Ned	Axial force [kN] (+ if compressive) acting within each sub-region just before of first crack
Sc	= Ned/Act = mean stress [Mpa] within each concrete sub-region [eq.(7.1) EC2]

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 177 di 214	

k1 Coeff. considering the effects of axial force on the stress distribution (rectangular section or web sub-region)
Fcr Absolute value of the tensile force [kN] within the flange just prior to cracking
As reg Area [cm²] of longitudinal bars within the tension area of each sub-region
As,min Minimum Area [cm²] of longitudinal bars to be placed within the tension area of each sub-region

Comb.	Comb.Type	Region	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Fcr	As reg	As,min
1	Frequent	1 ()			0	31697.40	0.00	1.50	---	0.0	0.0
2	Frequent	1 ()	0.65	0.39	6035	32104.68	5.04	1.50	---	53.1	11.9
3	Frequent	1 ()	0.65	0.39	128723	32156.03	5.05	1.50	---	716.8	253.8
4	Frequent	1 ()	0.65	0.39	6035	32104.68	5.04	1.50	---	53.1	11.9
5	Frequent	1 ()	0.65	0.39	128723	32156.03	5.05	1.50	---	716.8	253.8
6	Frequent	1 ()	0.65	0.39	6035	32104.68	5.04	1.50	---	53.1	11.9
7	Frequent	1 ()			0	36608.00	0.00	1.50	---	0.0	0.0
8	Frequent	1 ()			0	31767.66	0.00	1.50	---	0.0	0.0
9	Frequent	1 ()			0	36149.70	0.00	1.50	---	0.0	0.0
10	Frequent	1 ()			0	31767.66	0.00	1.50	---	0.0	0.0
11	Frequent	1 ()			0	36149.70	0.00	1.50	---	0.0	0.0
12	Frequent	1 ()			0	31767.66	0.00	1.50	---	0.0	0.0
1	Quasi-perm.	1 ()			0	31773.58	0.00		---	0.0	0.0
2	Quasi-perm.	1 ()			0	32108.02	0.00	1.50	---	0.0	0.0
3	Quasi-perm.	1 ()			0	32108.02	0.00	1.50	---	0.0	0.0
4	Quasi-perm.	1 ()			0	32108.02	0.00		---	0.0	0.0
5	Quasi-perm.	1 ()			0	32108.02	0.00		---	0.0	0.0
6	Quasi-perm.	1 ()			0	32108.02	0.00		---	0.0	0.0
7	Quasi-perm.	1 ()			0	32108.50	0.00		---	0.0	0.0
8	Quasi-perm.	1 ()			0	31774.63	0.00		---	0.0	0.0
9	Quasi-perm.	1 ()			0	31774.63	0.00		---	0.0	0.0
10	Quasi-perm.	1 ()			0	31774.63	0.00	1.50	---	0.0	0.0
11	Quasi-perm.	1 ()			0	31774.63	0.00	1.50	---	0.0	0.0
12	Quasi-perm.	1 ()			0	31774.63	0.00	1.50	---	0.0	0.0

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 178 di 214

14.4.4 Verifica a taglio del plinto di fondazione

La verifica a taglio, considerando che per le pile si è ipotizzato un comportamento dissipativo, viene condotta in ottemperanza a quanto prescritto nel D.M.14/01/2008, cap.7.9.5.5.

Le sollecitazioni di taglio si ottengono secondo il criterio della gerarchia delle resistenze, considerando la relazione:

$$V_{gr,i} = V_{E,i} \times \gamma_{rd} \times M_{rd,i} / M_{E,i}$$

Dove $V_{E,i}$ è il taglio sollecitante e $M_{E,i}$ è il momento sollecitante derivanti dalla analisi, $M_{rd,i}$ è il momento resistente e γ_{rd} è il fattore di sovraresistenza. Quest'ultimo si determina considerando la seguente relazione:

$$\gamma_{rd} = 0.7 + 0.2 \times q = 1$$

Il taglio di verifica viene determinato per ciascuna delle pile, sia in direzione trasversale che in direzione longitudinale. I valori vengono riportati di seguito.

PLINTO PILA 1		
Direzione longitudinale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	14850.42 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	86813.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	158364.00 kNm
Rapporto di sovraresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	1.82
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	27090.09
---------------------	------------	----------

Direzione trasversale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	3188.83 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	66850.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	259321.00 kNm
Rapporto di sovraresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	3.88
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	12369.94
---------------------	------------	----------

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:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	179 di 214
11 - OPERE CIVILI							
Relazione di calcolo Pile B.P.							

PLINTO PILA 2		
Direzione longitudinale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	7527.00 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	47191.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{Rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	112939.00 kNm
Rapporto di sovrarresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	2.39
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	18013.86
---------------------	------------	----------

Direzione trasversale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	5365.77 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	165016.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{Rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	394290.00 kNm
Rapporto di sovrarresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	2.39
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	12821.00
---------------------	------------	----------

PLINTO PILA 3		
Direzione longitudinale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	16030.12 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	19967.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{Rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	43380.00 kNm
Rapporto di sovrarresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	2.17
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	34826.79
---------------------	------------	----------

Direzione trasversale		
Sforzo massimo di taglio	$V_{e,1}$	2507.00 kN
Momento minimo agente	$M_{e,1}$	56962.00 kNm
Coefficiente di sicurezza	γ_{Rd}	1.00
Momento resistente	$M_{rd,1}$	286063.00 kNm
Rapporto di sovrarresistenza	$M_{rd,1}/M_{e,1}$	5.02
Fattore di struttura	q	1.50

Taglio sollecitante	$V_{gr,1}$	12590.15
---------------------	------------	----------

Per la verifica della sezione, si determina prima la presenza o meno di sezioni critiche. Non essendo dichiarata esplicitamente la relazione per la loro determinazione nelle NTC08, si rimanda all'equazione 6.11 della norma UNI EN 1998-2. La stessa prescrive che qualora vi sia una sezione con il rapporto tra momento resistente e quello di calcolo con valore inferiore a 1.3, questa viene identificata come zona critica.

Non verificandosi mai tale situazione, si conclude affermando che non sono presenti sezioni critiche.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 180 di 214

Si procede quindi con la determinazione della resistenza a taglio nelle due direzioni. Tutte le pile sono armate con la seguente armatura a taglio:

- c) Staffe a 16 braccia $\Phi 12/20\text{cm}$ in direzione longitudinale
- d) Staffe a 12 braccia $\Phi 12/20\text{cm}$ in direzione trasversale

- Taglio resistente in direzione longitudinale

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. SECONDO NTC 2008						
Caratteristiche materiali		Geometria		Armatura longitudinale tesa		Sollecitazioni
Acciaio B450C		Calcestruzzo		As = 1005 mm²		N_{Ed} = 0 kN
$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$	$f_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$	$d = 6840 \text{ mm}$	$bw = 9300 \text{ mm}$	Parametri		V_{Ed} = 34827 kN
$f_{tk} = 540 \text{ MPa}$	$R_{ck} = 35.00 \text{ MPa}$	$Ac = 63612000 \text{ mm}^2$	$f_{cm} = 37.05 \text{ MPa}$	$k = 1.171$	Verifica senza armatura a taglio	
$E_s = 210000 \text{ MPa}$	$f_{ctm} = 2.83 \text{ MPa}$	Armatura a taglio		$v_{min} = 0.24$	V_{Rd} = 15205.9 kN	
Resistenze di calcolo		$\alpha = 90^\circ$	$As_{w,min} = 1157 \text{ mm}^2$	$\rho_l = 0.000$	Verifica : / CS = 0.43	
$f_{od} = 16.46 \text{ MPa}$	$f_{ctk}(0,05) = 1.98 \text{ MPa}$	$\emptyset = 12 \text{ mm}$	$s = 200 \text{ mm}$	$\sigma_{cp} = 0$	necessaria armatura a taglio	
$f_{ctd}(0,05) = 1.32 \text{ MPa}$	$f_{ctk}(0,95) = 3.69 \text{ MPa}$	$n \text{ bracci} = 16$	$s = 200 \text{ mm}$	$v = 0.5$	Verifica con armatura a taglio	
$f_{ctd}(0,95) = 2.46 \text{ MPa}$	$E_{cm} = 32588 \text{ MPa}$	$As_w = 1810 \text{ mm}^2$	$f_{ctm} = 3.40 \text{ MPa}$	$\omega_{sw} = 0.0231$	$VR_{sd} = 54487 \text{ kN}$	
$f_{yd} = 391 \text{ MPa}$	$f_{ctm} = 3.40 \text{ MPa}$			$\cotg \Theta = 4.54 \text{ rott. armatura}$	$VR_{cd} = 162490 \text{ kN}$	
Coefficienti				$\cotg \Theta = 2.5$	$VR_d = 54487 \text{ kN}$	
$\gamma_s = 1.15$	$\gamma_c = 1.5$			$\alpha_c = 1$	Verifica : / CS = 1.56	
	$\alpha_{cc} = 0.85$					

- Taglio in direzione trasversale

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. SECONDO NTC 2008						
Caratteristiche materiali		Geometria		Armatura longitudinale tesa		Sollecitazioni
Acciaio B450C		Calcestruzzo		As = 1005 mm²		N_{Ed} = 0 kN
$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$	$f_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$	$d = 9290 \text{ mm}$	$bw = 6850 \text{ mm}$	Parametri		V_{Ed} = 12821 kN
$f_{tk} = 540 \text{ MPa}$	$R_{ck} = 35.00 \text{ MPa}$	$Ac = 63636500 \text{ mm}^2$	$f_{cm} = 37.05 \text{ MPa}$	$k = 1.147$	Verifica senza armatura a taglio	
$E_s = 210000 \text{ MPa}$	$f_{ctm} = 2.83 \text{ MPa}$	Armatura a taglio		$v_{min} = 0.23$	V_{Rd} = 14741.3 kN	
Resistenze di calcolo		$\alpha = 90^\circ$	$As_{w,min} = 314 \text{ mm}^2$	$\rho_l = 0.000$	Verifica : / CS = 1.14	
$f_{od} = 16.46 \text{ MPa}$	$f_{ctk}(0,05) = 1.98 \text{ MPa}$	$\emptyset = 12 \text{ mm}$	$s = 200 \text{ mm}$	$\sigma_{cp} = 0$	ARMATURA MINIMA	
$f_{ctd}(0,05) = 1.32 \text{ MPa}$	$f_{ctk}(0,95) = 3.69 \text{ MPa}$	$n \text{ bracci} = 12$	$s = 200 \text{ mm}$	$v = 0.5$	Verifica con armatura a taglio	
$f_{ctd}(0,95) = 2.46 \text{ MPa}$	$E_{cm} = 32588 \text{ MPa}$	$As_w = 1357 \text{ mm}^2$	$f_{ctm} = 3.40 \text{ MPa}$	$\omega_{sw} = 0.0235$	$VR_{sd} = 55503 \text{ kN}$	
$f_{yd} = 391 \text{ MPa}$	$f_{ctm} = 3.40 \text{ MPa}$			$\cotg \Theta = 4.50 \text{ rott. armatura}$	$VR_{cd} = 162553 \text{ kN}$	
Coefficienti				$\cotg \Theta = 2.5$	$VR_d = 55503 \text{ kN}$	
$\gamma_s = 1.15$	$\gamma_c = 1.5$			$\alpha_c = 1$	Verifica : / CS = 4.32	
	$\alpha_{cc} = 0.85$					

Le verifiche sono condotte con il valore della sollecitazione più alta. Tutte le verifiche risultano essere soddisfatte.

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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	181 di 214

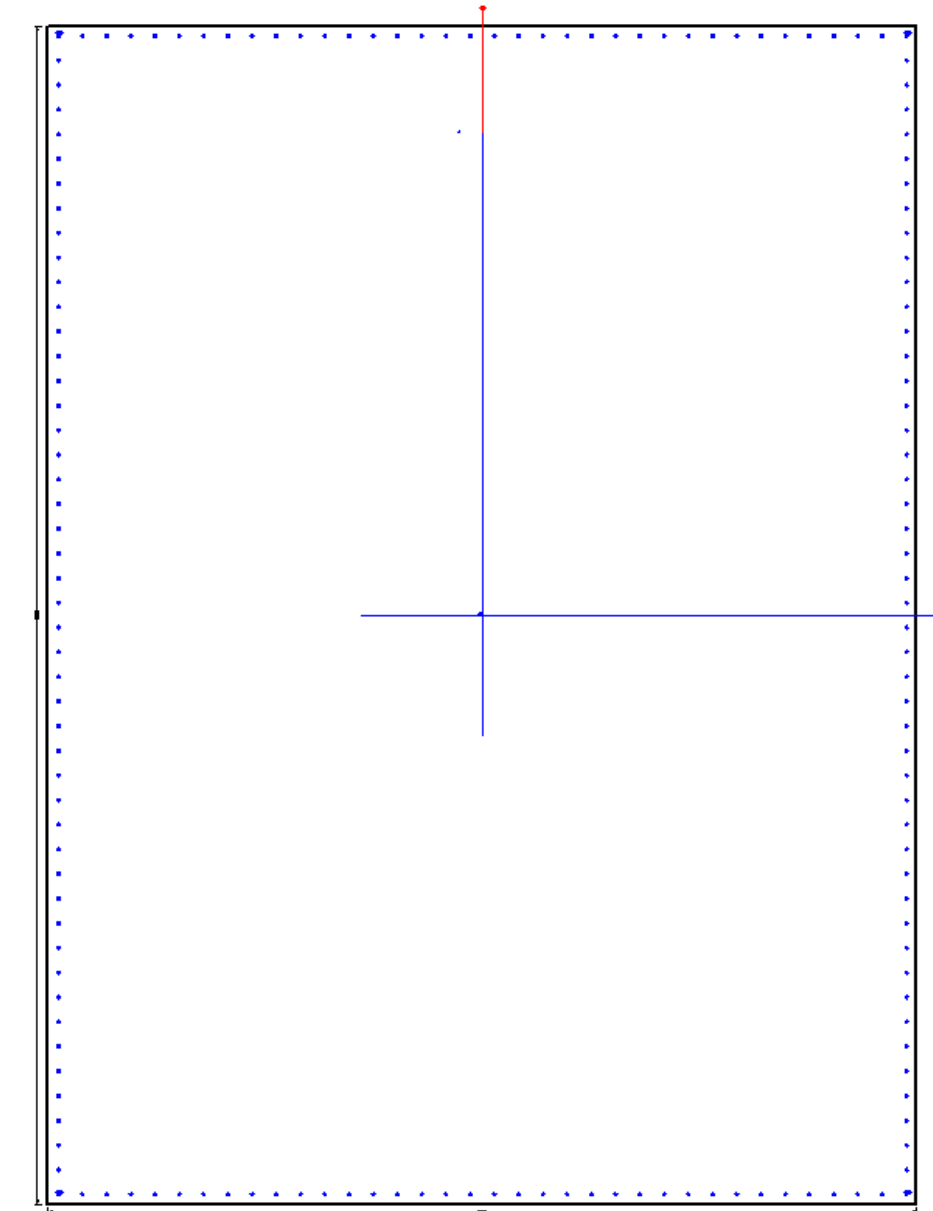
14.5 VERIFICA DI EQUILIBRIO DEL PLINTO

In questo capitolo viene affrontata la questione sull'equilibrio del plinto. Nello specifico, mediante l'utilizzo del software RC-SEC, si verificano le condizioni di sollecitazioni SLU/SLV e il relativo equilibrio, controllando che lo stato tensionale che ne deriva sia ammissibile con le resistenze dei materiali,

Per la verifica si considera un armatura sui quattro lati costituita da $\Phi 26/20\text{cm}$.

Di seguito per ciascuno dei plinti viene riportata la verifica.

La geometria è comune a tutti i plinti e la sua rappresentazione è la seguente:



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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	182 di 214

14.5.1 Verifica dell'equilibrio del plinto della pila 1

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez. Plinto Pila 1-BP_eq.secEC

Section description:

Section type: Beam
Reference code: EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class: XC2 - Carbonation (long-term water contact/foundations)
Stress path: Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -

Class:	C28/35
Design compressive strength fcd:	15.9 MPa
Shear reduced compressive strenght $v_1 \cdot f_{cd}$:	7.9 MPa (6.9)EC2
Coeff Crd,c:	0.1200 (§ 6.2.2(1) EC2
Coeff K1:	0.1500 (§ 6.2.2(1) EC2
Coeff v_{min} :	0.0091 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
Strain at max strength ec2:	0.0020
Ultimate strain ecu:	0.0035
Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
Mean Elastic Modulus Ecm:	32308.2 MPa
Mean tensile strength fctm:	2.8 MPa
Es/Ec in SLS combination:	15.00
Stress limit in SLS Characteristic comb.:	16.8 kN/cm ²

STEEL -

Longitudinal Bars:	B450C
Characteristic yield stress fyk:	450.00 MPa
Tensile strength ftk:	450.0 MPa
Design yield stress fyd:	391.3 MPa
Design strength ftd:	391.3 MPa
Design ultimate strain esu:	0.068
Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
Stirrups:	B500A
Characteristic yield stress fyk:	500.00 MPa
Tensile strength ftk:	450.0 MPa
Design yield stress fyd:	434.8 MPa
Design strength ftd:	434.8 MPa
Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
SLS Charact. - Ss Limit:	360.00 MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
Concrete Class: C28/35

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-342.5	465.0
2	342.5	465.0
3	342.5	-465.0
4	-342.5	-465.0

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 183 di 214	

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-334.8	457.3	26
2	334.8	457.3	26
3	-334.8	-457.3	26
4	334.8	-457.3	26

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen.	Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar	Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar	Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars	Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø	Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	3	46	26
2	2	4	46	26
3	1	2	34	26
4	3	4	34	26
5	0	0	12	26

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx	Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My	Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	34846.52	-37679.31	-85336.27
2	35355.55	-62886.82	-41618.55
3	48847.50	39127.17	-106715.93
4	48625.85	63112.18	-50870.50
5	35130.44	-38845.69	14234.02
6	48625.85	63112.18	-50870.50
7	57703.24	32156.84	-21791.63
8	55483.31	58469.02	-62587.29
9	43702.26	-44649.63	-411.97
10	42213.01	-67529.97	-53335.34
11	57419.32	33323.23	-121361.92
12	42213.01	-67529.97	-53335.34
13	33080.25	25652.05	55297.89
14	34556.82	84838.51	-11834.77
15	33445.59	25812.74	49670.73
16	34191.48	85819.24	-5722.22
17	33117.54	25510.28	68748.22
18	34191.48	86150.08	-5722.22
19	38403.14	-26376.85	-133982.23
20	36926.56	-85563.31	-66849.57
21	38037.80	-26537.53	-128355.07
22	37291.90	-86544.04	-72962.12
23	38365.84	-26235.07	-147432.56

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 184 di 214	

24 37291.90 -86874.88 -72962.12

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete:	Not considered in any case
Check	Result of Check
Reg	Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim)	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim)	Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa]. Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
r eff	Geometrical ratio Ac eff/As eff [eq.(7.10) EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	2.92 (16.8)	-342.5	-465.0	-45.3 (360.0)	334.8	457.3	18076	207.1	0.011
2	1	OK	1.92 (16.8)	-342.5	-465.0	-14.2 (360.0)	334.8	457.3	7784	90.3	0.012
3	1	OK	3.25 (16.8)	0.0	0.0	-37.8 (360.0)	334.8	-457.3	16427	191.1	0.012
4	1	OK	2.13 (16.8)	0.0	0.0	-9.9 (360.0)	334.8	-457.3	5308	63.7	0.012
5	1	OK	1.11 (16.8)	342.5	-465.0	-0.3 (360.0)	-334.8	457.3	159	5.3	0.033
6	1	OK	2.13 (16.8)	0.0	0.0	-9.9 (360.0)	334.8	-457.3	5308	63.7	0.012
7	1	OK	1.49 (16.8)	0.0	0.0	4.4 (360.0)	334.8	---	0	---	---
8	1	OK	2.33 (16.8)	0.0	0.0	-9.6 (360.0)	334.8	-457.3	4942	58.4	0.012
9	1	OK	1.11 (16.8)	-342.5	-465.0	3.6 (360.0)	334.8	---	0	---	---
10	1	OK	2.24 (16.8)	-342.5	-465.0	-16.0 (360.0)	334.8	457.3	7571	84.9	0.011
11	1	OK	3.43 (16.8)	0.0	0.0	-35.2 (360.0)	334.8	-457.3	17918	207.1	0.012
12	1	OK	2.24 (16.8)	-342.5	-465.0	-16.0 (360.0)	334.8	457.3	7571	84.9	0.011
13	1	OK	1.64 (16.8)	342.5	465.0	-10.8 (360.0)	-334.8	-457.3	9419	111.5	0.012
14	1	OK	1.69 (16.8)	0.0	0.0	-11.5 (360.0)	334.8	-457.3	11706	138.0	0.012
15	1	OK	1.51 (16.8)	342.5	465.0	-7.8 (360.0)	-334.8	-457.3	7310	84.9	0.012
16	1	OK	1.59 (16.8)	0.0	0.0	-10.4 (360.0)	334.8	-457.3	18474	212.4	0.011
17	1	OK	2.05 (16.8)	342.5	465.0	-21.2 (360.0)	-334.8	-457.3	14879	169.9	0.011
18	1	OK	1.59 (16.8)	0.0	0.0	-10.5 (360.0)	334.8	-457.3	18660	217.7	0.012
19	1	OK	4.96 (16.8)	-342.5	-465.0	-148.6 (360.0)	334.8	457.3	28594	318.6	0.011
20	1	OK	3.21 (16.8)	-342.5	-465.0	-43.6 (360.0)	334.8	457.3	11692	132.7	0.011
21	1	OK	4.69 (16.8)	-342.5	-465.0	-133.0 (360.0)	334.8	457.3	28364	318.6	0.011
22	1	OK	3.47 (16.8)	-342.5	-465.0	-50.7 (360.0)	334.8	457.3	12240	138.0	0.011
23	1	OK	5.68 (16.8)	-342.5	-465.0	-195.6 (360.0)	334.8	457.3	29122	323.9	0.011
24	1	OK	3.48 (16.8)	-342.5	-465.0	-51.0 (360.0)	334.8	457.3	12254	138.0	0.011

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Section is assumed always cracked even if flexural tensile stress does not exceeds fctm
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k2	= 0.5 for bending; =(e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MX crack	First cracking bending moment around X axis[kNm]
MY crack	First cracking bending moment around Y axis[kNm]

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 185 di 214	

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00023	0	0.500	26.0	0.00014 (0.00014)	603	0.082	-108708.78	-246204.13
2	OK	-0.00007	0	0.500	26.0	0.00004 (0.00004)	599	0.026	-280408.00	-185574.25
3	OK	-0.00019	0	0.500	26.0	0.00011 (0.00011)	597	0.068	104073.23	-283850.62
4	OK	-0.00005	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	586	0.017	322803.58	-260190.34
5	OK	0.00000	0	0.500	26.0	0.00000 (0.00000)	350	0.000	-3882103.16	1422498.45
6	OK	-0.00005	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	586	0.017	322803.58	-260190.34
7	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
8	OK	-0.00005	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	592	0.017	296905.37	-317817.92
9	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
10	OK	-0.00008	0	0.500	26.0	0.00005 (0.00005)	612	0.029	-261261.86	-206345.28
11	OK	-0.00018	0	0.500	26.0	0.00011 (0.00011)	600	0.063	88220.29	-321294.90
12	OK	-0.00008	0	0.500	26.0	0.00005 (0.00005)	612	0.029	-261261.86	-206345.28
13	OK	-0.00006	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	591	0.019	150304.53	324010.09
14	OK	-0.00006	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	592	0.020	516814.35	-72094.37
15	OK	-0.00004	0	0.500	26.0	0.00002 (0.00002)	598	0.014	181312.98	348895.47
16	OK	-0.00005	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	602	0.019	610845.07	-40729.68
17	OK	-0.00011	0	0.500	26.0	0.00006 (0.00006)	605	0.038	108964.77	293651.57
18	OK	-0.00005	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	596	0.019	608142.95	-40393.78
19	OK	-0.00076	0	0.500	26.0	0.00045 (0.00045)	614	0.274	-50824.36	-258164.28
20	OK	-0.00022	0	0.500	26.0	0.00013 (0.00013)	607	0.079	-205696.84	-160708.43
21	OK	-0.00068	0	0.500	26.0	0.00040 (0.00040)	611	0.244	-53639.78	-259441.55
22	OK	-0.00026	0	0.500	26.0	0.00015 (0.00015)	610	0.093	-193802.33	-163387.67
23	OK	-0.00099	0	0.500	26.0	0.00059 (0.00059)	615	0.361	-45012.29	-252954.43
24	OK	-0.00026	0	0.500	26.0	0.00015 (0.00015)	610	0.093	-194035.57	-162961.34

14.5.2 Verifica dell'equilibrio del plinto della pila 2

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez. Plinto Pila 2-BP_eq.secEC

Section description:

Section type: Beam
Reference code: EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class: XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Stress path: Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE - Class: C32/40
Design compressive strength fcd: 18.1 MPa
Shear reduced compressive strenght v1*fcd: 9.1 MPa (6.9)EC2
Coeff Crd,c: 0.1200 (§ 6.2.2(1) EC2)
Coeff K1: 0.1500 (§ 6.2.2(1) EC2)
Coeff v min: 0.0091 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2)
Strain at max strength ec2: 0.0020
Ultimate strain ecu: 0.0035
Compression diagram stress-strain: Parabola-Rectangle
Mean Elastic Modulus Ecm: 33345.8 MPa
Mean tensile strength fctm: 3.0 MPa
Es/Ec in SLS combination: 15.00
Stress limit in SLS Characteristic comb.: 19.2 kN/cm²

STEEL - Longitudinal Bars: B450C
Characteristic yield stress fyk: 450.00 MPa

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 186 di 214	

Tensile strength ftk:	450.0	MPa
Design yield stress fyd:	391.3	MPa
Design strength ftd:	391.3	MPa
Design ultimate strain esu:	0.068	
Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
Stirrups:	B500A	
Characteristic yield stress fyk:	500.00	MPa
Tensile strength ftk:	450.0	MPa
Design yield stress fyd:	434.8	MPa
Design strength ftd:	434.8	MPa
Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
SLS Charact. - Ss Limit:	360.00	MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
Concrete Class: C32/40

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-342.5	465.0
2	342.5	465.0
3	342.5	-465.0
4	-342.5	-465.0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-334.8	457.3	26
2	334.8	457.3	26
3	-334.8	-457.3	26
4	334.8	-457.3	26

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen. Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	3	46	26
2	2	4	46	26
3	1	2	34	26
4	3	4	34	26
5	0	0	12	26

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 187 di 214	

Comb.	N	Mx	My
1	49580.96	-61390.34	-72048.89
2	49700.89	119586.63	26603.19
3	49807.13	77294.33	125765.32
4	69087.24	79009.46	68421.38
5	49807.13	77294.33	125765.32
6	49700.89	119586.63	26603.19
7	81567.97	69142.29	71886.99
8	78966.38	-113385.11	-26728.98
9	81341.80	-69542.39	-125927.22
10	62061.70	-71257.52	-68583.28
11	81341.80	-69542.39	-125927.22
12	78966.38	-113385.11	-26728.98
13	47986.81	47613.32	30737.21
14	49023.36	158363.72	46233.58
15	48491.26	48181.04	165016.37
16	49024.69	158022.46	47767.39
17	48491.26	48181.04	165016.37
18	49023.36	158363.72	46233.58
19	52992.62	-46623.40	-30737.36
20	51956.06	-157373.81	-46233.73
21	52488.16	-47191.13	-165016.52
22	51954.73	-157032.55	-47767.55
23	52488.16	-47191.13	-165016.52
24	51956.06	-157373.81	-46233.73

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete:	Not considered in any case
Check	Result of Check
Reg	Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim)	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim)	Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
r eff	Geometrical ratio Ac eff/Ac [eq.(7.10) Ec2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	2.56 (19.2)	-342.5	-465.0	-17.4 (360.0)	334.8	457.3	7816	90.3	0.012
2	1	OK	2.57 (19.2)	342.5	465.0	-18.9 (360.0)	-334.8	-457.3	9653	111.5	0.012
3	1	OK	4.96 (19.2)	342.5	465.0	-85.9 (360.0)	-334.8	-457.3	16489	185.8	0.011
4	1	OK	2.81 (19.2)	342.5	465.0	-10.4 (360.0)	-334.8	-457.3	4306	53.1	0.012
5	1	OK	4.96 (19.2)	342.5	465.0	-85.9 (360.0)	-334.8	-457.3	16489	185.8	0.011
6	1	OK	2.57 (19.2)	342.5	465.0	-18.9 (360.0)	-334.8	-457.3	9653	111.5	0.012
7	1	OK	2.89 (19.2)	342.5	465.0	-5.4 (360.0)	-334.8	-457.3	2009	26.5	0.013
8	1	OK	2.68 (19.2)	-342.5	-465.0	-3.5 (360.0)	334.8	457.3	1408	21.2	0.015
9	1	OK	3.89 (19.2)	-342.5	-465.0	-23.1 (360.0)	334.8	457.3	8043	95.6	0.012
10	1	OK	2.66 (19.2)	-342.5	-465.0	-11.6 (360.0)	334.8	457.3	5142	63.7	0.012
11	1	OK	3.89 (19.2)	-342.5	-465.0	-23.1 (360.0)	334.8	457.3	8043	95.6	0.012
12	1	OK	2.68 (19.2)	-342.5	-465.0	-3.5 (360.0)	334.8	457.3	1408	21.2	0.015
13	1	OK	1.61 (19.2)	342.5	465.0	-1.8 (360.0)	-334.8	-457.3	876	15.9	0.018
14	1	OK	4.22 (19.2)	342.5	465.0	-64.8 (360.0)	-334.8	-457.3	1766	26.5	0.015
15	1	OK	6.48 (19.2)	342.5	465.0	-182.7 (360.0)	-334.8	-457.3	27839	307.9	0.011
16	1	OK	4.26 (19.2)	342.5	465.0	-65.5 (360.0)	-334.8	-457.3	2804	37.2	0.013

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	188 di 214

17	1	OK	6.48 (19.2)	342.5	465.0	-182.7 (360.0)	-334.8	-457.3	27839	307.9	0.011
18	1	OK	4.22 (19.2)	342.5	465.0	-64.8 (360.0)	-334.8	-457.3	1766	26.5	0.015
19	1	OK	1.68 (19.2)	-342.5	-465.0	-0.5 (360.0)	334.8	457.3	129	5.3	0.041
20	1	OK	4.02 (19.2)	-342.5	-465.0	-54.1 (360.0)	334.8	457.3	633	10.6	0.017
21	1	OK	6.11 (19.2)	-342.5	-465.0	-151.8 (360.0)	334.8	457.3	27426	307.9	0.011
22	1	OK	4.06 (19.2)	-342.5	-465.0	-54.8 (360.0)	334.8	457.3	1562	21.2	0.014
23	1	OK	6.11 (19.2)	-342.5	-465.0	-151.8 (360.0)	334.8	457.3	27426	307.9	0.011
24	1	OK	4.02 (19.2)	-342.5	-465.0	-54.1 (360.0)	334.8	457.3	633	10.6	0.017

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Section is assumed always cracked even if flexural tensile stress does not exceeds f_{ctm}
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k2	= 0.5 for bending; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in $A_{c,eff}$ [eq.(7.11)]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = $0.6 S_{max} / E_s$
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MX crack	First cracking bending moment around X axis[kNm]
MY crack	First cracking bending moment around Y axis[kNm]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00009	0	0.500	26.0	0.00005 (0.00005)	600	0.031	-235339.02	-276198.42
2	OK	-0.00010	0	0.500	26.0	0.00006 (0.00006)	600	0.034	478452.82	106436.41
3	OK	-0.00044	0	0.500	26.0	0.00026 (0.00026)	610	0.157	141699.44	230558.64
4	OK	-0.00005	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	576	0.018	389466.91	337274.34
5	OK	-0.00044	0	0.500	26.0	0.00026 (0.00026)	610	0.157	141699.44	230558.64
6	OK	-0.00010	0	0.500	26.0	0.00006 (0.00006)	600	0.034	478452.82	106436.41
7	OK	-0.00003	0	0.500	26.0	0.00002 (0.00002)	552	0.009	563428.25	585794.32
8	OK	-0.00002	0	0.500	26.0	0.00001 (0.00001)	511	0.005	-1386023.30	-326735.93
9	OK	-0.00012	0	0.500	26.0	0.00007 (0.00007)	590	0.041	-192656.76	-348862.47
10	OK	-0.00006	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	574	0.020	-332642.97	-320159.13
11	OK	-0.00012	0	0.500	26.0	0.00007 (0.00007)	590	0.041	-192656.76	-348862.47
12	OK	-0.00002	0	0.500	26.0	0.00001 (0.00001)	511	0.005	-1386023.30	-326735.93
13	OK	-0.00001	0	0.500	26.0	0.00001 (0.00001)	461	0.002	1077570.76	695635.56
14	OK	-0.00033	0	0.500	26.0	0.00019 (0.00019)	512	0.100	341072.95	99574.72
15	OK	-0.00093	0	0.500	26.0	0.00055 (0.00055)	617	0.338	76551.95	262184.56
16	OK	-0.00033	0	0.500	26.0	0.00020 (0.00020)	551	0.108	336293.78	101655.65
17	OK	-0.00093	0	0.500	26.0	0.00055 (0.00055)	617	0.338	76551.95	262184.56
18	OK	-0.00033	0	0.500	26.0	0.00019 (0.00019)	512	0.100	341072.95	99574.72
19	OK	0.00000	0	0.500	26.0	0.00000 (0.00000)	325	0.000	-2996048.76	-1975201.92
20	OK	-0.00028	0	0.500	26.0	0.00016 (0.00016)	481	0.078	-352684.78	-103612.75
21	OK	-0.00077	0	0.500	26.0	0.00046 (0.00046)	611	0.278	-77887.20	-272353.60
22	OK	-0.00028	0	0.500	26.0	0.00016 (0.00016)	543	0.089	-347560.29	-105723.96
23	OK	-0.00077	0	0.500	26.0	0.00046 (0.00046)	611	0.278	-77887.20	-272353.60
24	OK	-0.00028	0	0.500	26.0	0.00016 (0.00016)	481	0.078	-352684.78	-103612.75

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					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 - OPERE CIVILI		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	189 di 214

14.5.3 Verifica dell'equilibrio del plinto della pila 3

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez. Plinto Pila 3-BP_eq.secEC

Section description:	
Section type:	Beam
Reference code:	EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class:	XC2 - Carbonation (long-term water contact/foundations)
Stress path:	Constant axial force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C28/35
	Design compressive strength fcd:	15.9 MPa
	Shear reduced compressive strength $v1*fcd$:	7.9 MPa (6.9)EC2
	Coeff Crd,c:	0.1200 (§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff K1:	0.1500 (§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff v min:	0.0091 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020
	Ultimate strain ecu:	0.0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean Elastic Modulus Ecm:	32308.2 MPa
	Mean tensile strength fctm:	2.8 MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00
	Stress limit in SLS Characteristic comb.:	16.8 kN/cm ²
STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450.00 MPa
	Tensile strength ftk:	450.0 MPa
	Design yield stress fyd:	391.3 MPa
	Design strength ftd:	391.3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068
	Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
	Stirrups:	B500A
	Characteristic yield stress fyk:	500.00 MPa
	Tensile strength ftk:	450.0 MPa
	Design yield stress fyd:	434.8 MPa
	Design strength ftd:	434.8 MPa
	Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00 MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region:	Polygonal
Concrete Class:	C28/35

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-342.5	465.0
2	342.5	465.0
3	342.5	-465.0
4	-342.5	-465.0

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	190 di 214

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-334.8	457.3	26
2	334.8	457.3	26
3	-334.8	-457.3	26
4	334.8	-457.3	26

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen.	Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar	Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar	Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars	Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø	Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	3	46	26
2	2	4	46	26
3	1	2	34	26
4	3	4	34	26
5	0	0	12	26

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx	Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My	Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	33143.38	40924.08	17670.37
2	33621.40	63411.59	22844.04
3	46689.74	-31161.72	112163.15
4	33621.40	63411.59	22844.04
5	46689.74	-31161.72	112163.15
6	33621.40	63411.59	22844.04
7	55142.46	-35550.62	17823.74
8	52981.12	-59112.87	11330.91
9	41596.10	36535.18	-76669.04
10	52981.12	-59112.87	11330.91
11	41596.10	36535.18	-76669.04
12	52981.12	-59112.87	11330.91
13	31925.32	20134.34	142374.04
14	33054.43	66008.04	56962.32
15	32308.66	19967.02	160044.98
16	33054.43	65746.74	56962.32
17	32308.66	19967.02	160044.98
18	33054.43	66008.04	56962.32
19	36086.89	-19428.66	-117879.27
20	34957.79	-65302.35	-32467.55
21	35703.56	-19261.34	-135550.21
22	34957.79	-65041.05	-32467.55
23	35703.56	-19261.34	-135550.21

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 191 di 214	

24 34957.79 -65302.35 -32467.55

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete:	Not considered in any case
Check	Result of Check
Reg	Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim)	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim)	Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
r eff	Geometrical ratio Ac eff/Ac [eq.(7.10) Ec2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	1.15 (16.8)	342.5	465.0	-1.8 (360.0)	-334.8	-457.3	1546	21.2	0.014
2	1	OK	1.53 (16.8)	342.5	465.0	-7.9 (360.0)	-334.8	-457.3	6270	74.3	0.012
3	1	OK	3.40 (16.8)	342.5	-465.0	-48.0 (360.0)	-334.8	457.3	22606	260.2	0.012
4	1	OK	1.53 (16.8)	342.5	465.0	-7.9 (360.0)	-334.8	-457.3	6270	74.3	0.012
5	1	OK	3.40 (16.8)	342.5	-465.0	-48.0 (360.0)	-334.8	457.3	22606	260.2	0.012
6	1	OK	1.53 (16.8)	342.5	465.0	-7.9 (360.0)	-334.8	-457.3	6270	74.3	0.012
7	1	OK	1.43 (16.8)	342.5	-465.0	4.1 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
8	1	OK	1.54 (16.8)	342.5	-465.0	1.5 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
9	1	OK	2.33 (16.8)	0.0	0.0	-19.5 (360.0)	334.8	-457.3	11221	132.7	0.012
10	1	OK	1.54 (16.8)	342.5	-465.0	1.5 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
11	1	OK	2.33 (16.8)	0.0	0.0	-19.5 (360.0)	334.8	-457.3	11221	132.7	0.012
12	1	OK	1.54 (16.8)	342.5	-465.0	1.5 (360.0)	-334.8	----	0	----	----
13	1	OK	5.67 (16.8)	342.5	465.0	-234.8 (360.0)	-334.8	-457.3	29814	334.5	0.011
14	1	OK	2.48 (16.8)	342.5	465.0	-28.9 (360.0)	-334.8	-457.3	10791	127.4	0.012
15	1	OK	6.51 (16.8)	342.5	465.0	-298.8 (360.0)	-334.8	-457.3	30152	339.8	0.011
16	1	OK	2.47 (16.8)	342.5	465.0	-28.8 (360.0)	-334.8	-457.3	10777	127.4	0.012
17	1	OK	6.51 (16.8)	342.5	465.0	-298.8 (360.0)	-334.8	-457.3	30152	339.8	0.011
18	1	OK	2.48 (16.8)	342.5	465.0	-28.9 (360.0)	-334.8	-457.3	10791	127.4	0.012
19	1	OK	4.08 (16.8)	-342.5	-465.0	-110.8 (360.0)	334.8	457.3	28445	318.6	0.011
20	1	OK	1.75 (16.8)	-342.5	-465.0	-11.3 (360.0)	334.8	457.3	7078	84.9	0.012
21	1	OK	5.03 (16.8)	-342.5	-465.0	-173.2 (360.0)	334.8	457.3	29264	323.9	0.011
22	1	OK	1.75 (16.8)	-342.5	-465.0	-11.2 (360.0)	334.8	457.3	7045	84.9	0.012
23	1	OK	5.03 (16.8)	-342.5	-465.0	-173.2 (360.0)	334.8	457.3	29264	323.9	0.011
24	1	OK	1.75 (16.8)	-342.5	-465.0	-11.3 (360.0)	334.8	457.3	7078	84.9	0.012

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

	Section is assumed always cracked even if flexural tensile stress does not exceeds fctm
Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k2	= 0.5 for bending; = (e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
∅	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
	Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MX crack	First cracking bending moment around X axis[kNm]
MY crack	First cracking bending moment around Y axis[kNm]

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 192 di 214

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00001	0	0.500	26.0	0.00001 (0.00001)	539	0.003	914112.07	394699.12
2	OK	-0.00004	0	0.500	26.0	0.00002 (0.00002)	590	0.014	433731.65	156251.93
3	OK	-0.00025	0	0.500	26.0	0.00014 (0.00014)	602	0.087	-80773.06	290733.65
4	OK	-0.00004	0	0.500	26.0	0.00002 (0.00002)	590	0.014	433731.65	156251.93
5	OK	-0.00025	0	0.500	26.0	0.00014 (0.00014)	602	0.087	-80773.06	290733.65
6	OK	-0.00004	0	0.500	26.0	0.00002 (0.00002)	590	0.014	433731.65	156251.93
7	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
8	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
9	OK	-0.00010	0	0.500	26.0	0.00006 (0.00006)	591	0.035	138521.88	-290688.02
10	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
11	OK	-0.00010	0	0.500	26.0	0.00006 (0.00006)	591	0.035	138521.88	-290688.02
12	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.00	0.00
13	OK	-0.00119	0	0.500	26.0	0.00070 (0.00070)	612	0.431	35142.65	248500.85
14	OK	-0.00015	0	0.500	26.0	0.00009 (0.00009)	592	0.051	205469.87	177312.34
15	OK	-0.00152	0	0.500	26.0	0.00090 (0.00090)	610	0.547	30507.32	244530.37
16	OK	-0.00015	0	0.500	26.0	0.00009 (0.00009)	591	0.051	205245.99	177823.08
17	OK	-0.00152	0	0.500	26.0	0.00090 (0.00090)	610	0.547	30507.32	244530.37
18	OK	-0.00015	0	0.500	26.0	0.00009 (0.00009)	592	0.051	205469.87	177312.34
19	OK	-0.00056	0	0.500	26.0	0.00033 (0.00033)	612	0.203	-45130.67	-273820.73
20	OK	-0.00006	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	586	0.020	-341256.16	-169668.50
21	OK	-0.00088	0	0.500	26.0	0.00052 (0.00052)	617	0.320	-37304.87	-262530.16
22	OK	-0.00006	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	584	0.020	-341537.50	-170490.57
23	OK	-0.00088	0	0.500	26.0	0.00052 (0.00052)	617	0.320	-37304.87	-262530.16
24	OK	-0.00006	0	0.500	26.0	0.00003 (0.00003)	586	0.020	-341256.16	-169668.50

14.6 VERIFICA DELL'ARMATURA INFERIORE DEI PLINTI

In questo capitolo si riporta la verifica dell'armatura inferiore del plinto, che deve essere disposta in senso longitudinale e trasversale. A tale scopo si considera il meccanismo di tirante puntone il cui funzionamento prevede che, in virtù dello stato di sollecitazione sul plinto, la risultante di compressione sullo stesso deve essere equilibrata da questo meccanismo resistente.

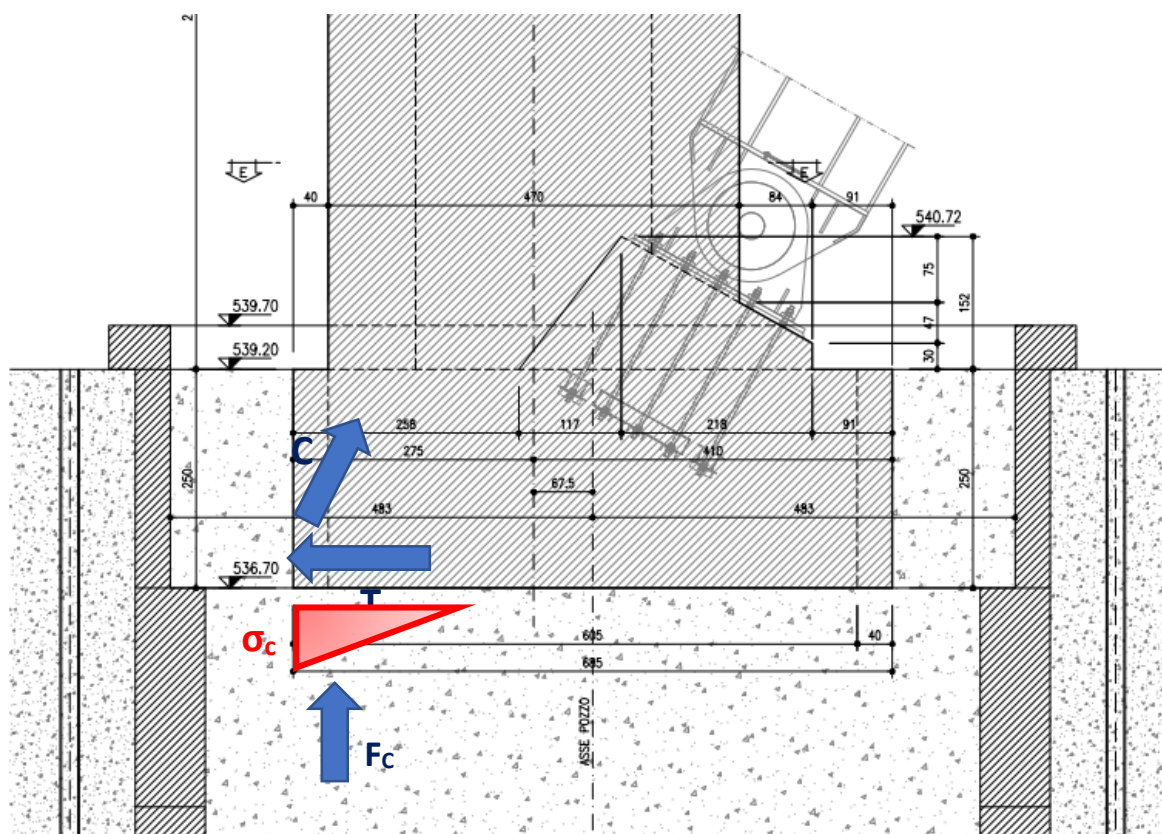
A tale scopo si determina la forza di compressione risultante considerando la tensione di compressione massima che si sviluppa nella sezione, si assume una distribuzione triangolare delle tensioni, per una estensione pari a $b/4$ dove b è la larghezza del plinto. L'armatura non viene considerata in quanto si vuole ottenere il valore di tensioni che si raggiunge per equilibrio

La verifica è condotta una volta sola, considerando la tensione di compressione massima tra i plinti delle pile 1,2 e 3 (tensioni dichiarate per ciascuno nel capitolo precedente).

Dalle verifiche precedenti è stato possibile ricavare che per le combinazioni SLU/SLV più gravose, la tensione massima che si ottiene deriva dalle combinazioni 15 e 17 per la pila ed è pari a $\sigma_c=6.49\text{MPa}$.

Lo schema adottato per la verifica viene descritto di seguito.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 193 di 214



La forza risultante di compressione risulta essere pari a:

$$F_c = 6.49 \times 10200 \times 6850 / 4 / 2 = 56682 \text{ kN}$$

Considerando per la forza un braccio pari a 1.68m e un'altezza del plinto di 2.5m, si determina l'armatura minima necessaria per la verifica del tirante:

$$F_t = 56682 \times 1.68 / (0.8 \times 2.5) = 47613 \text{ kN}$$

$$A_s = 47613 \times 1000 / 391 = 121772 \text{ mm}^2$$

Considerando la larghezza del plinto pari a 1020cm e una armatura costituita da $\Phi 30/10\text{cm}$, considerando due strati di armatura, si ottiene un'area pari a $A_s = 144199 \text{ mm}^2$.

Longitudinalmente diversamente vengono disposti $\Phi 26/20\text{cm}$.

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 194 di 214

14.7 VERIFICA PER CONTATTO TRA PLINTO E POZZO

La verifica a taglio sulla interfaccia fra il calcestruzzo esistente e quello nuovo viene condotta con riferimento a quanto prescritto al §6.2.2 del UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2).

$$V_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd} \quad (6.25)$$

dove:

c e μ sono fattori che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia [vedere punto (2)];

f_{ctd} come definito nel punto 3.1.6 (2)P;

σ_n tensione prodotta dalla forza esterna minima agente nell'interfaccia che può agire simultaneamente alla forza di taglio, positiva se di compressione, ma tale che $\sigma_n < 0,6 f_{cd}$ e negativa se di trazione. Se σ_n è di trazione si raccomanda di assumere $c f_{ctd}$ pari a 0;

$$\rho = A_s / A_i$$

dove:

A_s è l'area di armatura che attraversa l'interfaccia, compresa l'ordinaria armatura a taglio (se presente), adeguatamente ancorata ad entrambi i lati dell'interfaccia;

A_i è l'area del giunto;

α è definito nella figura 6.9 e si raccomanda che sia limitato a $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$;

v è un coefficiente di riduzione della resistenza [vedere punto 6.2.2 (6)].

Per superficie scabra è possibile considerare $c=0.45$ e $\mu=0.7$. A favore di sicurezza non si considera la tensione normale prodotta dallo sforzo normale agente sul plinto.

La superficie di contatto è $6850 \times 10200 = 698700 \text{ mm}^2$ e l'acciaio passante è almeno $176\phi 26$ considerando l'intero perimetro; a favore di sicurezza tuttavia tale armatura viene trascurata.

La forza di taglio da trasmettere dal plinto al pozzo è pari a $V_{ed} = 22250 \text{ kN}$.

Il calcolo di verifica è riassunto nella schermata che segue.

Azione sollecitante		Ved 22250 (kN)	
Azione tagliante calcestruzzi in tempi diversi			
Dati calcestruzzo e acciaio		Geometria interfaccia	
α	0.85	A_s	0 (mmq) area acciaio passante
γ_c	1.5	ρ	0 percentuale armatura passante
γ_s	1.15	α	90 (°) inclinazione barre rispetto al giunto
Rck	30 (Mpa)	σ_n	0.00E+00 (Mpa)
fck	24.90 (Mpa)	Superficie	Scabra
fcd	14.11 (Mpa)	c	0.45
fctm	2.56 (Mpa)	μ	0.7
fctk	1.79 (Mpa)	$V_{Rd,i}$	0.5372 (Mpa)
fctd	1.19 (Mpa)	$V_{Rd,i}$	37534.5 (kN)
fyk	450 (Mpa)		
fyd	391.3 (Mpa)		
v	0.5		
Area giunto		Fs	1.69 Ok!
A_i	69870000 (mmq)		

La verifica risulta essere soddisfatta.

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>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0000007</td> <td>C</td> <td>195 di 214</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	195 di 214													
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.																		

14.8 ATTACCO DELL'ARCO

L'arco si connette al plinto in calcestruzzo attraverso una piastra metallica nervata connessa al calcestruzzo con 16 tirafondi M42: le estremità inferiori dei tirafondi sono collegati da una serie di profili metallici UPN200 che aumentano la capacità di diffusione del carico al calcestruzzo.

Lo schema statico della base dell'arco prevede la presenza di una cerniera che annulla il momento flettente longitudinale trasmettendo il taglio e un incastro trasversale che pertanto consente la trasmissione del momento flettente e taglio trasversali.

Le sollecitazioni massime alla base degli archi, ottenute dagli involucri delle sollecitazioni agli stati limite ultimi sia in condizioni di esercizio che in condizioni sismiche sono state inserite riportando le forze concomitanti (e non i massimi di involucro) per ogni sollecitazione di interesse.

Si riportano le tabelle con le sollecitazioni alla base degli archi.

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:	Mandanti:	
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.		COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CL VI000007 C 197 di 214

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
101	ENV-SLU-P1(max)	J[117]	Axial	-4829.59	556.72	1696.71	1074.64	0	4829.74
137	ENV-SLU-P1(max)	J[151]	Axial	-5089.76	547.67	1668.46	816.3	0	4576.65
173	ENV-SLU-P1(max)	J[321]	Axial	-4873.67	-535.45	1773.53	-849.42	0	-4522.78
208	ENV-SLU-P1(max)	J[355]	Axial	-5132.27	-524.36	1743.13	-597.74	0	-4260.84
101	ENV-SLU-P2.4(max)	J[117]	Axial	-4829.42	556.85	1703.72	1075.73	0	4831.57
137	ENV-SLU-P2.4(max)	J[151]	Axial	-5089.62	547.82	1675.31	817.34	0	4578.65
173	ENV-SLU-P2.4(max)	J[321]	Axial	-4873.64	-535.41	1781.23	-848.5	0	-4522.07
208	ENV-SLU-P2.4(max)	J[355]	Axial	-5132.23	-524.34	1750.65	-596.85	0	-4260.23
101	ENV-SLU-P3(max)	J[117]	Axial	-4828.91	557.23	1724.76	1079	0	4837.06
137	ENV-SLU-P3(max)	J[151]	Axial	-5089.19	548.28	1695.85	820.47	0	4584.65
173	ENV-SLU-P3(max)	J[321]	Axial	-4873.55	-535.3	1804.35	-845.77	0	-4519.96
208	ENV-SLU-P3(max)	J[355]	Axial	-5132.14	-524.25	1773.2	-594.17	0	-4258.41
101	ENV-SLV-Pile(max)	J[117]	Axial	-4907.33	330.83	1666.33	936.99	0	3188.04
137	ENV-SLV-Pile(max)	J[151]	Axial	-5443.68	276.83	1526.09	551.96	0	2555.76
173	ENV-SLV-Pile(max)	J[321]	Axial	-4926.54	225.69	1680.94	861.24	0	2212.85
208	ENV-SLV-Pile(max)	J[355]	Axial	-5463.22	147.6	1540.4	554.48	0	1398.77
101	ENV-SLV-Spalle(max)	J[117]	Axial	-4083.46	468.22	1805.99	1375.47	0	4518.79
137	ENV-SLV-Spalle(max)	J[151]	Axial	-4878.07	381.23	1622.82	817.74	0	3523.97
173	ENV-SLV-Spalle(max)	J[321]	Axial	-4102.67	363.07	1820.6	1299.32	0	3543.62
208	ENV-SLV-Spalle(max)	J[355]	Axial	-4897.61	251.99	1637.13	819.95	0	2366.99
101	ENV-SLU-P1(min)	J[117]	Axial	-14729.99	-315.45	2222.38	-674.45	0	-2596.64
137	ENV-SLU-P1(min)	J[151]	Axial	-14683.76	-289.37	2105.06	-613.15	0	-2257.86
173	ENV-SLU-P1(min)	J[321]	Axial	-15529.24	265.58	2231.83	518.58	0	2158.5
208	ENV-SLU-P1(min)	J[355]	Axial	-15491.43	237.67	2124.93	420.33	0	1821.49
101	ENV-SLU-P2.4(min)	J[117]	Axial	-14764.86	-315.7	2222.58	-675.63	0	-2599.01
137	ENV-SLU-P2.4(min)	J[151]	Axial	-14719.05	-289.6	2105.13	-614.47	0	-2260.04
173	ENV-SLU-P2.4(min)	J[321]	Axial	-15572.07	265.39	2232.16	518.42	0	2157.05
208	ENV-SLU-P2.4(min)	J[355]	Axial	-15534.78	237.45	2125.23	419.95	0	1819.87
101	ENV-SLU-P3(min)	J[117]	Axial	-14869.47	-316.45	2223.17	-679.19	0	-2606.1
137	ENV-SLU-P3(min)	J[151]	Axial	-14824.95	-290.3	2105.34	-618.42	0	-2266.58
173	ENV-SLU-P3(min)	J[321]	Axial	-15700.54	264.81	2233.15	517.94	0	2152.68
208	ENV-SLU-P3(min)	J[355]	Axial	-15664.81	236.79	2126.14	418.81	0	1815.04
101	ENV-SLV-Pile(min)	J[117]	Axial	-9280.14	-276.81	1134.83	-891.21	0	-2606.09
137	ENV-SLV-Pile(min)	J[151]	Axial	-8811.02	-203.05	1162.17	-585.27	0	-1807.16
173	ENV-SLV-Pile(min)	J[321]	Axial	-9374.64	-282.74	1134.27	-890.13	0	-2801.43
208	ENV-SLV-Pile(min)	J[355]	Axial	-8906.02	-224.32	1162.93	-510.3	0	-2152.35
101	ENV-SLV-Spalle(min)	J[117]	Axial	-10104	-414.2	995.17	-1329.69	0	-3936.84
137	ENV-SLV-Spalle(min)	J[151]	Axial	-9376.63	-307.45	1065.44	-851.05	0	-2775.37
173	ENV-SLV-Spalle(min)	J[321]	Axial	-10198.5	-420.12	994.61	-1328.21	0	-4132.2
208	ENV-SLV-Spalle(min)	J[355]	Axial	-9471.64	-328.71	1066.2	-775.77	0	-3120.57
136	ENV-SLU-P1(max)	J[150]	Axial	-4951.86	-527.64	-977.72	-767.3	0	4757.31
172	ENV-SLU-P1(max)	J[184]	Axial	-4858.48	-538.8	-894.67	-882.17	0	4720.02
208	ENV-SLU-P1(max)	J[354]	Axial	-4995.14	560.57	-993	867.9	0	-4444.54
244	ENV-SLU-P1(max)	J[388]	Axial	-4904.61	571.18	-920.17	996.75	0	-4400.85
136	ENV-SLU-P2.4(max)	J[150]	Axial	-4951.7	-527.56	-977.61	-766.76	0	4759.26
172	ENV-SLU-P2.4(max)	J[184]	Axial	-4858.3	-538.73	-894.46	-881.58	0	4721.95
208	ENV-SLU-P2.4(max)	J[354]	Axial	-4995.11	560.84	-992.99	868.49	0	-4443.91
244	ENV-SLU-P2.4(max)	J[388]	Axial	-4904.58	571.46	-920.16	997.42	0	-4400.14
136	ENV-SLU-P3(max)	J[150]	Axial	-4951.23	-527.32	-977.28	-765.14	0	4765.13
172	ENV-SLU-P3(max)	J[184]	Axial	-4857.77	-538.5	-893.84	-879.8	0	4727.74
208	ENV-SLU-P3(max)	J[354]	Axial	-4995.02	561.67	-992.96	870.27	0	-4442.01
244	ENV-SLU-P3(max)	J[388]	Axial	-4904.49	572.3	-920.13	999.45	0	-4398.02
136	ENV-SLV-Pile(max)	J[150]	Axial	-5074.5	209.16	-989.44	766.02	0	3153.7
172	ENV-SLV-Pile(max)	J[184]	Axial	-5241.29	173.39	-952.29	658.59	0	2705.65
208	ENV-SLV-Pile(max)	J[354]	Axial	-5093.68	328.45	-993.87	765.56	0	2049.9
244	ENV-SLV-Pile(max)	J[388]	Axial	-5261.41	293.3	-958.46	731.2	0	1661.93
136	ENV-SLV-Spalle(max)	J[150]	Axial	-4331.62	342.41	-867.28	1146.41	0	4435.16
172	ENV-SLV-Spalle(max)	J[184]	Axial	-4575.12	288.67	-840.17	1002.93	0	3776.87
208	ENV-SLV-Spalle(max)	J[354]	Axial	-4350.81	461.69	-871.7	1145.56	0	3331.38
244	ENV-SLV-Spalle(max)	J[388]	Axial	-4595.24	408.57	-846.34	1075.22	0	2733.18
136	ENV-SLU-P1(min)	J[150]	Axial	-14703.18	259.79	-3115.8	429.92	0	-2324.19
172	ENV-SLU-P1(min)	J[184]	Axial	-14870.5	273.61	-3019.34	427.91	0	-2388.87
208	ENV-SLU-P1(min)	J[354]	Axial	-15497.64	-278.13	-3200.8	-671.86	0	1881.42
244	ENV-SLU-P1(min)	J[388]	Axial	-15690.68	-292.56	-3104.16	-670.28	0	1962.43
136	ENV-SLU-P2.4(min)	J[150]	Axial	-14738.54	259.68	-3124.69	428.85	0	-2325.75
172	ENV-SLU-P2.4(min)	J[184]	Axial	-14906.3	273.5	-3027.94	426.83	0	-2390.32
208	ENV-SLU-P2.4(min)	J[354]	Axial	-15540.9	-278.23	-3210.54	-673.28	0	1879.12
244	ENV-SLU-P2.4(min)	J[388]	Axial	-15734.65	-292.67	-3113.61	-671.68	0	1960.19
136	ENV-SLU-P3(min)	J[150]	Axial	-14844.61	259.34	-3151.34	425.64	0	-2330.43
172	ENV-SLU-P3(min)	J[184]	Axial	-15013.72	273.17	-3053.73	423.58	0	-2394.66
208	ENV-SLU-P3(min)	J[354]	Axial	-15670.7	-278.53	-3239.77	-677.51	0	1872.2
244	ENV-SLU-P3(min)	J[388]	Axial	-15866.57	-293.01	-3141.98	-675.89	0	1953.44
136	ENV-SLV-Pile(min)	J[150]	Axial	-9108.65	-276.82	-1814.57	-739.38	0	-2435.71
172	ENV-SLV-Pile(min)	J[184]	Axial	-9008.41	-235.82	-1737.84	-702.84	0	-2072.8
208	ENV-SLV-Pile(min)	J[354]	Axial	-9202.41	-257.83	-1824.02	-807.83	0	-2774.17
244	ENV-SLV-Pile(min)	J[388]	Axial	-9105.09	-228.07	-1747.21	-700.3	0	-2297.88
136	ENV-SLV-Spalle(min)	J[150]	Axial	-9851.52	-410.06	-1936.74	-1119.78	0	-3717.17
172	ENV-SLV-Spalle(min)	J[184]	Axial	-9674.58	-351.1	-1849.96	-1047.18	0	-3144.02
208	ENV-SLV-Spalle(min)	J[354]	Axial	-9945.28	-391.07	-1946.18	-1187.83	0	-4055.64
244	ENV-SLV-Spalle(min)	J[388]	Axial	-9771.26	-343.34	-1859.33	-1044.31	0	-3369.13

Si riporta a scopo riassuntivo un prospetto contenente le seguenti massime sollecitazioni con i relativi concomitanti:

- massimo sforzo assiale
- massimo momento flettente longitudinale
- massimo momento flettente trasversale

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 198 di 214

- set di sollecitazioni concomitanti che forniscono il massimo valore del rapporto M_{long}/N
- set di sollecitazioni concomitanti che forniscono il massimo valore del rapporto M_{trasv}/N (coincidente con il precedente)

Il momento flettente longitudinale che compare nella successiva tabella è calcolato moltiplicando il taglio longitudinale alla base dell'arco per la distanza del perno che costituisce la cerniera dalla base della piastra nervata d'acciaio (=0.779m).

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)	Moment-y BASE (kN*m)
101	ENV-SLV-Spalle(max)	I[117]	Max M/N	-4448.29	469.81	1938.88	1377.24	0	4534.47	365.98
173	ENV-SLU-P3(min)	I[321]	Moment-z	-11741.16	-581.14	1692.22	-1016.67	0	-4981.23	-452.71
244	ENV-SLU-P3(max)	J[388]	Shear-y	-8198.28	587.31	-1615.33	1009.45	0	-4544.99	457.51
244	ENV-SLU-P3(min)	J[388]	Axial	-15866.57	-293.01	-3141.98	-675.89	0	1953.44	-228.25

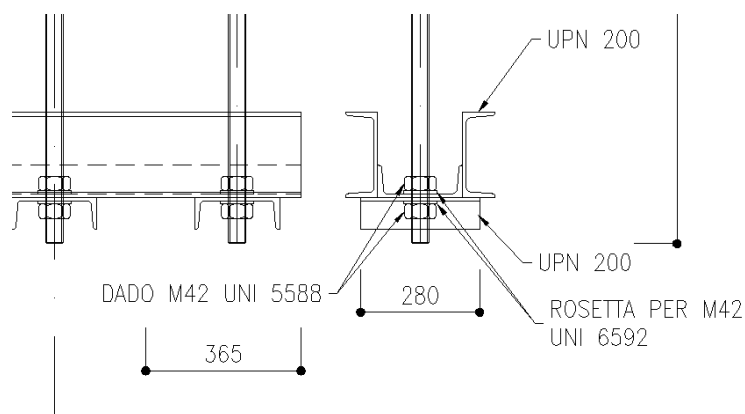
La piastra di base e i tirafondi sono stati modellati con il software RC-SEC per poter verificare lo stato di tensione delle barre costituenti i tirafondi e del calcestruzzo sottoposto a compressione al di sotto della piastra metallica.

La massima trazione sulle barre in acciaio si realizza nella combinazione che massimizza il rapporto tra momento flettente e sforzo normale ed è pari a 102.5 MPa, mentre la massima tensione di compressione del calcestruzzo è pari a 8.34 MPa e si verifica per il set di sollecitazioni che massimizza il momento flettente trasversale. Entrambi i valori delle tensioni sono minori rispetto al corrispettivo valore della resistenza di progetto del materiale.

La massima trazione sulla barra M42 risulta essere:

$$T_{Sd} = 102.5 * (21^2 * \pi) = 142 \text{ kN}$$

Come descritto precedentemente, ogni estremità inferiore delle barre in acciaio viene connessa all'estremità inferiore delle altre con una serie di profili UPN200.



Tali profili in acciaio offrono un'area minima di diffusione della forza al calcestruzzo pari a:

$$A_{diff} = 0.2 * 0.365 = 0.073 \text{ m}^2$$

Pertanto la pressione localizzata sul calcestruzzo risulta pari a:

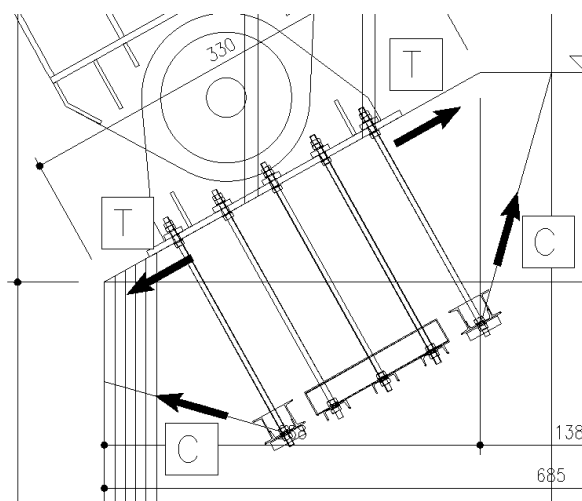
$$\sigma_c = \frac{142000}{73000} = 1.95 \text{ MPa} < f_{cd}$$

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 199 di 214

e pertanto risulta verificata.

Per dimensionare l'armatura di confinamento del plinto, capace di generare il tirante teso che connette i puntoni compressi, si ipotizza, a favore di sicurezza in quanto non è una condizione reale, che tutte le barre in acciaio siano sottoposte alla stessa forza di trazione a cui è sottoposta quella più sollecitata. Pertanto la forza globale generata dall'insieme di barre di una stessa piastra è pari a:

$$P = 16 * 142 = 2272 \text{ kN}$$



Tale forza, supposta suddividersi in due puntoni compressi con angolo di diffusione a 45° dalle barre più esterne, genera un tirante teso avente intensità pari alla forza generata dalle barre. Pertanto:

$$T = \frac{2272}{2} = 1136 \text{ kN}$$

L'area minima di acciaio da disporre per assorbire tale forza risulta:

$$A_{S,Min} = \frac{1136000}{391} = 2905 \text{ mm}^2$$

Avendo considerato che tutte le barre siano tese, l'area del tirante teso è larga almento quanto la larghezza della piastra stessa ($b=2.28\text{m}$); considerando quindi un'armatura ogni 20cm, si può affidare la trazione a 11Φ20 tondini. Pertanto:

$$A_S = 11 * 314 = 3454 \text{ mm}^2 > A_{S,Min}$$

L'armatura risulta pertanto adeguata.

Dalle sollecitazioni riportate precedentemente si ricava che il massimo taglio trasversale alla base dell'arco risulta:

$$V_{trasv,Max} = 587.3 \text{ kN}$$

Tale taglio viene affidato come pura trazione a barre di armatura che corrono in adiacenza alla chiave di taglio che è posizionata al centro della piastra metallica nervata.

L'area minima di armatura necessaria per sostenere tale trazione è pertanto pari a:

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	200 di 214

$$A_{S,Min} = \frac{587300}{391} = 1502 \text{ mm}^2$$

Assumendo a favore di sicurezza che il taglio trasmesso dalla chiave di taglio si diffonda con angolo di 45° attraverso il calcestruzzo fino ad una larghezza massima di 1.72 metri (pari alla distanza tra due barre esterne in senso trasversale), si riescono a coinvolgere almeno 8 ferri $\Phi 20$ (1 ogni 20cm) e pertanto:

$$A_S = 8 * 314 = 2512 \text{ mm}^2 > A_{S,Min}$$

L'arco genera una forte compressione sul plinto di fondazione che, sempre facendo riferimento alle tabelle delle sollecitazioni sopra riportate, ha come valore massimo 15867 kN. Tale compressione, non essendo parallela alla verticale e, al tempo stesso, dovendosi diffondere sull'intera lunghezza (in senso longitudinale) del plinto, ha una direzione di diffusione avente una certa angolazione, la quale genera uno stato di tensione ortogonale alla direzione della compressione. Questa sollecitazione di trazione viene assunta affidata ad una staffatura rettangolare disposta orizzontalmente: questa viene dimensionata in accordo con il paragrafo 9.8.4 della normativa UNI EN 1992-1-1 di cui si riporta un estratto.

9.8.4 Fondazioni di pilastri su roccia

- (1) Si raccomanda di disporre un'adeguata armatura trasversale per assorbire le azioni di spacco nelle fondazioni, quando allo stato limite ultimo la pressione del terreno è maggiore di q_2 . Tale armatura può essere distribuita uniformemente sull'altezza h secondo la direzione della forza di spacco (vedere figura 9.14). Si raccomanda di prevedere un diametro minimo ϕ_{min} delle barre.

Nota I valori di q_2 e ϕ_{min} da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono di 5 MPa per q_2 e 8 mm per ϕ_{min} .

- (2) La forza di spacco F_S può essere calcolata come segue (vedere figura 9.14):

$$F_S = 0,25 (1 - c/h) N_{Ed} \quad (9.14)$$

essendo h il minor valore tra b e H .

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 201 di 214

figura 9.14 **Armatura di spacco nelle fondazioni su roccia**

Legenda

- a) Plinto con $h \geq H$
- b) Sezione
- c) Plinto con $h < H$

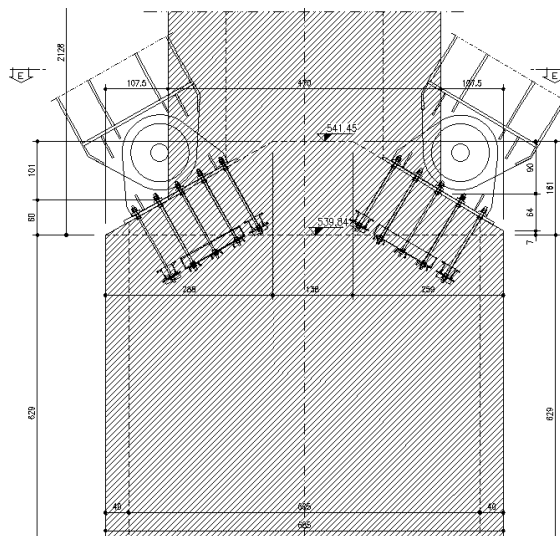
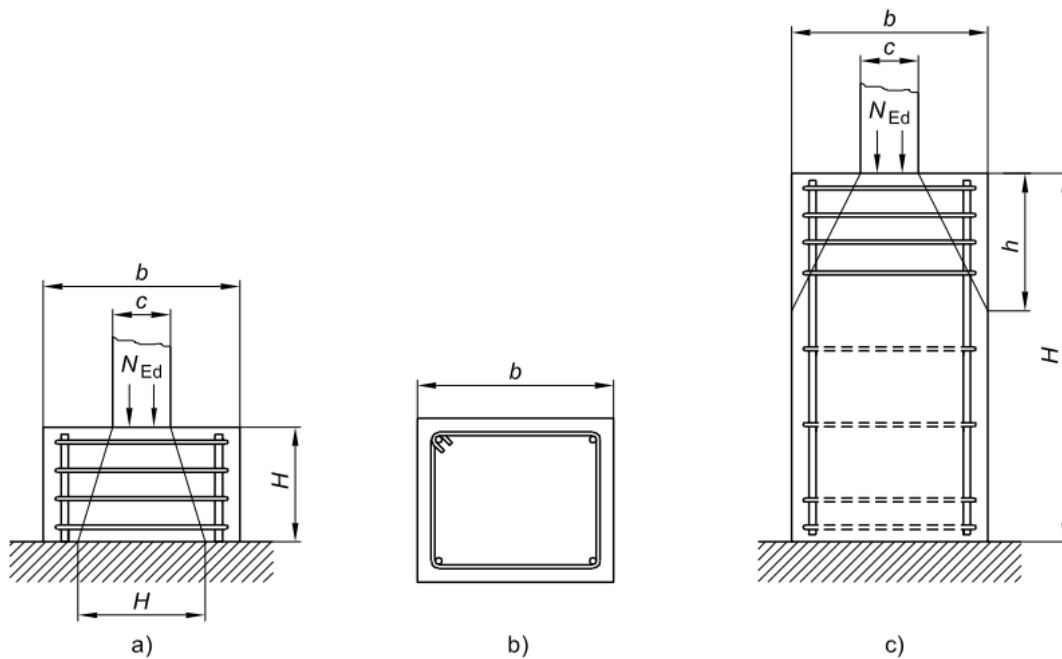


Figura 80 - sezione longitudinale del plinto di fondazione

In funzione delle figure sopra riportate si assumono i seguenti valori geometrici:

$$c = 2.22 \text{ m (larghezza della piastra)}$$

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 di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	202 di 214

$$b = \frac{6.85}{2} = 3.425 \text{ m (semi lunghezza del plinto)}$$

$$H = 7.04 \text{ m}$$

Pertanto:

$$h = \min(b; H) = 3.425 \text{ m}$$

La forza calcolata secondo la formula dell'eurocodice 2 che viene affidata alle staffe precedentemente descritte risulta:

$$F_s = 0.25 \left(1 - \frac{c}{h}\right) = 1395.6 \text{ kN}$$

Pertanto l'area minima di armatura da disporre risulta:

$$A_{s,Min} = \frac{1395000}{391} = 3570 \text{ mm}^2$$

Si devono pertanto predisporre almeno 6 staffe $\Phi 20$ a 2 braccia, pertanto:

$$A_s = 2 * 6 * 314 = 3768 \text{ mm}^2 > A_{s,Min}$$

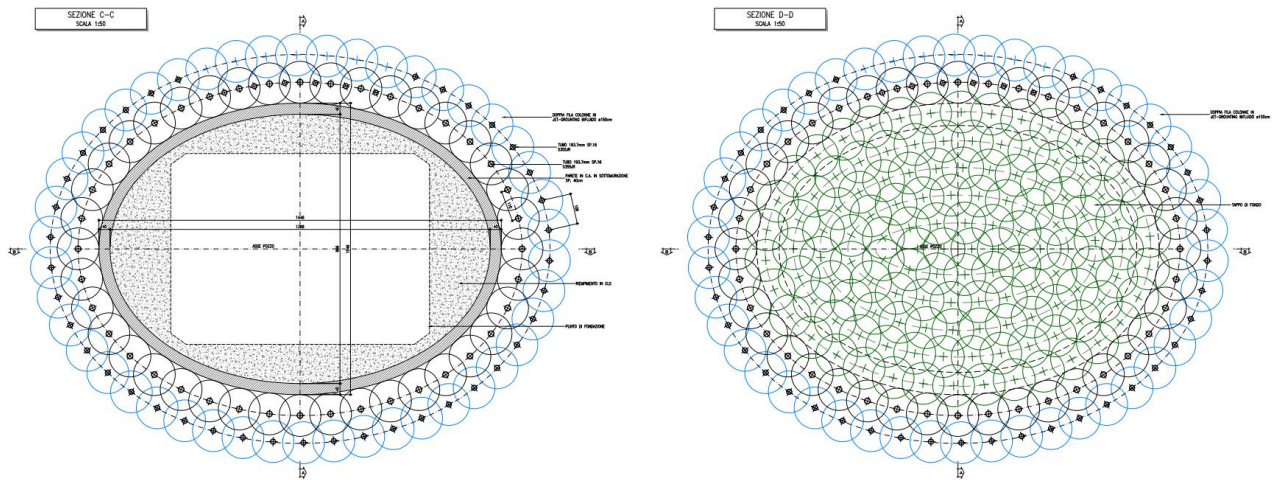
In particolare si prescrive che le staffe vengano disposte ogni 20 cm e, essendo la piastra lunga 2.2 metri, si prevede siano presenti almeno 11 staffe, sufficienti quindi a realizzare il tirante in oggetto.

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 203 di 214

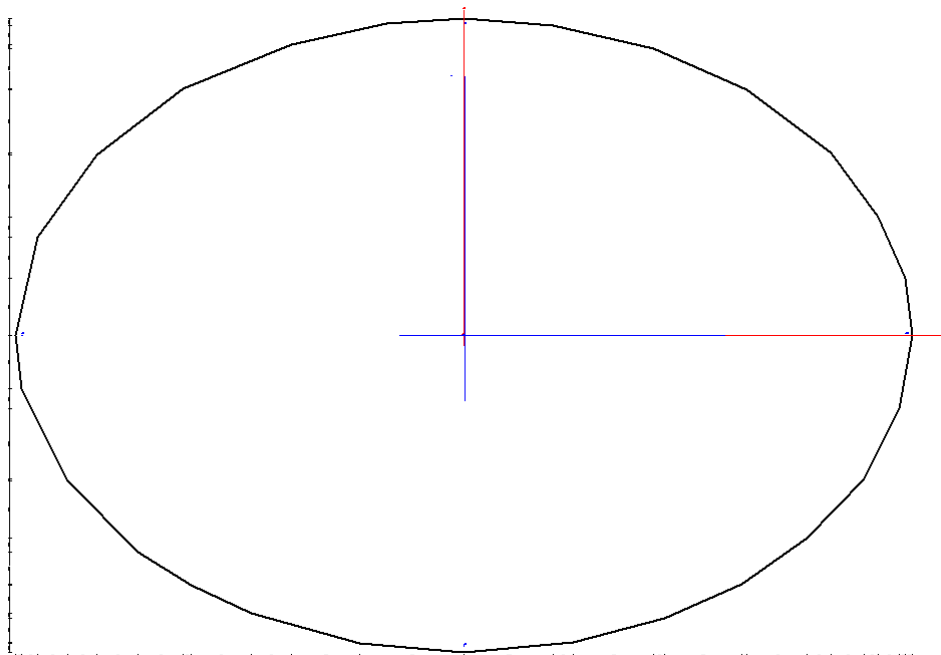
15 POZZO

In quest'ultimo capitolo si riporta la verifica di equilibrio dell'estremità superiore del pozzo. A favore di sicurezza viene condotta considerando la sola sezione di calcestruzzo (anche se per una parte iniziale le barre di armatura entrano all'interno del pozzo). La verifica viene condotta sempre con il programma di valcolo RC-SEC; il pozzo ha sezione di un'ellisse. Alla sezione viene assegnata un'armatura "fittizia" di $4\Phi 8$ alle estremità dei semiassi dell'ellisse che caratterizza la sezione, in modo che il programma possa eseguire le verifiche necessarie.

Un riassunto della geometria del pozzo (comune a tutti i plinti) è riportata di seguito.



Si riporta anche la sezione di verifica adoperata, essendo comune a tutte le pile.



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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 204 di 214

15.1 VERIFICA DELL'EQUILIBRIO DEL POZZO DI PILA 1

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez. Plinto Pila 1-BP_pozzo.secEC

(File path: \\NAS\Server\Lavori\WEBUILD\Fortezza-PntGardena\RC-Sec\Pile\Pozzi BP\Sez. Plinto Pila 1-BP_pozzo.secEC)

Section description:

Section type: Beam
Reference code: EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class: XC2 - Carbonation (long-term water contact/foundations)
Stress path: Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -

Class:	C25/30
Design compressive strength fcd:	14.2 MPa
Shear reduced compressive strenght $v1*fcd$:	7.1 MPa (6.9)EC2
Coeff Crd,c:	0.1200 (§ 6.2.2(1) EC2
Coeff K1:	0.1500 (§ 6.2.2(1) EC2
Coeff v min:	0.0091 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
Strain at max strength ec2:	0.0020
Ultimate strain ecu:	0.0035
Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
Mean Elastic Modulus Ecm:	31475.8 MPa
Mean tensile strength fctm:	2.6 MPa
Es/Ec in SLS combination:	15.00
Stress limit in SLS Characteristic comb.:	15.0 kN/cm ²

STEEL -

Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C
Characteristic yield stress fyk:	450.00 MPa
Tensile strength ftk:	450.0 MPa
Design yield stress fyd:	391.3 MPa
Design strength ftd:	391.3 MPa
Design ultimate strain esu:	0.068
Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
SLS Charact. - Ss Limit:	360.00 MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
Concrete Class: C25/30

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	135.8	471.8
2	288.6	436.3
3	431.1	374.2
4	558.1	277.2
5	630.5	179.3
6	671.8	87.1
7	683.0	0.0
8	662.3	-112.3
9	609.2	-218.0
10	522.2	-308.9
11	422.1	-379.7
12	304.6	-430.8

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI0000007	C	205 di 214

13	165.8	-467.3
14	0.0	-483.0
15	-159.2	-468.6
16	-324.1	-422.6
17	-416.3	-380.0
18	-497.1	-329.6
19	-604.1	-221.1
20	-673.3	-81.0
21	-683.0	0.0
22	-649.5	149.4
23	-558.5	274.0
24	-427.9	375.8
25	-262.9	442.9
26	-117.6	474.6
27	0.0	483.0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-673.0	0.0	8
2	673.0	0.0	8
3	0.0	473.0	8
4	0.0	-473.0	8

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	34846.52	-37679.31	-85336.27
2	35355.55	-62886.82	-41618.55
3	48847.50	39127.17	-106715.93
4	48625.85	63112.18	-50870.50
5	35130.44	-38845.69	14234.02
6	48625.85	63112.18	-50870.50
7	57703.24	32156.84	-21791.63
8	55483.31	58469.02	-62587.29
9	43702.26	-44649.63	-411.97
10	42213.01	-67529.97	-53335.34
11	57419.32	33323.23	-121361.92
12	42213.01	-67529.97	-53335.34
13	33080.25	25652.05	55297.89
14	34556.82	84838.51	-11834.77
15	33445.59	25812.74	49670.73
16	34191.48	85819.24	-5722.22
17	33117.54	25510.28	68748.22
18	34191.48	86150.08	-5722.22
19	38403.14	-26376.85	-133982.23
20	36926.56	-85563.31	-66849.57
21	38037.80	-26537.53	-128355.07
22	37291.90	-86544.04	-72962.12
23	38365.84	-26235.07	-147432.56
24	37291.90	-86874.88	-72962.12

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di calcolo Pile B.P.	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	206 di 214

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete:	Not considered in any case
Check	Result of Check
Reg	Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim)	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max	X-coordinae, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim)	Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min	X-coordinae, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
r eff	Geometrical ratio Ac eff/Ac [eq.(7.10) Ec2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	1.00 (15.0)	-604.1	-221.1	-4.2 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
2	1	OK	0.97 (15.0)	-324.1	-422.6	-4.0 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005
3	1	OK	1.20 (15.0)	-558.5	274.0	-2.9 (360.0)	673.0	0.0	64	0.5	0.008
4	1	OK	1.07 (15.0)	-262.9	442.9	-0.7 (360.0)	0.0	-473.0	96	0.5	0.005
5	1	OK	0.67 (15.0)	165.8	-467.3	0.5 (360.0)	0.0	---	98	---	---
6	1	OK	1.07 (15.0)	-262.9	442.9	-0.7 (360.0)	0.0	-473.0	96	0.5	0.005
7	1	OK	0.86 (15.0)	-262.9	442.9	4.6 (360.0)	0.0	---	1413	---	---
8	1	OK	1.15 (15.0)	-427.9	375.8	1.1 (360.0)	0.0	-473.0	0	0.0	0.005
9	1	OK	0.79 (15.0)	0.0	-483.0	1.0 (360.0)	0.0	---	0	---	---
10	1	OK	1.09 (15.0)	-324.1	-422.6	-3.1 (360.0)	0.0	473.0	75	0.5	0.007
11	1	OK	1.34 (15.0)	-649.5	149.4	-2.5 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
12	1	OK	1.09 (15.0)	-324.1	-422.6	-3.1 (360.0)	0.0	473.0	75	0.5	0.007
13	1	OK	0.71 (15.0)	558.1	277.2	0.0 (360.0)	-673.0	0.0	0	0.0	0.005
14	1	OK	1.26 (15.0)	0.0	483.0	-12.3 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
15	1	OK	0.69 (15.0)	558.1	277.2	0.6 (360.0)	-673.0	0.0	0	0.0	0.005
16	1	OK	1.28 (15.0)	0.0	483.0	-13.3 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
17	1	OK	0.79 (15.0)	558.1	277.2	-1.5 (360.0)	-673.0	0.0	98	0.5	0.005
18	1	OK	1.29 (15.0)	0.0	483.0	-13.5 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
19	1	OK	1.48 (15.0)	-673.3	-81.0	-15.7 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
20	1	OK	1.51 (15.0)	-324.1	-422.6	-15.8 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005
21	1	OK	1.40 (15.0)	-673.3	-81.0	-13.5 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
22	1	OK	1.58 (15.0)	-324.1	-422.6	-17.3 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005
23	1	OK	1.75 (15.0)	-673.3	-81.0	-24.4 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
24	1	OK	1.59 (15.0)	-324.1	-422.6	-17.6 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Section is assumed always cracked even if flexural tensile stress does not exceeds fctm
e1	Result of check
e2	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
k1	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
kt	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
k2	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k3	= 0.5 for bending; =(e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
e sm - e cm	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
sr max	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
wk	Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
MX crack	Max final crack [mm] spacing
MY crack	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
	First cracking bending moment around X axis[kNm]
	First cracking bending moment around Y axis[kNm]

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 207 di 214	

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00003	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	585	0.007	-344822.17	-780954.80
2	OK	-0.00003	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	589	0.007	-623334.13	-412523.05
3	OK	-0.00002	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	493	0.004	394135.41	-1074969.81
4	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00000 (0.00000)	585	0.001	1182721.28	-953312.39
5	OK	-0.00007	0	---	---	---	---	---	399514.77	725343.72
6	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00000 (0.00000)	585	0.001	1182721.28	-953312.39
7	OK	-0.00002	0	---	---	---	---	---	582807.23	661867.28
8	OK	0.00000	0	0.500	8.0	0.00000 (0.00000)	0	10.000	2194623.88	-2349202.39
9	OK	-0.00002	0	---	---	---	---	---	-1082329.48	-1776181.49
10	OK	-0.00002	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	528	0.005	-681407.06	-538177.01
11	OK	-0.00002	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	585	0.004	387937.55	-1412853.62
12	OK	-0.00002	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	528	0.005	-681407.06	-538177.01
13	OK	0.00000	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	0	10.000	985571.70	2124587.92
14	OK	-0.00006	0	0.500	8.0	0.00004 (0.00004)	592	0.022	522898.15	-72943.05
15	OK	0.00000	0	0.500	8.0	0.00004 (0.00004)	0	10.000	2041773.76	3928927.86
16	OK	-0.00007	0	0.500	8.0	0.00004 (0.00004)	592	0.024	512256.66	-34156.04
17	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00000 (0.00000)	583	0.003	447813.37	1206822.19
18	OK	-0.00007	0	0.500	8.0	0.00004 (0.00004)	592	0.024	510484.98	-33907.19
19	OK	-0.00008	0	0.500	8.0	0.00005 (0.00005)	585	0.028	-136079.31	-691220.13
20	OK	-0.00009	0	0.500	8.0	0.00005 (0.00005)	589	0.028	-431968.94	-337492.06
21	OK	-0.00007	0	0.500	8.0	0.00004 (0.00004)	585	0.024	-146597.59	-709054.10
22	OK	-0.00010	0	0.500	8.0	0.00005 (0.00005)	589	0.031	-419051.12	-353286.70
23	OK	-0.00013	0	0.500	8.0	0.00007 (0.00007)	585	0.043	-114738.30	-644791.94
24	OK	-0.00010	0	0.500	8.0	0.00005 (0.00005)	589	0.031	-418400.54	-351394.91

15.2 VERIFICA DELL'EQUILIBRIO DEL POZZO DI PILA 2

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez. Plinto Pila 2-BP_pozzo.secEC

(File path: \\NAS\Server\Lavori\WEBUILD\Fortezza-PntGardena\RC-Sec\Pile\Pozzi BP\Sez. Plinto Pila 2-BP_pozzo.secEC)

Section description:

Section type: Beam
Reference code: EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class: XC2 - Carbonation (long-term water contact/foundations)
Stress path: Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE - Class: C25/30
Design compressive strength fcd: 14.2 MPa
Shear reduced compressive strenght v1*fcd: 7.1 MPa (6.9)EC2
Coeff Crd,c: 0.1200 (§ 6.2.2(1) EC2)
Coeff K1: 0.1500 (§ 6.2.2(1) EC2)
Coeff v min: 0.0091 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2)
Strain at max strength ec2: 0.0020
Ultimate strain ecu: 0.0035
Compression diagram stress-strain: Parabola-Rettangle
Mean Elastic Modulus Ecm: 31475.8 MPa
Mean tensile strength fctm: 2.6 MPa
Es/Ec in SLS combination: 15.00
Stress limit in SLS Characteristic comb.: 15.0 kN/cm²

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 208 di 214	

STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C	
	Characteristic yield stress fyk:	450.00	MPa
	Tensile strength ftk:	450.0	MPa
	Design yield stress fyd:	391.3	MPa
	Design strength ftd:	391.3	MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068	
	Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00	MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
Concrete Class: C25/30

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	135.8	471.8
2	288.6	436.3
3	431.1	374.2
4	558.1	277.2
5	630.5	179.3
6	671.8	87.1
7	683.0	0.0
8	662.3	-112.3
9	609.2	-218.0
10	522.2	-308.9
11	422.1	-379.7
12	304.6	-430.8
13	165.8	-467.3
14	0.0	-483.0
15	-159.2	-468.6
16	-324.1	-422.6
17	-416.3	-380.0
18	-497.1	-329.6
19	-604.1	-221.1
20	-673.3	-81.0
21	-683.0	0.0
22	-649.5	149.4
23	-558.5	274.0
24	-427.9	375.8
25	-262.9	442.9
26	-117.6	474.6
27	0.0	483.0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-673.0	0.0	8
2	673.0	0.0	8
3	0.0	473.0	8
4	0.0	-473.0	8

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 - OPERE CIVILI Relazione di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 209 di 214	

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	49580.96	-61390.34	-72048.89
2	49700.89	119586.63	26603.19
3	49807.13	77294.33	125765.32
4	69087.24	79009.46	68421.38
5	49807.13	77294.33	125765.32
6	49700.89	119586.63	26603.19
7	81567.97	69142.29	71886.99
8	78966.38	-113385.11	-26728.98
9	81341.80	-69542.39	-125927.22
10	62061.70	-71257.52	-68583.28
11	81341.80	-69542.39	-125927.22
12	78966.38	-113385.11	-26728.98
13	47986.81	47613.32	30737.21
14	49023.36	158363.72	46233.58
15	48491.26	48181.04	165016.37
16	49024.69	158022.46	47767.39
17	48491.26	48181.04	165016.37
18	49023.36	158363.72	46233.58
19	52992.62	-46623.40	-30737.36
20	51956.06	-157373.81	-46233.73
21	52488.16	-47191.13	-165016.52
22	51954.73	-157032.55	-47767.55
23	52488.16	-47191.13	-165016.52
24	51956.06	-157373.81	-46233.73

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete: Not considered in any case
Check Result of Check
Reg Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim) Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim) Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff Effective tension area [cm²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff Area of tension steel bars [cm²] within Ac eff (for crack width control)
r eff Geometrical ratio Ac eff/Ac eff [eq.(7.10) Ec2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	1.16 (15.0)	-416.3	-380.0	-0.5 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005
2	1	OK	1.77 (15.0)	-324.1	-422.6	-16.6 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
3	1	OK	1.70 (15.0)	558.1	277.2	-10.2 (360.0)	-673.0	0.0	98	0.5	0.005
4	1	OK	1.43 (15.0)	288.6	436.3	0.6 (360.0)	0.0	-473.0	0	0.0	0.005
5	1	OK	1.70 (15.0)	558.1	277.2	-10.2 (360.0)	-673.0	0.0	98	0.5	0.005
6	1	OK	1.77 (15.0)	-262.9	442.9	-16.6 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
7	1	OK	1.50 (15.0)	431.1	374.2	3.6 (360.0)	0.0	----	1413	----	----
8	1	OK	1.72 (15.0)	-159.2	-468.6	-2.3 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005
9	1	OK	1.72 (15.0)	-497.1	-329.6	1.0 (360.0)	673.0	0.0	0	0.0	0.005
10	1	OK	1.32 (15.0)	-416.3	-380.0	0.4 (360.0)	0.0	473.0	0	0.0	0.007

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 di calcolo Pile B.P.		IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	210 di 214

11	1	OK	1.72 (15.0)	-497.1	-329.6	1.0 (360.0)	673.0	0.0	0	0.0	0.005
12	1	OK	1.72 (15.0)	-159.2	-468.6	-2.3 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005
13	1	OK	0.90 (15.0)	288.6	436.3	1.3 (360.0)	0.0	----	0	----	----
14	1	OK	3.37 (15.0)	0.0	483.0	-81.1 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
15	1	OK	1.92 (15.0)	630.5	179.3	-20.6 (360.0)	-673.0	0.0	98	0.5	0.005
16	1	OK	3.36 (15.0)	0.0	483.0	-80.6 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
17	1	OK	1.92 (15.0)	630.5	179.3	-20.6 (360.0)	-673.0	0.0	98	0.5	0.005
18	1	OK	3.37 (15.0)	0.0	483.0	-81.1 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
19	1	OK	0.94 (15.0)	-324.1	-422.6	2.2 (360.0)	0.0	----	98	----	----
20	1	OK	2.97 (15.0)	-159.2	-468.6	-57.4 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005
21	1	OK	1.83 (15.0)	-604.1	-221.1	-15.2 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
22	1	OK	2.97 (15.0)	-159.2	-468.6	-57.1 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005
23	1	OK	1.83 (15.0)	-604.1	-221.1	-15.2 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
24	1	OK	2.97 (15.0)	-159.2	-468.6	-57.4 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Section is assumed always cracked even if flexural tensile stress does not exceeds f_{ctm}

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k2	= 0.5 for bending; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in $A_{c\text{eff}}$ [eq.(7.11)]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
	Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = $0.6 S_{max} / E_s$
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = $sr\ max*(e\ sm - e\ cm)$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MX crack	First cracking bending moment around X axis[kNm]
MY crack	First cracking bending moment around Y axis[kNm]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0.00002	0	0.500	8.0	0.00000 (0.00000)	589	0.001	-927973.37	-1089087.49
2	OK	-0.00009	0	0.500	8.0	0.00005 (0.00005)	592	0.030	609889.95	135675.85
3	OK	-0.00008	0	0.500	8.0	0.00003 (0.00003)	583	0.018	413912.67	673475.78
4	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00003 (0.00003)	0	10.000	2499386.59	2164443.09
5	OK	-0.00008	0	0.500	8.0	0.00003 (0.00003)	583	0.018	413912.67	673475.78
6	OK	-0.00009	0	0.500	8.0	0.00005 (0.00005)	592	0.030	609889.95	135675.85
7	OK	-0.00002	0	----	----	----	----	----	582807.23	661867.28
8	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	589	0.004	-1726094.00	-406902.92
9	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	0	10.000	-1378100.20	-2495461.06
10	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	0	10.000	-1870364.57	-1800171.22
11	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	0	10.000	-1378100.20	-2495461.06
12	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	589	0.004	-1726094.00	-406902.92
13	OK	0.00000	0	----	----	----	----	----	1143654.65	2465365.90
14	OK	-0.00042	0	0.500	8.0	0.00024 (0.00024)	592	0.144	480493.52	140277.94
15	OK	-0.00011	0	0.500	8.0	0.00006 (0.00006)	583	0.036	222039.89	760469.61
16	OK	-0.00042	0	0.500	8.0	0.00024 (0.00024)	592	0.143	479822.02	145041.70
17	OK	-0.00011	0	0.500	8.0	0.00006 (0.00006)	583	0.036	222039.89	760469.61
18	OK	-0.00042	0	0.500	8.0	0.00024 (0.00024)	592	0.144	480493.52	140277.94
19	OK	-0.00008	0	----	----	----	----	----	-157906.05	-802089.90
20	OK	-0.00030	0	0.500	8.0	0.00017 (0.00017)	589	0.101	-499269.17	-146676.73
21	OK	-0.00009	0	0.500	8.0	0.00005 (0.00005)	585	0.027	-235163.41	-822312.31
22	OK	-0.00030	0	0.500	8.0	0.00017 (0.00017)	589	0.101	-498783.73	-151724.45
23	OK	-0.00009	0	0.500	8.0	0.00005 (0.00005)	585	0.027	-235163.41	-822312.31
24	OK	-0.00030	0	0.500	8.0	0.00017 (0.00017)	589	0.101	-499269.17	-146676.73

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 211 di 214

15.3 VERIFICA DELL'EQUILIBRIO DEL POZZO DI PILA 3

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section Name: Sez. Plinto Pila 3-BP_pozzo.secEC

(File path: \\NAS\Server\Lavori\WEBUILD\Fortezza-PntGardena\RC-Sec\Pile\Pozzi BP\Sez. Plinto Pila 3-BP_pozzo.secEC)

Section description:

Section type: Beam
Reference code: EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class: XC2 - Carbonation (long-term water contact/foundations)
Stress path: Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C25/30
	Design compressive strength fcd:	14.2 MPa
	Shear reduced compressive strenght $v1*fcd$:	7.1 MPa (6.9)EC2
	Coeff Crd,c:	0.1200 (§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff K1:	0.1500 (§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff v min:	0.0091 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020
	Ultimate strain ecu:	0.0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean Elastic Modulus Ecm:	31475.8 MPa
	Mean tensile strength fctm:	2.6 MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00
	Stress limit in SLS Characteristic comb.:	15.0 kN/cm ²
STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450.00 MPa
	Tensile strength ftk:	450.0 MPa
	Design yield stress fyd:	391.3 MPa
	Design strength ftd:	391.3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068
	Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00 MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
Concrete Class: C25/30

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	135.8	471.8
2	288.6	436.3
3	431.1	374.2
4	558.1	277.2
5	630.5	179.3
6	671.8	87.1
7	683.0	0.0
8	662.3	-112.3
9	609.2	-218.0
10	522.2	-308.9
11	422.1	-379.7
12	304.6	-430.8
13	165.8	-467.3
14	0.0	-483.0

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 212 di 214	

15	-159.2	-468.6
16	-324.1	-422.6
17	-416.3	-380.0
18	-497.1	-329.6
19	-604.1	-221.1
20	-673.3	-81.0
21	-683.0	0.0
22	-649.5	149.4
23	-558.5	274.0
24	-427.9	375.8
25	-262.9	442.9
26	-117.6	474.6
27	0.0	483.0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-673.0	0.0	8
2	673.0	0.0	8
3	0.0	473.0	8
4	0.0	-473.0	8

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	33143.38	40924.08	17670.37
2	33621.40	63411.59	22844.04
3	46689.74	-31161.72	112163.15
4	33621.40	63411.59	22844.04
5	46689.74	-31161.72	112163.15
6	33621.40	63411.59	22844.04
7	55142.46	-35550.62	17823.74
8	52981.12	-59112.87	11330.91
9	41596.10	36535.18	-76669.04
10	52981.12	-59112.87	11330.91
11	41596.10	36535.18	-76669.04
12	52981.12	-59112.87	11330.91
13	31925.32	20134.34	142374.04
14	33054.43	66008.04	56962.32
15	32308.66	19967.02	160044.98
16	33054.43	65746.74	56962.32
17	32308.66	19967.02	160044.98
18	33054.43	66008.04	56962.32
19	36086.89	-19428.66	-117879.27
20	34957.79	-65302.35	-32467.55
21	35703.56	-19261.34	-135550.21
22	34957.79	-65041.05	-32467.55
23	35703.56	-19261.34	-135550.21
24	34957.79	-65302.35	-32467.55

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

APPALTA TORE:		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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. C	FOGLIO. 213 di 214	

Tension in concrete:	Not considered in any case
Check	Result of Check
Reg	Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim)	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim)	Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
r eff	Geometrical ratio Ac eff/As eff [eq.(7.10) EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	0.67 (15.0)	-416.3	-380.0	-0.1 (360.0)	0.0	-473.0	51	0.5	0.010
2	1	OK	0.92 (15.0)	-324.1	-422.6	-4.2 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
3	1	OK	1.20 (15.0)	609.2	-218.0	-4.1 (360.0)	-673.0	0.0	98	0.5	0.005
4	1	OK	0.92 (15.0)	288.6	436.3	-4.2 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
5	1	OK	1.20 (15.0)	609.2	-218.0	-4.1 (360.0)	-673.0	0.0	98	0.5	0.005
6	1	OK	0.92 (15.0)	-262.9	442.9	-4.2 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
7	1	OK	0.85 (15.0)	165.8	-467.3	3.8 (360.0)	0.0	---	1413	---	---
8	1	OK	1.00 (15.0)	165.8	-467.3	0.6 (360.0)	0.0	---	98	---	---
9	1	OK	0.96 (15.0)	-558.5	274.0	-0.8 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
10	1	OK	1.00 (15.0)	165.8	-467.3	0.6 (360.0)	0.0	---	0	---	---
11	1	OK	0.96 (15.0)	-558.5	274.0	-0.8 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
12	1	OK	1.00 (15.0)	165.8	-467.3	0.6 (360.0)	0.0	---	98	---	---
13	1	OK	2.04 (15.0)	671.8	87.1	-45.3 (360.0)	-673.0	0.0	98	0.5	0.005
14	1	OK	1.11 (15.0)	288.6	436.3	-7.6 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
15	1	OK	2.95 (15.0)	671.8	87.1	-96.5 (360.0)	-673.0	0.0	98	0.5	0.005
16	1	OK	1.11 (15.0)	288.6	436.3	-7.4 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
17	1	OK	2.95 (15.0)	671.8	87.1	-96.5 (360.0)	-673.0	0.0	98	0.5	0.005
18	1	OK	1.11 (15.0)	288.6	436.3	-7.6 (360.0)	0.0	-473.0	99	0.5	0.005
19	1	OK	1.24 (15.0)	-673.3	-81.0	-10.6 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
20	1	OK	0.97 (15.0)	-159.2	-468.6	-4.5 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005
21	1	OK	1.56 (15.0)	-673.3	-81.0	-20.5 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
22	1	OK	0.97 (15.0)	-159.2	-468.6	-4.4 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005
23	1	OK	1.56 (15.0)	-673.3	-81.0	-20.5 (360.0)	673.0	0.0	98	0.5	0.005
24	1	OK	0.97 (15.0)	-159.2	-468.6	-4.5 (360.0)	0.0	473.0	98	0.5	0.005

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Section is assumed always cracked even if flexural tensile stress does not exceeds f_{ctm}
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k2	= 0.5 for bending; = $(e1 + e2)/(2 * e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = $sr \max * (e \text{ sm} - e \text{ cm})$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MX crack	First cracking bending moment around X axis [kNm]
MY crack	First cracking bending moment around Y axis [kNm]

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 di calcolo Pile B.P.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	VI000007	C	214 di 214

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	0.00000	0	0.500	8.0	0.00000 (0.00000)	464	0.000	4055355.18	1751038.18
2	OK	-0.00002	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	592	0.008	783929.50	282410.79
3	OK	-0.00003	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	583	0.007	-328227.95	1181420.05
4	OK	-0.00002	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	592	0.008	783929.50	282410.79
5	OK	-0.00003	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	583	0.007	-328227.95	1181420.05
6	OK	-0.00002	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	592	0.008	783929.50	282410.79
7	OK	-0.00002	0	----	----	----	----	----	582807.23	661867.28
8	OK	-0.00001	0	----	----	----	----	----	-1726094.00	-406902.92
9	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00000 (0.00000)	585	0.001	748301.82	-1570310.64
10	OK	-0.00001	0	----	----	----	----	----	-1870364.57	-1800171.22
11	OK	-0.00001	0	0.500	8.0	0.00000 (0.00000)	585	0.001	748301.82	-1570310.64
12	OK	-0.00001	0	----	----	----	----	----	-1726094.00	-406902.92
13	OK	-0.00023	0	0.500	8.0	0.00014 (0.00014)	583	0.079	96972.52	685712.57
14	OK	-0.00005	0	0.500	8.0	0.00002 (0.00002)	592	0.013	548693.91	473501.08
15	OK	-0.00049	0	0.500	8.0	0.00029 (0.00029)	583	0.169	81290.39	651580.43
16	OK	-0.00005	0	0.500	8.0	0.00002 (0.00002)	592	0.013	549868.68	476400.74
17	OK	-0.00049	0	0.500	8.0	0.00029 (0.00029)	583	0.169	81290.39	651580.43
18	OK	-0.00005	0	0.500	8.0	0.00002 (0.00002)	592	0.013	548693.91	473501.08
19	OK	-0.00006	0	0.500	8.0	0.00003 (0.00003)	585	0.019	-142855.18	-866743.49
20	OK	-0.00003	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	589	0.008	-752988.53	-374376.92
21	OK	-0.00011	0	0.500	8.0	0.00006 (0.00006)	585	0.036	-109000.58	-767083.28
22	OK	-0.00003	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	589	0.008	-756577.53	-377672.55
23	OK	-0.00011	0	0.500	8.0	0.00006 (0.00006)	585	0.036	-109000.58	-767083.28
24	OK	-0.00003	0	0.500	8.0	0.00001 (0.00001)	589	0.008	-752988.53	-374376.92